

*Я не знаю ничего более прекрасного, чем наша Земля.
К. Паустовский*

*I don't know anything so beautiful as our Earth.
K. Paustovski*

BAIKAL INSTITUTE OF NATURE MANAGEMENT
OF THE SIBERIAN BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
BURYAT STATE UNIVERSITY
INSTITUTE OF GEOGRAPHIC SCIENCES AND NATURAL RESOURCES RESEARCH
OF THE CHINESE ACADEMY OF SCIENCES
INNER MONGOLIA NORMAL UNIVERSITY OF CHINA
GLOBAL LAND PROJECT, BEIJING OFFICE
SH.TSEGMID INSTITUTE OF GEOGRAPHY OF THE MONGOLIAN ACADEMY OF SCIENCES
NATIONAL UNIVERSITY OF MONGOLIA

ENVIRONMENT AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN MONGOLIAN PLATEAU AND SURROUNDING REGIONS

Proceedings of the IX international conference
(Ulan-Ude, August 20-22, 2013)

Volume 1

Chief editor A.K. Tulokhonov, corresponding member of RAS

Scientific editors
Dr. Y.Zh. Garmaev
Dr. A.S. Mikheeva


ИЗДАТЕЛЬСТВО
Ulan-Ude
2013

БАЙКАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
БУРЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ И ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ КИТАЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
НОРМАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ВНУТРЕННЕЙ МОНГОЛИИ
ГЛОБАЛЬНЫЙ ЗЕМЕЛЬНЫЙ ПРОЕКТ, ПЕКИНСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ АКАДЕМИИ НАУК МОНГОЛИИ
МОНГОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ МОНГОЛЬСКОГО ПЛАТО И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Материалы IX международной конференции
(Улан-Удэ, 20-22 августа 2013 г.)

Том 1

Отв. редактор А.К. Тулохонов, член-корреспондент РАН

Научные редакторы
Е.Ж. Гармаев, д-р геогр. наук
А.С. Михеева, д-р экон. наук


ИЗДАТЕЛЬСТВО
Улан-Удэ
2013

УДК 911.2/3+504+332.1
ББК 20.1
О - 926

Редакционная коллегия

Л.Г. Намжилова, канд. геогр. наук; Д.А. Дарбалаева, канд. экон. наук;
С.Г. Андреев, канд. геогр. наук; Э.Д. Санжеев, канд. геогр. наук;
Ж.Б. Алымбаева, канд. биол. наук; О.А. Екимовская, канд. геогр. наук

Издание осуществлено при финансовой поддержке РФФИ
(грант № 13-05-06030)

О-926 **Окружающая среда и устойчивое развитие Монгольского плато и сопредельных территорий:** материалы IX Междунар. конф. (Улан-Удэ, 20-22 августа 2013 г.) / под науч. ред. А.К. Тулохонова, Е.Ж. Гармаева, А.С. Михеевой. – Улан-Удэ: Изд-во Бурятского государственного университета, 2013. – Т. 1. – 270 с. ISBN 978-5-9793-0589-9
978-5-9793-0590-5

В сборнике освещаются проблемы окружающей среды и устойчивого развития Монгольского плато и сопредельных территорий, связанные с трансформацией природной среды и нерациональным природопользованием в современных условиях социально-экономического развития общества. Статьи в сборнике публикуются на русском и английском языках с аннотациями.

Предназначено для работников науки, образования, специалистов органов государственной власти и широкого круга лиц, интересующихся проблемами охраны окружающей среды и устойчивого развития территорий.

ENVIRONMENT AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN MONGOLIAN PLATEAU AND SURROUNDING REGIONS: proceedings of IX International conference (Ulan-Ude, August 20-22, 2013) / eds. A.K. Tulokhonov, E.Zh. Garmaev, A.S. Mikheeva. - Ulan-Ude: Buryat State University, 2013. – V. 1. – 270 p. ISBN 978-5-9793-0589-9
978-5-9793-0590-5

The volume contains published proceedings which cover the problems of natural environment and sustainable development of the Mongolian Plateau and surrounding territories, caused by the transformation of natural environment and non-rational nature management under the present-day conditions of socio-economical development of regions. The articles in the volume are published in the Russian and English languages and are provided with abstracts.

The volume is intended for researchers, education workers, experts of state departments and a wide audience interested in the issues of nature protection and sustainable development of the territories.

УДК 911.2/3+504+332.1
ББК 20.1

ISBN 978-5-9793-0589-9
978-5-9793-0590-5

© БИП СО РАН, 2013
© Бурятский госуниверситет, 2013
© РФФИ, 2013

ПРЕДИСЛОВИЕ



Данное издание представляет собой сборник научных трудов участников 9-й Международной конференции «Окружающая среда и устойчивое развитие Монгольского плато и сопредельных территорий». История становления конференции берет отсчет с 2004 г., когда академик Д. Доржготов, директор Института географии Академии наук Монголии, выступил с инициативой проведения данной конференции, которая впервые состоялась в 2005 г. в г. Улан-Батор (Монголия).

По первоначальному замыслу, конференция в течение трех лет должна была бы пройти в крупных городах трех стран – Улан-Баторе (Монголия), Хух-Хото (провинция Внутренняя Монголия, Китай), Улан-Удэ (Республика Бурятия, Россия). К сожалению, это не было реализовано в полной мере. Однако, сегодня, наш город имеет честь проводить, ставшую традиционной, 9-ю Международную научную конференцию, объединяющую ученых и специалистов из разных стран: Монголии, Китая, России,

Германии, Японии, Индии и Казахстана.

Монгольское плато представляет собой крупный субрегион Центральной Азии, территорию компактного проживания кочевых этносов, к которому относятся монголы и буряты, проживающие в провинции Китая – Внутренняя Монголия, по всей территории Монголии и части России (Республика Бурятия). На этой территории, относящейся к бассейну р. Селенги и оз. Байкал, проживает население численностью около 3 млн. чел.

Исторически Южная Сибирь, Казахстан, Монголия и северный Китай Л.Н. Гумилев объединяет в Великую степь, где на протяжении многих веков формировались основные азиатские этносы (Гумилев, 1989). По мнению ведущих археологов и этнографов, отсюда по Беренгийскому мосту ушли предки индейцев Северной Америки. На берегах Байкала находится прародина хунну – предков многих европейских народов, мигрировавших на запад. По генетическим признакам здесь ищут свои исторические корни японцы и корейцы. В Великой степи сформировалась и распалась огромная империя Чингис-хана, первая создавшая все основные атрибуты современного государственного устройства и оказавшая огромное влияние на формирование языка, культуры, обычаев и традиций народов Евразии. Богатейшая материальная и духовная культура, одной из древнейших восточных цивилизаций монгольского этноса и витающий над этой землей «ореол» легендарной личности Чингисхана, признанного по инициативе ЮНЕСКО в 90-х гг. XX в. «человеком тысячелетия», вызывают вполне оправданный интерес со стороны мирового сообщества.

На этой территории позже пролегли торговые маршруты более известные как Чайный и Шелковый путь. И сегодня здесь создаются самые короткие транспортные магистрали, соединяющие Восток и Запад, выход на рынки Тихоокеанского региона. В условиях глобализации возникают совершенно иные формы взаимовыгодного экономического сотрудничества и конкуренции. По байкальскому меридиану, вдоль которого проживают многие коренные этносы Сибири, проходит сегодня контактная зона Запада и Востока, христианства с буддийской Азией.

Уникальность территории с точки зрения биологического разнообразия, а также разнообразия природных комплексов: от пустынных в Гоби до таежно-мерзлотных ландшафтов, наличие пресного оз. Байкал – Участка Мирового природного наследия ЮНЕСКО предполагает поиск путей ее сохранения.

Объект исследования занимает выгодное экономико-географическое и геополитическое положение территории и открывает широкие возможности для создания транспортно-логистических центров, поскольку этот регион – своеобразные «восточные ворота» для европейской части России и стран ЕС, в страны Азиатско-Тихоокеанского региона и выступает в качестве связующего звена между крупными экономически развитыми регионами.

Назрела необходимость расширения и интеграции экономических, культурных и иных отношений в соответствии с новыми геополитическими приоритетами. Государственные рубежи из фактора барьера превращаются в контактные зоны, где формируются новые политические и экономические структуры, подобные Европейскому сообществу, АТЭС, Шанхайской организации сотрудничества и другим. В основе таких международных организаций лежат, прежде всего, территориальные экономико-географические факторы, когда в единой системе увязаны природные, политические, социальные и исторические особенности тех или иных государств.

Особо актуальны исследования хозяйственной деятельности на территориях трансграничных речных бассейнов, где сталкиваются интересы государств, часто не имеющих общих границ, тем не менее, зависимых относительно положения на главной водной артерии.

Географический подход к изучению различных исторических, политических, социальных и экономических процессов и явлений позволяет по-иному системно взглянуть на традиционные представления обществоведов и политиков, предложить им для дискуссии новые темы и объекты с учетом природной составляющей социальных процессов.

В данном контексте закономерно возникает необходимость исследования природной и социально-экономической специфики развития Монгольского плато и сопредельных территорий. Координация научных исследований в регионе Центральной Азии, значительную часть которого занимает Монгольское плато, является важнейшим направлением исследований и сотрудничества российских и зарубежных ученых, что будет способствовать повышению результативности научных проектов.

Тематический охват статей сборника достаточно широк и посвящен многим аспектам современной географической науки. Освещаются проблемы окружающей среды и устойчивого развития Монгольского плато и сопредельных территорий, связанные с трансформацией природных ландшафтов и нерациональным природопользованием в современных условиях социально-экономического развития общества.

Сегодня мы имеем уникальную возможность обмена мнениями и опытом по вопросам проводимых исследований, установления научных и дружеских контактов, определения направлений будущих совместных научных исследований с коллегами из других стран.

Желаем Вам успехов в работе 9-й Международной конференции «Окружающая среда и устойчивое развитие Монгольского плато и сопредельных территорий», в научно-исследовательской деятельности, крепкого здоровья, счастья и мира Вашему дому!

С уважением,
председатель конференции,
Член Совета Федерации Федерального Собрания РФ,
Заслуженный деятель науки Российской Федерации,
член-корреспондент Российской Академии Наук
Тулохонов Арнольд Кириллович

PREFACE



The present publication is a collection of scientific papers of the participants of the 9th International Conference "Environment and sustainable development in Mongolian Plateau and surrounding regions". History of the conference formation takes a countdown to 2004, when the Academician D. Dorzhgotov, Director of the Institute of Geography of the Academy of Sciences of Mongolia, took the initiative of holding this conference, which was first held in 2005 in Ulan Bator (Mongolia).

According to the original plan, the conference would have to go in three years in the big cities of the three countries - Ulan Bator (Mongolia), Hohhot (Inner Mongolia Province, China), Ulan-Ude (Republic of Buryatia, Russia). However, today our city has the honor to hold the 9th International scientific conference, which has become traditional and brings together scientists and experts from different countries: Mongolia, China, Russia, Germany, Japan, India and Kazakhstan.

Mongolian Plateau is a large sub-region of Central Asia, the territory of compact residence of the nomadic ethnic group which includes the Mongols and Buryats living in the provinces of China - Inner Mongolia, the entire territory of Mongolia and part of Russia (Buryatia). In this area, related to the basin of the Selenga River and the Baikal Lake, resides the population, the number of which is about 3 million people.

Historically L.N. Gumilev combines southern Siberia, Kazakhstan, Mongolia and northern China in the Great Steppe, where for many centuries formed the major Asian ethnic groups (Gumilev, 1989). According to the leading archaeologists and anthropologists, the ancestors of North American Indians left from here on the Berengiyky Bridge. On the shores of the Baikal Lake is the ancestral home of the Huns - the ancestors of many European peoples who migrated to the West. On genetic grounds is looking for its historical roots the Japanese and Koreans. In the Great Steppe formed and broke up a huge empire of Chingis Khan, the first created all the basic attributes of a modern state system and exerted a great influence on the formation of language, culture, customs and traditions of the peoples of Eurasia. The rich material and spiritual culture, one of the oldest civilizations of the Eastern Mongolian ethnic group and lingers over this land "halo" of the legendary Chingis Khan's personality recognized by UNESCO in the 90 years of the XX century "a man of the millennium", are causing a justifiable interest in the global community.

In this area trade routes better known as Tea and Silk Road were laid later. And today, here are the shortest transport routes connecting East and West, exit to markets of the Pacific region. With globalization there are very different forms of mutually beneficial economic cooperation and competition. By Baikal meridian along which many indigenous ethnic groups of Siberia live, is being held contact zone of the West and East, Christianity with Buddhism Asia.

The uniqueness of the territory from the point of view of biological diversity and the diversity of natural systems: from the desert in the Gobi to the taiga and permafrost landscapes, the availability of freshwater Lake Baikal - a World Heritage Site by UNESCO involves finding ways to preserve it.

The object of study has favorable economic and geographical, geopolitical location of the territory and opens opportunity to create a transport and logistics centers, as this region - a kind of "eastern gateway" for the European part of Russia and the EU countries to the countries of the Asia-Pacific region and acts as a link between the major economically developed regions.

There is an urgent need to expand and integrate the economic, cultural and other relations in accordance with the new geopolitical priorities. The state borders of the barrier factors are transformed into the contact zone, where formed new political and economic structures, such as the European Community, APEC, Shanghai Cooperation Organization and others. The basis of such

international organizations are primarily territorial economic and geographic factors, when in a single system linked natural, political, social and historical features of different states.

Particularly relevant researches of economic activity in areas of transboundary river basins, where the interests of states, often do not have common borders, however, dependent on the situation in the main waterway.

The geographical approach to the study of various historical, political, social and economic processes and phenomena allow another systematic look at the traditional notions of social scientists and policy makers, to offer them new topics and objects for discussion, taking into account the natural component of social processes.

In this context, naturally there is a need for study of the natural and socio-economic specificity of development of the Mongolian Plateau and surrounding regions. Coordination of scientific researches in the region of Central Asia, a large part of which is Mongolian Plateau, is the most important area of research and collaboration between Russian and foreign scientists that will enhance the effectiveness of research projects.

The scope of the articles in this collection is quite broad and is dedicated to many aspects of modern geographical science. It highlights the problem of the environment and sustainable development of the Mongolian Plateau and surrounding regions associated with the transformation of natural landscapes and irrational nature management in the present conditions of social and economic development of society.

Today we have a unique opportunity to exchange views and experiences on the ongoing research to establish the scientific and friendly contacts, identify areas for future joint research with colleagues from other countries.

We wish you success in the work of the 9th International Conference "Environment and sustainable development in Mongolian Plateau and surrounding regions", in research activities, good health, happiness and peace to your home!

Sincerely,
Conference Chair,
Member of the Federation Council of the Federal Assembly
of the Russian Federation,
Honored Scientist of the Russian Federation,
Corresponding -member of the Russian Academy of Sciences
Tulokhonov Arnold K.

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

PHYSICAL-GEOGRAPHIC AND GEOECOLOGICAL RESEARCH

ВЫДЕЛЕНИЕ ВОДОСБОРНЫХ ПЛОЩАДЕЙ ОЗЕРА ХЯРГАС И РЕКИ ЗАВХАН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

©Алтансух Очир (altansukh22@yahoo.com), Мунхдаваа Мунхжаргал (mmg_1989@yahoo.com)
Монгольский государственный университет, г. Улан-Батор, Монголия

KHYARGAS LAKE-ZAVKHAN RIVER CATCHMENT AREA DELINEATION USING SATELLITE IMAGE

©Altansukh Ochir (altansukh22@yahoo.com), Munkhdavaa Munkhjargal (mmg_1989@yahoo.com)
National University of Mongolia, Ulaanbaatar, Mongolia

Abstract: The purpose of this research is to accurately define basic parameters of the Khyargas Lake - Zavkhan River catchment area using satellite images. The research method and methodology were applied in this study include two datasets i) SRTM at a horizontal spatial resolution of 90 meters, and ii) ASTER at a horizontal spatial resolution of 30 meters, using two different models of ArcHydro and ILWIS. The main method of models that were used for this research are the Deterministic-8, the steepest slope, the spread, the seek computations, and the trace analysis. The models' results are slightly different from each other and in order to evaluate the validity, results from the same DEM (SRTM90) have been compared. Upon validation, the difference of the catchment area is 961.7 km², which equals to 0.97 % of the maximum value. Final results of main 16 parameters of the catchment came from both models of ArcHydro-ASTER and ILWIS-SRTM that depend on the quality of data and fitness of reality.

Key words: DEM, SRTM, ASTER, ArcHydro, ILWIS, catchment, modeling, Khyargas Lake - Zavkhan River

Introduction:

Implementation of the Integrated Water Resource Management (IWRM) in the catchment level, the boundary of the catchment area is a very basic parameter for the further plan to be implemented, including: natural, social, and economic activities. Therefore, the initial and most important step is to accurately define the river catchment area. The study area of this research is Khyargas Lake-Zavkhan River catchment, which is second largest river basin of Mongolia.

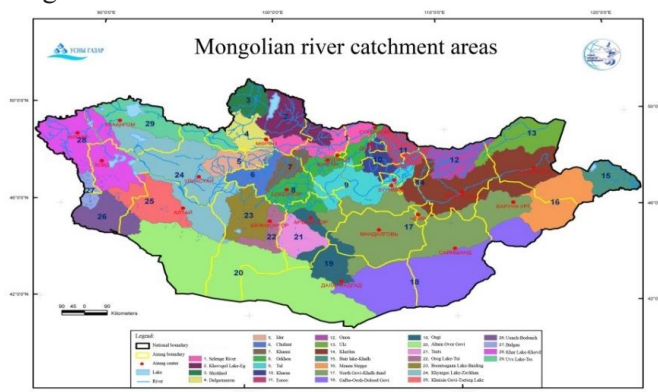


Fig. 1. River catchment areas of Mongolia

Source: [1]

Previous study:

Previously, several attempts have been done to define Khyargas Lake-Zavkhan River catchment area by national and international experts. For instance, main sources that researchers cite are 1) "Climate and surface water resource atlas of Mongolian Republic" published in 1985, 2) "The schema of the water resources integrated consumption" by Russian scholars in 1986, 3) "National atlas of Mongolian Republic" pressed in 1990, 4) "Freshwater system of the Great Lakes Basin, Mongolia", WWF in 2004, 5) "National

atlas of Mongolia” pressed in 2009, 6) the 332nd decision on “River catchment areas of Mongolia” by the Minister of Nature, Environment and Tourism in 2009, and 7) Mongolian 29 river catchments, WWF-Mongoliaprinted in 2010.

Spatial boundary of all these studies has been defined by catchment area of Khyargas Lake-Zavkhan River, which was delineated from the topographical map of Mongolia, scaled 1:100000 and produced in 1980th, using the traditional method. A traditional method is catchment area delineation from the topographical map, drawing lines to connecting elevation points and contour lines. It is not an easy task precisely to define watershed lines, and related hydrographic and morphometric parameters in plane land areas using topographic map [2]. In the previous study, it was recorded that the total catchment area is 120706.9 km² with the total perimeter of the catchment is 2166.8 km. Moreover, the length of Zavkhan River was estimated 808 km and classified 6th order river by Strahler classification [3].

Datasets:

The fourth version of the SRTM-DEM and ASTER-DEM datasets have been downloaded freely, mosaiced, and processed (Fig. 2).

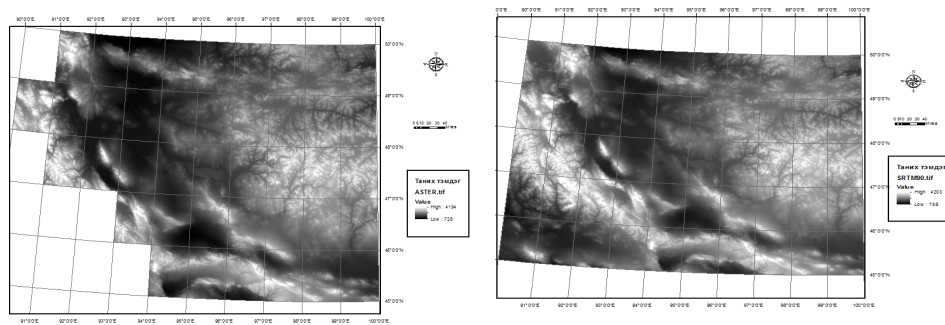


Fig. 2. SRTM-90 (left) and ASTER-30 (right)

Source: [4]

The two datasets mentioned above can be downloaded from online databases, and these are widely applied for scientific research.

Method and methodology:

This research has been done by two different modeling tools ArcHydro and ILWIS using the aforesaid two datasets. The main methods of the research are the Deterministic-8, the steepest slope, the spread, the seek computations and the trace analysis. Seek computation will mainly apply for primary data processing. Briefly, we illustrate the principle of the seek computation with a simple elevation data, provided in Fig. 3. For each cell in that data, the steepest downward slope to a neighbor cell is computed, and its direction is stored in a new raster data. This computation determines the elevation difference between the cell and a neighbor cell, and takes into account cell distance 1 for neighbor cells in N-S or W-E direction, 2 for cells in NE-SW or NW-SE direction. Among its eight neighbor cells, it picks the one with the steepest path to it. The directions in data, thus obtained, are encoded in integer values; we have decoded them for the estimation of flow direction. Cells with a high accumulated flow count represent areas of concentrated flow, and thus may belong to a stream. Cells with an accumulated flow count of zero are local topographic highs, and can be used to identify ridges.

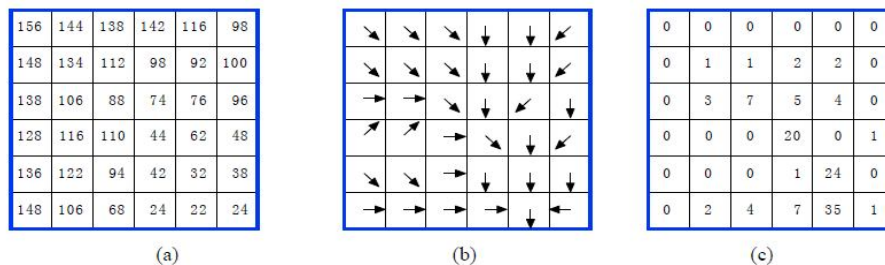


Fig. 3: Seek computation (a) the original elevation data; (b) the flow direction data computed from it; (c) The mathematical model of catchment gathered from it

Source: [5]

Using the ILWIS and ArcHydro modeling tools, basic parameters of the Zavkhan River and its catchment area have been defined and the flowchart of the model is shown in Fig. 4. Based on “DEM based hydro-processing” and “ArcHydro tools-Tutorial” handbooks; the following flowchart is drawn. Primary data

of the modeling is the DEM and the outlet location of the drainage, which is then processed in the above-mentioned 7 and 14 phases, respectively. Several intermediate results such as flow direction, flow accumulation, drainage network order, catchment boundary and longest flow path are produced while the models run.

Result:

The following table is shown the results from the study, applied the ArcHydro and ILWIS models, and previous research. In total, 11 and 16 parameters were defined by ArcHydro and ILWIS, respectively. Hereof three results associated with the basin and residual parameters related with the drainage. Despite of that, there are slight differences between the results.

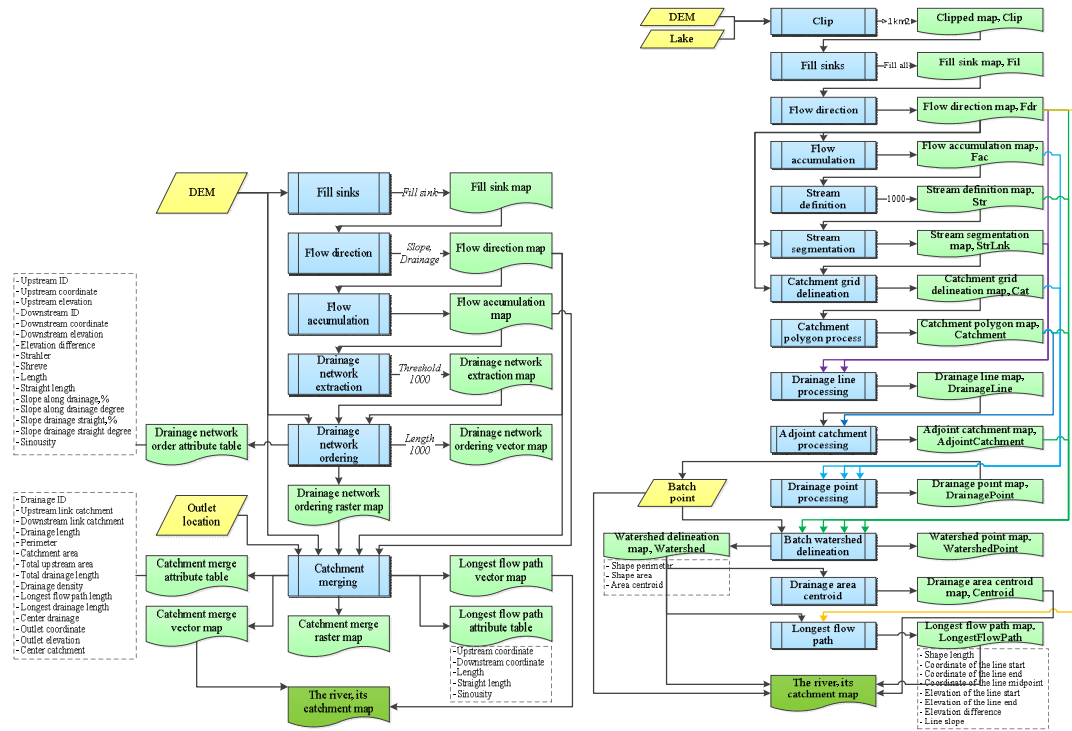


Fig. 4: Methodology of ILWIS (left) and ArcHydro (right) models

Table 1.

Final result and its comparison

№	Parameters	Previous study			ArcHydro model		ILWIS model
		MNET	WWF	HydroShed	SRTM data	ASTER data	SRTM data
1	Catchment area, km ²	120706.9	108269.0	193130.7	99040.0	98821.8	97868.6
2	Catchment perimeter, km	2279.4	2847.3	4417.1	3201.3	3408.4	2821.6
3	Catchment center				95°19'29.8" 48°07'54.2"	95°21'25.9" 48°08'08.7"	95°43'51.00" 47°54'00.00"
4	Total drainage length, km						36267.3
5	Drainage density, m km ⁻²						370.6
6	Length of the longest drainage, km	808.0			875.6	841.8	901.2
7	Coordinate of the drainage start				99°04'36.0" 47°28'57.0"	98°59'17.0" 47°28'31.0"	99°04'51.00" 47°28'42.00"
8	Coordinate of the drainage end				93°17'33.0" 48°52'51.0"	93°20'30.9" 48°52'37.5"	93°20'40.28" 48°52'31.70"
9	Drainage center				96°0'13.8" 47°11'27.0"	96°03'20.5" 47°10'34.5"	96°14'00.00" 46°55'12.00"
10	Elevation of the drainage start, m				3304	3168	3313
11	Elevation of the drainage end, m				1028	1012	1030
12	Elevation difference, m				2276	2156	2283
13	Drainage slope				2.59	2.56	2.53
14	Sinuosity						3.8
15	Strahler order	6					7
16	Shreve order						2168
Total number of parameters		3	2	2	11	11	16

Difference between the results from different models (ILWIS, ArcHydro) with the same dataset (SRTM90 m) is 961.7 km², which equals to 0.97 % of the maximum value. Moreover, 3.6 kms (0.43 % of maximum) variance of the longest drainage length has been observed. These can be recognized acceptable errors. The following figure is shown the representation of the final result.

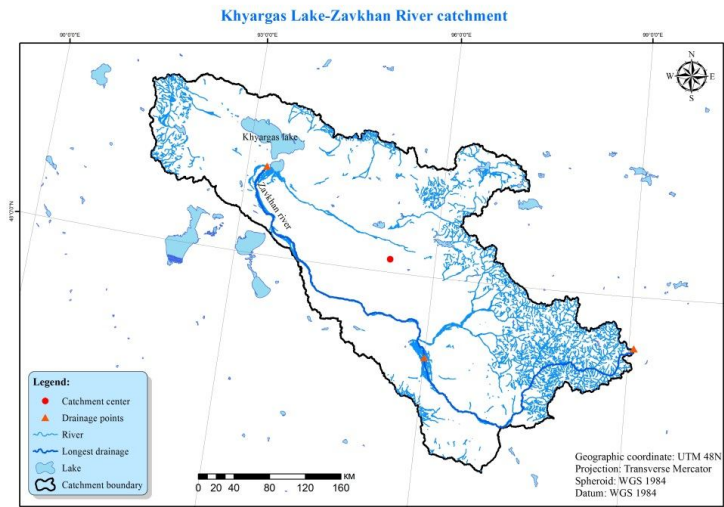


Fig. 5: Khyargas Lake-Zavkhan River catchment

Validation:

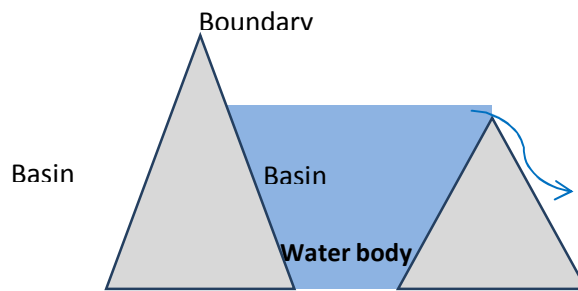


Fig. 6: Theoretical scheme of river catchment boundary

Very clearly, when water fills up the valley, the water will run over the lower elevation. In addition, watershed boundary has to have continuous characteristics. This is the main principle that is used to define catchment area and differentiate one from another.

Difference of the catchment boundaries, defined by previous (WWF) and recent study has been shown in Fig. 7. In total, there are 12 spatial differences which equal to 9447.2 km² have been estimated.

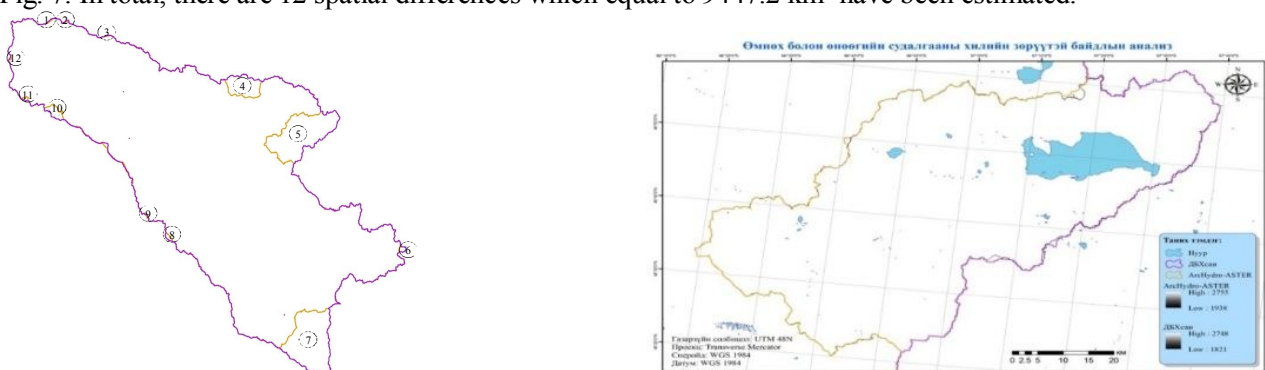


Fig. 7: Difference of previous and recent studies

Based on the aforesaid principle, validation of the study has been made. The boundary line of our research is higher than the previous studies.

Conclusion:

The obtained accuracy of watershed is dependent upon the quality of the digital elevation model. The ASTER DEM is a more suitable than others in plane land. According to the Google Earth observation, artificial sinks, drainage lines based on ASTER data has shown fewer errors than the other two drainage lines. Moreover, it would have support for decision-making on ground and surface water resources, distribution and management. Further research, which will cover the entire territory of Mongolia, has to be done using same methodology.

Recommendation:

When develop IWRM in Mongolia and define catchments of river basins, the same method and methodology must be applied. If different methodologies and datasets are applied on every river catchment delineation, there will be some overlap of the catchment area and areas which were not included in any river basins might be generated.

Reference

1. Ministry of Natural, Environmental and Tourism. 332th decision on Mongolian 29 river catchments. – Ulaanbaatar, 2009
2. Altansukh, O. Tuul river and its catchment area delineation from satellite image // Computational Water, Energy, and Environmental Engineering. – 2012. – №1 (3). – P.9-23.
3. MEGD, Strengthening Integrated Water Resource Management in Mongolia project // Integrated Water Management National Assessment Report. - Vol.1. – Ulaanbaatar, 2012.
4. Jarvis A., Reuter H. I. et al. Hole-filled seamless SRTM data V4, International Centre for Tropical Agriculture (CIAT). – 2008.
5. By R. A., Knippers R. A. et al. Principles of geographic information systems. Enschede, ITC. – 2004.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ И РАДАРНЫХ СНИМКОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ В МОНГОЛИИ

©Амарсайхан Д.¹ (amar64@arvis.ac.mn), Батцэнгел В.² (battsengel@num.edu.mn)

¹Институт информатики МАН, г. Улан-Батор, Монголия

²Монгольский государственный университет, г. Улан-Батор, Монголия

APPLICATION OF OPTICAL AND RADAR IMAGES FOR FOREST RESOURCES STUDY IN MONGOLIA

©Amarsaikhan D.¹ (amar64@arvis.ac.mn), Battsengel V.² (battsengel@num.edu.mn)

¹Institute of Informatics MAS, Ulaanbaatar, Mongolia

²National University of Mongolia, Ulaanbaatar, Mongolia

Abstract: The aim of the study is to analyze the forest resources in Central Mongolia on the basis of spectral and scattering characteristics of the optical and synthetic aperture radar (SAR) satellite images. To carry out the analysis, we used multitemporal Landsat images, ERS-2 SAR data, Envisat SAR image and other thematic information as well as applied different digital image processing techniques. The results indicated that the combined use of optical and microwave data sets could be successfully used for different forest studies, in particular, for the differentiation between the fuzzy boundaries of diverse forest and vegetation classes.

Key words: Forest study, Optical, Microwave, Multitemporal image

Introduction

Generally, forests are managed for an evolving constellation of objectives: timber and other commodities production; environmental stability, ecological balance, maintenance of wildlife habitat; water quality protection; wilderness and open space preservation; and, in the coming years, as a buffer against climatic change, and effective management of these resources, requires reliable and timely information about their status and trends [4, 11]. It has been found that much of the existing forests have been destroyed, mainly by shifting cultivation, timber preparation, legal and illegal logging, forest fires and increased number of people involved in agricultural activities [6].

Traditionally, optical RS images have been widely used for forest monitoring and management. Since the end of the last century, single polarization SAR data sets have been increasingly accessible for the forest specialists. As the present space science and technology are so advanced, very high resolution multichannel optical and polarimetric SAR images are available for different forest studies. The combined application of

optical and radar data sets can provide unique information for different forest studies, because passive sensor images will represent spectral variations of the top layer of the forest classes, whereas microwave data with its penetrating capabilities can provide some additional information about forest canopy [3, 6].

The aim of this research is to analyze the forest resources in the Bogdkhan Mountain, which is a nature reserve with protected status situated in Central Mongolia, on the basis of spectral and scattering characteristics of the optical and microwave images. Within the framework of the study, it was assumed that there is an operational geographical information system (GIS) that stores different thematic layers and there is a need to check the reliability of the forest layer using RS data sets. For the analysis, multitemporal optical and SAR images as well as some other thematic maps have been used and different RS and GIS techniques were applied.

Study area and data sources

As a test site Bogdkhan Mountain situated in central part of Mongolia, near the city of Ulaanbaatar has been selected. The mountain is a protected area and has a territory of 41651ha, of which 55 % is covered by forest. The mountain has 588 species of high plants, which are related to 256 genuses of 70 families. 135 species such as carex, artemisa, oxytropis that relate to 11 main genuses comprise 22.9 % of all species distributed on the mountain. Forest is distributed on the altitude range of 1400m (1450m) - 2100m (2150m) above sea level and consists of 3 sub zones such as mountain plateau, taiga and taiga type. Cedar and larch dominate in the forest cover but pine, birch, spruce and poplar are also occur [1].

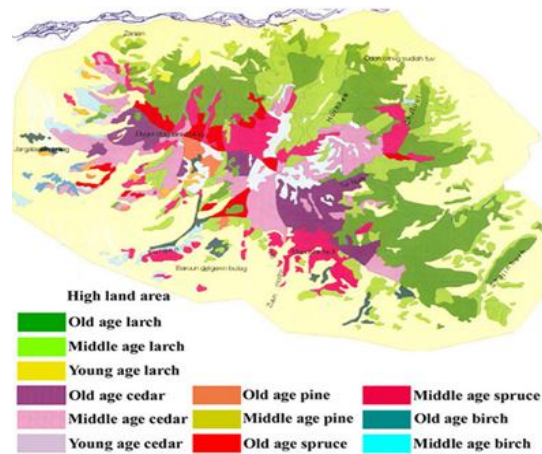


Fig. 1. Forest taxonomy map of the test area

The optical data sets consisted of Landsat TM image acquired in August 1989, Landsat ETM image of September 2001, and Landsat TM image of August 2011, while the microwave data sets consisted of ERS-2 C-band VV polarization SAR image of September 1997 and Envisat C-band HH polarization SAR image of May 2011. In addition, a topographic map of 1984, scale 1:50.000 and a forest taxonomy map of 1997, scale 1:100.000 were available, accordingly. Figure 1 shows a forest map of the test area.

Analyses

1. Analysis of the optical images

In the present study, it is assumed that there is an operational GIS that stores different thematic layers and there is a need to check the reliability of the forest layer using multitemporal RS data sets. In order to carry out multitemporal forest analysis, initially, the optical images were thoroughly analyzed in terms of brightness and geometric distortion. The images were of a good quality. Then, the Landsat images were successively geometrically corrected to a UTM projection using a topographic map of the study area, scale 1:50.000. The ground control points were selected on clearly delineated sites and in total 12 regularly distributed points were chosen. For the actual transformation, a second order transformation and nearest neighbour resampling approach [8] have been applied and the related root mean square errors were 0.61 pixel, 0.68 pixel, and 0.57 pixel, respectively. Figure 2 shows false colour composite images of the multitemporal Landsat images.

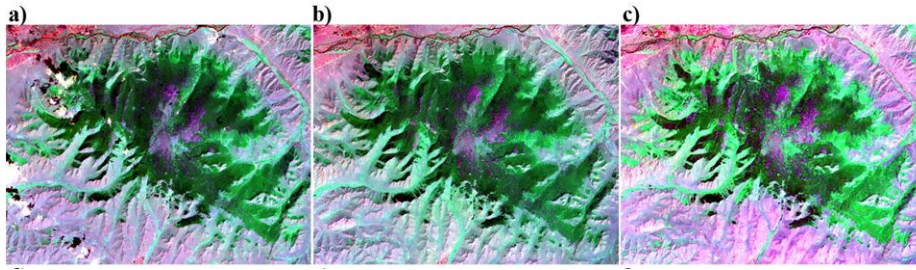


Fig. 2. Comparison of multitemporal Landsat images: a) TM image of 1989, b) ETM image of 2001, c) TM image of 2011

To define the forest changes, multitemporal Landsat images have been classified into forest and non-forest classes. For this purpose, training signatures had to be formed and some areas of interest representing the available two classes (ie, forest and non-forest) have been selected. Separability of the training signatures was firstly checked in feature space and then evaluated using TD distance [9]. The values of TD distance range from 0 to 2.0 and indicate how well the selected pairs are statistically separate. The values greater than 1.9 indicate that the pairs have good separability. After the investigation, the samples that demonstrated the greatest separability were chosen to form the final signatures. The final signatures included about 528-895 pixels. As the classification features, the combinations of Landsat bands 3, 4 and 5 were used.

For the actual classification, a maximum likelihood classification (MLC) has been used assuming that the training samples have the Gaussian distribution. The MLC is the most widely used statistical classification technique, because a pixel classified by this method has the maximum probability of correct assignment [10]. To increase the reliability of the classification, to the initially classified images, a fuzzy convolution with a 3x3 size window was applied. The fuzzy convolution creates a thematic layer by calculating the total weighted inverse distance of all the classes in a determined window of pixels and assigning the centre pixel the class with the largest total inverse distance summed over the entire set of fuzzy classification layers, i.e. classes with a very small distance value will remain unchanged while the classes with higher distance values might change to a neighboring value if there are a sufficient number of neighboring pixels with class values and small corresponding distance values [5].

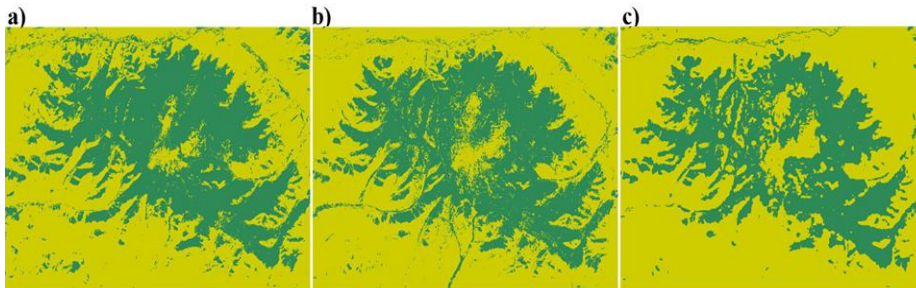


Fig. 3. a) Classified image of 1989, b) Classified image of 2001, c) Classified image of 2011

The visual inspection of the fuzzy convolved images indicated that there are some improvements on the borders of the neighboring classes that significantly influence the separation of the decision boundaries in multidimensional feature space. The final classified images are shown in figure 3(a-c). Looking at the classified images, one can observe what kind of changes had occurred in those periods in the forest cover of the Bogdkhan Mountain.

2. Analysis of the microwave images

In some areas of the forest classes represented on the optical images, the boundary between fuzzy classes: grass-herb and young forest could not be distinguished due to their similar spectral characteristics. However, these two classes might be distinguished on the SAR images because they have different structures that can cause different backscatter return. These two fuzzy classes have the following backscattering properties [2, 3].

From forest canopy, at different radar wavelengths, volume scattering derived from multiple-path reflections from leaves, twigs, branches and trunks can be expected. However, in case of the C-band SAR data sets only volume scattering from the top layer can be expected, because the wavelength is too short to penetrate the forest canopy. The backscatter will also be influenced by the local incidence angle as well as the underlying topography. In total, the forest area will behave as a diffuse reflector due to volume scattering although some other scattering might also be expected depending upon the height and geometry of the trees. As a result, the area will have brighter appearance on the radar image.

Grass-herb will behave as a mixture of grass and soil and the backscatter will depend upon the volume and characteristics of either of them. Plant density, structure, and water content are the main factors influencing the backscatter coming from the vegetation cover. In C-band frequency, such a class will have components of both diffuse and specular reflection depending on the plant characteristics and incident angle. The backscattering of soil will also depend on different surface and system parameters. Specifically, the backscatter from a soil layer is very much dependent on the moisture content and the higher the water content the more reflection is expected. However, in this mountain area, the moisture content cannot be high enough to cause high reflection, and the reflection from the soil will most probably be dominated by specular reflection. As a result, the backscatter from this class will not be as high as in the case of volume scattering, thus resulting in lower to middle brightness.

The microwave images have granular appearance due to speckle formed because of the coherent radiation used for radar systems and the reduction of the speckle is a very important step in further analysis. The analysis of the radar images must be based on the techniques that remove the speckle effects while considering the intrinsic texture of the image frame [6]. Initially, the SAR images have been filtered using a 3x3 gammamap filter. In the output images speckle noise was significantly reduced with very low degradation of the textural information. Figure 4 shows the comparison of the original speckle suppressed SAR images. As seen from figure 4, despite the radar layover and foreshortening effect, the SAR images demonstrate more tonal variations between the two fuzzy classes: young forest and natural vegetation, which were not distinguishable in the optical images.

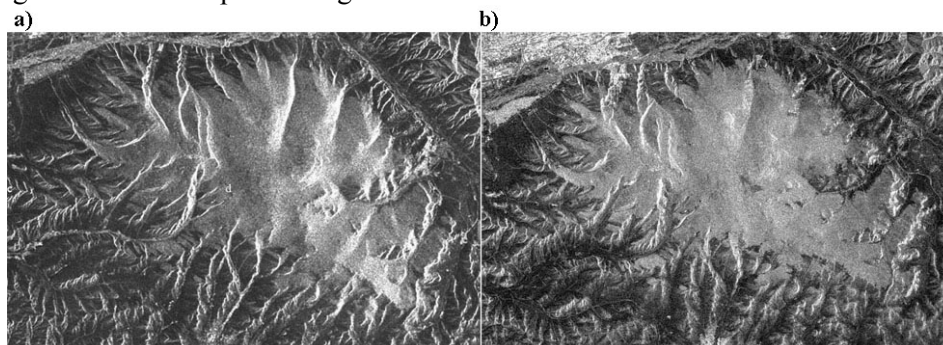


Fig. 4. Comparison of the SAR images: (a) ERS2 image, (b) Envisat image

Conclusions

The aim of the research was to conduct forest resources study in the Bogdkhan Mountain situated in Central Mongolia using multitemporal optical and microwave images. For this purpose, multispectral Landsat images of 1989, 2001 and 2011, and SAR images of 1997 and 2011 as well as topographic and forest taxonomy maps were used. Overall, the study demonstrated that the integrated use of optical and SAR data sets could be successfully used for differentiation between the fuzzy boundaries of different forest and vegetation classes as well as for checking the reliability of thematic (forest) layers in a GIS.

Reference

1. Adyasuren Ts., Shiirevdamba Ts., Darin B. Ecosystems Atlas of Bogdkhan Mountain. – Ulaanbaatar, 1998. - P. 40.
2. Amarsaikhan D., Ganzorig M. Interpretation and comparison of AirSAR quad-polarised radar images. Proceedings of the 20th Asian Conference on RS, Hong Kong. - China, 1999. - P.695-700.
3. Amarsaikhan D., Ganzorig M., Batbayar G., Narangerel D., Tumentsetseg Sh. An integrated approach of optical and SAR images for forest change study // Asian Journal of Geoinformatics. – 2004. - No.3. - P.27-33.
4. Amarsaikhan D., Battengel V., Amarjargal Sh., Egshiglen E., Ganzorig M., Enkhjargal D. Applications of optical and microwave RS for forest mapping in Mongolia. CD-ROM Proceedings of the ACRS, Taipei, 2011 (Taiwan).

5. Amarsaikhan D., Ganzorig M., Saandar M., Blotevogel H.H., Egshiglen E., Gantuya R., Nergui B., Enkhjargal, D. Comparison of multisource image fusion methods and land cover classification // *International Journal of Remote Sensing*. – 2012. - Vol.33 (8). - P.2532-2550.
6. Amarsaikhan D., Saandar M., Battsengel V., Amarjargal Sh. Forest resources study in Mongolia using advanced spatial technologies // Full paper published in *International Archives of the Photogrammetry, RS and Spatial Information Sciences*, - 2012. - Vol.XXXIX-B7, XXII ISPRS Congress, Melbourne, Australia.
7. Hegarat-Masclé S.L., Quesney A., Vidal-Madjar D., Taconet O., Normand M., Loumagne., Land cover discrimination from multitemporal ERS images and multispectral Landsat images: a study case in an agricultural area in France // *International Journal of Remote Sensing*. – 2000. - №21. - P.435-456.
8. Mather P.M. *Computer Processing of Remotely-Sensed Images: An Introduction*, 2nd edition (Wiley, John & Sons). – 1999.
9. Richards J.A. *Remote Sensing Digital Image Analysis-An Introduction*, 2nd edition (Berlin: Springer-Verlag). – 1999.
10. Solberg A.H.S., Taxt T., Jain A.K. A Markov random field model for classification of multisource satellite imagery // *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*. – 1996. - № 34. - P.100-112.
11. Peterson D.J., Resetar S, Diver R. *Forest Monitoring and Remote Sensing: A Survey of Accomplishments and Opportunities for the Future*, Prepared for the White House Office of Science and Technology, Policy, Science and Technology Policy Institute. – 1999.

ИССЛЕДОВАНИЯ БАЛАНСА ВОДНОГО ЦИКЛА НА ПРИМЕРЕ РЕКИ ХАРАА В МОНГОЛИИ

©Баттогтох Д. (dbat_ig@yahoo.com), Жамбалжав Я., Жаргалтулга Ц., Амарбаясгалан Й., Темуужин Х.
Институт географии МАН, г. Улан-Батор, Монголия

THE ONGOING RESEARCH FOR WATER CYCLE BALANCE FOR THE KHARAA RIVER BASIN OF MONGOLIA

©Battogtokh D. (dbat_ig@yahoo.com), Jambaljav Ya., Jargaltulga Ts., Amarbayasgalan Yo., Temuujiin Kh.
Institute of Geography MAS, Ulaanbaatar, Mongolia

Abstract: Today water shortages occur not only in Mongolia but all around the world and as a result most of the countries have been active organizing activities to protect water resources and to investigate the efficient use of water. Our country has been also organizing activities with the strategic purpose of protecting water resources from pollution, trying to use them more efficiently, as way to supply and provide the population with fresh water which would comply with the same hygienic requirements as in other countries. It is intensive development of mining which requires an efficient consumption of water in the first place. Everyone knows that the water shortage in Mongolia is caused by climate warming and intensive development of mining but there is lack of research identifying its impact on the water cycle balance. For this reason, scholars are required to determine the condition of the current water cycle and its future trends. Therefore, fundamental studies of water cycle and balance on the basin have important significance for establishing a complete information system for the Kharaa catchment, for creating water model and developing management plan as well as the implementation of these activities.

ИЗМЕНЕНИЕ ВИДОВОГО СОСТАВА РАСТЕНИЙ НА ТРАНСЕКТЕ ОТ УЛАН-БАТОРА ДО ШИЛИЙН ХОТ

©Батунацун^{1,2}, Юнфэн Ху¹, Чжиин Сю¹, Линь Чжэнь¹, Цзюан Лю¹
¹*Институт географии и природных ресурсов КАН, г. Пекин, Китай*
²*Народный университет Китая, г. Пекин, Китай*

GRASS TRANSECT CHANGES IN THE NUMBER OF PLANT SPECIES FROM ULAN BATOR TO XILINHOT

©Batunacun^{1,2}, Yunfeng Hu¹, Zhiying Xu¹, Lin Zhen¹ Jiyuan Liu¹
¹*Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research CAS, Beijing, China*
²*Renmin University of China, Beijing, China*

Abstract: Biological diversity is an important part of global change research, one of the modern ecology and environmental science current hot topics of research. In this paper, the author utilized the species data collected from Ulaanbaatar, Mongolia Plateau - Xilinhot field transect in the summer of 2012, analyzing the biodiversity and biomass spatial variation along the transect. The results showed: (1) the number of species throughout the transect fluctuated like "Big open U-shaped."(2)In accordance with the Asteraceae, legumes and forbs classification, found the number of grass species present in the sample to bring "one-way" variation, which increased gradually from north to south, while the Asteraceae is the opposite; forbs number of plant species, the number of transects leguminous spatial

variation of shape and all the changes in the number of species morphologically similar, that is, with north-south transect high number of species, like a low number of species with central "Big open U-shaped."

Key words: Biodiversity; Sampling; Species; Spatial variation

1. Introduction

Biological diversity (biodiversity) to maintain the global ecological balance and sustainable human development is important, it is an important part of global change research, is one of modern ecology and environmental science current hot topic of research^[1--7]. Spatiotemporal patterns of species diversity is an important part of biodiversity research, it addresses changes in the number of species diversity and species biology degree study at different scales within the temporal pattern of species diversity and its variation.

The author is using the 2012 summer scientific expedition in Mongolia Plateau opportunity Ulaanbaatar, Mongolia Plateau - Xilinhot field transects conducted comprehensive scientific investigation of regional land use and land cover, as well as pastoral grassland plant quadrat Livelihood issues carried out a preliminary study. In this paper, results of comprehensive survey of the field, on the Mongolian Plateau Ulaanbaatar - Xilinhot transect grassland species of primitive types and spatial variation were summarized for transect analysis on biodiversity, biomass spatial variation analysis and remote sensing inversion study provides basic facts.

2. Study Area

Mongolian Plateau to the south Qilian Mountain, Helan Mountain and the Yinshan Mountains is bounded to the north Tannu Mountain and Kent Hill area, west Altai, East Daxing'anling Mountains is bounded generalized Mongolian plateau further comprises Yin, the Yellow River to the south of Ordos Plateau; roughly include all of Mongolia, Inner Mongolia, China all, northern Gansu, Xinjiang, eastern, southern East Siberia and other regions. As the Mongolian plateau surrounded far from the sea and surrounded by high, surrounded Zhongshan, thus forming a relatively closed Eurasian continent inland ecological agent unit, showing the mountain and plateau as the main macroeconomic landscape pattern.

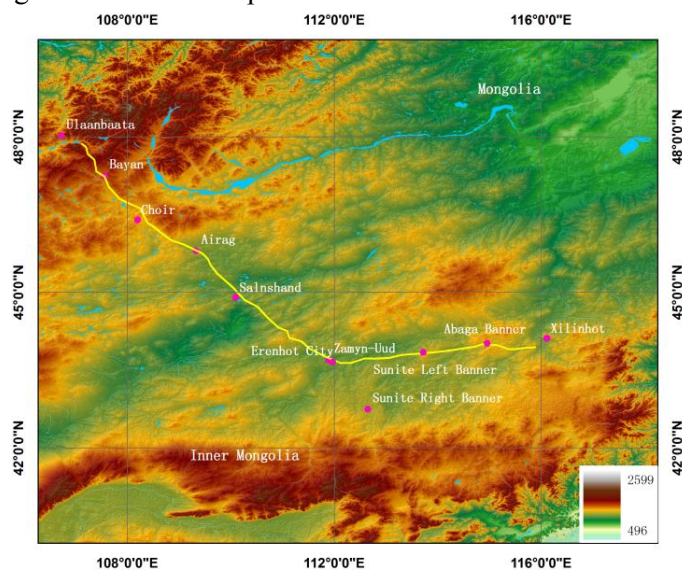


Fig 1. Schematic study area

3. Total number of species changes

Directly from the measured data on quadrats difficult to find Ulan Bator - Xilinhot transect number of plant species were studied. However, in various places on the number of plant species in the moving average (moving average, such as 3:00, 5:00 moving average) and curvilinear regression, it can be clearly found that: the total number of plant species transect showing the spatial variation in transect north and south ends higher number of species, the number of species in the sample with the lower middle of the "big open U-shaped" distribution (Fig 2.).

According to plot the measured data: the emergence of the highest number of plant species plots located in the central province of Mongolia and China XILINHOT, two plots appear in both the 25 kinds of plants. The lowest number of plant species appears plots located in Mongolia East Gobi province Sainshand

and the Gobi Gobi Sumber province provinces and at the junction of sample points, plots, only 11 species occur.

Plots in different regions for statistical analysis of the number of species found: In the northern transect Ulaanbaatar, Mongolia and Mongolia Central Province region, with an average of plants per plot within 21 ± 5 species, its coefficient of variation was 0.18; in inner Mongolia, China southern transect Xilinhot City area, the average plot within 13 ± 7 plant species, the variation coefficient of 0.11. In the middle of the transect, the East Gobi province Sainshand in the vicinity, the average plot in the emerging plant 20 ± 4 , its variance is 0.14.

These facts indicate that, mainly for the Chinese typical temperate steppe region Xilin Gol League, Ulaanbaatar City and the Central Province region, the absolute value of its species was significantly higher than the main show for the temperate desert steppe, temperate desert-like with the central region, while its variation between samples is also smaller, more stable ecosystem.

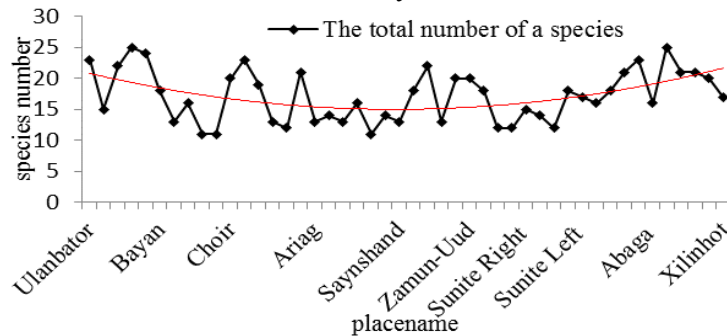


Fig 2. Transect all changes in the number of species

4. Change in the number of different species

All plants will be in accordance with Gramineae, Compositae, Leguminosae and forbs classification, you can analyze Ulan Bator - Xilinhot transect the distribution of different species status and trends (Fig 3.).

Grasses number of species in the transects little change overall, basically stable, only in the central and southern transect increased slightly. Overall, the number of Gramineae transect was 4 ± 1 species, its coefficient of variation was 35.8%.

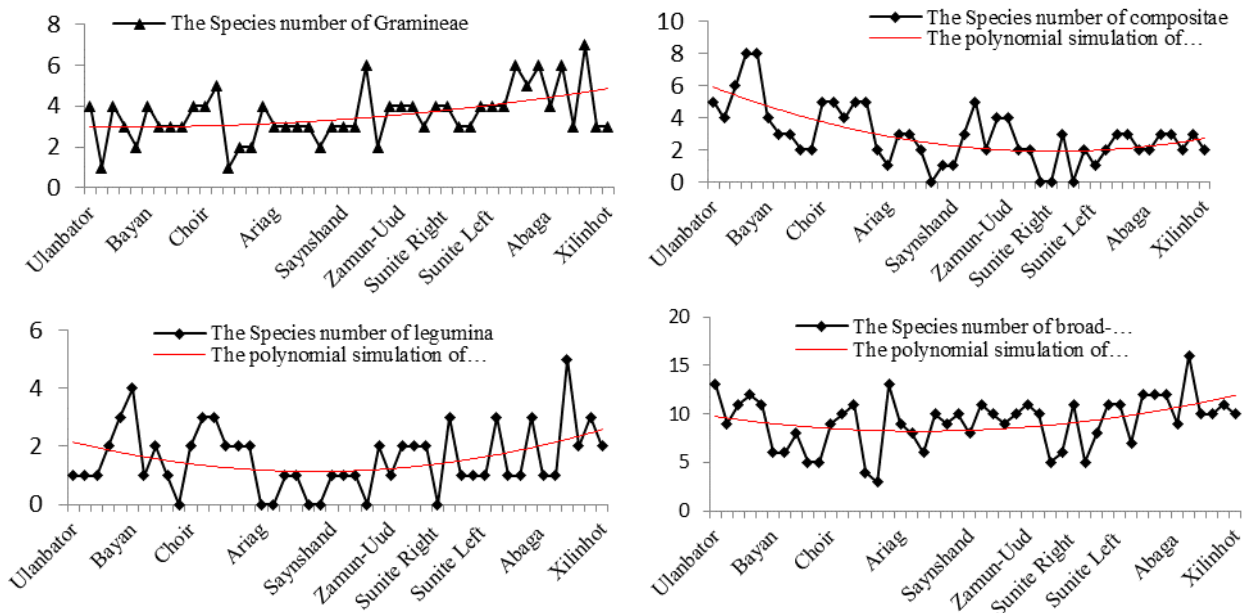


Fig 3. Transect changes in the number of different species

Compositae species spatial variation in transects showed changes in the number of species and grasses opposite forms, namely from north to south, their number decreased sharply trend. Overall, the number of Gramineae transect was 3 ± 2 species, its coefficient of variation was 62.8%.

Legume species transect spatial variation in morphological changes in the number of species with all the same shape, ie. the number of species present north-south transect high, the low number of species transect Central "big open U-shaped."

Forbs number of plant species, the number of transects leguminous spatial variation of shape and all the changes in the number of species morphologically similar, ie the number of species present north-south transect high, the low number of species transect Central "big open U-shaped".

5. Conclusion

Ulaanbaatar, Mongolian Plateau - Xilinhote transect plant species richness, composition is complex, high levels of biodiversity, the entire sample of 33 families with a total of 103 kinds of plants, including 29 families in Mongolia identified 87 kinds of plants. Although Mongolia absolute degree of plant species, the number of species than the Chinese territory of Inner Mongolia absolute number to be high, but the Chinese territory of Inner Mongolia perennials, the number of species of edible forage species, the percentage of the total territory of Mongolia to be more appropriate indicators to be high, Description of grassland ecosystems in China better and more suitable for development of animal husbandry.

(1) the number of species throughout the transect south side showing changes in the number of species is higher, the number of species in the sample with the lower middle of the "big open U-shaped" distribution of temperature in the main typical steppe region of China Xilin Gol League Mongolia Ulaanbaatar and the central provincial areas, the species of the absolute value is significantly higher than the main show for the temperate desert steppe, temperate desert transects the central region, while its variation between samples is also smaller, ecosystems more stable.

(2) According to the plant in accordance with the Poaceae, Asteraceae, legumes and forbs classification, found the number of grass species present in the sample to bring "one-way" variation, which increased gradually from north to south, while the Asteraceae is the opposite; forbs number of plant species, the number of transects leguminous spatial variation of shape and all the changes in the number of species morphologically similar, that is, with north-south transect high number of species, like a low number of species with central "Big open U-shaped."

References

1. Tilman D., Reich P. B., Knops J, al. Diversity and productivity in a long term grassland experiment[J]. Science, 2001. - № 294. – P. 843-845.
2. Tilman D, Wedin D, K. J. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystem[J]. Nature, 1996.- № 379. – P. 718-720.
3. Schaffers A.P. Soil, biomass and management of semi-natural vegetation part ii. factors controlling species diversity[J]. Plant Ecology. - 2002. №158. – P.247-268.
4. Loreau M. Biodiversity and ecosystem functioning: recent theoretical advance[J]. Oikos. - 2000.-№ 91. – P.3-17.
5. WaideRB, W.M. R, S.C. F, M. G, G. L, D.S. I, J.G. P, P. R. The relationship between productivity and species richness[J]. Annual Review of Ecology and Systematic. - 1999. - № 30. – P.257-300.
6. Mittelbach G G, S.C.F., Scheiner S M, Gross K L, Reyn-, W.R.B. olds H L, Willig M R, Dodson S I, Gough L. What is the observed relationship between species richness and productivity. Ecology. - 2001. - № 82. – P. 2381-2396.
7. IUno, Z. Wang, M. Chiba, Y.S. Chun, S.L. Gong, Y. Hara, E. Jung, S.-S. Lee, M. Liu, M. Mikami, S. Music, S. Nickovic, S. Satake, Y. Shao, Z. Song, N. Sugimoto, T. Tanaka, D.L. Westphal. Dust model intercomparison (DMIP) study over Asia: Overview.

ПОЧВЫ ГОРНОГО МОНГОЛЬСКОГО АЛТАЯ (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ БУЯНТ)

©Батхишиг О. (batkishig@gmail.com), Бямбаа Г., Болормаа Ц., Ихбаяр Д.

Институт географии МАН, г. Улан-Батор, Монголия

SOILS OF MONGOL ALTAI MOUNTAINOUS REGION (CASE OF BUYANT RIVER BASIN)

©Batkishig O. (batkishig@gmail.com), Byambaa G., Bolormaa Ts., Ikhbayar D.

Institute of Geography MAS, Ulaanbaatar, Mongolia

Abstract: The Mongol Altai Mountains have highly dissected relief features and a very complex soil cover. It is possible to distinguish 3 groups of soils by the natural condition and land surface: mountain soils, plain and intermountain valley soils and hydromorphic soils of the river floodplain riparian zone. While the upper part of the Buyant basin is dominated by stony cryomorph soils with a low infiltration rate, the lower part of the valley is dominated by sandy gravelly moraine sediment with a high infiltration rate. The middle part of the Buyant river basin

area is dominated by rocky high mountains with steep slopes and stony soil with low infiltration. The lower part of the Buyant river basin area is characterized more with sandy and sandy covered soils. The delta part of the Buyant river has sandy gravelly *Alluvial* soils with a low fertility level and high infiltration rate. The Buyant river irrigation field soils are very poor in terms of the fertility level. For the large irrigation fields, apart from water consumption issue, the soil fertility problem presents a more serious risk.

Key words: Mongol Altai, Buyant river, soil, soil chemical properties, soil water-physical properties

Introduction

The Buyant river basin is one of important region of western Mongolia where located largest city of west region - Khovd. Mongolian government plan to establish a 2400 hectare irrigation system in the lower part of Buyant river. Information about soil resources of this region closely connected to agriculture development and water resources. One this work we aimed to identify morphological, chemical and water-physical characteristics of main soil types of Buyant river basin and develop a soil map of this basin with 1 : 500 000 scale.

Study area

Study area located in western Mongolia within the Khovd and Bayan-Olgii aimag territory covering 860739 hectare land. Physical geographically this is Mongol Altai mountain from 3000-4000 meter glacier high mountains in west (highest point is 4013.9 meter a.s.l. Tahilt peak in Khukh serkh mountains) down to 1157.3 meter a.s.l plain area of Khar us lake. Mostly dominated mountainous relief features with steep slopes, intermountain valleys, gorges and flat plains only downstream of river. High mountains with rock debris, on the upper north slopes alpine meadow, in the mountain slopes more common dry steppe and lower flat area parts Gobi desert-steppe landscapes stretching.

Not much soil data of Buyant river catchment area. Most of data's in lower part of river. Upstream part or Deluun soum areas only few soil profile data's available. The Russian soil scientist Andreev is first soil researcher who was visited Buyant river area in 1930 [1]. He was investigated lower part of the Buyant river area mostly agriculture soils. In the 1975 Land authority office of Mongolia conducted soil investigation of Khovd aimag [12]. From 1970-s up to now several Mongolian and Russian soil researches visited Khovd aimag. This research works mostly concerned along the road from Khovd to the Ulgii city and Khar us lake area [2, 3, 4, 6].

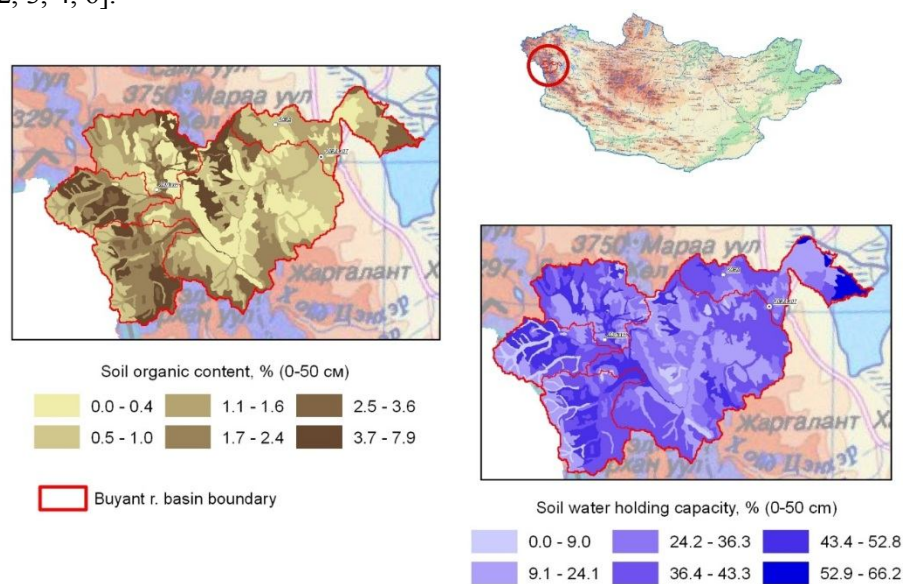


Fig. 1. Study area Buyant r. basin. Soil organic content and Water holding capacity

Methods

Soil field investigation was conducted in June 2012. Total 40 soil profiles investigated and 159 soil samples analyzed. Soil samples were taken from each soil horizons [5]. The soil samples analyzed in the Soil laboratory of the Institute Geography Mongolian Academy of Sciences. Soil samples air dried and sieved by 2 mm. There are following soil analysis was done: pH, CaCO₃, Electrical conductivity, Organic content, Mobile Phosphorus (1 %, ammonium carbonate), Mobile Potassium, Nitrate Dissolved ions (CO₂⁻, HCO₃⁻,

Cl⁻, SO₄²⁻, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺), Stone (>10 mm, 10-5mm, 5-2mm), Texture (sand 2-0.05 mm, silt 0.05-0.002 mm, clay 0.002 mm >), Bulk density, Infiltration initial, Saturated hydraulic conductivity, Permanent wilting point, Water holding capacity and Porosity.

The soil map of Buyant river basin area was developed. Using all of existing soil information's: Soil field investigation data of 2012, Topo maps 1 : 500 000, 1 : 100 000 scale, 1 : 1 000 000 scale soil map (1981), Satellite images: i-cubed 15m eSAT imagery, Landsat 30 meter, 3 arc second DEM SRTM.

Materials

Due of mountainous dissected relief features Buyant river basin area soil cover is very complex.

In the Buyant river basin areas dominated 3 groups of soils by nature condition and land surface:

- Mountain soil
- Plain and intermountain valley soil
- Hydromorphic soils river floodplain and riparian zone.

Lower part Buyant river area vicinity of the Khovd cities distributed *Gobi Brown* and *Light Kastanozem* soils. Upper part of river, Deluun areas distributed *Kastanozem* soils. Mountainous areas dominated *Stony Kastanozem* soils and high mountains *Cryomorphic* soils. Floodplain part of Buyant rivers distributed *Alluvial meadow gravel*, *Alluvial derno gravel* soils. In the intermountain valley small tributary river banks more common *Meadow stony* and *Meadow cryomorphic* soils.

Stony cryomorphic and Stony meadow soils. In the highest part of mountains below the snow line down to the 2700-3000 meter a.s.l. in the south facing slopes, 2400-2600 meter a.s.l. in the north facing slopes distributed group of high mountain soils. Depend of land surface, vegetation coverage distinguished *Stony cryomorphic* and *Peat stony cryomorphic* soils. Usually below shrub moss depressions developed *Peat stony cryomorphic* soil. This soils characterized by high organic content ranging 10-30 %, soil reaction is slightly acid. In the alpine meadow areas formed *Stony meadow* soils with good developed black colored humus topsoils.

Stony raw humic and Stony meadow-steppe soils. In the high mountains more dry parts under Kobresia and Festuca vegetation small mound (pillow like steppe) areas formed *Stony raw humic* and *Stony steppe* soils. Comparing *Stony meadow* soils this soil has a less organic content and moisture condition. Transit positions occurred *Stony meadow-steppe* soil.

Stony Kastanozem. Most dominant mountain soil of Buyant river basin area is *Stony Kastanozem* soil. This soils distributed middle and lower part of mountain slopes between 2700 and 2400 meter a.s.l. Middle and lower part of soil profiles accumulated calcium carbonate. More calcium accumulation soils named as *Stony Kastanozem carbonated*. Between 2400 and 2200 meter a.s.l. positions distributed *Stony Light Kastanozem* soils. Organic content of Light Kastanozem soils varied 1-2 %, less than Kastanozem.

Kastanozem. In the Deluun area intermountain valleys distributed *Kastanozem* soils. This soils characterized by comparatively high water holding capacity ranging 25-35 % VWC. Top soil thickness 20-40 cm. In the hilly areas formed *Shallow stony Kastanozem* soils. Flat depression areas occurred *Meadow Kastanozem* soils, with high water holding capacity up to 35 % VWC.

Table 1.

Soil average general chemical properties of the Buyant river subbasins by constant horizons (0-30 cm, 0-50 cm, 0-100 cm)

SUBBASIN	pH _{H2O} (1:2.5)			CaCO ₃ , %			Organic matter, %			Electrical Conductivity (EC2.5), dS/m		
	0-30	0-50	0-100	0-30	0-50	0-100	0-30	0-50	0-100	0-30	0-50	0-100
Buyant	7.7	7.7	7.3	1.68	1.69	1.37	2.09	1.64	1.04	0.15	0.14	0.12
Buyant-Hovd	7.3	7.3	7.1	1.37	1.36	1.15	1.71	1.26	0.80	0.09	0.09	0.07
Gantsmod	7.3	7.4	7.3	1.08	1.06	0.92	3.18	2.25	1.36	0.21	0.21	0.16
Chigertei	7.3	7.3	6.8	0.08	0.08	0.08	3.74	2.81	1.62	0.12	0.10	0.06
Deluun	7.6	7.6	7.5	0.93	0.98	0.97	2.34	1.81	1.22	0.32	0.30	0.24
Buyant basin average	7.4	7.4	7.2	1.07	1.08	0.96	2.39	1.78	1.12	0.18	0.17	0.14

Gobi Brown. Lower part of Buyant river basin in plain areas distributed *Gobi Brown* soils. This soil characterized by low fertility level, alkaline reaction pH ranging 8.0-8.5, surfacely carbonated. Due of stone content water holding capacity is not much about 20 % VWC.

Meadow soil. In the upper tributaries of Buyant river, small river bank areas formed high organic content *Meadow* soils. High elevation, long continuing freezing conditions, high water content of soil is main factor of permafrost development of this area. Usually permafrost level about 1-2 meter below surface. Due of climate warming permafrost active layer is lowering.

Alluvial soil. In the Buyant river floodplain and delta areas distributed *Alluvial* soils. Soil cover in floodplains very diverse, varied depends of land surface and sediment contents. Lower part of Buyant river floodplains soil is very gravelly. Average topsoil thickness varied 20-30 cm and below them usually gravel material. Therefore this area has low water holding capacity and comparatively high infiltration rate. Only *Alluvial boggy* and *Alluvial boggy-meadow* soils have high water holding capacity.

Buyant river subbasin area

Buyant river basins divided by 5 subbasins: Buyant, Buyant-Khovd, Gantsmod, Chigertei, Deluun. These subbasins differed by specifics of soil properties.

Buyant river subbasin. Lower part of Khovd city area and delta part of Buyant river basin, north part of Khovd soum area belong to the Buyant river basin area. Mostly dominated plain area. In the delta part Buyant river areas dominated high infiltration sandy gravelly *Alluvial* soil, in plain areas dominated *Gobi Brown*, *Light Kastanozem* soil. Comparing other part Buyant river subbasin area soils more alkaline pH 7.7, average carbonate content is highest 1.69-2.68 %, soil organic content (2,09-1,64%) not much high comparing upper part of Buyant river basin. General soil salt content is high (EC 0,15-0,14 dS/m) but comparing Deluun and Ganzmod area lower due of high infiltrated sandy gravel soil. Dominated sandy gravel soil therefore soil infiltration is higher.

Table 2.

Soil average general water-physical properties of the Buyant river subbasins by constant horizons (0-30 cm, 0-50 cm, 0-100 cm)

SUBBASIN	Dry soil Infiltration, mm/hr	Saturated hydraulic conductivity, mm/hr			Wilting point, mm			Water holding capacity, mm		
		0-30	0-50	0-100	0-30	0-50	0-100	0-30	0-50	0-100
Buyant	216.1	20.5	24.3	19.6	21.9	35.3	56.6	52.0	85.9	142.6
Buyant-Hovd	111.0	13.2	10.5	8.1	16.6	25.9	44.3	38.1	59.8	104.7
Gantsmod	204.7	21.1	16.8	13.5	26.4	35.6	53.2	60.0	81.5	125.4
Chigertei	95.1	12.2	10.6	7.7	21.0	29.9	39.0	49.2	69.4	92.3
Deluun	131.1	16.5	14.3	12.7	22.0	33.8	57.7	50.6	78.6	140.5
Buyant basin average	138.2	15.9	13.7	11.1	20.6	30.8	49.7	47.4	71.7	119.4

Buyant-Khovd river subbasin. These subbasin occupied largest area covering from Deluun soum to the Khovd city area including Khukh Serkh and Khalzan burgedei mountains. Mountain stony Kastanozem and Kastanozem soils dominated covering large area. General soil chemical properties are slightly alkaline, carbonate content ranges 1,15 – 1,37 %, this is higher than Buyant basin upper part soils. Due of domination of stony soils, organic content is lowest in total basin area ranging 1.26-1.71 %, soil salt content is lowest in the basin. Average value of Soil water holding capacity is lowest in whole basin area due of domination of stony soil.

Ganzmod river subbasin. High mountainous permafrost area dominated. Soil organic content is comparatively higher, average value is about 2.25-3.18 %. Soil high organic content caused high water holding capacity, and permanent wilting point. In the upper part of Ganzmod basin area dominated cryomorph soils. In the lower part of river basins distributed sandy gravelly moraine sediment with high infiltration rates.

Chigertei river subbasin. Average soil organic content (3.74-2.81 %) of this basin is highest in Buyant river basin. Carbonate content is lowest. Soil water-physical properties average value similar as a Buyant river basin and infiltration is lower. Soil infiltration rate is very variable within the subbasin. In the upper part of subbasins dominated stony cryomorph soils and infiltration rate is low, but in the lower part of

valley sandy gravelly moraine sediment areas more common high infiltration rate. Therefore most river water resource infiltrated in the moraine sediment area.

Deluun river subbasin. Deluun subbasin is comparatively less permafrost soil distributed within the upper part of Buyant river basin. Also largest boggy meadow area located in Deluun basin area. Soils are generally slightly alkaline, soil organic content lower comparing Chigertei, Ganzmod subbasin. But soil salt content is highest (EC 0.30-0.32 dS/m) comparing other part of basin. Soil water holding capacity of large meadow-boggy field is high.

Conclusion

The Buyant river basin area is mountainous with highly dissected relief features therefore soil cover is very complex and soil properties differed. In the Buyant river basin areas dominated 3 groups of soils by nature condition and land surface: Mountain soils, Plain and intermountain valley soils and Hydromorphic soils of river floodplain riparian zone. In the upper part of Chigertei, Ganzmod subbasins dominated stony cryomorph soils with low infiltration rate, but in the lower part of valley dominated sandy gravelly moraine sediment with high infiltration rate. Therefore most river water resource infiltrated in the moraine sediment area. In the middle part of Buyant river basin area dominated rocky high mountain with steep slopes and stony soil with low infiltration. In the lower part of Buyant river basin areas more common sandy and sandy covered soils on the lower slope and footslope of mountains. Delta part of Buyant rivers distributed sandy gravelly *Alluvial* soils with low fertility level and high infiltration rate. Buyant river irrigation field soils are very poor fertility that's always using organic fertilizers and manure. Therefore for using of large irrigation fields, beside water consumption issue more serious risk is soil fertility problem. If soil become poor just sandy gravelly, any irrigation not able to grow vegetation plant.

Reference

1. Andreev S. I. Soil of Buyant river delta area. - 1936. - P.7.
2. Batkhishig O. The Boomiin am-Khovd-Khashaatiin khutul-Ulgii road vicinity soil study report. – Ulaanbaatar, 2009.
3. Bepalov N. D. Soil of Mongolia. – 1951. – P. 267-269.
4. Dorjgotov D. The soil of Mongolia. – Ulaanbaatar, 2003. - P.37-40.
5. Guidelines for soil description. Fourth edition. FAO UN / Prepared by R. Jahn, H.P. Blume, V.B.Asio, O.Spaargaren, P.Schad Rome, 2006.
6. Lhagvasuren S.V. Some specifics of distribution Soil microelements of Khar-us lake area. Ph.D Thesis, 2001.
7. National Atlas of Mongolia. IG MAS. Ulaanbaatar, 2009. Map 105. P. 122.
8. Nyle C. Brady. The Nature and Properties of Soils // Cornell University and USAID. Tenth edition. - 2002.
9. Saxton K.E. & Rawls, W.J. Soil water characteristic estimates by texture and organic matter for hydrologic solutions // Soil Science Society of America Journal. – 2006. – № 70. – P. 1569-1578.
10. Maximovich S.V. High mountain soils // Soil and soil cover of Mongolia. Edited by Nogina NA, M. - 1984. - P.88-98
11. Soil map of Mongolia, scale 1 : 1 000 000 Made by Mongolian-Russian scientists in 1981
12. Munkhbat T & Ch.Suren. Soil study report of Khovd aimag // Soil map 1 : 200 000. Land Authority Office. UB 1977.

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ НА ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В РАЙОНЕ ИСТОКА РЕКИ ХУАНХЭ

©Бинчжень Ду^{1,2}, Линь Чжень¹, Рудольф де Гроот²,

¹Институт географии и природных ресурсов КАН, г. Пекин, Китай

²Университет и Исследовательский центр Вагенингена, г. Вагенинген, Нидерланды

HYDROLOGICAL RESPONSES TO CLIMATE CHANGE, AND INFLUENCES ON ITS ECO-ENVIRONMENTS IN THE SOURCE REGION OF THE YELLOW RIVER

©Bingzhen Du^{1,2}, Lin Zhen¹, Rudolf de Groot²,

¹ Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research CAS, Beijing, China

² Wageningen University and Research Centre, Wageningen, Netherlands

Abstract: Since the 1950s, the mean annual and seasonal temperature in the Source Region of the Yellow River (SRYR) has been on the rise that means evaporation and precipitation may be able to be influenced. Water use also has shown an increased trend. With both of natural factors and human factors, the runoff in this region can be changed which also may cause the ecological changes. This paper has used the history data and empirical data from field to assess the interaction between them.

1. Introduction

Eco-environmental changes caused by mankind's exploitation and regional climate changes have long been a severe problem in the world, especially in the arid and semiarid regions because of their ecosystems' vulnerability [1]. During the last half-century, especially the last 30 years, drastic eco-environmental changes have occurred, which have invoked society's concerns. The Source Region of the Yellow River (SRYR) is the birthplace and 'water tower' of the great watercourse. The region plays a vital role in regulating the water volume in the Yellow River [2]. A change in the stream discharges of the SRYR directly affect the water resources of the middle and, lower reach of the river. In recent years, due to climate change, the grassland, lakes and wetlands, and the hydrological and eco-environments in this region have undergone dramatic changes that have far-reaching implications for the economic and social conditions of people's lives not only in the source region itself, but also in the middle and low reaches of the Yellow River [2]. Climate change could be the driving force of the eco- environmental degradation of SRYR. The aims of paper are to summarize the hydrological changes in SRYR by data collation and elaboration, and to assess the relations of climate changes and influences on eco-environmental changes of SRYR.

2. Area description

SRYR refers to the catchment area up the Tangnag, between $95^{\circ}50'45''$ - $103^{\circ}28'9''$ E and $32^{\circ}12'11''$ - $35^{\circ}48'7''$ N, and covers an area of approximately 122, 000km² (Fig. 1) which occupied 16% of the total Yellow River basin. The mean elevation of SRYR is over 4300m and characterized by low mountains, numerous lakes and wide valleys. The relief is lowered down from the west to east [3]. SRYR is located in sub-frigid zone with typical inland Plateau climatic characteristics. The climate in the region is cold and dry without obvious seasonal variations prohibiting. The annual mean precipitation is 411 mm, mainly falling as snow or heavy rain, and annual mean temperature is -0.5°C , without absolute frost-free season. The mean annual evaporation is 1200~1600mm, annual radiation quantity is 140-160KJ/cm² [3]. According to the horizontal distribution pattern of soil in SRYR, chestnut soil, brown calcic soil and grey-brown desert soil are mainly covered in north parts; alpine meadow soil, alpine shrub meadow soil and alpine desert stepper are mainly covered in south parts [4]. The vegetation consists largely of high-cold meadow and high-cold steppe species, which are also the main pasturelands of the southern Qinghai Plateau. The high-cold meadow dominated by *Korobresia* is the most widespread type [2].

SRYR is the most important water holding areas and ecological shelter for the Yellow River Basin, where widespread lakes and swamped land supply the Yellow River with large quantities of water, about 49.2% of the whole runoff coming from this region. Until to the end of 2006, the total population in SRYR was 650,500 with vast territory and sparse population. Population density was only 5 person /km² which were only 4% of total population in the Yellow River Basin [5]. The total area of cultivated land was 587.33km² in the end of 2006, in which irrigation land was 113.93km² and 166.00km² was used for economic forest, animal husbandry and fishery. The yield of grain production of SRYR was 57,600t in 2006. The total number of livestock was nearly 7.7million which includes big livestock (2.5 million) and small livestock (5.3 million) [5].

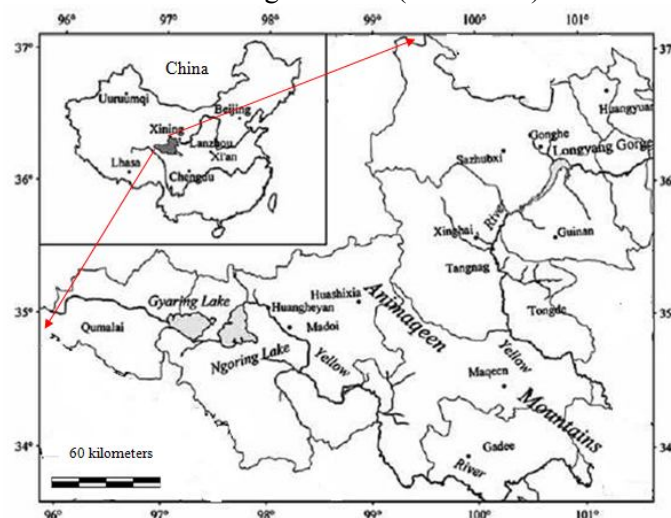


Fig. 1: The location of the Source Region of the Yellow River [3]

3. Methodology

The main part of this research is designed to identify hydrological responses to climate change. The equation of Koizumi has used for analysis the correlation of temperature and evaporation capacity. This equation based on the principle of heat balance, the equation is:

$$E_w = (1 + cu)[ae^{17.2/(235+T)}] / [1 + bPe^{-17.2/(235+T)}]$$

where, T is monthly mean temperature; P is monthly mean precipitation; E_w is evaporation capacity; u is wind speed; a , b , c are the parameter of sunlight, radiation and so on; E is natural exponents.

Using the monthly precipitation data and mean air temperature data from SRYR in 1956 to 2000 by the Koizumi's land surface evaporation formula, the monthly evaporation and utilized precipitation were calculated. In general speaking, when the temperature increases 1°C , the evaporation capacity increases 5-10%. The land surface water resource change characteristic was same to precipitation change, and the land surface water resource was also decreased.

4. Results and discussions

4.1 Hydrological Responses to Climate Change

Decreased Rainfall

The annual mean rainfall in the SRYR was 473 mm during the period of 1997-2006 which has reduced 3.3 % compare with the annual mean precipitation of 488mm during 1956-1990. Fig. 2 has shown that annual mean precipitation is proportional to the annual mean depth of runoff in the source region of the Yellow River.

Increased temperature and evaporation capacity

Due to the sensibility of Plateau for global change, the temperature increase rate in SRYR was much higher than the average level of the global in recent 40 years. For instance, the increase rate of temperature in head water area was $0.19^\circ\text{C}/10$ years which far exceed the global temperature increase rate of $0.06^\circ\text{C}/10$ years. Although the topography condition is complex in the source region of the Yellow River, the variation of elevation is large, but the annual mean temperature has shown the increased tends in same in the source region of the Yellow River. And variation of annual mean temperature in high elevation area is larger than low elevation area.

Because increased temperature, the evaporation in SRYR also has changed. After 2001, the mean surface water evaporation in SRYR has increased to 810-884 mm. And the headwater area is even worse; the annual mean evaporation was 1352 mm during 1956-2000. The evaporation from June to September is occupied 51 % of annual runoff. Ngoring Lake and Gyaring Lake is the main source of runoff in Huangheyuan hydrological station. By analysis Ngoring Lake and Gyaring Lake with total surface area of 1137 km^2 , the surface water evaporation is 870 million m^3 per year, the total evaporation losses are 510 million m^3 by taking out the rainfall. In dry year, the water level of lakes are obviously dropped, therefore, the amount of water recharge from lakes to river has greatly decreased.

Fig. 3 and fig. 4 are showing the correlations between the annual temperature, annual surface evaporation and depth of annual mean runoff, which R is the depth of annual mean runoff (mm); T is annual mean temperature ($^\circ\text{C}$); E is annual mean surface water evaporation capacity (mm). In general speaking, when the temperature has increased, the annual mean depth of runoff has decreased. There is a decreased trend of annual mean depth of runoff has been shown when the annual mean surface water evaporation capacity increased.

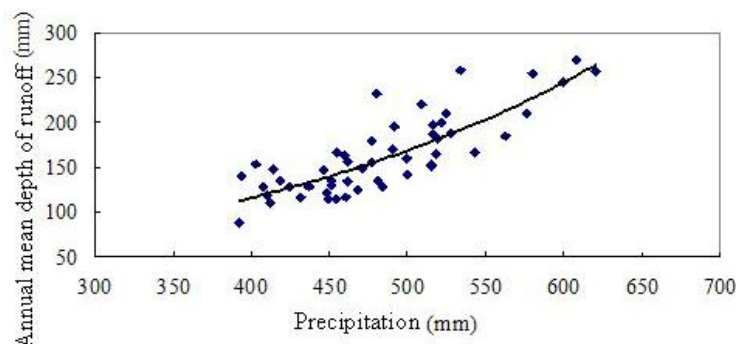


Fig. 2: The linear relation between annual mean precipitation and the annual mean depth of runoff

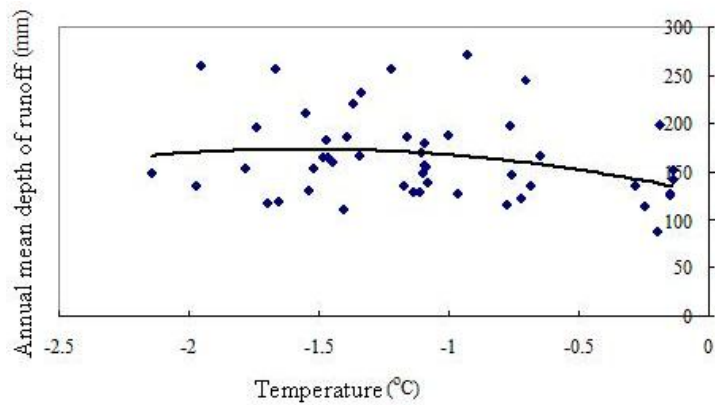


Fig. 3: The linear relation between temperature and annual mean depth of runoff

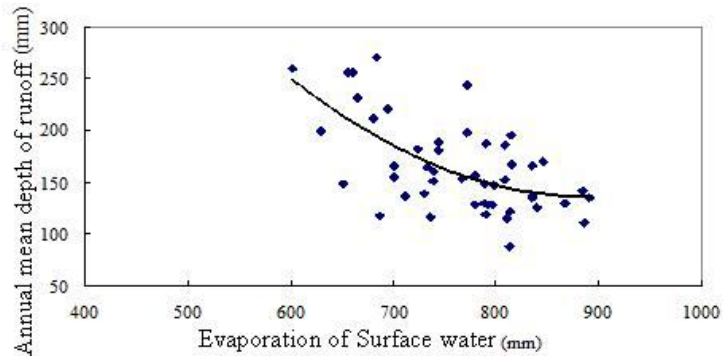


Fig. 4: The linear relation between evaporation and annual mean depth of runoff

4.2 Influences on its Eco-environments

Lakes and wetlands degradation

In SRYR the area of lakes and wetlands has decreased significantly in recent years, leaving dry wetlands and lakebeds and the threat of further ecological degradation. Madoi County, known as the First County of the Yellow River, used to have 4077 lakes. In 2001, more than 3000 small lakes have disappeared [6]. According to remote sensing images in 2000 [4], the area of bog and wetland in SRYR totaled 2,473 km². During the 15 years from 1986-2000, the bog and wetland area declined by 13.4 %. In this decline the alpine peat bog suffered the most significant loss with 44.2 % of the original area in 1986 disappearing.

Grassland degradation

Grassland is an essential element of the ecosystem in SRYR. The changes in its structure, function and material circulation directly impact on the entire region. In the grassland ecosystem, the alpine steppe and alpine meadow are most common, and are vital for cattle and sheep. Meanwhile bog meadow maintains the water source and supports wider biodiversity. On the basis of TM and ETM satellite data from 1986 and 2000 [4], the alpine grassland has drastically deteriorated; primarily this has manifested in the deterioration of alpine meadow with coverage over 30 % by 2,250 km²; a 1.6 % decrease annually. Correspondingly, low-coverage alpine steppe has increased, expanding 1,965 km². Meanwhile, high-coverage alpine meadow has decreased significantly; a 67 km² decrease annually. The mid-and low coverage meadow expanded 146 km² and 865 km² correspondingly. Alpine bog meadow is highly sensitive to climate change. In the last 15 years, bog meadow decreased by 13.4 %; a 22 km² annual decrease.

Biodiversity Changes

The unique geographical and ecological conditions in SRYR have cultivated numerous rare species. This region, together with the Yangtze River source region, has highly concentrated biodiversity at this high elevation area. In these two source regions, there are 133 mammal species. Among them, a third belongs to a carnivore subclass and a quarter belongs to a rodentia subclass. In the vertebrate class, there are 249 kinds of birds. Amphibians and reptiles are rare in the source regions. There are over 800 Poaceae and Cyperaceae. The wormwood and moss are abundant, providing ideal fodder for livestock [2]. In recent years, the number of species in this region has decreased greatly. Many valuable herbal medicines such as rheum tanguticum,

scutellaria baicalensis in Qinghai and Chinese Caterpillar Fungus are already on the extinction. In SRYR, many animal species have also been in danger. Due to economic purpose, a large number of wild yak and Tibetan Antelope have been slaughtered, and dropped by 33 % and 54.7 % respectively by comparing the data of 1980s and 1990s [7]. Snow Leopard Lynx Tibetan Gazelle, Argali used to be very common in SRYR, but now they have almost disappeared due to over-hunting [7].

Decreased water environment caused in ecosystem degradation

Lakes and wetlands maintain the most abundant vegetation and animal resources and display the most distinct features of biodiversity in SRYR. The deterioration of played a very significant role in the deteriorating conditions. Decreased precipitation is the major cause of the shrinkage of lakes and wetlands in the region. In addition, temperature rises are increasing the volume and rate of evaporation and thereby removing more water from lakes, wetlands, rivers and the soil.

According to the research of Lu et al. [6], when the air temperature increases 0.1°C, the frozen soil layer increase 20m in average, when the ground surface temperature increases 0.2°C-0.3°C, frozen soil layer decreases 4-5 m [8]. The melting of frozen soil can result the collapse of surface grass layer, the coverage rate of grassland will greatly decrease. On the other hand, the melting of frozen soil may increase the infiltration of the water in the soil. The consequence is the soil moisture reduced that the acceleration on grassland degradation caused by drought [9].

Temperature increasing can lead the melting of frozen soil, because of the source region of the Yellow River has low temperature, and the depth of frozen soil is 30-70 m in average [10]. After 50s, the climate in SRYR is getting warmer and warmer which result the decreases of frozen soil layer. As the chain effect of that, the moisture of soil has decreased and turn to drought, the ground water has decreased, and the grassland has degraded because of living condition of vegetation has changed. On the other hand, the decrease of frozen soil layer may cause aquifuge has dropped in order to depth of surface soil has increased. The water storage capacity in soil has increased caused by increased amount of surface soil. Increased amount of water in the soil may cause the decreases of runoff [10]. These may be one of the reasons why the amplitude variation of decreased runoff is higher than amplitude variation of decreased precipitation.

5. Conclusion

During the last 50 years, statistics show that there is an apparent trend of warming and decreased precipitation in the Yellow River source region. The regional climate is becoming warmer and drier. The runoff in the source region of the Yellow River has decreased according to hydrological information during 1956-2006. By analysis the correlation of temperature, rainfall, and evaporation, when the rainfall has decreased, there is a clear trend of decreased runoff. When temperature and evaporation increased, the runoff has decreased. Therefore, the changes of rainfall, evaporation and temperature all the factors cause the decreases of runoff. This change leads the eco-environment changes take place in recent years, the main manifestations are grassland degradation, Lakes and wetlands degradation, Grassland degradation and Biodiversity Changes.

Reference

1. Liu N., Tian J., Zhang, D. The problem of the Quaternary, geological environment and desertification. Environ Geol. – 1999. - № 38(1). – P. 7–12
2. Ding Y., Liu S., Xie C., Zhang Y., Wang J. The Yellow River at Risk, An Assessment of the Impacts of Climate Change on the Yellow River Source Region, Greenpeace // <http://www.greenpeace.org.br/clima/pdf>, (Accessed: February 2 2013)
3. Feng J., Wang T., Xie C. Eco-Environmental Degradation in the Source Region of the Yellow River, Northeast Qinghai-Xizang Plateau, Resource Environment and City Science Department, Environmental Monitoring and Assessment. – 2005. – P.125-143.
4. Wang J., Pan J., Li W. Change of eco-environment in the source region of the Yangtze River and the Yellow River from land-sat observations, Geoscience and Remote Sensing Symposium. – 2003. - №3. – P. 2091- 2093.
5. Water resource. A report of the water resource in the Yellow River basin, Yellow River Conservancy commission, Zhengzhou, China, 2007
6. Lu A., Lan Y., Ding Y., Shen Y. Responding of river stream flow to the climate shift in the Yellow River source region. Journal of Glaciology and Geocryology. - 2005. - №25 (2). – P.188-192.
7. Wang, G and Cheng, G. Characteristics of grassland and ecological changes of vegetations in the source regions of the Yangtze and the Yellow River // Journal of Desert Research. – 20012. - №1(2). – P. 101-107.
8. Cheng G., Li P., Zhang X. Influences of climatic changes on the snow cover, glaciers and frozen soils. – China: Gansu Cultural Publ House, 1997.
9. Flerchinger G. N., Pierson F. B. Moding plant canopy effects on variability of soil temperature and water // Agric Forest Meteorol. – 1996. - № 56. – P. 227-246.
10. Ji Z. Periglacial wetland and its environment effect and ecological construction in China // J Glaciol Geocryol. – 1996. - № 18 (Suppl). – P.274–280.

**ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕЛОСТНОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ РЫБ
И ИЗМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ЭКОСИСТЕМЫ ОЗЕРА БАЙЯНДЯНЬ**

©Чунся Лу, Чен Лун, Се Гаоди

Институт географии и природных ресурсов КАН, г. Пекин, Китай

**ASSESSMENT ON THE FISH INTEGRITY AND THE ECOLOGICAL ENVIRONMENT CHANGES
OF BAIYANGDIAN WETLAND ECOSYSTEM IN CHINA**

©Chunxia Lu, Chen Long, Xie Gaodi

Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research CAS, Beijing, China

Abstract: As the largest freshwater lake in the North China Plain, Baiyangdian wetland ecosystem plays an important ecological role. Its serious eco-environmental deterioration in the past decades has drawn a serious attention. Using the method of Index of Biotic Integrity of Fish Community (F- IBI), this paper assessed and analyzed the changes of fish integrity and its impact factors based on several investigation results of fish species in Baiyangdian Lake. 12 indices were selected to measure fish integrity, which included species richness, percent of pelagic organisms, percent of demersal organisms, migratory fish organisms, percent of omnivorous organisms, percent of carnivorous organisms, average weight of Crucian carp, growth indices of Crucian carp, percent of fish viscous egg, percent of fish breeding drifting eggs, percent of intolerant individuals and percent of tolerant individuals. A traditional step method and ration scoring method were used separately to calculate the value of each index and IBI. The health status of fish integrity was classified into five grades in terms of the IBI score: very good, good, fair, poor and very poor. The fish integrity status of Baiyangdian lake in 1958 was as the reference value or background level for the scoring. The results showed that the F-IBI score decreased from 60 to 26 during the period 1958 to 2009, which meant the health level of fish integrity ranged from very good to the poor as well as the wetland ecosystem changes. Baiyangdian lake had 17 families, 54 species of fish in 1958 and decreased with 11 families and 25 species of fish in 2007. The obvious variation was the loss of the migratory fishes. The main causes of human activities mainly should be a number of dam constructions on the upstream source area which declined water supply for the lake and blocked the migratory route of fish. Water pollution also led to fish death events since 1990.

Key words: Index of biotic integrity of fish community (F-IBI), wetland ecosystem, ecological environment changes, impact factors, assessment.

**ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ РЕЛЬЕФА
ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ПРИХУБСУГУЛЬЯ**

©Энхтайван Д. (taivan_geog@yahoo.com)

Институт географии МАН, г. Улан-Батор, Монголия

**THE GEOMORPHOLOGICAL PECULIARITY AND MORPHOGENETIC TYPES
OF WESTERN AREA OF THE KHUVSGUL MOUNTAIN REGION**

©Enktaivan D. (taivan_geog@yahoo.com)

Institute of Geography MAS, Ulaanbaatar, Mongolia

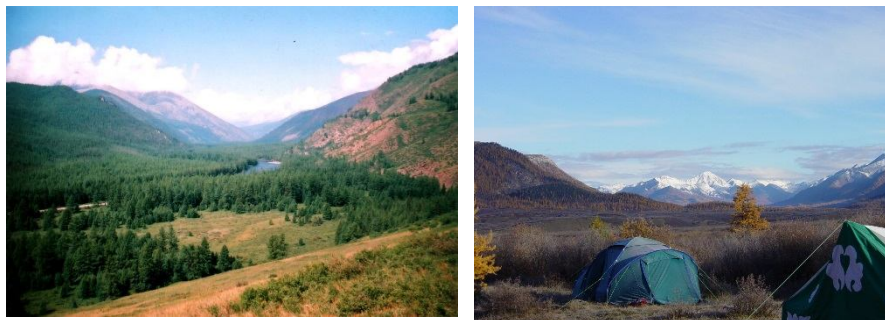
The territory of Khuvsgul western part covers the western half of Khuvsgul region which is one of the biggest natural region of Mongolia or the whole western land from Khuvsgul Lake and it is a mountainous territory integrated with high mountain peak ranges, medium high mountains, intermountain depression that exists between them and river and ocean valleys as surface. Khuvsgul region has 7290.0 hectare squire in total whereof the western part occupies 2450.0 squire km, and it is equivalent to 33.7 percent of whole region. As administrative unit, it includes the whole land of Tsagaannuur, renchinlkhumbe, UlaanUul soums, Khuvsgul province and the northern part of Bayanzurkh soum.

Khuvsgul western part is included in Siberian geomorphologic great region as surface and physicogeographical peculiar appearance of this land is that it is situated in the southern Siberian geomorphologic zone with the characteristics of northern Asian continental landmass.

The territory of Khuvsgul ,as a new tectonic, focuses Dornod Asian, bigger morphostructural arch shaped Altai Soyon elements involved with relief and trough types of Baigal Lake. This land covers the west northern half of Khuvsgul region and it is situated by having a border with Tuva flat altitude in the western part, with ZuunSoyon in the northern part, with Khuvsgul Lake in the eastern part, with the sub region of

eastern part of Sangelengiin nuruu (ranges) in the southern part. It is distinguished from the contiguous regions with the morphologic types and the relief morph structural features. The region near Khuvs gul as geological formation is situated in the northern part of Central Asian folded zone surrounding the southern side of Siberian territory which occupies the central region of concentration (congestion) before Tuva-Mongolian **kembri** with integrated heterogen formation .

The most mountains of Khuvs gul consists of Alpien typed young mountains which are included in folded zone system of Siberian Soyon Baigal mountainous formation and the wide troughs with the tectonic origin were originated between these mountains. The surface base of this land was founded by the tectonic movement which happened in the 1st **Gercian** period of orogenesis in the late period of **caledoin** and the



basic new appearance of the present surface was found its formation by the Alpien orogenic movement. First of all the relief macro types are attributable to tectonic hypergenic fissure and location of fault. In another words the zone with the such direction, troughs of Darkhad and Khuvs gul Lake were originated on having followed the bathyal fissure along the meridian . Group of Ulaan Taiga mountains which are lifted up as a hub between these troughs and the mountain ranges system such as Agaya, Saridag, Khoridol were originated on the direction of meridian. There is Eastern Soyon range system in Siberian western part along latitudinal line. The most mountains covered in this area are the highest imposing mountains with sharp needlelike peak top, sharp rock ridge, straight steep side impossible to reach there. In the northern part of this region or along the border, the eastern Soyon range lasts over 200 km from Shishkhid, Bus river to Mond mountain pass in the eastern part of Khuvs gul. The highest top is a snow capped Munkh Saridag which is lifted at an altitude 3491.0m high above the sea level and at an altitude 1645m/1850m above the water level of Khuvs gul lake.

Khoridol Saridag range is a water fault of Darkhad depression, Khuvs gul lake depression. It lasts over 150km from Jigleg mountain pass in the beginning of Arsaï river which is the western debouch of Shishkhed river and between Darkhad depression and Khuvs gul lake by reaching Beltes, Gyalad rivers basin and connects with the medium mountains which exists in the middle of Eg, Beltes rivers.

In its composition Burenkhaan, Uran dush, Nart, Khanjit rock and mountains lifted at height 3000 m are included. The huge number of peaks have 2800m height and the highest one is Delgerkhaan mountain with a height 3189m. There are some ranges which were originated from Eastern Soyon branch ranges to Shishkhed valley and the biggest of them is South Agaya range (3106.2) along the longitude in the west of Shishkhed river. Also there are high mountain ranges lifted up at over 3000m such as Bayan range, Byaraan range, south Agaya, Tag lake, Ukhaa khem, Tengis pass, Kheltes taiga (3038.2), Joshim taiga (2977.3).

These high mountains have the highest imposing mountain with sharp needlelike peak top, sharp rock ridge, straight steep stone avalanche side.

Khar Adar range which is the southern end of Urd Agaya range is situated in the south of Shishkhed river, in the west of Darkhad depression. In the west of Khar Adar range there are Ulaan taiga range (3028.0), Khuulagiin range in the beginning of Khar Adar river (2599.0), Deed taigas or Three Taigas range and Khetteg mountain (3164.0), Dund taigas (Dongol 3137.0), Dood taigas range (3351.0) ends in the south of Delgermurun to Bus river valley.

These ranges are called Ulaan taiga group mountains. These group mountains are the mountains which have the plain flat steppes cut by river deep valleys. Ulaan taiga, its branch mountains has pretty flattish level top in comparison with high mountains near Khuvs gul but sometimes there are pretty flattish level depreciated top by ice age and this levelness surface had been originated lasting many kilometers. But some high mountains like Lam Taiga with peaks have sharp needlelike peak top and sharp brink (edge). The sides

of most high mountains are quite steep, there are much rock stones from the top to the bottom cut by valleys, deep narrow ravine followed by tectonic fissure. Therefore it is considered the one of the rough unpaved mountains. Near the mountains there are few (**murugtsug**) with solifluctive origin.

The surface in the south of Ulaan Taiga becomes lower and top of mountains becomes more flattish and more spherical. The above mountains, that are lifted at 2000 metres, become watershed of eastern and western debouch rivers in the beginning of Delgermurun.

The relief feature of Khuvsgul mountains is that the relief spread everywhere in the result of ancient glacial period. The scientists researchers, who studied Khuvsgul area, mentioned in their creations that there were 2 glacial activities. But the most scientists consider that Khorido Saridag mountains were not affected by the ancient glacial and the reasons of it were written in the researchers' creations L.A. Yachevskii (1888), B. L. Komarov (1906), E. I. Selivanov (1972), N. A. Marinov (1976).

(Ch. Duvjir) considered that there was glacier in Khoridol Saridag mountains and he calculated " 16.5 thousand square km was covered by ice in Khuvsgul mountains whereof 4200m² in Ulaan taiga range, 4200m² in Zuun Soyon Shishkhed basin, 3000m² in Khoridol Saridag range". Khuvsgul mountains is one of the places in which the glacier was spread and now top of Munkh Saridag was being covered by ever snow.

The glacial circle, sink holes, lakes which are the vestiges of ancient glacial period were originated. Various kinds of holes caused by glacial movement were remained in last and side moraine hillock, in the dam, in the terrace, especially in the highest part of mountains. There are plenty of such relief with glacial origin in Shishkhed mountains, Bayan, Khoridol Saridag and Ulaan taiga range. Glacial holes are in Shishkhed mountains, Bayan, Khoridol Saridag range at 2300-2800m height, and such holes are well formed and there are lakes in the bottom of some holes.

The last moraine hill was observed at 1600-1750m height, the length of glacial river was over 70km.

The main phenomena that influenced to the relief in here is volcanic sediment of new iron period and basalt surfacing. This basalt surfacing was spread in southern and eastern shores of Khuvsgul lake, in valley of Dood Shishkhid, in Arsay, Sharga, Khogorog, and in the basin of Khoroo rivers at various height.

In the western part of Khuvsgul there are the biggest tectonic depressions of - Khuvsgul lake, of Darkhad and of Bus river. These depressions are included in kind of depression of natural types and this typed depression covers deep, long non symmetrical, kainoizoin aged, parallel wide territory. The biggest of the depressions is Khuvsgul depression.

Khuvsgul depression is situated surrounding with medium mountains in western side with high imposing mountain ranges, in the eastern side with flattish medium mountains. Khuvsgul lake depression was formed from the southern lower flap of Burenkhan to Khvirga range in Egii river valley in 180km and 140km were occupied with lake water. The widest part reaches to 40km in the northern part. The depression bottom is at 1400 absolute height and it means that it is situated 160m lower than Darkhad depression bottom.

Khuvsgul lake with more fresh water in our country is situated in this depression. *Darkhad depression* is the bigger depression with oval shape (form), and tectonic origin which lasts about 150km along the longitude. The absolute height of Darkhad depression is about 1560m so it is situated at 1500m lower than other side mountains. It is surrounded by the most cut (sliced) mountains and there are shown tectonic rock stones (**murugtsug**) everywhere at the lower flap of the mountain.

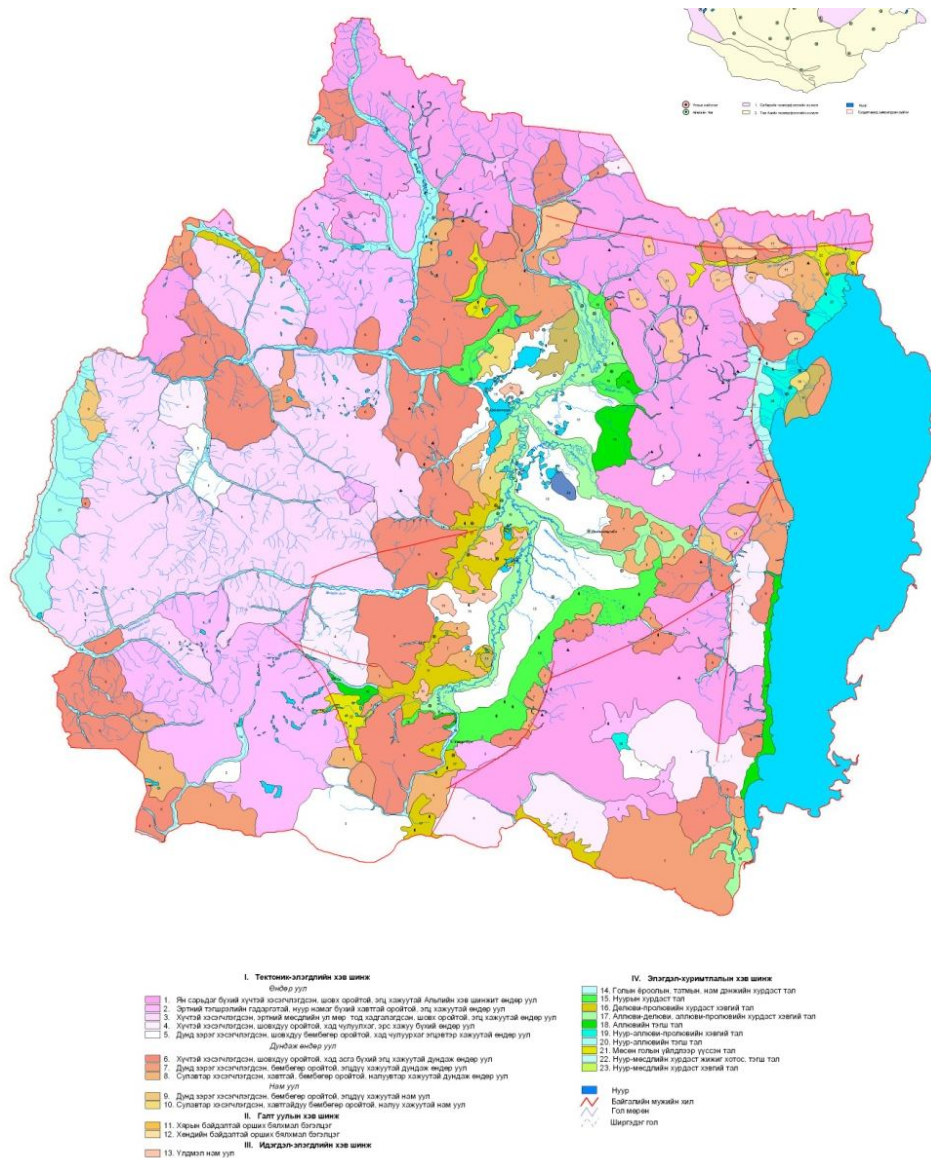
Bus river depression is the alike with Darkhad depression by its geological development and morphologic structure. The central part of the depression are covered by ancient lake sediment and ancient ice sediment are accumulated on it.

Such sediment was spread widely at the edge of the depression. Bus river depression is situated in the border part of Tuva and Mongolia and it has a border with deep fault zone along the latitude of Western Tuva in the west and with the fault zone along the longitude of Esatern Sayan anti clinary in the north.

Also the relief carved forms were spread in Khuvsgul western part. In one hand these cause from short term tectonic lifting, depression settlement and in another hand the most relative humidity climate constitutes the terms the be arisen the relief carved forms. They are expressed by the much elements of relief morphostructure such as many rapids, and waterfalls in the deep (abyssal) measureless chasm cut across mountain ranges, in quite steep side of mountain foot and in rivers.

Long time ago the lakes covered a huge area were absorbed and the valley and depression were formed which were became flat by the sediments of lake and running water. There are ravines in the smallish

mountains between valley and depression and in the feet of high mountains arisen in the result of a temporary rain and sometimes the ravines last few kilometers and in some land the relief denudation accumulation types were originated. The radical changes, snow, collapse of rock stones, frost revealing of cryolithic of season or of many years cause to be arisen the relief carved forms because of soil settlement and soil upward movement.



We had done the geomorphologic scale mapping 1:200.000 (fig. 1) classifying the relief in the western part of Khuvsgul by its origin, morphologic structure, external form and appearance. If see in this picture there are 4 basic types can be classified into – tectonic –denudation, volcanogenic, erosion- denudation and

accumulative and about 24 sub types. 1700-3500m high mountains in 40.0 sq km² occupy not including over 70.0 sq km² area which is the almost 60 percent of Khuvsgul provincial territory. Relief height fluctuation is about 1800m. The abyssal side ravine of high mountains was cut mostly by river valleys and the direction of the branch Khuvsgul mountains are various. The above mentioned smallish mountains, depression became various the forms of the mountain ranges. Rocks in the mountains, structure of sediment, their activity of denudation and erosion are not uneven so it influenced to the various types of relief. Also it is clear that it has been paying a significant role in soil, plant vegetation, surface and abyssal water distribution and its location.

Conclusion

On having conducted a detailed research in the western part of Khuvsgul, the following conclusions are made including:

1. Khuvsgul western part is included in Siberian geomorphologic great region as surface and physico-geographical peculiar appearance of this land is that it is situated in the southern Siberian geomorphologic zone with the characteristics of northern Asian continental landmass. The territory of Khuvsgul, as a new tectonic, focuses Dornod Asian, bigger morphostructural arch shaped Altai Soyon elements involved with relief and trough types of Baikal Lake.
1. The most mountains of Khuvsgul consists of Alpidic typed young mountains which are included in folded zone system of Siberian Soyon Baikal mountainous formation and the wide troughs with the tectonic origin were originated between these mountains. The surface base of this land was founded by the tectonic movement which happened in the 1st Hercynian period of orogenesis in the late period of Caledonian and the basic new appearance of the present surface was found its formation by the Alpidic orogenic movement.
2. The most mountains covered in this area are the highest imposing mountains with sharp needlelike peak top, sharp rock ridge, straight steep side and it is a mountainous territory integrated with high mountain peak ranges, medium high mountains, intermountain depression that exists between them and river and ocean valleys as surface.
3. There are 4 basic types can be classified into – tectonic –denudation, volcanogenic, erosion-denudation and accumulative and about 24 sub types. Tableland which exists like valley and mountain ridge is covered in the types of the high, medium, lower mountains. The denudation types take place in residual lower mountains, erosion-denudation hollows, river beds, and accumulative had been represented by the plains, depressions and hollows filled by proluvial, alluvial, alluvial fan, and alluvial lake sediments.

Reference

1. Enkhtaivan D. Ecotourism development in the Khuvsgul region // Asian natural resources and their rational use. UB. – 2002.
2. Enkhtaivan D. The special protected areas in the Khuvsgul region and their future trends // Natural resources and sustainable development in surrounding regions of the Mongolian plateau. – 2005.
3. Enkhtaivan D. The character of relief of protect area in range Khentei-Khuvsgul mountain region // MOGZA. 2005. - №3.
4. Enkhtaivan D. Erosion of the Darkhad depression in the Khuvsgul region // MOGZA. – 2009. - № 4.

ИЗМЕНЕНИЯ В ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИИ ВО ВНУТРЕННЕЙ МОНГОЛИИ КАК УГРОЗА СТЕПНЫМ И УВЛАЖНЕННЫМ ТЕРРИТОРИЯМ

©Хаси Баган¹ (hasibagan@gmail.com), Тана Цянь², Цугуки Киношита², Йошики Ямагата¹

¹Национальный институт исследований окружающей среды, Япония

²Университет Ибараки, Япония

RECENT LAND USE CHANGE IN THE INNER MONGOLIA THREATENS GRASSLANDS AND WETLANDS

©Hasi Bagan¹ (hasibagan@gmail.com), Tana Qian², Tsuguki Kinoshita², Yoshiki Yamagata¹

¹National Institute for Environmental Studies, Japan

²Ibaraki University, Japan

Abstract: A recent increase in coal prices in Inner Mongolia has created incentives for converting grassland to surface coal mining area. Here, we use Landsat archival images from 1978, 1988, 1999, and 2011 to assess the grassland

conversion from 1978 to 2011 in the Hologol, Inner Mongolia. Our analysis identifies areas with elevated rates of grass-to- coal/urban dominated. The results show that both surface coal mining and urban areas have increased dramatically. The area of coal stockpiles in 2011 was more than 14 times the area in 1988, which testifies to an increase from 0.02 % in 1988 to 0.29 % in 2011. The area of urban/bare land has more than quadrupled over the past three decades, increasing from 1.61 % of the study area in 1978 to 7.18 % in 2011. This expansion was accompanied by a considerable loss of grassland and wetland.

Key words: grassland degradation, urban expansion, grid cells, land cover, surface coal mining.

Introduction:

The Hologol city (also known as: Huolinguole) is located in north part of Horqin sandy land in Inner Mongolia Autonomous Region of China. Previous studies indicate that population increases, excessive land development, overgrazing, and collection of fuel wood have caused severe desertification in Horqin’s desertification process [1-3]. Recently, China’s coal demand for power generation has put coal rich this region under a large-scale surface coal mining boom. The expansion of existing mines and opening of new mines is the main engine of urban extension in Hologol city.

Grasslands contribute immense value to watersheds and provide forage and habitat for large numbers of domestic and wild animals. However, mining, mining-based industry, housing developments, roads, and associated infrastructure have the potential to destroy existing grassland and also cause fragmentation of natural habitats [4]. The population in Hologol city increased about three-fold, from 29,897 in 1985 to 82,430 in 2010, as a result, more than 66,667 hectare of grasslands and wetlands were converted to urban use, mining area or farmland in this region.

Table 1.

The path/row and acquisition dates for the high resolution satellite images used in this study				
Source and input year	Date	Path/row	Location	Spatial resolution (m)
Landsat-1 MSS, 1978	19780621	132/28	main	60
	19780621	132/29	main	
	19780831	131/28	east	
Landsat-5 TM, 1988	19880804	122/28	main	30
	19880620	122/29	west-	
Landsat-7 ETM+, 1999	19990811	122/28	main	30
	19990811	122/29	main	
	20020826	122/29	west-	
	20110617	122/28	east	
Landsat-5 TM, 2011	20110617	122/29	east	30
	20110811	123/28	main	
	20110811	123/29	main	

This study investigate the spatial-temporal changes of land use due to the coal mining activities in the Hologol city from 1978 to 2011 by integrating remote sensing images, GIS and detailed field works. To do this, we applied subspace classification method and support vector machine (SVM) method to accurately classify land-cover on Landsat images recorded in 1978, 1988, 1999, and 2011. These land-cover maps were then combined with 1 km² grid cell [5] to analyze the spatial-temporal land cover changes and investigate the statistical properties of land-cover changes.

Result and discussion

We acquired Landsat MSS, TM, and ETM+ images to interpret land-use and land-cover changes for the study area from 4 separate dates (nominally 1978, 1988, 1999, and 2011). We create mosaic maps for the 4 separate dates to cover the entire study area, respectively. Table 1 provides the image data description.

Based on the field investigation results, GIS datasets, visual interpretation of the remote sensing data, and with consideration of the Landsat scene acquisition dates, we designated 11 land-cover types (Water, Forest, Grassland, Sparse Grass, Urban, Sand dune, Wetland, Cropland, Barren, Mine, Dense Grass) in this experiment.

As shown in Table.2, the linear correlation coefficient was -0.40 between mine and grassland, -0.67 between urban/ bare and grassland, 0.38 between mine and urban/ bare, -0.43 between grassland and water and -0.38 between grassland and cropland. The correlations between mine, urban/bare, and grassland change were statistically significant. Figure 1 depicts how the land of the Hologol city has changed over time.

Table 2.

Correlation (r) among land-cover categories during 1978-2011

<i>r</i>	Water	Forest	Grassland	Urban/bare	Cropland	Mine
Water	1					
Forest	-0.03049	1				
Grassland	-0.43109	-0.43626	1			
Urban/bare	0.056826	-0.03696	-0.67049	1		
Cropland	-0.01101	-0.01567	-0.38393	0.022099	1	
Mine	0.042172	-0.01267	-0.39529	0.378226	-0.01278	1

As shown in Fig.1, the rapid opening of new mines in the last 3 decades was linked to the emergence of a string of coal-based industrial along the mining belt and around the edge of the city.

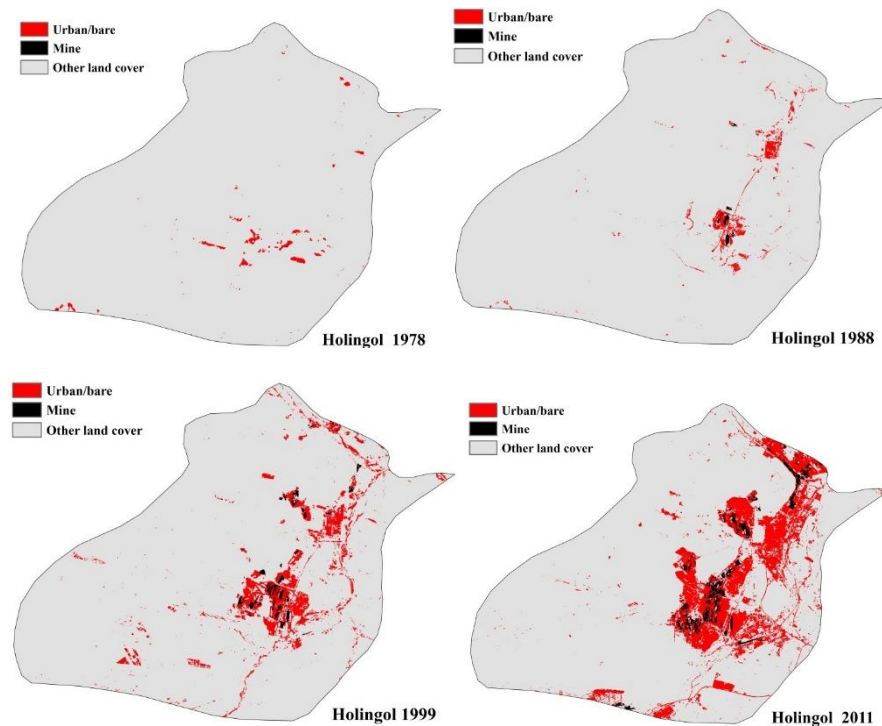


Fig.1. Coal mining propelled urban growth from 1978 to 2011 in Hologol city, Inner Mongolia

We made 1-km² Grid Square cells and each square is given unique ID numbers in the study area. The grid square with unique cell IDs enable us to link between land cover maps for spatial-temporal land cover change analysis. First, we merge the similar categories of the land cover maps into 6 main land cover classes for convenient to analysis, they are, water, forest, grassland, urban/bare, cropland, and mine. Second, we overlaid the reclassified images on the empty 1 km² grid cells to compute for each cell the percentage of the 6 land-cover types within it and stored the results in a new attribute table. When calculating the percentage of a land-cover type within a cell, we divided the sum of the land-cover-type area by the area of the cell. Table.2 presents a summary of the linear correlation coefficient matrix among the changes of land-cover categories from 1978 to 2011.

To better understand the trends of grassland changes, coal mine expansion and urbanization, we divided the land-cover change during 1978–2011 into 3 intervals: 1978–1988, 1988–1999, and 1999–2011. Results from our correlation analyses shows that grassland was strongly negatively correlated with Urban/bare and cropland. The correlation between grassland and mine was very weak in 1978-1988 and 1988-1999, but the correlation coefficient of mine versus grassland strongly increased in 1999-2011. This is due to the rapid expansion of coal mining activities convert the grassland into other land use types.

Coal mining, coal-based power generation, and petrochemical processing, roads, and associated infrastructure have destroyed existing pasture, and displaced or eliminated wildlife populations. Meanwhile, the heavy industries related with coal mines created with a sacrifice of huge amount of water resource. For meet the water demand of coal-based industries, local rivers and its tributaries will be dammed and multiple wells dug. This will have resulted in the drying up of lakes, streams, and critical wetland sites.

Moreover, accompanied with coal mining boom, the overall population of Huolinguole city increased from 29897 in 1985 to 82430 in 2010, which cause large areas of grassland transformed into coal related industry and urban built-up area.

A dramatic increase in coal miner exploration and mine development over the next decade is a major concern for biodiversity, but also presents possibilities for financing conservation in a responsible manner.

Reference

1. Bagan H., Takeuchi W., Kinoshita T., Bao Y., Yamagata Y. Land Cover Classification and Change Analysis in the Horqin Sandy Land From 1975 to 2007 // *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*. - Vol. 3. - No. 2. - P.168-177.
2. Brogaard S., Zhao X. Y. Rural reforms and changes in land management and attitudes: A case study from Inner Mongolia, China // *Ambio A Journal of the Human Environment*. - Vol. 31. - № 3. - P. 219-225. May. 2002.
3. Wulantuya. Land reclamation and land-use changes during last 50 years in Ke'erqin deserts, Inner Mongolia // *Progress in Geography*. - Vol.19. - № 3. - P. 273-278, 2000 (in Chinese with English abstract).
4. US EPA 2001. Our Built and Natural Environments: A Technical Review of the Interactions between Land Use, Transportation, and Environmental Quality (EPA 231-R-00-005): U.S. Environmental Protection Agency. (online: <http://www.epa.gov/dced/pdf/built.pdf>)
5. Bagan H., Yamagata Y. Landsat analysis of urban growth: How Tokyo became the world's largest megacity during the last 40 years // *Remote Sensing of Environment*. - Vol. 127. - P. 210-222, Dec. 2012.

ОЦЕНКА УЩЕРБА ОТ ДЗУДА ДЛЯ ТРАДИЦИОННОГО ЖИВОТНОВОДСТВА НА ФОНЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В АЙМАКЕ ДОРНОД (ВОСТОЧНАЯ МОНГОЛИЯ)

©Дзилигара¹, Масатеру Сенге¹, Такео Ониши¹, Шийрэв-Адьяа Самдан²

¹ Университет Гифу, г. Гифу, Япония

² Монгольский государственный университет, г. Улан-Батор, Монголия

ESTIMATING DZUD DAMAGE OF FIVE LIVESTOCKS DUE TO CLIMATIC FACTOR IN DORNOD PREFECTURE OF THE EAST MONGOLIA

©Jiligara¹, Masateru Senge¹, Takeo Onishi¹, Shiirev-Adiya Samdan²

¹ Gifu University, Gifu, Japan

² National University of Mongolia, Ulaanbaatar, Mongolia

Abstract: We attempted to clarify how meteorological conditions can affect the mortality of five species of livestock; camel, horse, cow, sheep and goat, in Dornod prefecture located in the eastern part of Mongolia. At first, the total number of five livestock tended to be changed mainly according to the long-term change of socioeconomic conditions, and those mortality rates were influenced by the short-term change of meteorological conditions. Based on the result of regression analysis which estimated the relationship between monthly meteorological conditions and mortality rates of five species of livestock, it was clarified that mortality rate of camel and horse was influenced especially by meteorological conditions in summer. Mortality rate of camel increased in summer season with low air temperature and much rainfall, and that of horse also increased in summer with low air temperature, but was little influenced by meteorological conditions of winter season. On the other hand, mortality rate of cow, sheep and goat was increased in the heavily snowy conditions of winter season and with little precipitation of April and October when snowmelt and snowfall started respectively. Furthermore, it was clarified that mortality rates of horse, sheep and goat were increased by low air temperature of April when heavy blizzard and sandstorm often occurred.

Key words: Nomad, Meteorological hazards, Mortality of livestock, Dzud, Regression analysis.

ПОСЛЕДСТВИЯ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ИЗМЕНЕНИЕ СУХОСТИ И ВЛАЖНОСТИ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ КИТАЕ

©Цзюньфан Чжао (zhaojf@cma.gov.cn), Цзеньпин Го, Цзя Му, Янхун Сю
Китайская академия метеорологических наук, г. Пекин, Китай

EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON DRY AND WET CONDITIONS IN NORTHEAST CHINA

©Junfang Zhao (zhaojf@cma.gov.cn), Jianping Guo, Jia Mu, Yanhong Xu
Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing, China

Abstract: Based on the daily data from 101 meteorological stations in northeast China during 1961—2010, the spatial-temporal changes of dry and wet condition from 1961 to 2010 in northeast China have been further evaluated. The results show that in the past 50 years, northeast China's climate shows a warming and drying trend in general, with the growing range and intensity of drought; during 1961—2010, the annual reference evapotranspiration decreases gradually in the most regions of northeast China. Moreover, the inter-regional difference is obvious. Particularly, the changes of reference evapotranspiration are obvious in the central Heilongjiang. However, no significant changes are found in the southeastern Jilin; the annual relative moisture indexes are negative in most areas of northeast China. Over the past 50 years, they show clear reduction trends, indicating more and more serious drought. However, in the southeastern coast, the relative moisture indexes have small changes.

Key words: climate change; dry and wet condition; reference evapotranspiration; relative moisture index; northeast China

1. Introduction

Agricultural climatic resources have become an important issue in agricultural research because collectively they are the main factors that determine crop yields and the types of crops that are suitable for specific geographic regions [1-5]. The agricultural production and crop layout directly affect by the impacts of the wet and dry conditions. Reference evapotranspiration and moisture status, as important parts of climate changes, are integrated representation of heat and moisture in a region, which have marked influence on most of natural phenomena and ecological course. Under global warming, the wet and dry conditions change, which have serious influences on crop sustainable development and efficient use of agricultural climatic resources in China.

Northeast China is one of the highly sensitive regions to global changes due to its high latitude, where climate changes are distinct [6]. In the past decades, a number of studies about dry and wet conditions in China have been carried out on larger space scale [7-11], revealing important evidence intensified drought trends of in parts of China for nearly half a century, especially in the northern semi-arid regions. These previous studies are important for understanding various aspects agricultural production under climate change. However, very limited studies have been conducted to quantitatively investigate the dry and wet conditions in northeast China at a regional scale so far. Under climate change, the water resources in China will continuously change [2], which will has negative effects on the sustainable development of crops and the efficient use of climatic resources in northeast China. To adapt crop systems to the changing climate, it is important to know how climate change affects the dry and wet conditions in northeast China.

The objectives of this study are to: 1) quantitatively evaluate the reference evapotranspiration and relative moisture index, 2) investigate the dry and wet conditions in northeast China, and 3) provide scientific evidences for more efficient use of water resources and sustainable development of agricultural production in northeast China under climate change.

2. Materials and methods

2.1 data

Daily climate variables (maximal and minimal air temperature, average air temperature, precipitation, solar radiation, relative humidity, and wind speed), which is from 101 meteorological stations in northeast China during 1961—2010 are provided by the National Climate Center and the National Meteorological Information Center.

2.2 Determination of initial and final date stably passing 10°C threshold

Agriculture critical temperature is one of heat resources. 10°C is the initial growth temperature of the thermophilic crops, and also is active growth temperature of the chimonophilous crops which the dry matters accumulate faster. In this study, the 5-day gliding average method [7] is used to determinate the initial and final dates of stably passing 10°C threshold temperature.

2.3 Calculation of reference evapotranspiration

The mean daily ET_0 is estimated with the FAO Penman–Monteith equation. The computation of all data required for the calculation of ET_0 follows the recommendations by the FAO.

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma(900/T + 273)U_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)} \quad (1)$$

where ET_0 is the reference evapotranspiration (mm/d); Δ is the slope of the saturation vapor pressure curve (kPa/°C); R_n is the net radiation at the surface (MJ/(m² d)); G is the soil heat flux (MJ/(m² d)), which is ignored for daily calculation as the magnitude of the flux in this case is relatively small; γ is the psychrometric constant (kPa/°C); T is the average air temperature (°C); u_2 is the daily average wind speed at 2 m above ground level (m/s); e_s is the saturation vapor pressure (kPa); e_a is the actual vapor pressure (kPa); $e_s - e_a$ is the saturation vapor pressure deficit (kPa); D is the slope of the saturated water—vapor pressure curve (kPa/°C).

2.4 Relative moisture index

Relative moisture index is characterized by one indicator of the balance between precipitation and evaporation for a period of time. It is calculated by the following formula:

$$M = \frac{P - ET_0}{ET_0} \quad (2)$$

Where M is the relative moisture index; P is precipitation, mm/d; ET_0 is reference evapotranspiration, mm/d.

3. Results

3.1 Spatial-temporal changes of reference evapotranspiration

While the daily average temperature stably passing 10°C, during 1961—1970, 1971—1980, 1981—1990, 1991—2000 and 2001—2010, the spatial-temporal changes of annual reference evapotranspiration (ET_0) with 80% guaranteed rate in northeast China are showed in Figure 1. During 1961—1970, 1971—1980, 1981—1990, 1991—2000 and 2001—2010, the average distributions of ET_0 all show trends of higher in southwest and lower in northeast in northeast China. However, the geographical differences of ET_0 at different times are clear. During 1961—1970, in the western part of Liaoning Province, the ET_0 is more than 700mm. In the central part of Liaoning Province, the northwest of Jilin Province, and part of Heilongjiang Province, it is 601~700mm. In the eastern Liaoning Province, central Jilin Province, Yanji area, most of the Songnen Plain, most of the Sanjiang Plain, it is 501 ~ 600mm. During 1971—1980, the ET_0 is more than 700mm in most northwest of Liaoning province and eastern Liaodong Bay. It is 601~700mm in central Liaoning Province, northwest of Jilin Province, and part of Heilongjiang Province. It is 501 ~ 600mm in eastern Liaoning Province, central Jilin and Yanji area, most of the Songnen Plain, southern Xiaoxing'anling, and the most of Sanjiang Plain. It is 401 ~ 500mm in southeast of Jilin Province, local Songnen Plain, local Sanjiang Plain, the northern Xiaoxing'anling, and eastern Daxing'anling. However, it is less than 400mm in local Changbai Mountain and western Daxing'anling.

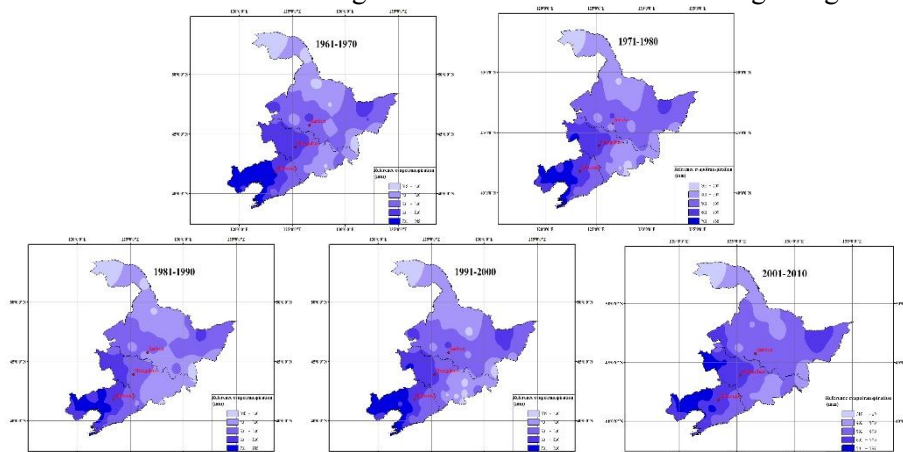


Fig.1 Changes of annual reference evapotranspiration with 80% guaranteed rate in different periods during the daily average temperature stably passing 10°C in northeast China

During 1981—1990, the ET_0 is more than 700mm in part of northwest in Liaoning. It is 601~700mm in central and western regions of Liaoning, northwest of Jilin, and part of Sanjiang plain. It is 501~600mm in eastern Liaoning, western Jilin, most of Songnen Plain, most of Sanjiang plain. It is 401~500mm in eastern Jilin, part of Songnen Plain, northern and central Xiaoxing'anling, and southern Sanjiang Plain. However, it is less than 400mm in part of Suifenhe, and scattered areas in Xiaoxing'anling. During 1991—2000, the ET_0 is more than 700mm in the western part of Liaoning. It is 601~700mm in the middle part of Liaoning northwest of Jilin, and part of Heilongjiang. It is 501~600mm in the eastern Liaoning, central Jilin, Yanji region, and southern Heilongjiang. It is 401~500mm in southeast of Jilin, part of Songnen Plain, eastern Xiaoxing'anling, and so on. However, it is less than 400mm in western Daxing'anling, part of Xiaoxing'anling, Suifenhe, and the Changbai Mountain.

During 2001—2010, the ET_0 is more than 700mm in northwest of Liaoning and west of Jilin. It is 601~700mm in middle part of Liaoning, northwest of Jilin, and part of Heilongjiang. It is 501~600mm in eastern Liaoning, central Jilin, Yanji region, and southern Heilongjiang. It is 401~500mm in Changbai Mountain, part of Songnen Plain, Suifenhe, northeast of Xiaoxing'anling. However, it is less than 400mm in western Daxing'anling.

3.2 Spatial-temporal changes of relative moisture index

While the daily average temperature stably passing 10°C, during 1961—1970, 1971—1980, 1981—1990, 1991—2000 and 2001—2010, the spatial-temporal changes of annual relative moisture index with 80% guaranteed rate in northeast China are showed in Fig. 2. During 1961—1970, 1971—1980, 1981—1990, 1991—2000 and 2001—2010, the average distributions of relative moisture index all show trends of higher in southeast and lower in northwest of northeast China. However, the geographical differences of relative moisture index at different periods are clear.

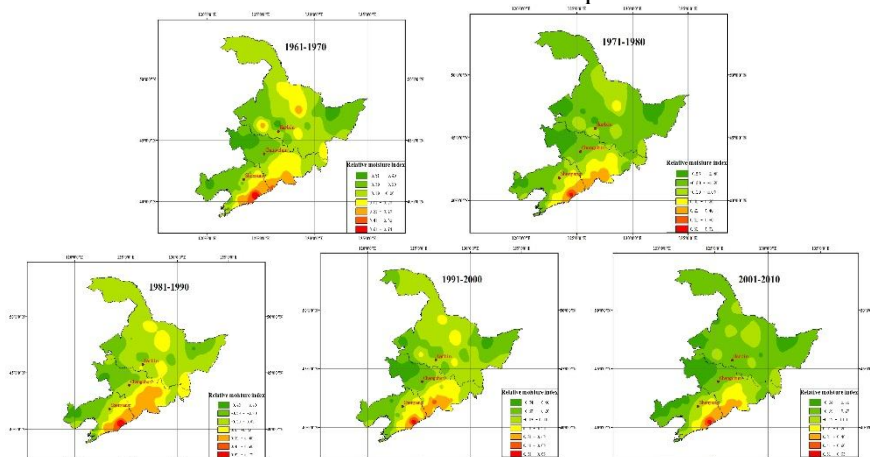


Fig.2 Changes of relative moisture index with 80% guaranteed rate in different periods during the daily average temperature stably passing 10°C in northeast China

During 1961—1970, the relative moisture index is 0.61~0.74 in Dandong of Liaoning province. It is 0.41~0.60 in surrounding Dandong of Liaoning province and southern Jilin province. It is 0.21~0.40 in southeast of Liaoning Province, south of Jilin province, and part of Heilongjiang Province. It is 0.01~0.20 in part of Liaoning Province, southeast of Jilin province, and part of Xiaoxing'anling Mountain. It is -0.19~0 in the middle part of Liaoning Province, central section and east of Jilin Province, and most of Heilongjiang province. It is -0.39~-0.20 in northwest of Liaoning province, northwest of Jilin Province, Songnen Plain, most of Sanjiang plain. It is -0.51~-0.40 in Chaoyang area of Liaoning Province, west of Jilin Province, and part of Heilongjiang Province. During 1971—1980, the relative moisture index is 0.61~0.62 in Dandong of Liaoning province. It is 0.41~0.60 in surrounding Dandong of Liaoning province. It is 0.21~0.40 in southeast of Liaoning Province and south of Jilin province. It is 0.01~0.20 in part of Liaoning Province, southeast of Jilin province, and part of Xiaoxing'anling Mountain. It is -0.19~0 in the middle part of Liaoning Province, central section and east of Jilin Province, and most of Heilongjiang province. It is -0.39~-0.20 in northwest of Liaoning province, northwest of Jilin Province, most of Sanjiang plain. It is -0.55~-0.40 in Chaoyang area of Liaoning Province, west of Jilin Province, and Qigihar, Shuangyashan area of Heilongjiang Province.

During 1981—1990, the relative moisture index is 0.61~0.77 in Dandong of Liaoning province. It is 0.41~0.60 in surrounding Dandong of Liaoning province. It is 0.21~0.40 in southeast of Liaoning Province and south of Jilin province. It is 0.01~0.20 in part of Liaoning Province, part of Jilin province, east of Xiaoxing'anling Mountain, and Suifenhe. It is -0.19~0 in the middle part of Liaoning Province, central section and Yanji of Jilin Province, and most of Heilongjiang province. It is -0.39~-0.20 in northwest of Liaoning province, northwest of Jilin Province, west of Sanjiang plain, and north of Sanjiang plain. It is -0.48~-0.40 in Chaoyang area of Liaoning Province and west of Jilin Province.

During 1991—2000, the relative moisture index is 0.61~0.65 in Dandong of Liaoning province. It is 0.41~0.60 in surrounding Dandong of Liaoning province. It is 0.21~0.40 in east of Liaoning Province and south of Jilin province. It is 0.01~0.20 in east of Liaoning Province, southeast of Jilin province, east of Xiaoxing'anling Mountain. It is -0.19~0 in the middle part of Liaoning Province, central section and east of Jilin Province, and most of Heilongjiang province. It is -0.39~-0.20 in northwest of Liaoning province, northwest of Jilin Province, most of Songnen Plain, most of Sanjiang plain, and west of Daxing'anling. It is -0.48~-0.40 in part of Liaoning Province, west of Jilin Province, and Heilongjiang Province. During 2001—2010, the relative moisture index is 0.61~0.63 in Dandong of Liaoning province. It is 0.41~0.60 in surrounding Dandong of Liaoning province. It is 0.21~0.40 in east of Liaoning Province and south of Jilin province. It is 0.01~0.20 in part of Liaoning Province and south of Jilin province. It is -0.19~0 in the middle part of Liaoning Province, part of Jilin Province, part of Xiaoxing'anling, and Suifenhe. It is -0.39~-0.20 in northwest of Liaoning province, northwest of Jilin Province, and Heilongjiang Province. It is -0.64~-0.40 in northwest of Liaoning Province, northwest of Jilin Province, west of Songnen Plain, and north of Sanjiang plain.

Zhang et al. [11] indicated that Northeast China was drying gradually and drying areas were enlarging from 1961 to 2007. Our analysis indicates that the northeast China's climate shows a warming and drying trend in general, with the expansion of drought range and the strengthening of drought degree, which is consistent with the conclusions of Ma et al.[10] and Zhang et al. [11].

4. Conclusions

The results presented in this paper show that: the climate change has affected the spatial-temporal changes of dry and wet condition from 1961 to 2010 in northeast China. In the past 50 years, northeast China's climate shows a warming and drying trend in general; during 1961—2010, the annual reference evapotranspiration decreases clearly in the most regions of northeast China, which is related to climatic factors during this period. Moreover, the inter-regional difference in reference evapotranspiration is obvious, fluctuating from 318 to 842 mm. Particularly, the changes of reference evapotranspiration are obvious in the central Heilongjiang. However, no obvious changes are found in the southeastern Jilin; over the past 50 years, the annual relative moisture indexes fluctuating from -0.64 to 0 are negative in most areas of northeast China, indicating clear reduction trends. This further illustrates more and more serious drought exists in northeast China, especially in the period of 2001—2010. However, in southeast coast, the relative moisture indexes has small changes in view of its special geography location. So, in order to make full use of the climatic resources and ensure high and stable yield of crops, some adaptation countermeasures should be formulated in northeast China.

In summary, we provide useful information for policymakers to make effective and sustainable development strategies in Northeast China under climate change. However, additional factors such as adaptation, water resource availability for irrigation, and more sophisticated climate models should be taken into account using both modeling and field-based studies to create complete assessments of climatic resources and dry and wet conditions in northeast China.

Acknowledgments

This study was supported under the auspices of China Meteorological Administration Special Climate Change Research Fund (CCSF201346), National Natural Science Foundation of China (30001073), and China Meteorological Administration Special Public Welfare Research Fund (GYHY201106020).

Reference

1. Bocchiola D., Nana E., Soncini A. Impact of climate change scenarios on crop yield and water footprint of maize in the Po valley of Italy // *Agricultural Water Management*. - 2013. - № 116. - P. 50–61.

2. IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Solomon S.D., Qin M. Manning, et al., Eds. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. - 996 p.
3. Lobell D., Burke M., Tebaldi C. et al. Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030. *Science*, 2008. - № 319. – P. 607–610.
4. Lobell D., Field C. Global scale climate–crop yield relationships and the impacts of recent warming // *Environmental Research Letters*. – 2007. - №2. – P.1–7.
5. Ma Z.G., Dan L., Hu Y.W. The extreme dry/wet events in northern China during recent 100 years // *Journal of Geographical Sciences*. - 2004.- № 14(3). – P. 275–281.
6. Olesen J.E., Bindi M. Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy // *European Journal of Agronomy*. - 2002. - №16. – P. 239–262.
7. Shen S.H., Zhang F.M., Sheng Q. Spatial—temporal changes of wetness index in China from 1975 to 2004 // *Transactions of the CSAE*. – 2009. - № 25(1). – P. 11–15.
8. Yang J.P., Ding Y.J., Chen R.S. et al. Interdecadal fluctuation of dry and wet climate boundaries in China in the past 50 years // *Journal of Geographical Sciences*. - 2002. - № 12(2). – P.210–216.
9. Zhang S.J., Zhang Y.S., Chen P.S. et al. Change characteristics of humid index and dry/wet climate boundary in Northeast China // *Agricultural Research in the Arid Areas*. - 2011.- № 29(3). – P. 216–232 (in Chinese)
10. Zhao D.S., Zheng D., Wu S.D. et al. Climate Changes in Northeastern China During Last Four Decades // *Journal of Geographical Sciences*. - 2007.- № 17(4). – P. 317–324.
11. Zhao J.F., Guo J.P., Xu J.W. et al. Trends of China’s dry—wet condition based on wetness index // *Transactions of the CSAE*. - 2010.- № 26(8). – P. 18–24 (in Chinese)

**РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ И ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ АЛЬБЕДО
ПОД ВЛИЯНИЕМ УРБАНИЗАЦИИ: ПРИМЕР ИЗ ЮЖНОГО КИТАЯ**

©Meiting Hou¹ (hmt567@gmail.com), Юнхун Ху²

¹ Учебный центр Метеорологического управления Китая, г. Пекин, Китай

² Институт радиолокации и цифровой модели Земли КАН, г. Пекин, Китай

**VEGETATION COVER AND SURFACE ALBEDO CHANGE UNDER URBANIZATION:
A CASE STUDY FROM SOUTH CHINA**

©Meiting Hou¹ (hmt567@gmail.com), Yonghong Hu²

¹ China Meteorological Administration Training Centre, Beijing, China

² Institute of Remote sensing and Digital Earth CAS, Beijing, China

Abstract: Fine resolution GVF and albedo derived from Landsat TM/ETM+ images were used to examine their relationship along spatial gradients of dramatic urbanization in the Greater Guangzhou located in South China from 1990-2000. Moderate resolution GVF and albedo datasets derived from MODIS product were used to analyze their seasonal variation with rapid urban expansion from 2001-2007. The results show that distribution of shortwave albedo had a clear trend of declining from urban center to natural land in 1990. However, there was no obvious trend in shortwave albedo change along urban-rural gradients due to the expansion of low albedo urban buildings and more heterogeneous land cover patterns in 2000. It is suggested that large portion of absorbed energy in urban area is likely converted to thermal energy that heats up near surface air and emitted as longwave radiation.

Key words: land use, urban, albedo, green vegetation fraction, energy balance

1 Introduction

Urban development often causes great modification of land surface properties, landscape pattern, and even local climate through changing land use and cover [1, 2, 11]. Dramatic urbanization in China’s mega-cities is a very common phenomenon that converted large patches of croplands and woodlands into build-up within a matter of decade or even multiple years. Large-scale changes of the land use patterns in eastern China have so far resulted in rapid change of land surface properties. Therefore, a dynamic land surface scheme for simulation in regional climate models must be fully considered to reflect these changes as important driving forces. In this paper, we selected the Greater Guangzhou as study area and analyzed the spatial patterns, trends and magnitudes of vegetation cover changes on decadal timescales, to examine key processes such as urbanization that drove those changes and the impact of changing GVF on surface albedo.

2 Methods

2.1 Study area

Greater Guangzhou is the biggest city in southern China and has experienced dramatic urbanization since the late 1970s, with acceleration after 1990 [11]. The mega-city is located in northern Pearl River Delta

between 22–23°N and 112–114°E. With total area of 7434.4 km² and a population of 7 million (2000 YR), the Greater Guangzhou comprises eight administrative districts in city centre and four rural counties before 2001. Our study area covers entire Greater Guangzhou, including the city centre and rural counties, respectively named urban area, Zengcheng, Huadu, Conghua, Panyu, which can be seen in Figure 1.



Fig. 1. (Top left) Location of the Greater Guangzhou in South China, and (Bottom right) spatial distribution of urban and rural counties in the Greater Guangzhou

2.2 Data

In this study, Landsat TM/ETM+ images over similar acquisition time (TM: 1990/10 and ETM+: 2000/10) were selected to derive high resolution land surface datasets of green vegetation cover and albedo. Basic radiometric and geometric corrections were first performed. Then, visible, NIR and SW albedo were calculated with the selected Landsat images as proposed by Liang (2001).

MODIS data (<http://modis-land.gsfc.nasa.gov>) provide long-term continuous measurements of surface albedo and vegetation index at moderate resolution. Seasonal maximum value composite (MVC) datasets of vegetation and albedo derived from MODIS Collection 5 dataset cover the period of 2001-2007.

2.3 Calculation of green vegetation fraction

As the widely used linear mixing model for vegetation index, GVF was stretched in the whole image to quantify vegetation abundance [3, 7]. The fraction of green vegetation per grid cell was proposed to examine land cover roughness as expressed in the following equation [3]:

$$GVF = \frac{NDVI - NDVI_{\min}}{NDVI_{\max} - NDVI_{\min}} \quad (1)$$

Where, NDVI was the normalized difference vegetation index (NDVI) calculated by using spectral radiance in the red and near-infrared wavelengths, and are the maximum (dense vegetation) and minimum (bare land) NDVI thresholds. In this study, we choose 0.05 and 0.70 as the NDVI threshold values of minima and maxima respectively [14].

3. Results and discussion

3.1 Relationship between land albedo and vegetation fractions

Urbanization in the Greater Guangzhou from 1990-2000 had been accelerated by the expansion of urban area and population increasing. Meanwhile, the percentage of build-up area increased from 3.3 % to 5.6% and the percentage of urban population to the total population increased from 67 % to 81 %.

In order to quantify the impact of urbanization on land surface parameters, we examined the relationship between albedo and GVF under urbanization. The spatial pattern of SW albedo was firstly analyzed across the gradient of anthropogenic influence. Figure 2 shows the SW albedo change of the pixels along the white line chosen to represent the urban-rural migration in the Greater Guangzhou in both 1990 and 2000. It is found that SW albedo of the pixels along the white line from urban to rural forest, especially on the initial segment (~0-20 km) of the line, showed larger amplitude spatial fluctuations in 2000 than 1990. It is suggested that the distribution of SW albedo became more heterogeneous due to locally modified land

surface properties and land cover change tended to be more dramatic in inner suburbs than outer suburbs from 1990-2000. SW albedo changed in response to vegetation and anthropogenic gradient, with significant decrease ($p < 0.01$) from urban to rural forest in 1990 (Fig. 2a). However, albedo change was very insignificant along the urban-rural gradient in 2000 (Fig. 2b). This is probably because the cropland in inner suburbs was replaced by low

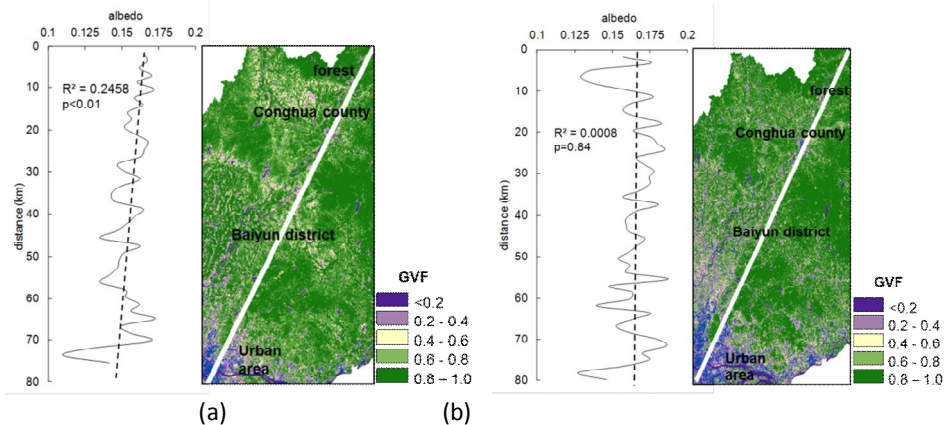


Fig. 2. Spatial patterns of green vegetation fraction (GVF) and shortwave albedo in 1990 (a) and 2000 (b). Transect images derived from Landsat TM/ETM+ cover a rectangular region shown in Figure 1 (bottom right), and pixels were sampled along the white line representing the urban-rural migration. The y-axis has a starting value of zero corresponding to a distance of 0 km from urban to rural.

Then, Figure 3 shows the relationship between SW/visible/NIR albedo and GVF in the Greater Guangzhou. It can be seen that a GVF threshold of approximately 0.21 was detected where the relationship between albedo and GVF might change. When GVF was less than 0.21, with the increase of GVF, visible albedo had no significant change (Fig. 3a) and SW/NIR albedo increased (Fig. 3b and 3c). When GVF was above 0.21, GVF had significantly negative impact on SW/visible/NIR albedo. We speculated that those pixels with low GVF could mainly be composed of the concrete, buildings and metal, which have a lower albedo than rural areas with trees and vegetation. As the increase of GVF, the albedo also increased due to the mixture of vegetation, impervious surface and soil. However, the albedo starts to decrease as GVF further increase above a threshold. This is because urban high GVF means dense vegetation with multilevel canopy which results in a low albedo.

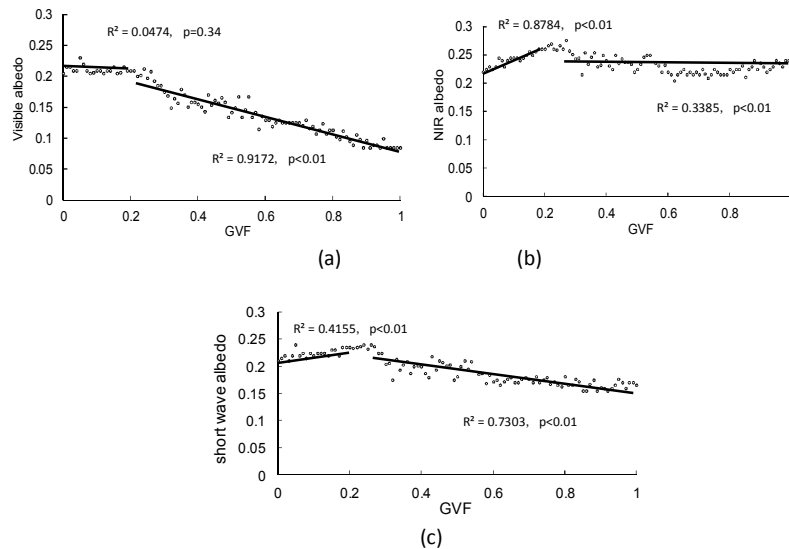


Fig. 3. Scatter plots for visible albedo (a), near infra-red albedo (b), short wave albedo (c) and green vegetation fraction (GVF) in the Greater Guangzhou in 2000.

3.2 Seasonal variation of albedo and GVF under urbanization

Table 1 presents that the urbanization rate (measured by the percentage of urban population of total population) increased by 0.2 % yr and urban expansion rate (measured by the percentage of built-up area)

reached about 0.6 % yr in the Greater Guangzhou from 2001-2007. Meanwhile, the urbanization was almost continuous, with a sharp increase of the built-up area occurred in 2004-2005.

Table 1.

year	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Urbanization rate* (%)	81	81	81.1	81.3	82.2	82.2	82.3
Percentage of built-up area (%)	7.1	7.4	8.2	9.0	9.9	10.5	11.3

*Urbanization rate defined by United Nations is the percentage of urban population to the total population and census data was collected from Guangzhou statistical yearbook (2002-2008).

Then, the interannual trends of albedo and vegetation cover (MODIS NDVI) under urbanization were examined by using 5 season smoothing average (Fig. 4). It is shown that from 2001-2005 NDVI was negatively related to urbanization rate and albedo was positively related to urbanization rate. As expected, there were sharp changes in NDVI and albedo corresponding to dramatic urban expansion and population increase during the period 2004-2005. Despite the continuation of urbanization, there was no obvious change of NDVI, and even a small decrease of albedo from 2005-2007. It might be attribute to the effects of mixed pixels and the strength of urban greening associated with further urban expansion. In addition, compared with albedo, NDVI fluctuations tended to be slightly larger, which could be due to the impacts from more extreme climate events, such as the extreme freezing in the winter of 2007 in South China.

Vegetation cover and surface albedo change are related to UHI effect, solar radiation budget and surface energy balance in these areas. The reflected radiation in urban area was sequestered by complicated architecture and could not be reflected to the atmosphere, which probably intensified the UHI effect [4, 8]. The heated upward air associated with the intensifying UHI effect could cause less precipitation. More homogenous surface composed with cropland in suburban area changes the surface roughness, wind direction and wind velocity, which could cause high evaporation and drier climate.

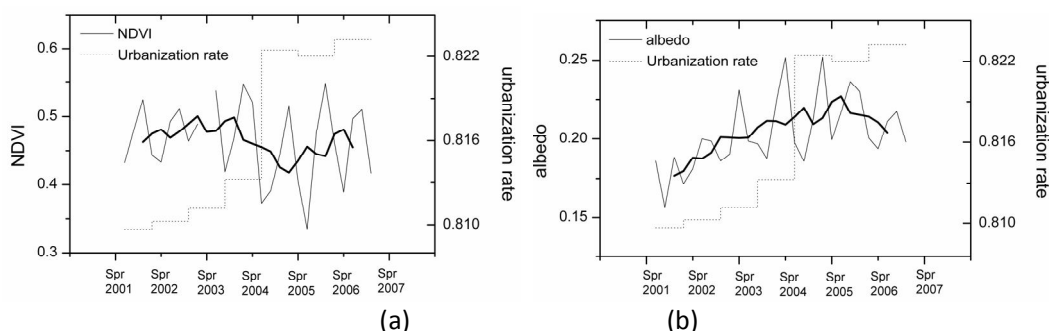


Fig. 4. Time series trends of NDVI (a) and albedo (b) from 2000 to 2007 under urbanization. NDVI and albedo datasets were processed by using seasonal maximum value composite method. Urbanization rate was derived from Guangzhou statistical yearbook (2002-2008).

4 Conclusions

The spatial variability of GVF and SW albedo from 1990-2000 were highly heterogeneous along the distance from urban to rural area in our case study. The largest variability occurred in transitional zones between urban and rural area, and are associated with strong anthropogenic impact. GVF is consistent with the level of urbanization, and the relationship between albedo and GVF shows SW albedo, visible albedo and NIR albedo responded to relative abundance of green vegetation fraction in similar ways. Lower SW albedo was found in urban/inner suburbs with lower GVF, indicating high proportion of SW radiance was likely sequestered by urban area to heat urban land surface temperature and atmospheric temperature.

Reference

1. Brest C.L. Seasonal albedo of an urban-rural landscape from satellite-observations // Journal of climate and applied meteorology. – 1987. - № 26. – P. 1169-1187.
2. Gomez F, Jabaloyes J, Vano E. Green zones in the future of urban planning // Journal of Urban Planning and Development-Asce. – 2004. - № 130. – P.94-100.

3. Gutman G, Ignatov A. The derivation of the green vegetation fraction from NOAA/AVHRR data for use in numerical weather prediction models // *International Journal of Remote Sensing*. – 1998. - № 19. – P.1533-1543.
4. Hamdi R, Schayes G. Sensitivity study of the urban heat island intensity to urban characteristics // *International Journal of Climatology*. – 2008. - № 28. – P. 973-982.
5. Liang S.L. Narrowband to broadband conversions of land surface albedo I Algorithms // *Remote Sensing of Environment*. - 2001. - № 76. – P.213-238.
6. Lim Y.K, Cai M., Kalnay E., Zhou L.M. Observational evidence of sensitivity of surface climate changes to land types and urbanization // *Geophysical Research Letter*. - 2005. - № 32.
7. Montandon L.M., Small E.E. The impact of soil reflectance on the quantification of the green vegetation fraction from NDVI // *Remote Sensing Environment*. – 2008. - № 112. – P.1835-1845.
8. Oke T.R. The energetic basis of the urban heat-island // *Q J Roy Meteor Soc*. – 1982. - № 108. – P.1-24.
9. Palle E., Goode P.R., Montanes-Rodriguez P., Koonin S.E. Changes in Earth's reflectance over the past two decades // *Science*. - 2004. - № 304. – P.1299-1301.
10. Roesch A., Roeckner E. Assessment of snow cover and surface albedo in the ECHAM5 general circulation model // *Journal of Climate*. – 2006. - № 19. – P.3828-3843.
11. Wang Y.G., Meng D.P., Zhu Y., Feng Z. Impacts of regional urbanization development on plant diversity within boundary of built-up areas of different settlement categories in Jinzhong Basin, China // *Landscape and Urban Planning*. – 2009. - № 91. – P.212-218.
12. Weng Q. A remote sensing-GIS evaluation of urban expansion and its impact on surface temperature in the Zhujiang Delta, China // *International Journal of Remote Sensing*. – 2001. - № 22. – P. 1999-2014.
13. Winton M. Surface albedo feedback estimates for the AR4 climate models // *Journal of Climate*. – 2006. - № 19. – P.359-365.
14. Zeng X.B., Dickinson R.E., Walker A., Shaikh M., DeFries R.S., Qi J.G. Derivation and evaluation of global 1-km fractional vegetation cover data for land modeling // *Journal of Applied Meteorology*. – 2000. - № 39. – P.826-839.

К ОЦЕНКЕ РЕЧНОГО СТОКА: ДОЛГОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ ДЛЯ РЕКИ ОНГИ
 ©Отгонсүрен Шар (oogi_0108@yahoo.com), Эрдэнесүх Сүмийа (serdenesukh99@yahoo.com)
Монгольський державний університет, г. Улан-Батор, Монголія

TO ESTIMATE STREAM FLOW: LONG TERM PREDICTION FOR ONGI RIVER
 ©Otgonsuren Shar (oogi_0108@yahoo.com), Erdenesukh Sumiya (serdenesukh99@yahoo.com)
National University of Mongolia, Ulaanbaatar, Mongolia

Abstract: This study is carried out in Ongiriver, which is one of the Central Asian internal drainage basins. First, we tried to find the best method to estimate evapotranspiration over Ongi river basin. In order to define the best method, we employed water balance method, evapotranspiration estimation empiric equation by Takahashi, total evapotranspiration method of Thornwaite and Blaney- Kradle. We found that the Takashi's equation was the best method to describe flow regime in Ongiriver and we improved the equation using the observed hydrological and meteorological data. A significant correlated relationship ($R=0,82$; $n=24$; $p=0.01$) was found between calculated river flow and observed river flow, which points that our finding is reliable. Based on the relation (equation), we estimated future Ongi river flow in the period of 2020-2099 using HADCM3 model scenarios of A1, B1, A1B1.

In this study, we revealed that Ongi river flow will be decreased in conjunction with increased evapotranspiration from 2020 to 2099 for all 3 scenarios. These results obtained in this study could become valuable information for the policy and activities on integrated water resources management in Mongolia.

Key words: drainage basin, water balance, evapotranspiration, depth of runoff, precipitation.

Introduction

Due to climate change, much evolution have been observed in the river basin ecosystems. These evolutionary changes surely bring negative impacts on flow regimes of rivers and lakes that are solely supported by precipitation amount. Therefore, it is vital to investigate future changes in river flow in the our country, where has shortage problem of pure water resources. In our country, researches about integrated water resources management and climate change have being done during recent years. So, I suppose that this study contribute policymakers of water resources planning and management.

This work contains main objectives which are to obtain hydrologic model using water balance equation and to determine stream flow of Ongiriver in the future. For the objectives, I have done performed such as watershed delineation and river basin morphology characteristics, study of longterm forecasting methods and estimation of evapotranspiration.

Materials and Methods

We used meteorological data in the period of 1976-2010 including river daily discharge, air

temperature and precipitation those observed at 2 hydrometeorological stations and 4 posts in the area of Ongiriver(45-47°N, 102-104°E). To predict future (2020- 2090), climate inputs from the HadCM3 scenarios (Al, Bl, A1B1) model, developed at the Hadley Centre in the United Kingdom.

Main method is water balance equation which is estimated by mean air temperature, rainfall and evapotranspiration in basin. Model output is estimated using the statistical method. The conjoint use of the long-term water balance in the river basins and the framework of statistical scaling, taking the average flow field as the scaling variable. Estimation of the long-term water balance considers the spatial variability of hydrologic fields, in which drainage basins considered the basic hydrological control volumes for estimation. Evaluation of estimates for actual and potential long-term evapotranspiration was implemented using diverse methods.

GIS approaches toward hydrologic analysis require a terrain model that is hydrologically corrected. A hydrologically corrected DEM (resolution of 30m, AstGDeM) is one in which all depressions have been filled. The GIS analysis the depressionless terrain data by applying the pour model, where water flows across the landscape from cell to cell based on the direction of the greatest elevation gradient. Another used methodology and theory are shown in detail below.

1. The differential equation for water balance of adrainage basin is given by [Manabe, 1969; Schaake, 1990],

$$\frac{ds(t)}{dt} = P(t) - E(t) - R(t) \quad (1)$$

where $S(t)$ represents soil and ground water storage as a function of time, $P(t)$ and $E(t)$ represent basin integrated precipitation and actual evapotranspiration rates, and $R(t)$ represents the total runoff leaving the basin. Total runoff $R(t)$ includes the stream flow at the basin outlet and the net integrated lateral subsurface runoff. Integrating equation (1) over long time scales say of time length T gives

$$\frac{1}{T} [S(t) - S(0)] = \frac{1}{T} \int_0^T [P(t) - E(t) - R(t)] dt = \bar{P} - \bar{E} - \bar{R} \quad (2)$$

where the bars denote time average according to the mean value theorem. Since soil and groundwater storage, S , is finite as T is increased, the quantity $[S(t)-S(0)]/T$ goes to zero. Thus, the long-term approximation for the water balance gives, $R = P - E$. Therefore, estimation of mean annual runoff requires basin integrated estimates of precipitation and actual evapotranspiration. To illustrate the validity of $R = P - E$, as an adequate long-term approximation, it can be shown that the magnitude of the maximum error is bounded above by,

$$|P - E - R| \leq \frac{S_{max}}{N} \leq 15mm/year \quad (3)$$

2. Methods of estimating potential and actual evaporation

Takahashi formula:

Based on river basin mean precipitation and air temperature.

$$ET = 3100 P / [3100 + 1.8 P^2 * \exp^{-34.4T_m / (235 + T_m)}] \quad (4)$$

where, T_m - month mean temperature °C P - month precipitation, MM Therefore I should choose Takahashi that is high accuracy.

3. Model for estimating effects of climatic change on runoff

Following Wigley and Jones (1985), we begin with the water-balance equation for a drainage basin

$$Q = P - ET \quad (5)$$

where Q , P , ET are long - term average values of runoff, precipitation, and evapotranspiration, respectively. Designating the runoff ratio, defined in as w , we have

$$Q = w * P \quad \text{and} \quad ET = (1-w) * P \quad (6)$$

Now suppose a change in climate causes both precipitation and evapotranspiration to change by the relative amounts p and e , respectively, so that

$$P_1 = p * P_0 \quad \text{and} \quad ET_1 = e * ET_0 \quad (7)$$

where subscript 0 indicates present values and subscript 1 indicates the new values. Combining equations we can write

$$q = \frac{Q_1}{Q_0} = \frac{p - (1-w)e}{w} \quad (8)$$

Equation a gives the relative change in runoff as a function of the present runoff ratio and the relative changes and evapotranspiration.

Results

1. In order to achieve purpose of the study, we need estimate mean basin air

temperature and mean rainfall amount in the river basin

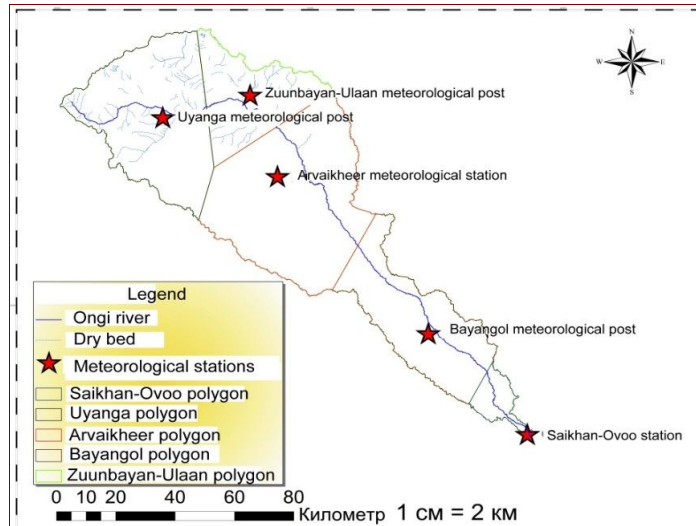


Fig. 1. Thiessen polygon delineation for estimation of mean basin rainfall

2. There is clear tendency of increase of basin air temperature and decrease of basin rainfall
- Since systematic observation for rainfall in the basin, rainfall amount is decreased by about 25 mm.
3. Temperature is increased by 2°C in the river basin. Such increase of air temperature is main factor of drying of the river basin.
 4. Estimated basin mean air temperature and rainfall served as input of the Takahashi method for estimation of basin evapotranspiration and accuracy of the method is estimated by comparison of observed runoff and estimated runoff by the water balance equation.

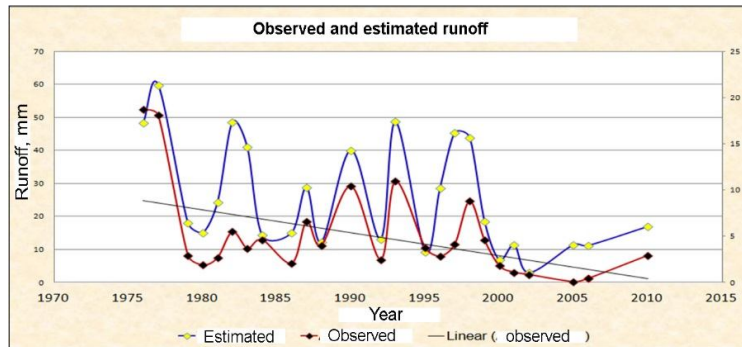


Fig. 2. Observed and estimated runoff by the water balance equation

Correlation coefficient between observed and estimated runoff was 0,77 which was quite reasonable number. Although there was some discrepancy between observed and estimated runoff in terms of absolute values. For this reason we made some correction using following relationship

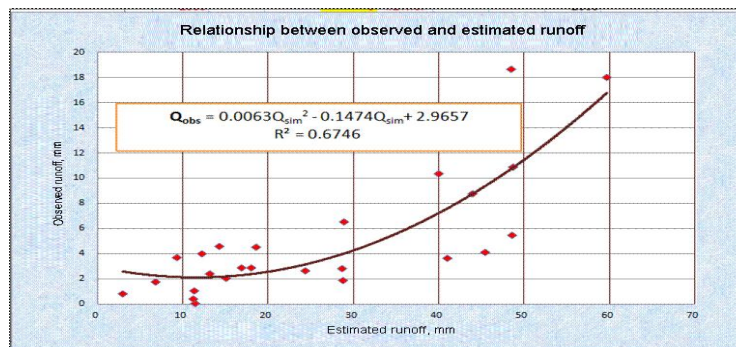


Fig. 3. Relationship between observed and estimated runoff by the water balance equation (evapotranspiration by the Takahashi method)

Finally, we estimated future runoff of the Ongi river for 2020-2099 years using equation 9 where air temperature and rainfall simulated by Hadley CM3 model (P.Gomboluudev, 2011).

$$Q_{\text{estimation}} = P - 3100 P / [3100 + 1.8 P^2 * \exp^{(-34.4 T_m / (235 + T_m))}] \quad (9)$$

Estimated future runoff also was corrected by above relationship.

$$Q_{\text{future}} = 0.0063 * Q_{\text{estimation}}^2 - 0.1474 Q_{\text{estimation}} + 2.9657 \quad (10)$$

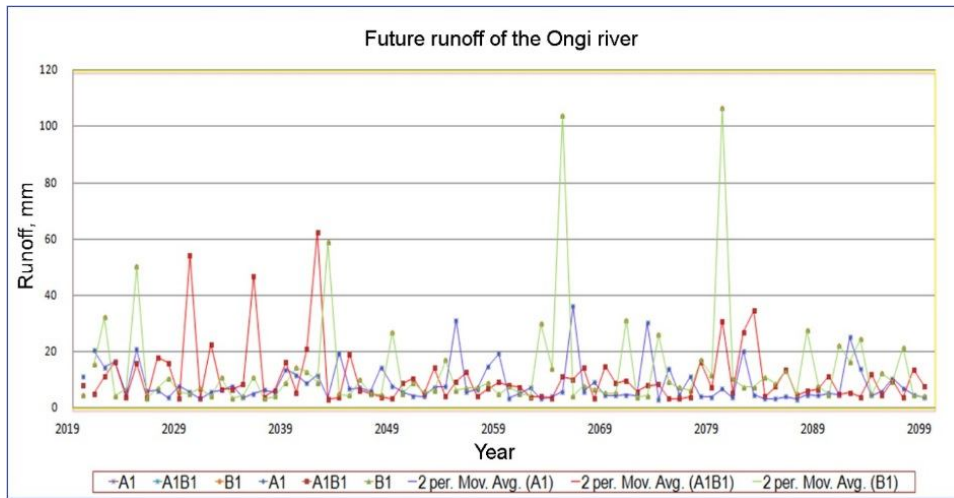


Fig. 4. Future runoff of the Ongiriver estimated by HadCm3 model under there different scenarios A1, B1 and A1B1

Estimated runoff with different probability of occurrence was unrealistic under B1, A1B1 scenarios while A1 provide better estimation.

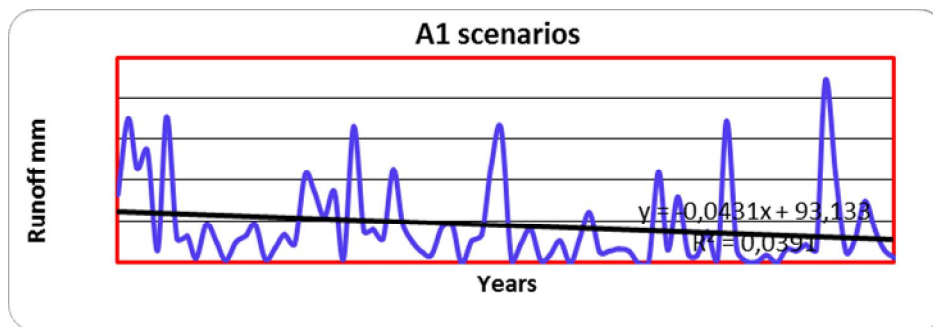


Fig. 5. Future runoff variation estimated by A1 scenarios

Comparison between estimated mean runoff and observed one shows quite good matching in terms of mean values. Our estimation shows that annual mean runoff of the Ongiriver is estimated to be decrease by 20 percent during the period of 2020-2090.

Conclusions

1. Estimation of runoff by the HadCm3 model under A1A1, A1 scenarios provide unrealistic results.
2. Correlation coefficient between observed and estimated runoff was 0.77 and thus mean basin runoff can be estimated by mean air temperature and mean basin rainfall on the annual base. Therefore, we need to continue calibration of Takakhashi method for our condition.
3. After correction of estimated runoff by regression equation between observed and estimated runoff correlation coefficient increased up to 0.82. It shows some confidence possibility to estimate runoff of the Ongiriver.
4. Increasing of air temperature which causes intensive basin evapotranspiration and decreasing tendency of rainfall amount are main factor of drying of the river basin.
5. Our estimation shows that runoff of the Ongiriver is expected to decrease by 20 percent during the period of 2020-2090.

Finally, we would like to conclude importance and need of such studies with better input data and estimation methodology. Therefore, our next purpose will be calibration of different water balance models in the Ongi river combination of different evapotranspiration methods.

Reference

1. Dawai Han. Concise Hydraulics. – 2008.
2. Department Of Water Resources Engineering. Methods Of Estimating Potential And Actual Evaporation. – 2005.
3. Journal Of Hydrologic Engineering. Linking Long-Term Water Balances And Statistical Scaling To Estimate River Flows Along The Drainage Network Of Colombia. – 2007.
4. Lawrence Dinsman. S. Physical Hydrology. - Second Edition, 2008.
5. Processes Metq 98 And Its Applications.
6. Subramanya K. Engineering Hydrology. - Third Edition, 2008.
7. WWF Mongolia Programme Office. Assessments Of Climate Change And Anthropogenic Impacts Into Hydrological Systems Of Onon, Kherlen And Khalkh River Basins, Mongolia. – 2008.
8. Ziverts and I. Jauja. Mathematical Model Of Hydrological, 1993.
9. Авдай Ч, Энхтуяа Д. Судалгаа шинжилгээний ажил гүйцэтгэх арга зүй, статистик боловсруулалт, математик загварчлал оновчлол. - 2007.
10. Экологи тогтвортой хөгжлийн төв. Онги голын ус татарч буй шалтгаан нэгдсэн дүгнэлт. – 2006.
11. Оюун.Р, Батжаргал З. Байгалийн юмс үзэгдлийг шинжлэхэд математик статистик арга хэрэглэх нь. – 1989.
12. Шелотко В.А. Численные методы в гидрологии. -1983.

ВЛИЯНИЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПОТЕПЛЕНИЕ КЛИМАТА НА ВНУТРЕННЕМОНГОЛЬСКОМ ПЛАТО

©Цюаньцин Шао¹ (shaoqq@igsnr.ac.cn), Цзюнь Чжай^{1,2}, Цзюань Лю¹

¹ Институт географии и природных ресурсов КАН, г. Пекин, Китай

² Колледж Китайской академии наук, г. Пекин, Китай

IMPACT OF LAND USE/COVER TYPE ON CLIMATE WARMING IN INNER MONGOLIA PLATEAU

©Quanqin Shao¹ (shaoqq@igsnr.ac.cn), Jun Zhai^{1,2}, Jiyuan Liu¹

¹ Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research CAS, Beijing, China

² Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing, China

Abstract: Land use / cover change (LUCC) would impact on near-surface air temperature measurements. Based the temperature data from meteorological stations, 1:10 LUCC data sets and NCEP reanalysis air temperature data, this article used of "observation minus reanalysis (OMR) dismantling of land cover on temperature variations in individual contributions, with Sen trend calculated method and Mann-Kendall nonparametric test to calculate and analyze the air temperature trends caused by different land cover types, and different land cover change types in the Inner Mongolia between 1980-2010. The results show that the study area for nearly 30 years LUCC overall temperature showed significant warming, an increasing trend of 0.29°C/10. Different land cover types of temperature warming trend descending order were: sandy land construction land grassland farmland, but also has significant space difference.

Key words: Meteorological stations, LUCC, OMR, temperature change trend.

Introduction

By the increase in greenhouse gas-induced climate change has become a hot issue of the large number of research (Canadell and Raupach 2008; Marland et al. 2003), LUCC impacts of climate change has not yet got a comprehensive and full attention. Land use/land cover types of changes affect the underlying surface of the surface physical characteristics (such as urbanization, farmland, deforestation, etc.), to change the land-atmosphere exchange processes, and greenhouse gas together constitute major factors of human influence on climate processes. Inner Mongolia Plateau across from the eastern humid and sub-humid lands to the western arid and semi-arid region, and is the joining area of eastern China monsoon region and the arid area of Northwest, but also typical areas of comparative analysis of different climatic environment, the understanding of our country and the entire East Asia climate change has important significance. Recent studies have shown that the temperature trend analysis at the regional scale is more representative than at individual sites, especially temperature change from land cover changes (Mishra and Lettenmaier 2011). Therefore, the use of surface observations comprehensive analysis of the entire study area of climate change is more scientific significance than comparison between individual sites. In this paper, Inner Mongolia

temperature data of 115 meteorological stations, NCEP reanalysis as well as 1990, 2000, three 1:100000 land use/land cover data, are used to analyze the contribution of different land cover types for air temperature.

Data and Method

1. Meteorological stations data

In this study, Inner Mongolia 115 meteorological stations of monthly average temperature data total 31 years from 1980-2010 were used. The data quality control were processed strictly and generated the shared data set.

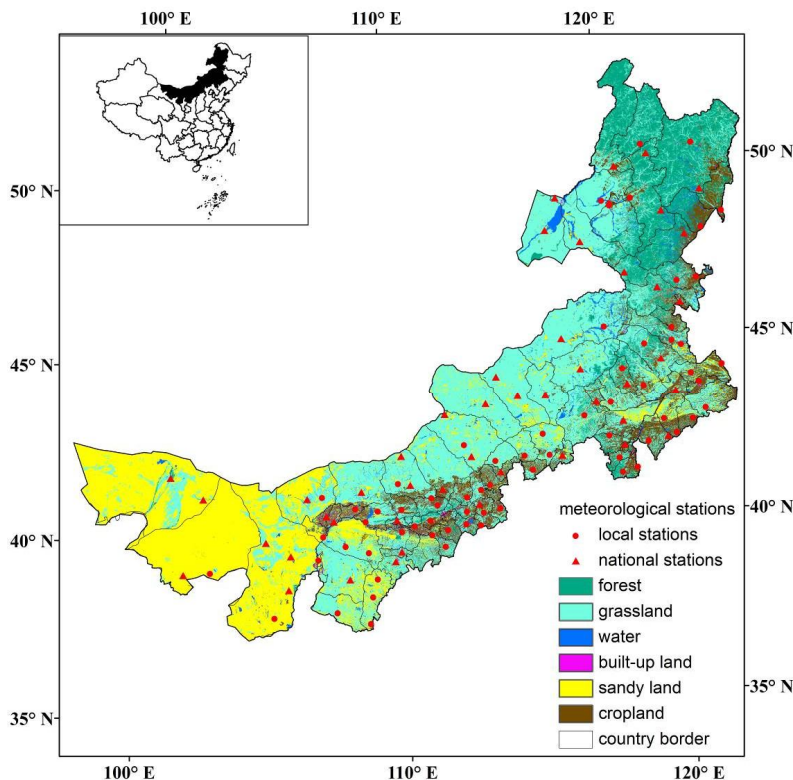


Fig. 1. The distribution of meteorological stations and land use/cover change in the Inner Mongolia

2. Reanalysis data and temperature analysis methods

The estimate of LUCC effect on temperature was calculated by the difference of observed data and reanalysis data, called “Observation minus reanalysis” (OMR) method (Kalnay and Cai 2003). Due to the NCEP reanalysis data assimilation unused surface observation data, and then the temperature data is not sensitive to the physical characteristics of the underlying surface. Therefore, the temperature difference of ground-based observations minus the NCEP temperature, called OMR temperature, could reflect the contribution of the underlying surface land cover changes for temperature. The OMR method can mask the observed temperature and the reanalysis of long time series of temperature scale climate fluctuations, is conducive to estimate the contribution of the change in the nature of the surface physical climate.

3. LUCC and buffer region

The 1990, 2000 and 2005 Inner Mongolia 1:100000 LUCC data (~30m spatial resolution) was obtained from the Data Center of Resources and Environment, Chinese Academy of Sciences. The 25 classes of land cover were further grouped into 6 aggregated classes of land cover (Liu et al. 2005). Here, the cropland, grassland, built-up land and sandy land were chosen for analysis.

Table 1.

The major land use/cover change during study area	
1st level classes	2nd level classes
Cropland	11 Paddy land 12 Dry land
Grassland	31 Dense grass 32 Moderate grass 33 Sparse grass
Built-up land	51 Urban built-up 52 Rural settlements 53 Others
Sandy land	61 Sandy land 62 Gobi 63 Salina 65 Swampland 66 Bare soil 67 Others

This article choose the 3km radius buffer land cover types around meteorological stations to analyze. The area which exceed 50% during the buffer of the all three periods data were chosed as the typical land cover type stations. The trends of year average temperature and season average temperature were calculated.

4. Air temperature trend analysis method

This article calculated the observed temperature, NCEP reanalysis temperature and OMR average annual temperature and the quarter average temperature trend value. The starting point of the period could cause inconsistent results of the analysis, so we select different start time and end time for different analysis in order to better clarify the problem from a different angle. For example, the temperature analysis in the region long time series of temperature space distribution of the Inner Mongolia region is to select the 1980-2010 time period, and we select the 1990-2010 period for the LUCC matching analysis. This article choose the Mann-Kendall and Sen trend analysis for each site temperature trend analysis, which have more robust outliers process than the least squares regression analysis (Kendall 1948; Sen 1968).The advantage of this method is that the building statistics would not affecting by the non-normality of the temperature data, seasonal changes and incomplete data.

Result and analysis

1. Inner Mongolia Plateau temperature trend spatial patten between 1980-2010

The 115 stations in the Inner Mongolia region 1980-2010 average annual temperature of 10-year moving average time series were analysed and the result showed that all sites observed temperature, the NCEP temperature, OMR temperature, showed a gradual increase trends(figure. 2). Region observed temperature warming trend mean is 0.58 ° C/10, the NCEP temperature trend is 0.29 ° C/10 years, OMR temperature trend is 0.29 ° C/10.

The sites observed temperature trends showed that more than 90 % of the site through the 0.05 level of significance test, 53 % of the site through the 0.001 level of significance test. In the figure 3A, temperature trend have a significant spatial distribution characteristics of arid and semi-arid regions, and the Wulanchabu with the Xilin Gol League in the Sahel area have the largest warming trend and the Hohhot followed, but the warming trend is greater than the eastern Chifeng, Tongliao agricultural and husbandry transitional zone. In cold temperate humid and sub-humid lands, south of Daxinganling forest grass have the smallest warming trend.

The OMR temperature of the all sites has a warming trend of 0.29 ° C/10 years. The LUCC contribute to a 57 % temperature warming. 84 % of the site through the 0.05 level of significance test, 28 % of the site through the 0.001 level of significance test. In figure 3B, Wulanchabu, central Inner Mongolia at the junction with the Xilin Gol League in the Sahel area have the largest trend, followed by around Hohhot, eastern Chifeng, Tongliao pastoral transitional zone and south of Daxinganling forest and grass land. And even individual site have cooling trend.

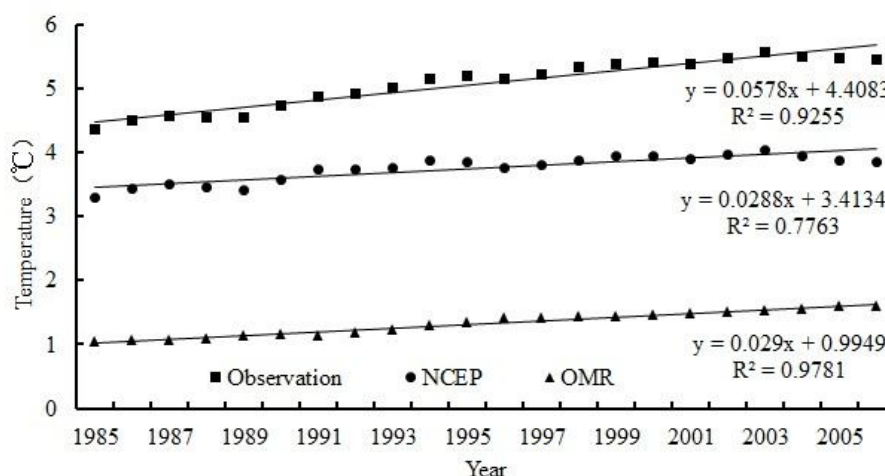


Fig. 2. 10-year moving average of time series variation diagram for meteorological stations annual mean temperature during 1980-2010

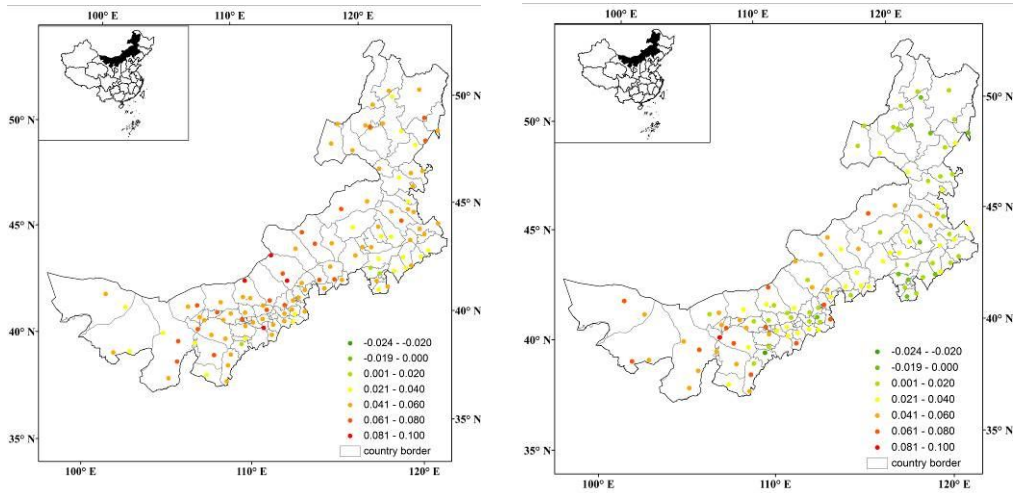


Fig. 3. A: The spatial distribution of Sen' slope of meteorological station observation temperature during 1980-2010. B: The spatial distribution of Sen' slope of meteorological station OMR temperature during 1980-2010

Observed temperature trend or OMR temperature trends have significant correlation with climatic zones and underlying surface land cover features. These two trends are gradually increase from the humid and sub-humid region of eastern part of Inner Mongolia to the arid and semi-arid regions of weasten part. These trends show a gradual decline feature from the desert steppe region in northern part to the farming and pastoral transitional zone in southern part. OMR temperature could reflect the individual contributions of the temperature changes from LUCC. There is significant trend difference between the forest and grass land in notrheatern and the desert steppe in central and western Inner Mongolia. This also reflects the effect of LUCC spatial pattern for the temperature.

2. Temperature and trend of different land cover types in the Inner Mongolia Plateau

Figure 4 showed the observed and OMR annual average temperature change of four land cover types during the buffer around meteorological stations. The two type temperature both showed that sandy cropland built-up land grasslan. The temperature of cropland is higher than the grassland temperature although they were both the vegetation cover region. The reason may be that the cropland usually around the built-up land and would be affected by human heat source. The grassland stations during the humid and semi-humid climate region in northeastern Inner Mongolia would be affected by the forest around the stations.

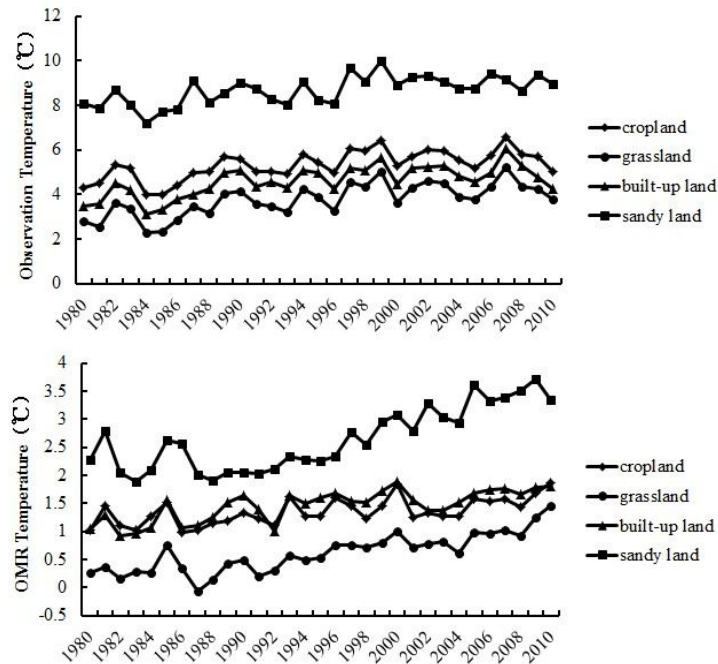


Fig. 5. The variation of observation temperature and OMR temperature of four land cover types during 1980-2010

Conclusions

1. From humid and semi-humid region to arid and semi-arid region, temperature warming trend increased gradually, especially reached the highest during the western of Inner Mongolia, which is mainly desert. However, this warming trend decreased gradually from northern to southern in Inner Mongolia, which is the pastoral transitional zone. During 1980-2010, OMR temperature trend is $0.29^{\circ}\text{C}/10\text{yr}$, which indicated the contribution of underlying surface is 57 % for the temperature warming.

2. The observer and OMR temperature of four land cover types had obvious difference by comparing. The order is sandy land cropland built-up land grassland. However, the compare of OMR temperature indicated that the order of contribution of four land cover type is: sandy land built-up land grassland cropland. This indicated the land cover type not only affected the temperature, but also affected the temperature trend.

Reference

1. Canadell J.G. & Raupach M.R. Managing forests for climate change mitigation // *Science*. – 2008. - № 320. – P.1456-1457.
2. Kalnay E. & Cai, M. Impact of urbanization and land-use change on climate // *Nature*. – 2003. - № 423. – P. 528-531.
3. Kendall M.G. Rank correlation methods. - 1948
4. Liu J.Y., Tian H.Q., Liu M.L., Zhuang D.F., Melillo J.M., & Zhang Z.X. China's changing landscape during the 1990s: Large-scale land transformations estimated with satellite data // *Geophysical Research Letters*. – 2005. - № 32. - L02405.
5. Marland G., Pielke R.A., Apps M., Avissar R., Betts R.A., Davis K.J., Frumhoff P.C., Jackson S.T., Joyce L.A., Kauppi P., Katzenberger J., MacDicken K.G., Neilson R.P., Niles J.O., Niyogi D.d.S., Norby R.J., Pena N., Sampson N., & Xue Y. The climatic impacts of land surface change and carbon management, and the implications for climate-change mitigation policy // *Climate Policy*. – 2003. - № 3. – P.149-157.
6. Mishra V., & Lettenmaier D.P. Climatic trends in major US urban areas, 1950–2009 // *Geophysical Research Letters*. – 2011. - № 38. - L16401.
7. Sen P.K. Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau // *Journal of the American Statistical Association*. - 1968. - № 63. – P. 1379-1389.

ЛАНДШАФТЫ ПОД ВНЕШНИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ В ЦЕНТРАЛЬНОМ РЕГИОНЕ МОНГОЛИИ

©Ренчинмядаг Т. (myadag_2004@yahoo.com)

Институт географии МАН, г. Улан-Батор, Монголия

LANDSCAPES OF EXTERNAL EXPOSURE TO THE CENTRAL REGION OF MONGOLIA

©Renchinmyadag T. (myadag_2004@yahoo.com)

Institute of Geography MAS, Ulaanbaatar, Mongolia

Abstract: The geographical position of Mongolia (temperate latitudes of the northern hemisphere), high prevalence areas with mountainous terrain and a relatively weak distribution of plains – factors facilitating exposure of landscapes to outside influences as defined by the changes in the following dynamic processes:

- Climate (change in both macro-and micro-climate entails draining the land due to lack of moisture, and reduce the volatility of precipitation);
- The mode of surface water (decrease in water level);
- Morphodynamical (increased water and wind erosion events);
- Soil (soil drainage);
- Vegetation (disturbance of vegetation);
- Changes of fauna (reduction goals, migration).

Key word: morphodynamical, landscape, very weak, weak, moderate, strong, sever, anthropogenic influence.

In view of these factors in the central region within the framework of the types and subtypes defined exposure landscapes outside influences on the following degrees of change: *very weak, weak, moderate, strong, severe*. Territories of different terrain types differ in soil fertility, biological characteristics and potentials.

1. *In a very weak degree* outside influences are landscapes that are not used on the farm, where not many herds are grazing animals and are in hard-to-vertex alpine areas. These landscapes are mountain taiga and mountain forest landscapes. As a result of weathering formed clastic rocks and scree in kurume, there are steep rock faces and cliffs. The soil cover is thin, not suitable for use in farming. Occasionally there are steppe landscapes due to scant moisture or remoteness can not be used in animal husbandry.

2. *By weak slightly* susceptible to outside influence landscapes are landscapes, to a very weak extent used in agriculture, therefore, no significant changes in vegetation and soil cover. These landscapes are areas remote rugged terrain and boreal forests Khentei. As noted in the previous chapter, under the influence of rainfall and other climatic conditions here formed stable soil with dense vegetation that prevents erosion process.

In recent years the logging start and cover some areas of the forest landscape mountain Khentei, more forest wildfires. By this classification include landscapes and mountainous river valleys. They are in the overwhelming majority of the narrow gorge. This much rain falls, so marshy soil, rivers are flowing and fleeting as a result of a significant bias. Starting from the middle to the increasing dryness of the mouth, but as the ground water is close to the surface, this does not affect the dryness of vegetation biomass and good. The landscapes are less susceptible to outside influence. In the steppe landscape there is a slight change of the ratios in the plant complex and minor damage to shrubs.

3. *The landscapes in the moderate*, vulnerable to outside influence, increased vegetation types that are resistant to this effect. Diminishes the role of pasture land. Up to 30% of the surface exposed to exploitation, sometimes observed the destruction caused by water erosion. This also includes areas occupied or used regularly allowable cut seasonal pastures. By the landscape in moderate susceptible to outside influence, is forest landscape. In the changing landscape of steppe vegetation types and components of their morphology.

4. *Strong susceptible to outside influence landscapes* with dramatically altered the composition of vegetation, which is dominated by annuals and weeds, forests cut down greatly. Up to 30% of the slopes occupied by pastures, which is everywhere apparent soil destruction, impaired fertility of the soil. This classification also includes land Mongoli, which was carried out and maintained planted, as well as land subject to year-on-year to fire. This also includes the territory of the intermountain valleys and river terraces, which are due to declining groundwater levels and the loss of connection between soil layers lose signs of meadow soils exposed steppe formation process and low vegetation cover. Such land with grass landscape observed in the dry-brown soil in the territories. Severe disruption is observed on the marginal ridge mountains Khentei with low-mountain terrain. Chestnut and black and chestnut soils, common on the slopes of mountains and hills, poor biomass. The soil is black earth of these mountains are mostly loamy and gravelly. Near population centers on the ever-used pasture slopes of low mountains, especially in areas with light-textured soils, landscape heavily exposed to destruction.

5. *It is severe susceptible to outside* influence landscapes are those where the original vegetation is almost completely destroyed, in most annual weeds are growing. These places include the residential areas in the basin, including Selenge, Darkhan city, Soum Zuun, Baruun Kharaa and river Tuul, Kharaa land that are in the mining areas – Zaamar, Hongor, Mandal, Bornuur, Sumber, Umnugovi and Dundgovi etc etc.. In the valleys around pasture fields of land subject to the almost total destruction of the landscape and the surrounding area is completely lost their original appearance.

The character of the anthropogenic influence on the central region of Mongolia

The main factors of the anthropogenic influence on the ecosystems of central region are: intensive pasture, industrial way of gold-mining, forest fires owing to the human's actions.

Cattle breeding are the traditional and the main craft in the countryside in Mongolia. But grow of the number of cattle make it dangerous for existence of some ecosystems. Cattle breeding are developed in the flat part of the lowland swamps in steppe and forest-steppe zone.

Forest wildfires are bthe disaster for the Khentei taiga part of the Mongoli. As a result, wood layer of birch was lost and grass-shrubs and moss layers were changed a lot.

Industrial gold mining dangerous for the existence of wetland ecosystems of the region, not only in the mountains of taiga, where the gold is extracted, but also in the flat country, which are connected, as a rule, with river basin.

Reference

1. Report Institute of geography // MAS. - UB.,2010.
2. Report ministry of environment. - UB., 2007.
3. Landscapt planning. - Irkutik, 2002.
4. Landscapt planning. - Irkutik, 2005.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ LANDSAT ДЛЯ КВАНТИФИКАЦИИ ОЗЕРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ДАРХАТСКОЙ КОТЛОВИНЕ В СЕВЕРНОЙ МОНГОЛИИ

©Saruulzaya A.¹ (saruulzaya@gmail.com), Жамбалжав Я.², Гансүх Я.²

¹Университет Хоккайдо, г. Саппоро, Япония

²Институт географии МАН, г. Улан-Батор, Монголия

APPLICATION OF LANDSAT SATELLITE DATA FOR THE QUANTIFICATION OF THE LAKE CHANGES IN THE DARKHAD DEPRESSION, NORTHERN MONGOLIA

©Saruulzaya A.¹ (saruulzaya@gmail.com), Jambaljav Ya.², Gansukh Ya.²

¹Hokkaido University, Sapporo, Japan

²Institute of Geography MAS, Ulaanbaatar, Mongolia

Abstract: We quantified the lake changes in the Darkhad depression based on the Landsat satellite imagery. The Landsat Thematic Mapper and Enhanced Thematic Mapper Plus (TM and ETM+) imagery was acquired for summer months (1986/07/23, 1995/06/30, and 2007/07/17). Lake areas on the imagery were delineated by the normalized difference water index (NDWI). Lakes in raster format were converted to vector-based shape-files using by ArcGIS software. We found 1038 lakes in the Darkhad depression during the study period. These lakes were arbitrarily subdivided by size into four categories: small lakes, medium lakes, large lakes, and very large lakes. Small lakes occupy an area ranging between 1 to 10 ha and constitute about 73 % of the 403 lakes in the considered area, but only 6.6% of the total lake area combined in 1986. Approximately 3.4 % of the lakes sampled exceeds 100 ha in area (large and very large lakes), accounting for 76 % of the total lake area sampled. Only 3 lakes have an area greater than 1000 ha, and the maximum size is 5233.8 ha. The 28 new lakes have appeared by 61 ha in 1986-1995, whereas 15 new lakes formed by 32.1 ha in the Darkhad depression between 1995 and 2007. There was a significant increasing trend in mean annual air temperature since the 1979s for the Darkhad depression. Besides, there was no significant trend in summer precipitation during the same period.

Key words: lake, changes, Darkhad, northern Mongolia, and Landsat.

1. Introduction

The Darkhad depression is located in northern Mongolia, close to the Mongolia-Russia border, is one of the most interesting examples of vast lakes, and thermokarst lakes. Thermokarst lakes are common features of northern high-latitude regions where ice-rich permafrost exists. Thermokarst lakes are formed due to thawing permafrost and melting of massive ground ice [1]. Therefore, occurrence of active thermokarst lakes often indicated that permafrost is unstable and warming [5].

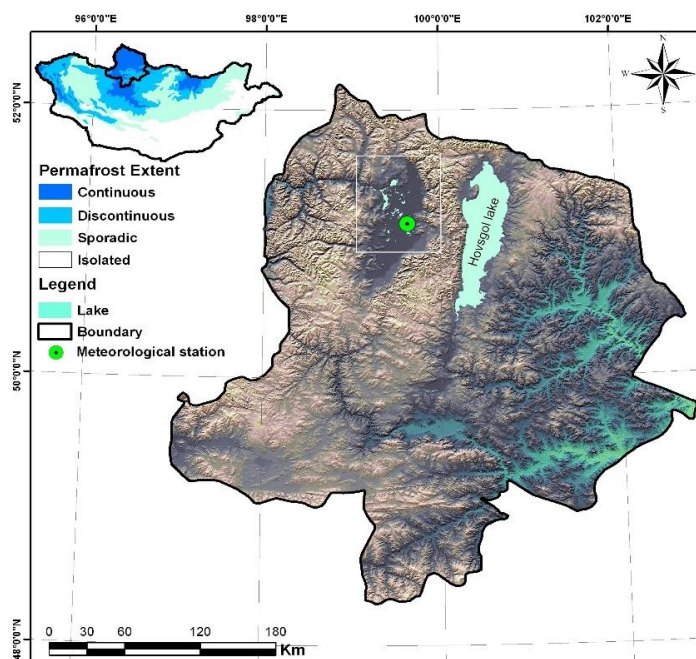


Fig. 1. Darkhad depression in the Hovsgol province and permafrost distribution map of Mongolia

The Darkhad depression is characterized by ice-rich continuous permafrost. The surface of the permafrost experienced strong thermal erosion, which resulted in the formation of thermokarst lakes on the depression floor [3]. The permafrost is probably thawed under the largest lake, the Dood Tsagaan, which occupies the lowest part of the Darkhad depression. During the last decades, efforts of many scientists have been focused on the study of geocryology, geology, geomorphology, and environmental changes in the Darkhad depression [2, 3].

The purpose of this study is to quantify of the lake changes in the Darkhad depression. For this Landsat satellite imageries from the past 21 years were used. The application of remote sensing data for the monitoring of these largely remote and extensive landscapes is often the most cost-effective tool, and is therefore a fast growing research area. By using remote sensing, it is possible to observe such environments frequently and at large scales, observe changes, and deliver basic data for the depression.

2. Topography and environmental settings

The Darhad depression is an area which is located in northwestern part of Mongolia, and consists of the natural special situation (Figure 1). The depression is surrounded by high-mountain ranges ~ 3200 m above sea level, which is approximately 100 km long from north to south and 20-40 km wide. The depression floor is at 1540 m above sea level and is covered by numerous thermokarst lakes, which of Dood and Deed Tsagaan Nuur, Targan Nuur are the largest. Many medium to large rivers feed the Darkhad depression. The depression drained by the Shishigt river, a head of the Yenisei River [3].

The Darkhad depression is characterized by several types of landscapes formed in different geomorphologic and moisture conditions. There are three zonal types of landscapes which are taiga, forest steppe, and steppe. Most of the depression floor is forest-free. The vegetation assemblages are dominated by boreal species, which can survive in severe climate conditions [2]. The depression is characterized by ice-rich continuous permafrost. This area contains widespread mountain permafrost, and comprises the southern fringe of the Siberian continuous permafrost zone. Mean annual permafrost temperature is -1°C to -2°C in the depression. Active-layer thickness is shallow ~0.5 to 1.0 m (4). On the depression, permafrost related landforms such as pingo, ice-wedge polygon, hummock, and thermokarst are extensively distributed [6].

3. Data and Methods

In this study, we used the Landsat Thematic Mapper and Enhanced Thematic Mapper Plus (TM and ETM+) satellite imagery (1986/07/23, 1995/06/30, and 2007/07/17) to quantify the lake changes in the Darkhad depression. The imagery obtained from the United States Geological Survey (USGS). Smoke from wildfires and clouds were a major limitation in acquiring useful the satellite imagery from the summer months. All imagery re-projected to UTM zone 48N, and all bands were mosaicked to cover the Darkhad depression.

Lake areas on the images were delineated by the normalized difference water index (NDWI). Lakes in raster format were converted to vector-based shape-files using by ArcGIS 10 software. In this analysis, a minimum lake size of 1 ha (10 pixels) was chosen as the cut-off for the lake change analysis. Besides, we calculated the normalized difference vegetation index (NDVI) at each image. In addition, we shortly described the methods of NDWI and NDVI.

$NDVI = \frac{(band4 - band3)}{(band4 + band3)}$ NDWI and NDVI were computed for each pixel using the following equations [1, 2].

$NDWI = \frac{(band4 - band5)}{(band4 + band5)}$ Where:

We used meteorological data to evaluate the correlation between lake and hydro-climatology parameters. The meteorological data from 1979 to 2007 were obtained from the Lkhumberenchin station which is located in the Darkhad depression. Using the monthly mean air temperatures, and precipitation data, we estimate the mean annual air temperature (MAAT), total summer precipitation (P) for June, July, August, and September (JJAS).

4. Results

We identified 1038 lakes on the Darkhad depression in 1986, 1995, and 2007. These lakes were arbitrarily sub-divided by size into four categories: small lakes, medium lakes, large lakes, and very large lakes (Table 1). The lake behaviors on the Darkhad depression are summarized in Table 1. Small lakes occupy an area ranging between 1 to 10 ha and constitute about 73 % of the 403 lakes in considered in the study, but only 6.6 % of the total lake area of all lakes combined in 1986. Approximately 3.4 % of the lakes

sampled exceeds 100 ha in area (large and very large lakes), accounting for 76 % of the total lake area sampled. Only 3 lakes have an area greater than 1000 ha, and the maximum size is 5233.8 ha.

Figure 2 shows the difference of the lakes on the Darkhad depression between 1986 and 2007. Over the entire 1986-2007 study period, the majority (more than 76 %) of the lakes surveyed decreased in the lake area. The 28 new lakes have appeared by 61 ha in 1986-1995, whereas 15 new lakes formed by 32.1 ha between 1995 and 2007.

Table 1.

Type of lakes	Size (ha)	1986		1995		2007	
		Number	Area (ha)	Number	Area (ha)	Number	Area (ha)
Small lakes	1 to 10	298	997.8	226	708.4	202	591.0
Medium lakes	10 to 100	91	2527.2	91	2078.9	90	1828.5
Large lakes	100 to 1000	11	2992.9	10	1845.7	10	1622.8
Very large lakes	1000 up	3	8387.0	3	7434.3	3	7381.5
Total		403	14904.9	330	12067.3	305	11423.8

All lake categories showed a reduction in the lake area from 1986 to 2007 (Table 1), which consistent with the analyzed hydro-climatology data at the Darkhad depression (Figure 3). As shown in the Figure 3, trend of MAAT was significantly increased by 2.4°C for the depression as demonstrated in disappearing and decreasing of lakes. During the study period, some new lakes were formed in 1995 and 2007, which correlated the melting of ice-rich permafrost due to the significant increasing trend of MAAT. Whereas, summer precipitation has 320 mm in 1986, 147 mm in 1995, and 167 mm in 2007, respectively, its trend has almost constant.

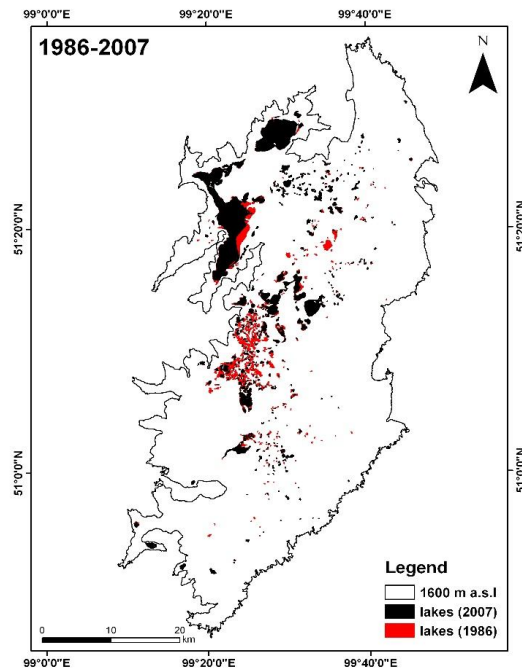


Fig. 2. Difference of thermokarst lakes on the Darkhad depression between 1986-2007

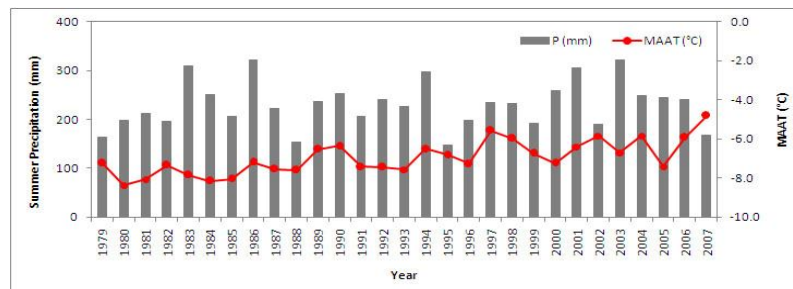


Fig. 3. Trends of the total summer precipitation (P/mm), and mean annual air temperature (MAAT/°C) at the Darkhad depression (1986-2007)

Figure 4 showed the normalized difference vegetation index (NDVI) at the Darkhad depression in 1986, 1995, and 2007, respectively. The NDVI was correlated with the summer precipitation for each year.

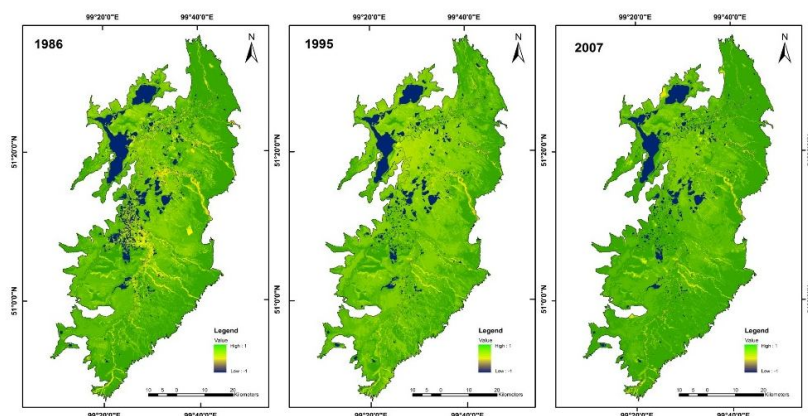


Fig. 4. NDVI at the Darkhad depression between 1986-2007 based on Landsat imagery

5. Conclusion

We quantified lake changes at the Darkhad depression in the northern Mongolia using the Landsat satellite imagery over the past 21 year period. That medium resolution Landsat satellite imagery was useful to investigate lake changes in the larger scale areas. The results indicated that thermokarst lakes decreased by 23 % in total area, and the number of lakes (24 %) over the Darkhad depression in the continuous permafrost zone. We suggest that future research on lakes and thermokarst lake changes in the Darkhad depression should describe active erosion processes and quantify erosion rates, in small, medium, and large lakes respectively.

Reference

1. Grosse G., Romanovsky V., Walter K., Morgenstern A., Lantuit H., Zimov S. Distribution of thermokarst lakes and ponds at three Yedoma sites in Siberia // *Proceedings of the Ninth International Conference on Permafrost*. - 2008. - P. 551-556.
2. Nishida H., Jamsran Ts. Darhadyn Wetland in Mongolia. - 2009.
3. Krivonogov S.K., Kashiwaya S.Yi, K., Kim J.C., Narantsetseg T., Oyunchimeg T., Safonova I.Y., Kazansky A.Y., Sitnikova T., Kim J.Y., Hasebe N. Solved and unsolved problems of sedimentation, glaciations and paleolakes of the Darhad Basin, Northern Mongolia // *Quaternary Science Reviews*. - 2012. - № 56. – P.142-163.
4. Sharkhuu A., Sharkhuu N., Etzelmuller B., Heggem F.B., Nelson F.E., Shiklomanov N.I., Goulden C.E., Brown J. Permafrost monitoring in the Hovsgol mountain region, Mongolia // *Journal of Geophysical Research*. - 2007. - № 112. - DOI 10:1029/2006JF000543.
5. Smith L.C., Sheng Y., MacDonald G.M., Hinzman L.D. Disappearing Arctic Lakes // *Science*. - 2005. - № 308. – P. 1429.
6. Tumurbaatar D. Permafrost in the Darkhad depression of Khovsgol // *Proceeding of the International Symposium on Mountain and Arid Land Permafrost*. Ulaanbaatar, Mongolia. – 2001. – P. 79-82.

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ В ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИИ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ЭДЗИН-ГОЛ ВО ВНУТРЕННЕЙ МОНГОЛИИ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ LANDSAT TM

©Сицин Билиге Ван (siqinbilige37@yahoo.co.jp), Йошио Ауайя
Университет Гифу, г. Гифу, Япония

DYNAMIC CHANGES OF LAND USE COVERAGE IN EJINA RIVER BASIN OF INNER MONGOLIA BY INTERPRETATION OF LANDSAT TM DATA

©Siqinbilige Wang (siqinbilige37@yahoo.co.jp), Yoshio Aways
Gifu University, Gifu, Japan

Abstract: The Ejina River basin is facing problems of water shortage because of excessive water usage for agricultural irrigation in the middle basin of the Hei River. While the research purpose has been defined by us as making clear the fact of desertification and change of land use coverage in Juyan Delta, Ejina River basin, we have interpreted 4 periods of Landsat images, based on the respective field survey. The research shows that the main source of dynamic changes of land coverage in Juyan Delta is the Gobi Desert. Besides, sandy land, Gobi, bare land area had decreased and forest area had kept increasing.

Key words: land coverage, Ejina river basin, Landsat TM data, desertification, Juyan Delta, field survey

1. Introduction

In recent years, Ejina River basin is facing problems of water shortage and continuous long-term environmental deterioration because of excessive water usage on agricultural irrigation in middle reaches of Hei River.

2. Research area, data and research method

Juyan Delta, which is located in Ejina River basin, Inner Mongolia, China, has been selected as research area. Ejina River rises from the glacier in Qilian mountain range which is located in northern part of Tibetan Plateau, flows north through Zhang Ye City, which is in the center of Gan Su Province, then flows into Ejina Banner (same level as county), Inner Mongolia, vanishes in Gobi desert at lower reaches of Hei River.

Ejina River basin belongs to Ejina Banner. Juyan Delta is at the end of Ejina river basin with a width of 100°55'E-101°24'E and 41°51'N-42°22'N.

There is natural forest in Juyan Delta which mainly consists of *Populus euphratica Oliv*, *Tamarix ramosissima Ledeb*. Besides, there are also *Phragmites australis (Cav) Trin ex Steud*, *Sophora alopecuroidesL* etc. spread on the grassland by the lakeside. They cover 27.57% area of Ejina Banner.

Land coverage and distribution of vegetation in Juyan Delta, Ejina River basin were investigated via land survey that cost about 2 weeks each time in Aug. 2010, Sep. 2011 and Sep. 2012. Besides, land coverage was classified and its change was analyzed by visual interpretation of MSS1977, TM1991, TM2010 and ETM+2000 data based on the result of land survey.

3. Result and investigation

The comprehensive accuracy of land coverage classification result using TM 2010 data of Juyan Delta was 90% and KHAT was 0.89. The accuracy estimations of the other three periods, MSS1977, TM1991, ETM+2000, were not able to be estimated because there is not so much data (like Google Earth images) of that periods. The interpretation of MSS1977, TM1991 and ETM+2000 images were based on the interpretation result of TM2010, so the classification accuracy estimations of these three periods were regarded as high due to the high classification accuracy estimation of TM2010.

Changes of land coverage were analyzed based on the land coverage classification result (**fig. 1**). In 2010, sandy area was 261.4km², covering 18.1% of whole area. It was the largest category in land coverage. Area of Gobi decreased from 262.7km² in 1977 to 218km² in 2010, covering 18.1%-15.1% of whole area (**fig. 2**). The decreased part was changed into forest. The total percentage of coverage area of sandy land, Gobi and bare land was 49.4%-63.7% of whole area. The property of changes of land coverage was shown.

In 1977, 1991, 2000 and 2010, *Populus euphratica Oliv* was covering 3.6%-3.7% of whole area. The changes were not obvious. *Tamarix ramosissima Ledeb* was covering 11.7%-15.5% of whole area. It had the trend of increase. Open forest was covering 10.6%-17.5% of whole area (**fig. 2**). The increase is obvious. Comparing with forest area of 1977, it kept increasing to about 1.4 times till 2010. This is almost same with the result of changes of vegetation area that Furuno et al [1] got in analysis of land coverage changes of surrounding area of Gobi desert after 1970 by using AVHRR and MODIS data.

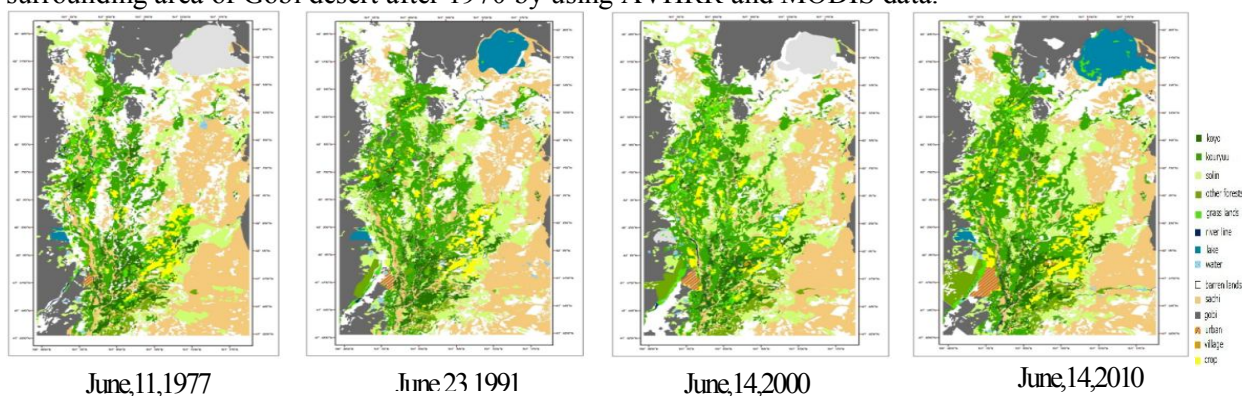


Fig. 1. Classification Result of Land Coverage

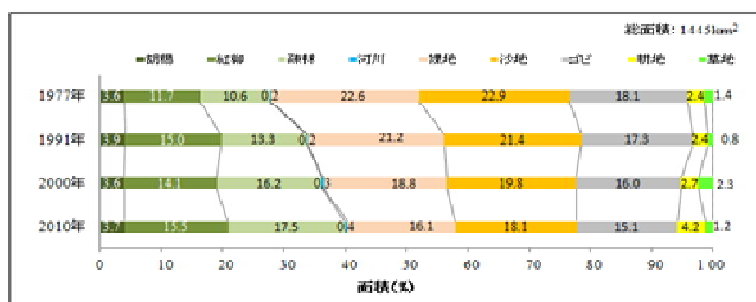


Fig. 2. Area Percentage of Land Coverage in Juyan Delta

Acknowledgement

During the research, we were supported by researchers of our lab, Kawai Hiroto, Goto Seijiro, Fukuda Natsuko, at the analysis of images. In land survey we got help from vice president of Ejina Water Authority, Hasi, and local professionals. We appreciate all these people.

Reference

1. Yoshiaki FURUNO, Yasunori NAKAYAMA, Kunihiko ENDO and Guijin MU, 2008, Analysis of environmental change in Arid Region based on the investigation of fluctuation in waterarea of closed lake by time series satellite data- In the catchment basin of Hei He in China, Proceedings of the Institute of Natural Sciences, Nihon University, No. 43, pp. 325-335

ИЗУЧЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В УЛАН-БАТОРЕ

©Сономдагва Ч. (ch_sonomdagva@num.edu.mn), Батделгер Б.

Монгольский государственный университет, г. Улан-Батор, Монголия

AIR POLLUTION STUDY OF ULAANBAATAR

©Sonomdagva Ch. (ch_sonomdagva@num.edu.mn), Batdelger B.

National University of Mongolia, Ulaanbaatar, Mongolia

Introduction

There were over 170 000 stoves in the ger district in Ulaanbaatar in June, 2012 and the ger district has widened year by year. Moreover, the number of 230 means of transportation registered in 2011 has been increasing rapidly and the traffic jam has been more. As shows the medicine analyzes the rate of air pollution get the level that harms the human health. Our capital city citizens have done research works on the Air pollution and air quality in Ulaanbaatar recently and the proper measures have taken to improve the air quality and decreasing the air pollution rate. However, the results of many projects and plans to decrease the air pollution rate have not gotten the aim sufficiently. Therefore, the goal to study the recent situation of the air pollution rate in Ulaanbaatar determining some poisonous elements in the air, air quality in Ulaanbaatar as the result of the activities organized to decrease the air pollution rate.

Research materials and methodology

The measurement of the air pollution according to the Air quality MNS 4585/2007 standard has made. The CO, NOx, SOx, O₃, PM 2.5-PM 10 measurement was made and the information of 6 air quality measuring posts was worked out. The rate of CO, NOx, SOx, O₃gases were measured with the Air Quality Monitor System 9000 equipment over 30 minutes and determined its average. The PM 2.5-PM 10 dust was measured with the Dust Truck TCI equipment. The measure results were compared with the measure results made formerly.

Research results

The Air Quality measurement in Ulaanbaatar was made in 6 districts of the Capital city and only the dominating gas pollutes were chosen for the having the results of the research. The environment air analyze was made thanks to the AQMS-9000, the mobile Air Quality Monitoring System in the Bayanzurkh, Chingeltei and Sukhbaatar districts in November 2011 cooperating with the Capital city air quality department.

The comparison of the average year polluting substances in the air of Ulaanbaatar from 2000 to 2011 shows that the amount of Nitrogen Dioxide NO_2 and sulfur dioxide SO_2 increased significantly as seen in the Figure (Figure 1).

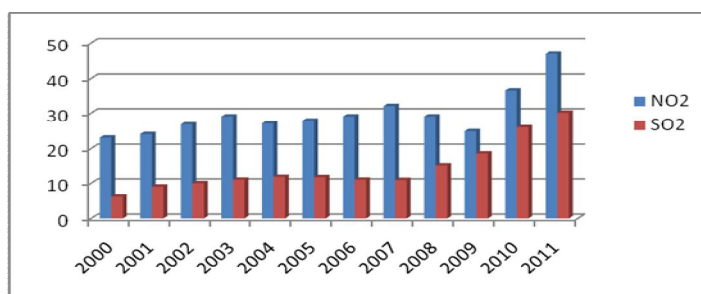


Fig. 1. The amount changes of Nitrogen Dioxide (NO_2) and sulfur dioxide (SO_2) in many years

The sulfur dioxide (SO_2) average in 2010 was 25.9 mg/m^3 , in 2012 became 30.1 mg/m^3 increasing in 16.2%. The measure results of the sulfur dioxide in UB5 and UB6 posts were increased but decreased in other posts. As show the post monitoring results the average year content of sulfur dioxide was 36.4 mg/m^3 in 2010, but it became 46.8 mg/m^3 in 2011 increasing in 28.6%. As show the year rate sulfur dioxide in “32 turning” and “100 families” environments the rate is always high in every year (Figure 2). The sulfur dioxide in all posts is high in January, February, November and December. It is connected to the burning coal and air inverse. The post UB2 in the West crossroad environment is the most polluted place and the polluted air has felt in 179 days, in other words, it was felt in 69% of the year days. As shown in the Figure, the Nitrogen Dioxide is felt in all seasons. It means that the pollution is kept even in the warm weather. Particularly, in the places near the main roads where the traffic jam is big the air pollution caused by the engine gas is tremendous. The increase of the Nitrogen Dioxide in this region shows that the coke and low fume stove use gives the possibility to have completed burning.

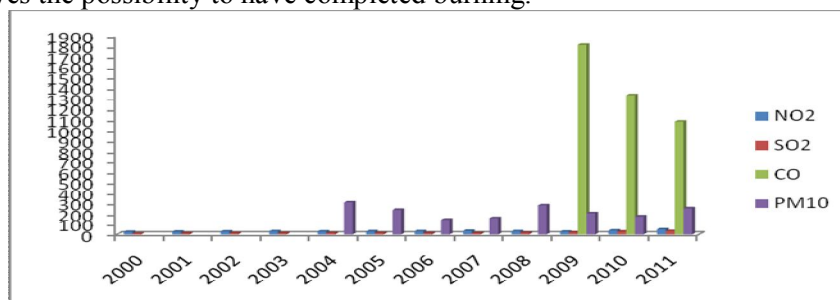


Fig. 2. The amount changes of Carbon monoxide and other substance in the Ulaanbaatar city

The Carbon monoxide decreased in all posts except the post UB3 and the Exceeding the Average Carbon monoxide (10000 mg/m^3) agreed in the Air Quality standard /MNS4585:2007/ at 8 o'clock occurred 2 times in the West Crossroad and 1 time in UB5 post. The annual average Carbon monoxide amount CO get to 1059 mg/m^3 which is 1.4 times higher than air quality standard (Figure 3). The Carbon monoxide is the product of the uncompleted burning of the coal that is very poisonous gas that is extracted in the air during the fire start, wood burning and during the use of gasoline with low coefficient of valuable operation.

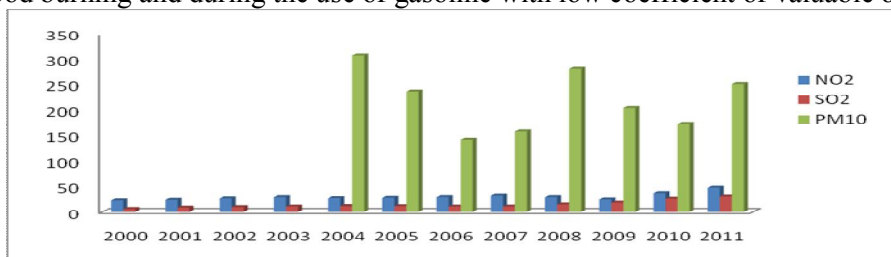


Fig. 3. The amount changes of the air polluting substances in many years

The amount of the big grained dust PM₁₀ has exceeded the standard year by year and also the World Health Organization standard (20 mg/m^3). The amount of the big grained dust in Mongolia exceeds 2.8-6.12

times the Mongolian standard and 7-15 times the World health organization standard which shows that the Mongolia takes one of first places by its air pollution in the world. The average sulfuric gas amount SO_2 was $25.9 \text{ mg}/\text{m}^3$ in 2010 and it became $30.1 \text{ mg}/\text{m}^3$ in 2011 being increased in 16.2 %. Moreover, the Nitrogen dioxide NO_2 in the air increased. Its amount the meaning of the measurement increased in UB5 and UB6 posts this year in comparison of the previous year but decreased in other posts. As shown the results in the posts the annual average Nitrogen dioxide amount was $36.4 \text{ mg}/\text{m}^3$ in 2010 and it became $48.6 \text{ mg}/\text{m}^3$ in 2011 being increased in 28.6 %. as show the results it has been higher in “32 turning” and “100 families” region.

The correlation of the air polluting substances

The correlation means that the meaning of a measure depends on the average meaning of another measure. The depending coefficient r is $-1 \leq r \leq 1$ and 0-0.2 means weak, 0.2-0.4 fear, 0.4-0.6 noticeable, 0.6-0.8 acute and 0.8-1 is acuter or with linear correlation. $r > 0$ direct $r < 0$ the backward correlation. The correlation of the some air polluting substances and correlation of some weather parameters were shown in the following part.

The correlations of the air polluting substances on the air temperature according to the per hour results in the air quality auto settled posts in November, December, 2010 and January, 2011 is seen as the following.

Table 1.

Content correlations of air temperature and some substances				
	Nitrogen Dioxide correlation coefficient/ NO_2 /	Correlation	Sulfurous gas SO_2 /correlation coefficient	Correlation
UB1	-0,42	Noticeably reverse	-0,31	Average reverse
UB2	-0,62	High reverse	-0,50	Noticeably reverse
UB4	-0,09	Weak reverse	-0,03	Average reverse
UB5	-0,47	Noticeably reverse	-0,62	High reverse
UB7	0,17	Directly weak	-0,43	Noticeably reverse
UB8	-0,61	High reverse	-0,62	High reverse

Table 2.

The correlations between some air polluting substances						
	PM10-coefficient of wind speed correlation	Correlation	SO_2 - NO_2 correlation coefficient	Correlation	CO - NO_2 correlation coefficient	Correlation
UB1	-0.10	Weak reverse	0.43	Noticeable	0.48	Noticeable
UB2	0.01	Directly weak	0.73	Directly high	0.85	Higher
UB4	-0.13	Weak reverse	0.35	Average	0.32	Average
UB5	-0.15	Weak reverse	0.82	Higher	0.87	Higher
UB7	-0.16	Weak reverse	0.06	Directly weak	0.06	Directly weak
UB8	-0.13	Weak reverse	0.67	Directly high	0.76	Directly high

The ozone presence in the air depends on the temperature directly and nitrogen dioxide and sulfur dioxidedepends on the temperature reversely as shows the correlation of air temperature and some polluting substances. In other words, the nitrogen dioxide and sulfur dioxide in the air increase when air temperature decreases and it becomes cooler. The noticeable or high dependence on the temperature gives the opportunity to define the source that affect the air quality in the sphere. For example, decrease of the air temperature leads to start fire for heating that causes the increase of the polluting substances in the air, particularly, sulfur dioxide. Therefore, if there is a source that uses the raw coal near this post or the place location feature causes the pollution accumulation, the polluting substance in the air depends on the air temperature having noticeable and high linear correlation. As shown in the table, the sulfur dioxide in the air near the UB8 and UB5 posts depends on the air temperature highly and it causes the sulfur dioxidedepollution firstly, because of the ger district, and heating fire place and secondly, the post location in the highly polluted area in the winter. In this way, there many hypotheses can be made in this field.

As shown in the table, the high correlation between air polluting substances tells that the polluting source is same. For example, the area near the UB5 the correlation between SO₂ and NO₂ is very high which confirms the substances have a same source. The area near the UB2 and UB5 the correlation between CO and NO₂ is very high which confirms the substances have a same source.

The decrease of the NO_x in the air causes the increase of the O₃ or in other words, the noticeable reverse dependence is seen as the correlation between ozone and nitrogen oxides show. The Nitrogen compounds is fairly changeable and they are involved in the photochemical reaction producing ozone. The big grained dust in the air has reverse and weak dependence on the wind speed. When there is breeze and no wind the amount of PM, the big grained dust is abundant.

Conclusion

Therefore, the average parameters in last 10 years were compared. The change of the polluting substances' presence of the nitrogen dioxide was increased noticeably in 2009, 2010 and 2011. It directly caused by the population and car increase in Ulaanbaatar.

As show the research results, despite the increase of the nitrogen dioxide, the carbon monoxide amount was decreased in these years. This change is seen in the "Gandan", "32 turning", "100 families" areas where the project of coke and stoves of completed burning were used as the results in the settled posts show. Despite amount of carbon monoxide decreases during the completed burning (burning in the high temperature) the amount of nitrogen dioxide increases according to the increase and decrease consistent pattern. However, the increase of the nitrogen dioxide is not significant among the air polluting substances in Ulaanbaatar and the dominating pollution substances are carbon monoxide, soot and dust.

Reference

1. National Statistical report , 2009-2011
2. National Air Quality Standart MNS 4585 /2007
3. Sonomdagva Ch., Gonchigsumlaa. Some result of Air Pollution main sources in Ulaanbaatar city // NUM. Faculty of Earth Science. Scientific journal. Ulaanbaatar, 2008.
4. Sonomdagva Ch. Some method of reducing air pollution and air pollution main sources in Ulaanbaatar city // Phd dissertation. Ulaanbaatar, 2009.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КЛИМАТА И ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ НА ТРЕХ ОТДЕЛЬНЫХ УЧАСТКАХ С МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТОЙ НА МОНГОЛЬСКОМ И ЦИНХАЙ-ТИБЕТСКОМ ПЛАТО

©Тунхуа У¹, Линь Чжао¹, Циньсюэ Ван², Цинбай У¹, Жэнь Ли¹, Очирбат Батхишиг³

¹ Институт экологических и инженерных исследований холодных и засушливых регионов КАН, Китай

² Национальный институт исследований окружающей среды, г. Цукуба, Япония

³ Институт географии МАН, г. Улан-Батор, Монголия

CLIMATE AND GROUND SURFACE TEMPERATURE RELATIONS AT THREE DISCONTINUOUS PERMAFROST SITES IN MONGOLIAN AND QINGHAI-TIBET PLATEAU

©Tonghua Wu¹, Lin Zhao¹, Qinxue Wang², Qingbai Wu¹, Ren Li¹, Ochirbat Batkhishig³

¹ Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute CAS, China

² National Institute for Environmental Studies, Tsukuba, Japan

³ Institute of Geography MAS, Ulaanbaatar, Mongolia

Abstract: The links between climate and permafrost have been well documented in lots of previous literatures by now, however the internal mechanism and the nature of the relationship between climate and ground temperatures have remained poorly understood until now, especially in the permafrost regions of Mongolian and Qinghai-Tibetan Plateau. In this study, air and ground temperature relations are explored at three representative permafrost sites across both plateaus. Hourly air and soil temperatures were monitored using arrays of miniature data logger at the selected sites between 2008 and 2011. For each site, the n-factor, as a potentially valuable tool for research into the impacts of climatic change on the permafrost dynamics over extensive regions and long time period, was calculated to compare the impacts of climatic conditions of the ground thermal regime between high-altitude permafrost and high-latitude permafrost. As indicated by the previous research, mean annual air temperature is the predominant factor for permafrost temperatures in both plateaus. Surface vegetation, local relief, snow characteristics, and ground substrate have evident influence on the thermal state of permafrost in annual temperature fluctuation, as well as climatic conditions. The relationship between climate and ground temperature throughout the freezing and thawing seasons

should be examined over multiple years to determine long-term patterns and seasonal anomalies. Furthermore, future efforts to keep on continuous observations at those sites and improve quantification of snowpack characteristics both spatially and temporally in the study regions should be made in the following work.

Key words: Permafrost, Climatic changes, Mongolia Plateau, Qinghai-Tibetan Plateau.

Introduction

The permafrost area on the Qinghai-Tibetan Plateau approximated to $1.50 \times 10^6 \text{ km}^2$, with spatial distribution varying from predominantly continuous through to sparsely island. In Mongolia, the permafrost zones extend across approximately 2/3 of the country's land area. Climate is a dominant factor influencing permafrost formation and development. At continental scale, permafrost distribution is a function of air temperature (Brown and Pewe, 1973). In addition, local microclimate also has great influence on the ground surface and permafrost temperatures including the characteristics of snow cover, vegetation, soil moisture content, topography, structure and texture of the earth materials. The influence of local factors leads to the surface offset between air and ground surface temperature. Many literature demonstrated that the accelerating warming trends in recent years on the Qinghai-Tibetan and Mongolian Plateau have serious consequence to permafrost, which inversely the extensive permafrost degradation in both plateau will exert great influence on the local hydrology, ecology, engineering infrastructure, and even feedback to the climate system (Wu et al., 2013). Climate-permafrost relations could be parameterized to produce regional permafrost maps, assess the relative importance of various local factors on ground temperature, or explore potential effects of climate change on the ground thermal regime.

In order to improve our understanding of the relations between climate and permafrost, this study examines the interactions between local climate and permafrost conditions at widely separated sites located in three sites on the Qinghai-Tibetan and Mongolian Plateau (Fig. 1). Previously there have been few studies that investigate climate-permafrost relations across such a range of conditions. And the results will be expected to provide insight into understanding the controlling variables of the ground surface thermal regime and the impacts of climate change on permafrost dynamics.

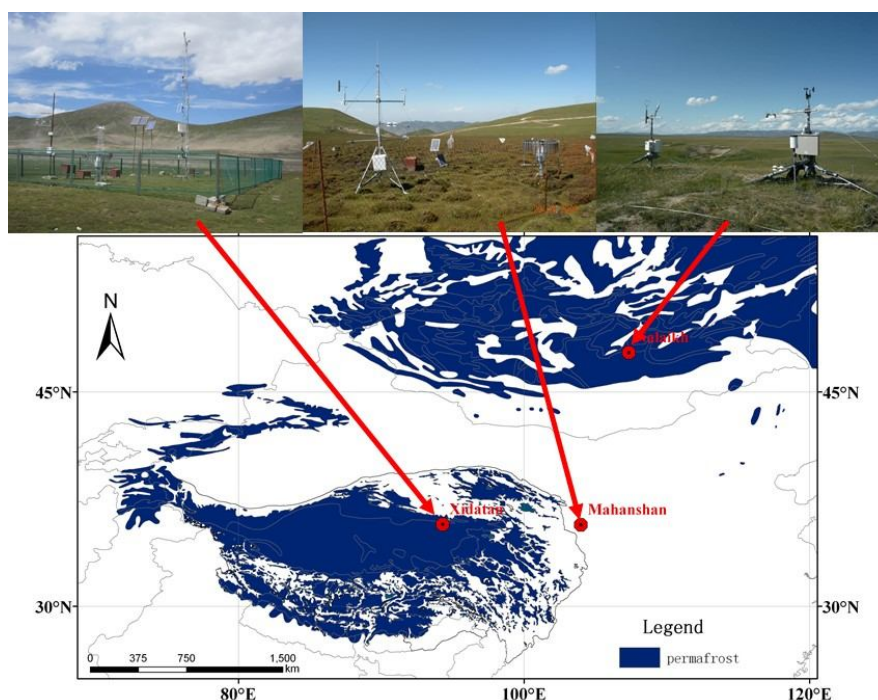


Fig.1. Location of study sites on the Mongolian and Qinghai-Tibetan Plateau and permafrost distribution on this region

Study sites and methods

Three sites are examined in this study (Fig. 1): Xidatan and Mahanshan Sites located in discontinuous permafrost regions on the northern and northeastern of the Qinghai-Tibetan Plateau, Nalaikh site located in discontinuous permafrost regions in the center of the Mongolian Plateau close to the capital city Ulaanbaatar.

Air temperatures at three sites were measured at the height of 1.5 m above the ground surface with Onset HOBO miniloggers connected to a Campbell Scientific logger, which have accuracy of ± 0.1 °C. The ground surface temperatures were measured at 0 cm depth at Nalaikh and Mahanshan site by infrared temperature sensor with an accuracy of ± 0.5 °C and at 2 cm depth at Xidatan site measured by PT-100 thermistor with an accuracy of ± 0.1 °C. The soil surface temperatures were measured at 20, 10, and 5 cm depth by PT-100 thermistors with an accuracy of ± 0.1 °C at Nalaikh, Mahanshan, and Xidatan site respectively. All the temperatures were recorded at interval of 0.5 hour. The hourly temperature data were averaged to obtain mean daily temperatures, and mean annual air temperature (MAAT), mean annual ground surface temperature (MAGST), and mean annual soil surface temperature (MASST) were obtained from above-mentioned daily data during the period between January, 1 2009 and December, 31 2010.

Moreover, the air and surface freezing index (DDF_a and DDF_s) is the sums of the freezing degree-days of the air and the ground surface, and the air and surface thawing index (DDT_a and DDT_s) is the sums of the freezing degree-days of the air and the ground surface. DDF_a , DDT_a , DDF_s , DDT_s are calculated by following equations:

$$F_{af} = l_{af} T_{af} = \int_{t_f}^{t_a} T_a(0,t) dt = \int_0^{l_{af}} (T_{l_{af}} - T_f) dt = \sum DDT_{af} \quad F_{at} = l_{at} T_{at} = \int_{t_i}^{t_f} T_a(0,t) dt = \int_0^{l_{at}} (T_{l_{at}} - T_f) dt = \sum DDT_{at}$$

$$F_{sf} = l_{sf} T_{sf} = \int_{t_f}^{t_s} T_s(0,t) dt = \int_0^{l_{sf}} (T_{l_{sf}} - T_f) dt = \sum DDT_{sf} \quad F_{st} = l_{st} T_{st} = \int_{t_i}^{t_s} T_s(0,t) dt = \int_0^{l_{st}} (T_{l_{st}} - T_f) dt = \sum DDT_{st}$$

where T_a is the air temperature; T_s is the ground surface temperature. For the calculation of both DDF_a and DDF_s , the freezing season is determined by the ground surface, as once it passes the 0 °C threshold, it fluctuates above and below less frequently than the air. The days included in these sums are those where both the air and the ground surface are below 0 °C (Klene et al, 2001).

Therefore, the n-factors are calculated using freezing and thawing indices calculated by above equations. The n-factors then are:

$$N_f = \frac{DDF_s}{DDF_a} \quad N_t = \frac{DDT_s}{DDT_a}$$

where DDF_a , DDT_a , DDF_s , DDT_s are the freezing and thawing degree-days for the surface and air, respectively.

Results

Mean annual air, ground surface, and soil surface temperature are summarized in Table 1. The MAAT at Nalaikh, Xidatan, and Mahanshan sites are -2.7, -3.2, and -1.0 °C respectively. The annual range of air temperature at Nalaikh is much greater than those at the other two sites, which amounted to 63.5 °C although the MAAT at Nalaikh is similar to that at Xidatan. Similarly, the annual ranges of ground surface and soil temperature both are more than 60 °C which indicating a great inter-annual fluctuation (Table 1). The climate of Nalaikh site is characterized by hot summer and extremely cold winter. The Xidatan site is located in the northern limit of permafrost area, which is characterized by lowest MAAT. However the ground surface soil temperature is relatively high in the light of the bareness of vegetation on the ground surface. The MAAT, MAGST, and MASST at Mahanshan site are the highest of the three sites and the surface offset (the difference between MAAT and MASST) is especially small, possibly because of the influence of the elevation and local factors.

Table 1

The values of MAAT, MAGST, and MASST at the study sites (unit: °C)									
Site	MAAT	MAAT _{max}	MAAT _{min}	MAGST	MAGST _{max}	MAGST _{min}	MASST	MASST _{max}	MASST _{min}
Nalaikh	-2.7	27.2	-36.3	-2.8	29.3	-37.8	-1.5	24.5	-28.8
Xidatan	-3.2	14.9	-21.5	-2.4	14.7	-21.9	-0.4	12.7	-11.9
Mahanshan	-1.0	16.0	-23.5	-0.9	16.8	-21.8	0.6	9.9	-5.8

For the freezing and thawing conditions at three sites, the N_f are greater than 1.0 at Nalaikh and Mahanshan sites, which implying a relatively less seasonally thawing depth at both sites. The N_f are less than 1.0 indicated possible influence of soil thermal diffusivity on the ground thermal regime in cold season. At

three sites, the N_f are greater than 1.0 means that the ground surface acted as a possible heat source to air in summer (Table 2).

Table 2

The values of DDF_a , DDT_a , DDF_s , DDT_s , N_f , and N_t at the study sites (unit: °C-day)

Site	DDF_a	DDT_a	DDF_s	DDT_s	N_f	N_t
Nalaikh	3431	2190	3743	2427	1.09	1.11
Xidatan	2007	752	1232	758	0.61	1.01
Mahanshan	1400	1050	1606	1297	1.15	1.24

The beginning date of air freezing and thawing are very similar at Nalaikh and Xidatan sites, while the beginning date of air freezing is later than the other two sites by about a month, and the beginning date of air thawing is also a month later than the other two sites. At those three sites, the number of freezing and thawing days are very approximate (Table 3).

Table 3.

The beginning date of air freezing and thawing and number of freezing and thawing days at the study sites

Site	Day _{freezing}	Day _{thawing}	Number of freezing days	Number of thawing days
Nalaikh	2009-10-18	2010-4-29	193	177
Xidatan	2009-10-14	2010-4-30	194	166
Mahanshan	2009-11-10	2010-5-22	193	172

The relationship between air temperature and ground surface temperature and the relationship between air temperature and soil surface temperature at Nalaikh, Xidatan, and Mahanshan sites are examined in Figure 2. There is close relationship between MASST and MAAT at Nalaikh site, which indicating relatively little influence of local factors on the ground thermal regime. For the Mahanshan site, the relationship between MAGST and MAAT are very close. But the relationship between MASST and MAAT are relatively discrete owing to the existence of thick soil organic layers in the soil surface. The relatively discrete relationship between MAGST, MASST and MAAT in cold seasons resulted from the great influence of seasonal snow cover on the ground thermal regime.

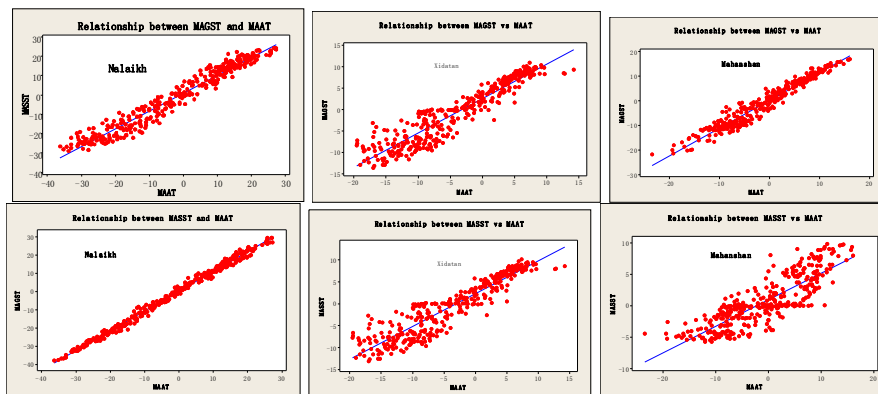


Fig.2 Relations among mean annual air temperatures (MAATs), mean annual ground surface temperatures (MAGSTs), and mean annual soil surface temperatures (MASSTs) at the three study sites

Conclusions and following work

This study is one of the first to summarize climate-ground surface temperature relations in discontinuous permafrost regions in central Asia. The air temperature is the primary determinant of ground surface temperatures at all three sites and the local factor played different roles in their impacts on ground thermal regime. In following work, the influence of vegetation, snow cover, surface conditions on ground surface temperature will be examined prudently and the thermal offset between ground surface and permafrost table will be thoroughly considered. The last but not least, the time series of N_f and N_t will be used to present important parameters for mapping permafrost distribution. Long-term observations of those parameters are necessary for our future modelling.

Acknowledgement

This study was funded by the National Major Scientific Project of China (2013CBA01803), the National Natural Science Foundation of China (41271081, 41271086, and 40901042), the project “Establishment of Early Observation Network for the Impacts of Global Warming” sponsored by the Ministry of Environment, Japan, and the Hundred Talents Program of the Chinese Academy of Sciences granted to Tonghua Wu (51Y251571).

Reference

1. Brown R.J.E., Pewe T. Distribution of permafrost in North America and its relationship to the environment: a review, 1963–1973. In Proceedings, 2nd International Conference on Permafrost, 13–28 July 1973, Yakutsk, USSR. North America Contribution, National Academy of Sciences, Washington, D.C. - 1973. - P. 71–100.
2. Klene A.E., Nelson F.E., Shiklomanov N.I. The N-factor in natural landscapes: variability of air and soil-surface temperatures, Kuparuk river basin, Alaska, USA. Arctic, Antarctic and Alpine Research. - 2001. - № 33. – P. 140–148.
3. Wu T., Zhao L., Li R., Wang Q., Xie C., Pang Q. Recent ground surface warming and its effects on permafrost on the central Qinghai-Tibet Plateau // International Journal of Climatology. - 2013. - № 33. – P. 920-930.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКСИЧНЫХ И ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ ГОРОДА УЛАН-БАТОР. ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

©Васильева И.Е.¹ (vasira@igc.irk.ru), Шабанова Е.В.¹, Дорошков А.А.¹, Пройдакова О.А.¹, Отгонтуул Ц.², Хуухэнхуу Б.², Бямбасурэн Ц.²

¹ *Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск, Россия*

² *Институт физики и технологии МАН, г. Улан-Батор, Монголия*

DISTRIBUTION OF TOXIC AND ESSENTIAL ELEMENTS IN SOILS OF ULAANBAATAR CITY. POLLUTION ASSESSMENT OF URBAN AREAS

©Vasilyeva I.E.¹ (vasira@igc.irk.ru), Shabanova E.V.¹, Doroshkov A.A.¹, Proydakova O.A.¹, Otgontuul Ts.², Khuukhtnkhuu B.², Byambasuren Ts.²

¹ *Vinogradov Institute of Geochemistry SB RAS, Irkutsk, Russia*

² *Institute of Physics and Technology MAS, Ulaanbaatar, Mongolia*

Abstract: For above 25 elements both total contents and concentrations of mobile species, that are defining bioavailability of elements, were determined in 310 surface soil samples collected on Ulaanbaatar areas. The rational complex of determination techniques of total contents of elements and their mobile species had been offered for analyzing soils. Usage of this complex provides a reliable analytical information and reduction of financial costs for monitoring soil pollutions. The regional background was evaluated. The correlations between total contents of analytes and concentrations of their mobile species were assessed. Maps of spatial distributions of the pollution indexes calculated relative to World Clark or a regional background for each element were constructed and compared. It is established that strongly polluted soils are located in areas of thermal power plants, yurt building (landfill sites) and along roads near gasoline station.

Key words: toxic and essential elements; urban surface soils; estimation of pollution

Ecological and geochemical studies for evaluating the anthropogenic pollution of the urban soils are topical problem because of its directed on preservation of the environment and the population health. The Ulaanbaatar surface soils, as well as other large megalopolises, are exposed to anthropogenic impact. The increasing number of the industrial enterprises, cars and petrol stations dependents on growth of the population and upsurges a volume of industrial and domestic waste. In Ulaanbaatar the main sources of soil contamination are TPP and boiler-houses in yurt building areas, throwing into the atmosphere of combustion products of brown coal [1, 2]. The aims of this study were to assess an ecological condition of Ulaanbaatar surface soils via the data received by the rational complex; to compare obtained estimates of soil pollutions by results of different analytical methods and to map the toxic and essential spatial distribution elements.

In 2010-2011, the staff of IPhT of Mongolia Academy of Sciences had collected 310 samples of urban soils on the irregular network from a depth of 0-10 cm. The soils had a different degree of anthropogenic load: near the thermal power plants, high traffics, residential areas (yurt areas) and green zones of the urban households (Fig. 1). To establish the regional background the soil samples were selected from the Bogd-Uul natural park.

Then the samples had been analyzed in IGC SB RAS. The rational complex of different methods of soil analysis (Table 1) had been offered to minimize the costs for collecting the reliable geocological information [3]. The complex consists of the atomic-emission spectrometry with arc excitation (AES arc) via using different evaporation ways (1) from the channel in the electrode and (2) injection- spilling; AES-ICP; X-ray-fluorescent analysis (XRFA); and a flame atomic-emission spectrometry (FAES). Acid decomposition of samples in open systems and autoclaves was conducted to determine the total element contents by FAES and AES-ICP. The ammonium-acetate (NH₄-Ac) buffer (pH 4.8) had been used to extract the element mobile species from soils. Determination of elements in NH₄-Ac-extracts was performed by the AES-ICP and FAES methods. The validation of the initial geocological information was confirmed by proficiency testing of different analytical methods (AES arc and ICP, XRFA, FAES and additionally flame and electrothermal atomic absorption analysis) with using international certified reference materials of natural and man-made environments (correlation coefficients amounted to 0.75-0.99).

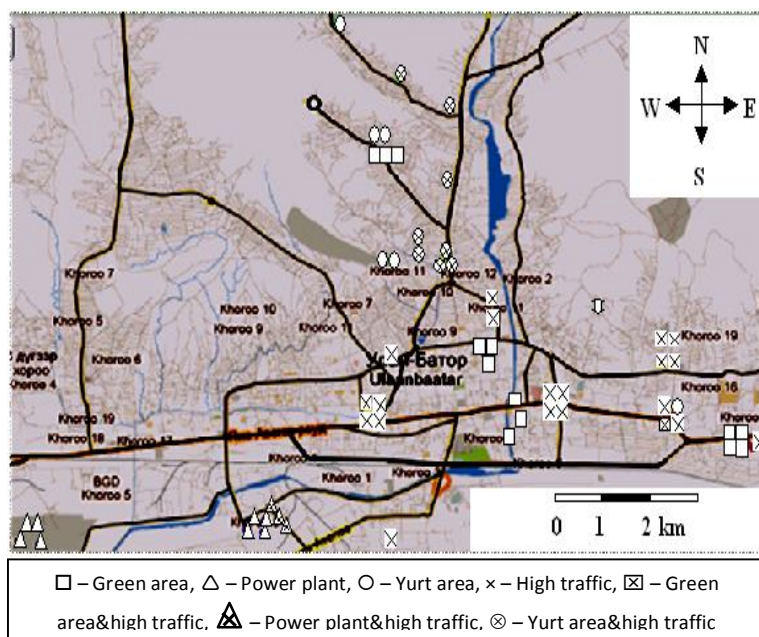


Fig. 1. The sampling scheme of soil probes collected from the different areas of Ulaanbaatar

Table 1.

Rational complex of methods for chemical analysis of urban soils

Methods	Powder		Solution		
	XRFA	AES-Arc		AES-ICP	FAES
1		2			
Total content	S	Si, Al, Mg, Ca, Fe, Ti, Mn, Ba, Sr	B, P, Ni, Co, V, Cr, Mo, Sn, Pb, Cu, Zn, Ag, Bi, Cd, Sb, As, F, Li	Se, Hg	Na, K, Li, Rb, Cs
Mobile species		-		Si, Al, Mg, Ca, Fe, Ti, Mn, P, Ba, Sr, B, Ni, Co, V, Cr, Mo, Sn, Pb, Cu, Zn, Ag, Bi, Cd, S, Se, Sb, As, Hg	Na, K, Li, Rb, Cs

The determination limits of used methods of soil analysis [3] are below then the World Clark [4] and the maximum permissible concentrations (MPC) both the total element contents [5, 6] and concentrations of mobile species [6] (Table 2). The established regional background of Ulaanbaatar soils [3] was matched with the literary data [7, 8] and the fixed MPC [5, 6] and for total element contents and their mobile species. The ratios of the regional background compared to Clark [4] were characterized by the concentration and scattering coefficients to be more 2 (Na, As, B, F, Cd, Pb, Sn and Cr, Bi, Sn, Mo, Sb accordingly). It's a result of peculiarities of the urban surface soil and the city landscape. Both the total contents of chemical elements in soils and their concentrations in NH₄-Ac-hoods from the same samples also vary within wide ranges.

Table 2.

The element determination limits (C_{min}) of various analytical methods, MPC (Mongolia and Russia), regional background contents for total and mobile species of elements in Ulaanbaatar surface soil

Element	Total contents										Mobil species			
	C _{min}					MPC		Region background			C _{min}		MPC	Region background
	AES-arc		XRFA	AAS/ FAES*	Russia [6]	Mongolia [5]	Mongolia [3]	Russia		AES- ICP	AAS/ FAES *	Russia [6]	Mongolia [3]	
	1	2						[7]	[8]					
Wt. %										mg/kg				
Al	7.12	0.01	-	0.1	0.05			6.7			2	10		7.9
Ca	1.37	0.01	-	0.1	0.01			1.6			1	2		2300
Fe	3.8	0.01	-	0.1	0.01			2.9			1	2		4.5
K	1.36	0.5	-	0.15	0.01*			2.2			1	0.2*		430
Mg	0.6	0.01	-	0.1	0.005			0.89			0.5	1		270
Na	0.63	0.05	-	0.15	0.01*			1.5			1	0.2*		55
Si	33	0.01	-	5				29.5						
	mg/kg													
As	4	50	1	-	-	2		12			20	-		
B	5	1	3	-	-			35		30	0.2	-		< 0.2
Ba	400	20	-	150	50			700			3.1	-		21
Bi	0.0002	1	0.5	-	-			0.5			0.2	-		0.29
Cd	0.05	10	0.5	-	0.03			1			0.2	-		< 0.2
Co	10	1	0.5	-	5		30-40	18	8.4	30	1	1	5	0.2
Cr	190	5	10	-	10	(VI) 0.05	60-100	45	66	100	1	2	(III) 6	< 0.2
Cu	20	3	5	-	5		60-80	25	42	60	0.2	0.2	3	< 0.2
F	200	-	200	-	-			450		400	-	-	2.8	
Li	30	10	10	-	3.5*			32			1	0.05*		0.39
Mn	545	1	150	1000	10	1500		710	660	1500	1	0.2	140	53
Mo	30	1	0.5	-	-		2-3	1.9	1.2	4	0.2	-		< 0.2
Ni	40	0.7	4	-	7		60-100	33	29	80	0.5	1	4	< 0.5
P	800	50	50	1000	-			1050			2	-		45
Pb	10	2	2	-	2	32	70-50	20	27		0.2	0.5	6	0.2
Rb	50	-	-	-	2.2*			93			2	0.05*		1.1
S	500	-	-	200	-	160		920			10	-		13
Sb	15	10	0.5	-	-	4.5		1.2			-	-		
Sn	10	1	1.5	-	-		30-40	2.8	2.8		0.2	-		< 0.2
Sr	300	50	-	-	50			290			8.2	1		17
Ti	4600	1	-	2000	500			3870			10	-		< 2
V	100	5	5	-	50	150	100-130	83	84	150	2	10		< 0.2
Zn	50	20	30	-	5	110	100-50	60	52	110	1	0.2	23	1.1

Notes. "Dash" – the element is not determined this method; the empty cells – data are not available.

The pollution indexes (PI) were calculated by the received analytical data. The PI of element is defined as the ratio of the total element content in the urban surface soil to the World Clark [4] or region background [3] of the same element (Fig. 2): $PI = C_i/B_i$, where C_i – element content, B_i – the World Clark [4] or region background value [3]. The Pollution Index classification used was the same as in [2]: $PI \leq 1$ – low level of pollution; $1 < PI \leq 2$ – moderate level of pollution; $2 < PI \leq 5$ high level of pollution. To construct the spatial distribution maps (Fig. 2), the set of the samples with the results of the field and analytical researches was formed. The interpolation matrixes, for characterization of sampling areas unexplored, were calculated by obtained analytical data. Proceeding from the mutual arrangement of the samples and the chemical element contents in them, the first order transformation variant of the method of local polynomials was chosen by using the exponential radial-symmetric kernel for the mapping [9, 10]. The software product ESRI ArcGIS 9.1 was used in the design of cartographic material. From open sources (OpenStreetMap) the layers were added to the map: automobile and railroads, hydrography and buildings. All spatial materials were transferred to the geocentric projection WGS 84 (EPSG:4326).

Correlations (≥ 0.8) between total content of elements and concentrations of their mobile species for different types and compositions of the samples are individual. For total concentrations of Al, Mn, Mg, Ca, Ti, Sr, Cr, Sn, Cu and Pb, the strongest connection had been detected in samples of various soils selected in areas of green zones and multi-storey buildings. For mobile species of Ca, Sr, Pb and Cu there are

connections, as well the correlations between the mobile species of Fe, Na, K, S, Ni, Zn, B, P and Sn are observed.

Only five elements have strong link for their of total contents and concentration of mobile species: Ca, P, Sn, Cu and S. Correlations between total contents of Al, Rb, Na, K, Ca, Fe, Sr, Ba, B, Mn, Co, Ni, Mo and Bi are observed for the samples taken in the TPP-3 and TPP-4 areas. There are correlations between concentrations of mobile species of Al, Fe, S, Li, P, K, Sr, B, Ba, Sn, Mg, Zn, Pb and Cu. Total contents and concentrations of mobile species directly correlate with each other only for Ca, Sr, B, S and Zn (Fig. 2, 3).

Because the major amount of pollutants of the soil comes from the atmosphere, the estimates (PI) of the anthropogenic transformation of the soil related with the regional background are recognized as authentic. Also the indicators of aggregative pollution ($Z_c = \sum K_{ci} - (n-1)$, where n is the number of elements with $K_{ci} > 1$), taking into account the association of elements in anthropogenic air flows, were calculated. It is established that strongly polluted soils ($Z_c \gg 1$) are located in areas of thermal power plants, yurt building (landfill sites) and along roads near gasoline station (Fig. 2, 3).

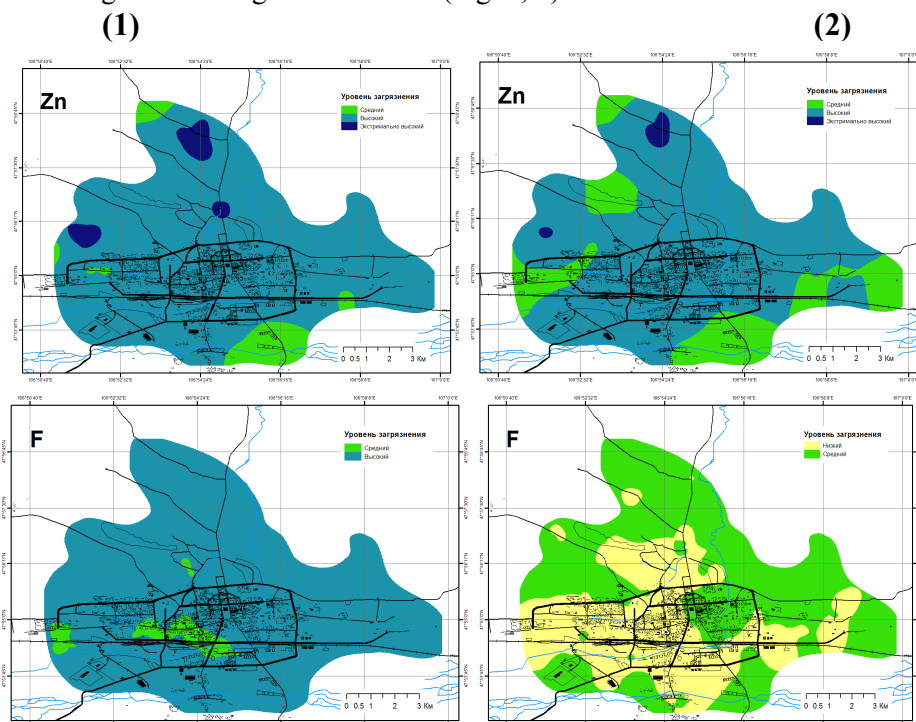


Fig. 2. Total Zn and F contents. Spatial distribution of PI: 1 – ratio of the total element content to the World Clark [4], 2 – ratio of the total element content to the region background [3]

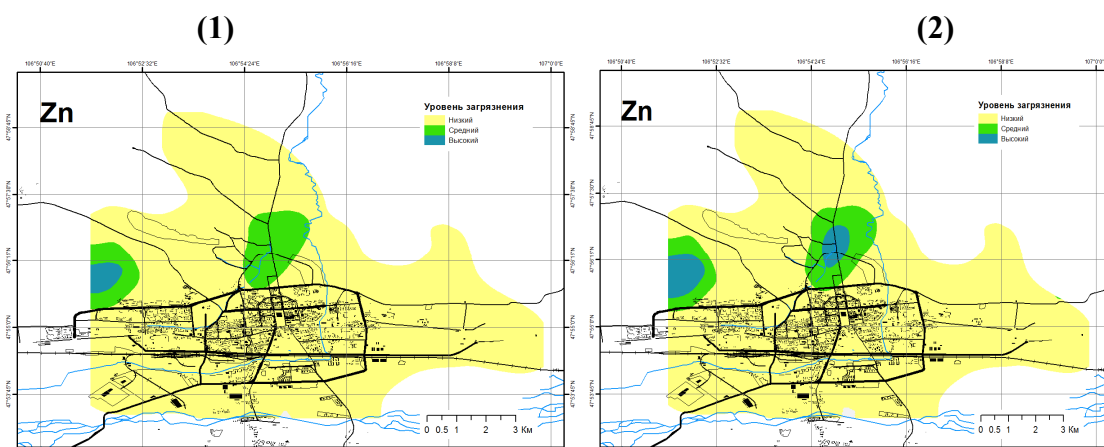


Fig. 3. Concentrations of mobile species of Zn. Spatial distribution of PI: 1 – ratio to MPC (Russia), 2 – ratio to the region background (Mongolia)

Conclusion.

The rational complex of determination techniques of total contents of elements and concentrations of their mobile species, that are defining bioavailability of elements, was offered for analyzing soils. Usage of this complex provides a reliable analytical information and reduction of financial costs for monitoring pollution of urban surface soil.

The total contents of 33 elements and concentrations of mobile species of 28 elements were determined in 310 samples of Ulaanbaatar surface soils. The regional background (as for total contents and concentrations of mobile species) was established by results of the analysis of tests of Bogd-Uul natural park. The individual and aggregated pollution indexes are calculated relative to regional background.

Maps of spatial distributions of elements in ratio to World Clark and a regional background are constructed by according to the analysis of city soil samples. The mapping of the distributions of total contents and the concentrations of mobile species of elements had been executed in ESRI ArcGIS 9.1 by means of the data transformed via a method of local polynoms with using an exponential radial and symmetric kernel.

The pollution indexes calculated relative to Clark or regional background were compared. The distributions constructed for PI relative to regional level, were more preferable as they reflect real level of soil pollutions depending on a landscape and properties of underlying rocks. It is established that strongly polluted soils are located in areas of thermal power plants, yurt building (landfill sites) and along roads near gasoline station.

Reference

1. Kosheleva N.E., Kasimov N.S., Bazha S.N., Gunin P.D., Golovanov D.L., Yamnova IA., Enkh-Amgalan S. Contamination of soil with heavy metals in the industrial centers of Mongolia // Vestnik Moscow University, Geography. - 2010. - № 3. - P. 20-27.
2. Byambasuren Ts., Otgontuul Ts., Shabanova E.V., Proydakova O.A., Vasilyeva I.E., Khuukhenkhuu B., Tsedenbaljir D. Spatial distribution of heavy metal contamination in urban soil of Ulaanbaatar // Proc. 11th International Symposium on New Technologies for Urban Safety of Mega City in Asia – USMCA2012, 10-12 October 2012, Ulaanbaatar, Mongolia.
3. Byambasuren Ts., Shabanova E.V., Proydakova O.A., Vasilyeva I.E., Khuukhenkhuu B., Otgontuul Ts., Gunicheva T.N. Study of pollution of the Ulaanbaatar urban areas // Proc. All-Rus. Conf. "Modern problems of Geochemistry", 22-26 October 2012. Irkutsk, Russia. - Vol. 1. - P. 128-131.
4. Vinogradov A.P. Clark content of chemical elements in Earth crust // Geochemistry. - 1962. - № 7. - P. 555-571.
5. Хорсний чанар. Хорс бохирдуулагч бодис, элементуудийн зовшоорогдох дээд хэмжээ. Монгол улсын стандарт – Стадартчилал, хэмжилзүйн үндэсний тов. Улаанбаатар, 2008 хот. 6 с.
6. GN 2.1.7.2041-2006. The Maximum Permissible Concentrations (MPC) of Chemical Substances in Soil (Russia).
7. Sanina N.B., Chernov A.Yu., Proydakova O.A., Arsenteva A.G. Distribution and balance of toxic metals in the natural fuel-energy complexes of Pribaikalie // Geoecology. Engineering Geology. Hydrogeology. Geokriology. - 2002.- № 2. - P.145-155.
8. Grebenshikova V.I., Lustenberg E.E., Kitaev N.A., Lomonosov I.S. Environmental Geochemistry of Pribaikalie (Baikal ecological region) / Ed. M.I. Kuzmin. Novosibirsk: Academ. Publish // Geo. - 2008.
9. Fan J. Gijbels, I. Local Polynomial Modelling and Its Applications. London: Chapman & Hal, 1996.
10. OpenStreetMap // <http://www.openstreetmap.org/> [on 28.04.2013].

ВИРТУАЛЬНОЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ТОРГОВЛЕ ЗЕРНОВЫМИ В КИТАЕ И СВЯЗАННАЯ С НЕЙ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ

©Вэньли Цян ^{1,2}(qiangwl.11b@igsnr.ac.cn)

¹Институт географии и природных ресурсов КАН, г. Пекин, Китай

²Университет Китайской Академии наук, г. Пекин, Китай

VIRTUAL LAND USE OF CHINA'S CROP TRADE AND RELATED ECOLOGICAL ECONOMIC IMPACT ASSESSMENT

©Wenli Qiang ^{1,2}(qiangwl.11b@igsnr.ac.cn)

¹Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research CAS, Beijing, China

²University of Chinese Academy of Sciences CAS, Beijing, China

Abstract: Trade liberalization has greatly accelerated the volume of traded agricultural products in the past decades. As land resources become more limited in some countries, international trade plays an important role in compensating for land scarcity in these countries. This paper aims to measure and locate the virtual land use hidden in China's imports and exports, for both primary crops and processed products, from 1986 to 2009. And we also take the major import crop

-soybean as case study, analyzing and assessing the impact of ecological and socio-economic impacts of virtual land use of China's soybean trade, the results can help policy makers make China's land use more sustainable.

Key words: Virtual land use, Crop trade, Ecological economic assessment, China

The results show that as China's crop imports had grown greatly during last decade, the net virtual land trade hidden in international trade had increased from -4.42 Mha in 1986 to 28.9 Mha in 2009. The main category of virtual land imports had changed from cereals to oil crops, which accounted for 82.2% of the total virtual land imports in 2009. Over the two decades the main source of virtual land imports had changed from North America to South America and North America. International trade could also contribute to lowering demand for land resources at the global level: our results show that China's crop trade pattern contributed to global land savings by 3.27 Mha on average. Our findings suggest that the virtual land use behind China's crop trade has changed greatly, and economic development, dietary changes and policy shifts are linked to increased imports of virtual land. To make land use more sustainable at the global level, both importers and exporters of virtual land should consider ecological and socio-economic impacts of these trade flows in their policies.

And then we make an analysis of ecological and socio-economic impacts of virtual land use of China's soybean trade, the results show that Brazil and U.S has the higher ecological and economic utility of the soybean production, which means that both the Brazil and the U.S has the advantage of soybean production, and Argentina has the higher socio-economic utility, but lower ecological utility. China has the lowest ecological and socio-economic utility, it is mainly because of the low production efficient and the high input of the fertilizer. This study illustrate that China's soybean imports is not transferring the environment burden to other countries, on the contrary, it has improving the origin countries economic development. For China's soybean' supply chain more sustainable, China should increase domestic soybean production efficiency, and in addition, related measures should be taken to make sure the soybean import sustainable.

ВОЗМОЖНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА НА СЕВЕРНЫЕ ПРЕДЕЛЫ СИСТЕМЫ РАСТЕНИЕВОДСТВА И ПОЛУЧЕНИЕ УРОЖАЯ В КИТАЕ

©Сяогуан Ян (yangxg@cau.edu.cn), Чжицзюань Лю, Фу Чен
Сельскохозяйственный Университет Китая, г. Пекин, Китай

THE POSSIBLE EFFECT OF CLIMATE WARMING ON NORTHERN LIMITS OF CROPPING SYSTEM AND CROP YIELD IN CHINA

©Xiaoguang Yang (yangxg@cau.edu.cn), Zhijuan Liu, Fu Chen
China Agricultural University, Beijing, China

Abstract: Based on the data from 666 meteorological stations (not including Taiwan Province) in China, the research takes 1981 as the time-dividing point to investigate the potential changes of planting boundaries caused by climate warming since that year. The paper compares the planting boundaries in the period from the year of stations' construction to the year 1980 and analyzes the possible effects of climate warming on the national northern limits of cropping systems, and the northern limits of winter wheat and double rice in China from 1981 to 2007. It also compares and discusses the possible changes of crop yield caused by planting limits displacement during the period 1950 - 1981 and the period 1981 - 2007. The results of the research show that while during the past 50 years, climate warming has made the national northern limits of cropping systems move northward in different degrees, as well as made the northern limits of winter wheat and double rice both move northward, the cropping system change would cause the increase of grain yield per unit area in the region.

Key words: climate warming; the northern limits of cropping system; the planting northern limit of winter wheat; the planting northern limit of double rice; crop yield

1. Introduction

Cropping system is a set of related technology system that consists of crop composition, allocation, ripe cycle and planting pattern, including monoculture, mixed intercropping, rotation and continuous cropping in a region or a production unit, also it is adapt to the local agricultural resources, production conditions and breeding industry [1]. China is a country with plenty of space, the difference of climate, soil, crop and economy in each region is significant, it is particularly important to engage in the cropping system

regionalization work in China to develop agriculture with local conditions, to draw on advantages and avoid disadvantages, aiming to improve the utilization rate of climate resource and land reasonably. Using the climate data from the station construction year to 1980, Liu Xunhao and Han Xiangling established the index system for the cropping system regionalization of zero-grade, first-grade and second-grade zone, based on the investigation and relative research results. Then they ascertained the classical calculation methods for each agricultural climatic index, and completed the climatic regionalization of cropping system in China at the middle of 1980s [1]. At present, the effect of climate change on cropping system in China has drawn extensive attention of domestic and foreign scholars, and significant progress has been made [2-3]. Most research is limited to evaluate and analyze the possible effect of climate change on cropping system based on the future climate scenarios simulated by models[4-6], while the possible effect of climate warming on the northern limits of cropping system since 1981 in China, and the possible influence of the northern limits displacement of cropping system on crop yield, have not been reported.

The objectives of this study are to: 1) quantitatively evaluate the possible effects of climate warming on cropping system limits, 2) the possible change of crop yield caused by the potential change of cropping system, and 3) provide scientific evidences for sustainable development of agricultural production in China under climate change.

2. Materials and methods

2.1 Data

The meteorological data was from the national meteorological database established by the writer's study group, rejecting some relocation stations during the period of observation, more than 40-year-daily climate data involving 666 meteorological stations (not including Taiwan Province) from the station construction years (all the station construction years were in the fifties of the twentieth century, to express conveniently, the study denoted them as 1950s) to 2007 was chosen in China, including daily mean temperature and daily precipitation.

2.2 Determination of indices

In the mid-1980s, Liu Xunhao and Han xiangling had accomplished the regionalization of cropping system in China [1]. Because of the limited research tool and data at that time, their research used the climate material from the station construction year (1950s) to 1980. To compare the variation characteristics of planting boundary during these two periods scientifically, as the zero-grade zones were all divided according to heat, the first-grade and second-grade zones were divided according to heat, water, landform and crop. In this paper, the change of zone-grade zone caused by climate warming during 1981 - 2007 was emphatically analyzed, and the study for the first-grade and second-grade zones would be accomplished in the future work. The indices for the zero-grade zone were shown in the Table 1, the uppermost index was $\geq 0^{\circ}\text{C}$ accumulated temperature, and the auxiliary indices were mean extreme minimum temperature and date of $\geq 0^{\circ}\text{C}$ termination.

The planting northern limits of winter wheat were determined using the indices proposed by Cui Duchang et al. [7], which were mean extreme minimum temperature in the coldest month being -15°C , and the extreme minimum temperature being $-22 - -24^{\circ}\text{C}$. The planting northern limits of double rice were determined using the safely-planting northern limits index proposed by the National Agricultural Zoning Committee [8], which was $\geq 10^{\circ}\text{C}$ accumulated temperature meeting $5300^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$.

Table1.

Cropping system	Indices for the zero-grade zone		
	$\geq 0^{\circ}\text{C}$ accumulated temperature ($^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$)	Extreme minimum temperature ($^{\circ}\text{C}$)	Date of 20°C termination
One crop a year	<4000 - 4200	<-20	Early August - Early September
Two crops a year	>4000 - 4200	>-20	Early September - Beginning in late September
Three crops a year	>5900 - 6100	>-20	Beginning in late September - Early November

3. Results

3.1 Possible change of northern limits for cropping systems

With the year 1981 as time boundary, the spatial displacement of planting limits in zero-grade zones during two periods, from the station construction year to 1980 and from 1981 to 2007, were compared. Fig. 1 is about the possible change of northern limits in zero-grade zones during 1950s - 1980 (period I, the same as below) and 1981 - 2007 (period II, the same as below) in China, it is shown that, (1) With increasing temperature, the accumulated temperature increases, single cropping zone, double cropping zone and triple cropping zone during period II all move northward in different degree, compared with the situation in period I. (2) Compared with that in period I, the demarcation line of single cropping area and double cropping area based on the climate data in period II shows the maximum spatial displacement in eastern Shaanxi, Shanxi province, Hebei province, Beijing municipality and Liaoning province. It moves averagely 26 km northward in Shanxi province, Shaanxi province and Hebei province. In the south of Liaoning province, the double cropping area expands from the original small region in 40°1' - 40°5' north latitude to the Suizhong-Anshan-Yingkou-Danlian zone. (3) Compared with that in period I, the demarcation line of double cropping area and triple cropping area based on the climate data in period II shows the maximum spatial displacement in Hunan province, Hubei province, Anhui province, Jiangsu province and Zhejiang province. The demarcation line leaps from Hanzhou in Zhejiang province to Wuxi and Dongshan in Jiangsu province, moving around 103 km northward. In Anhui province, the demarcation line near Chaohu and Wuhu moves 127 km northward, and the demarcation line in other regions moves averagely 29 km. To the east of Zhongxiang in Hubei province, the demarcation line moves 35 km northward. Nearby Yuanling in Hunan province, the demarcation line moves 28 km northward.

When analyzing the effects of cropping system change, from double cropping system to triple cropping system, on yield, winter wheat-middle rice is selected to be the representative planting pattern for double cropping area, and winter wheat-early rice-late rice is the representative planting pattern for triple cropping area, the results are shown in Fig. 1. It can be seen that, in the regions where cropping system boundary changes, the per unit area grain yield would increase in different degree without considering variety change, social economy and other factors. In this paper, we choose the averaged statistical yield during 2000 - 2007 in each province, which could most represent the present climate condition, to analyze the possible change of per unit area grain yield due to the northern limits displacement of cropping system caused by climate warming. Because the yield level of each province in change area is different, the authors prefer to compare the actual yield data, and the results show that, the per unit area grain yield in Shaanxi province, Shanxi province, Hebei province, Beijing municipality and Liaoning province would increase 82%, 64%, 106%, 99% and 54% respectively, if the single cropping system is replaced by double cropping system. If the double cropping system is replaced by triple cropping system, the per unit area grain yield in Hunan province, Hubei province, Anhui province and Zhejiang province would increase 52%, 27%, 58% and 45% respectively. At present, there is no double rice planting in Jiangsu province, but climate warming can make the northern limit of triple cropping system move northward, if the winter wheat-middle rice pattern is replaced by winter wheat-early rice-late rice in local regions, the yield would increase 37%.

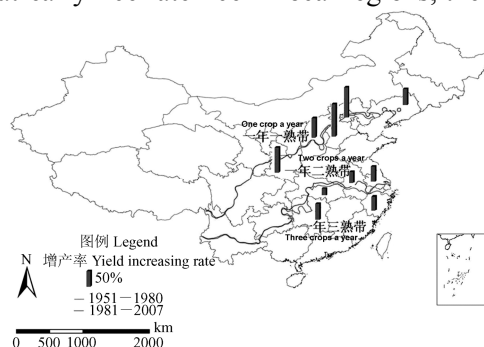


Fig. 1 The change of northern limits of zero-grade zone and yield increase rate in China

3.2 The planting northern limit change of winter wheat

Due to climate warming, the temperature in winter increases, and that makes the planting northern limit of winter wheat move northward and extend westward in different degree. The study was based on the indices proposed by Cui Duchang et al. [7], and compared the spatial geographical displacement of planting northern limits of winter wheat during two periods. The limit in eastern Liaoning averagely moves 120 km

northward and 80 km northward in western Liaoning. The limit averagely moves 50 km westward in Hebei province, and 40 km westward in Shanxi province. In Shaanxi province, the limit displacement in the eastern part is relatively slight, but the limit in the western part averagely moves 47 km northward. The limit in Inner Mongolia and Ningxia zone averagely moves 200 km northward. The limit expands 20 km westward in Gansu province, and 120 km westward in Qinghai province (Fig. 2). Usually, the yield of winter wheat is higher than that of spring wheat, therefore the crop yield in the region is expected to increase greatly. Now taking Hebei province as an example, we would analyze the possible effect of planting northern limit displacement of winter wheat on gain yield. Through the average yield data of winter wheat and spring wheat during 1981 - 2007 in Hebei province, it can be seen that the yield of winter wheat is all higher than that of spring wheat in past years, and the yield of winter wheat is about 25% higher than the yield of spring wheat by the average value during the 27 years. Thus, the author considers that the northward move of planting northern limits of winter wheat can make the per unit area wheat yield averagely increase about 25% in the region with limit displacement.

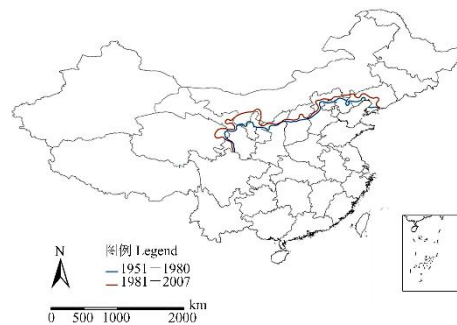


Fig. 2 The spatial displacement of northern limits of winter wheat in China

3.3 The planting northern limit change of double rice

When analyzing the effect of planting northern limit change of double rice on yield, we choose to compare the change from wheat-rice planting pattern to manure-rice-rice planting pattern. At present, the farmers in some areas actually fail to plant double rice because of high labor consuming, high input and other factors. But these areas can satisfy the planting requirements of double rice from the analysis of climatic condition, if the wheat-rice pattern was replaced by manure-rice-rice pattern, and farmers planted early rice and late rice instead of wheat and middle rice, the per unit area grain yield in Zhejiang province, Anhui province, Hubei province and Hunnan province would increase 13.8%, 12.2%, 1.8% and 29.9% respectively. In the context of future climate warming, heat resources in these areas would become richer, if met the water demands, it would be passable to practice overwinter crop-double rice triple cropping system in these areas from the perspective of heat resource.

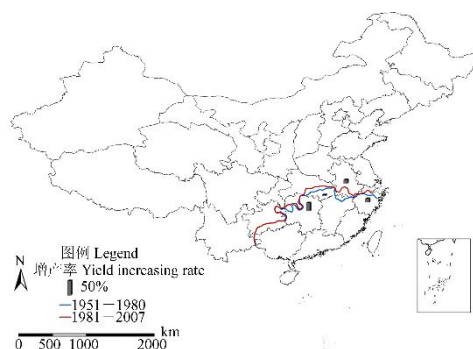


Fig. 3 The change of northern limits of double rice and yield increase rate in China

4. Conclusions

As the temperature rises, the accumulated temperature increases, the planting northern limits of both double cropping system and triple cropping system during 1981 - 2007 moved northward in different degree, compared to that during 1950s - 1980. As to the planting boundary of double cropping system, the region which had the maximum northward move amplitude turned to be Shaanxi province, Shanxi province, Hebei

province, Beijing municipality and Liaoning province. As to the northern limit of triple cropping system, the region which had the maximum space displacement turned to be Hunan province, Hubei province, Anhui province, Jiangsu province and Zhejiang province. Without considering the variety change, social economy and other factors, based on the actual yield level of each crop at present, the per unit area grain yield would averagely increase 54% - 106% if single cropping system was replaced by triple cropping system, and the per unit area grain yield would averagely increase 27% - 58% if double cropping system was replaced by triple cropping system. Due to climate warming, the planting northern limits of winter wheat in Liaoning province, Hebei province, Shanxi province, Shaanxi province, Inner Mongolia autonomous region, Ningxia autonomous region, Gansu province and Qinghai province moved northward and expanded westward with different levels. Taking Hebei province as an example, the northward move of planting northern limit of winter wheat would averagely cause about 25% increase of per unit area grain yield in the change region if only considering the effect of increased heat resource. The climate warming also caused the northward move of planting northern limit of double rice in different degree; the change regions were mainly located in Zhejiang province, Anhui province, Hubei province and Hunan province. If the rice-wheat rotation pattern was replaced by double rice planting pattern, just from the perspective of heat resource, the per unit area grain yield would possibly increase 13.8%, 12.2%, 1.8% and 29.9% in Jiangsu province, Anhui province, Hubei province and Hunan province respectively. The stable-yield northern limit of winter wheat-summer maize rotation moved southeastward in most area, which was caused by the local precipitation decrease during the recent 20 years.

Reference

1. Liu X.H., Han X.L. *China's Multi-cropping*. - Beijing: Beijing Agricultural University Press, 1987 (in Chinese)
2. Ji R.P., Ban X.X., Zhang S.J. Analysis of thermal resources and zoning of winter wheat' northing in Liaoning // *Research of Agricultural Modernization*. - 2003.- № 24(4). – P. 264-266 (in Chinese)
3. Hao Z. X., Zheng J. Y., Tao X. X. A study on northern boundary of winter wheat during climate warming: A case study in Liaoning Province // *Progress in Geography*. – 2001. - № 20(3). – P. 254-261 (in Chinese)
4. Axel T. Agricultural irrigation demand under present and future climate scenarios in China // *Global and Planetary Change*. - 2008. - № 60. – P. 306-326.
5. Reyenga P.J., Howden S.M., Meinke H. et al. Global change impacts on wheat production along an environmental gradient in south Australia // *Environment International*. - 2001. - № 27. – P. 195-200.
6. Francesco N.T., Marcello D., Rosenzweig C. et al. Effects of climate change and elevated CO₂ on cropping systems: Model predictions at two Italian locations // *European Journal of Agronomy*. - 2000. - № 13. – P. 179-189.
7. Cui D.C., Cao G.C., Zhang W. et al. *Climatical Ecological Divisions of Wheat in China* // Guizhou: Guizhou Science and Technology Press, 1991 (in Chinese)
8. National Agricultural Zoning Committee // *Agricultural Resources and Regional Planning in China*. - Beijing: Agriculture Press, 1991 (in Chinese)

ИЗУЧЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ MODIS NDVI НА ТЕРРИТОРИИ МОНГОЛЬСКОГО ПЛАТО ЗА ПЕРИОД 2000-2012 ГГ.

©Сяомин Цао, Цзюаньле Ван

Институт географии и природных ресурсов КАН, г. Пекин, Китай

STUDY ON SPATIO-TEMPORAL VEGETATION COVER CHANGES BASED ON MODIS NDVI DATA IN THE MONGOLIAN PLATEAU, 2000-2012

©Xiaoming Cao, Juanle Wang

Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research CAS, Beijing, China

Abstract: Fractional Vegetation Cover (FVC) is one of the most important variables for the monitoring of changes of terrestrial ecosystems. Based on the two-end member model, FVC was derived from MODIS Normalized Difference Vegetation Index (MODIS NDVI) in Xinjiang from 2000 to 2012 (16-Day). The spatio-temporal vegetation changes were analyzed, and the results showed that: the vegetation cover in Inner Mongolia was higher than that in Mongolia. In the year of 2000, FVC in Inner Mongolia was 0.557, while in Mongolia it was 0.516; at the same time, in the year of 2012, FVC in Inner Mongolia was 0.663, and in Mongolia - 0.593

Key words: NDVI; FVC; Spatio-temporal changes; Terrestrial ecosystem

Introduction

Vegetation plays an important role in the terrestrial exchange of carbon, water, and energy at the land surface. Dynamic detections and assessments (over one decade) of vegetation variation are the hotspot in the vegetation studies. In addition to NDVI, FVC is another sensitive indicator for terrestrial vegetation changes, in particular for land degradation and desertification in arid and semi-arid regions.

The main objectives of this study are to: (1) simulate FVC derived from MODIS NDVI from 2000 to 2012 in the plateau of Mongolia using the modified NDVI-SMA model; (2) characterize the spatio-temporal change in vegetation cover using the linear regression analysis.

Methods and materials

1 Data collection

The 16-day series MODIS NDVI data of the Mongolian Plateau were chosen from 2000 to 2012. The monthly and annual NDVI data from 2000 to 2012 were obtained by the MVC method.

2. Methods

Two end-member model

According to the two end-member model, there are three parts in a mixed pixel: a pure green vegetation pixel, a pure soil pixel and mixed pixel [1]. The information acquired by the sensors (S) includes the information of green vegetation and that of bare soil. f_g is assumed as the Fractional. The Remote Sensing information of the mixed pixel can be expressed as:

$$S = S_{veg} \times f_g + S_{soil} \times (1 - f_g) \quad (1)$$

where S_{veg} is the Remote Sensing information of a pure green vegetation pixel, S_{soil} is the Remote Sensing information of a bare soil pixel.

For over two end-members pixels, Formula (1) can be modified as follows:

$$f_g = (S - S_{soil}) / (S_{veg} - S_{soil}) \quad (2)$$

where S_{veg} and S_{soil} are the parameters. FVC can be estimated according to Formula (2).

Estimation of FVC based on NDVI

NDVI of each pixel is considered as the average weight of $NDVI_{veg}$ and $NDVI_{soil}$. FVC can be estimated using:

$$f_g = (NDVI - NDVI_{soil}) / (NDVI_{veg} - NDVI_{soil}) \quad (3)$$

where $NDVI_{soil}$ is the NDVI value of bare soil, and $NDVI_{veg}$ is the NDVI value of a pure green vegetation pixel.

Parameters value

This study applied the cumulative frequency (CF) method to select the two values for each vegetation [19]. The CF method is expressed as:

$$CF_{ij} = \sum_0^j (F_{NDVI_{ij}})$$

For vegetation type i ,

when $CF_{ij} = 5\%$, if $NDVI_{ij} \geq 0.05$, $NDVI_{soil(i)} = 0.05$,

if $NDVI_{ij} \leq 0.05$, $NDVI_{soil(i)} = NDVI_{ij}$.

When $CF_{ij} = 95\%$, $NDVI_{veg(i)} = NDVI_{ij}$.

where $NDVI_{ij}$ is the NDVI of pixel j in vegetation type i , CF_{ij} is the cumulative frequency of pixel j in vegetation type i , $FNDVI_{ij}$ is the NDVI-frequency of pixel j in vegetation type i .

FVC slope

Linear regression analysis can be used to analyze the change in every grid. This study uses this method to simulate the trend of variation of the multi-annual average FVC. The formula is:

$$\Theta_{slope} = \frac{n \times \sum_{i=1}^n i \times FVC_i - \sum_{i=1}^n i \sum_{i=1}^n i \times FVC_i}{\sum_{i=1}^n i^2 - (\sum_{i=1}^n i)^2} \quad (4)$$

where i is the year, and FVC_i is the average FVC for the year i . If $\Theta_{slope} > 0$, FVC during the study period increased, and vice versa.

Results and discussion

1. The Spatial changes in FVC

FVC in 2001, 2005 and 2012 were distributed in Fig.1. It shows that vegetation cover in the northern, eastern area was higher than that in other parts. That's because there is a large area of desert in the middle and southern area of the plateau.

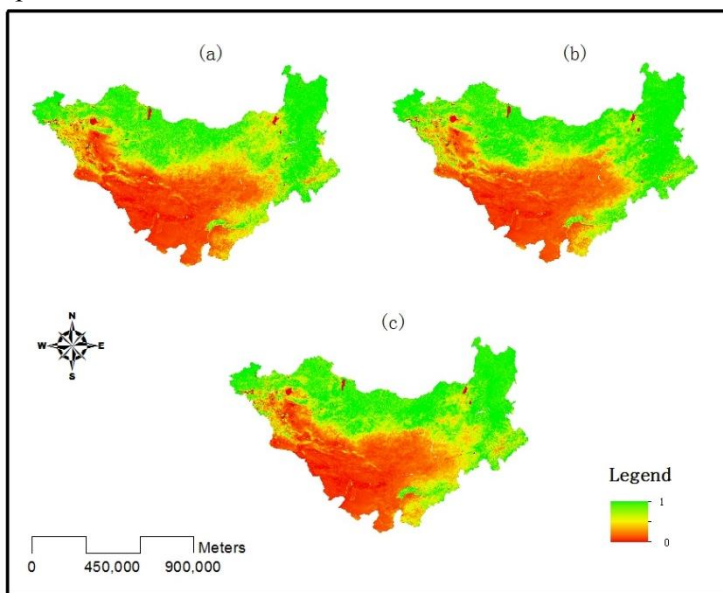
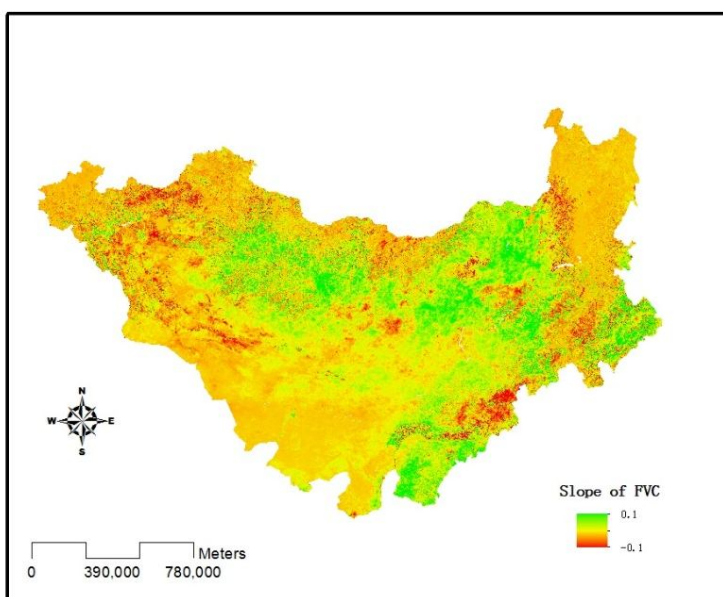


Fig. 1. The FVC in the Mongolian Plateau in 2001(a), 2005(b), 2009(c)

2. The temporal changes in FVC

In all, Θ_{slope} of FVC varies in -0.1 and 0.1 . Vegetation cover decreased mainly in the eastern area, northeastern area and western area, meanwhile, vegetation cover increased mainly in the middle area of the plateau.



Vegetation cover increased from 2000 to 2012. The FVC in the Mongolia Plateau in 2000 was 0.563, and 0.642 in 2012. Vegetation cover in inner-mongolia was higher than that in Mongolia. In the year of 2000, the FVC in Inner-mongolia is 0.557, and 0.516 in Mongolia; while in the year of 2012, the FVC in Inner-mongolia is 0.663, and 0.593 in Mongolia.

Conclusion

Vegetation cover in the northern, eastern area was higher than that in other parts. That's because there is a large area of desert in the middle and southern area of the plateau.

Vegetation cover decreased mainly in the eastern area, northeastern area and western area, meanwhile, vegetation cover increased mainly in the middle area of the plateau.

Vegetation cover increased from 2000 to 2012. The FVC in the Mongolia Plateau in 2000 was 0.563, and 0.642 in 2012. Vegetation cover in inner-mongolia was higher than that in Mongolia. In the year of 2000, the FVC in Inner-mongolia is 0.557, and 0.516 in Mongolia; while in the year of 2012, the FVC in Inner-mongolia is 0.663, and 0.593 in Mongolia.

Table 1.

The FVC in the Mongolian Plateau, Inner-mongolia and Mongolia from 2000 to 2012			
Year	the Mongolian Plateau	Inner-mongolia	Mongolia
2000	0.563	0.557	0.516
2001	0.529	0.540	0.467
2002	0.557	0.601	0.477
2003	0.606	0.617	0.554
2004	0.560	0.600	0.480
2005	0.566	0.589	0.500
2006	0.586	0.604	0.523
2007	0.537	0.580	0.454
2008	0.593	0.633	0.523
2009	0.543	0.555	0.483
2010	0.578	0.589	0.520
2011	0.606	0.609	0.561
2012	0.642	0.663	0.593

Reference

- Xiao J., Moody A. A comparison of methods for estimating fractional green vegetation cover within a desert-to-upland transition zone in central New Mexico, USA // *Remote Sensing of Environment*. - 2005. - № 98(2-3). - P. 237-250.
- Tarnavsky E., Garrigues S., Brown M.E. Multiscale geostatistical analysis of AVHRR, SPOT-VGT, and MODIS global NDVI products // *Remote Sensing of Environment*. - 2008. - № 112(2). - P. 535-549.
- Zoffoli M.L. et al. Seasonal and interannual analysis of wetlands in South America using NOAA-AVHRR NDVI time series: the case of the Parana Delta Region // *Landscape Ecology*. - 2008. - № 23(7). - P. 833-848.
- Baldi G. et al. Long-term Satellite NDVI Data Sets: Evaluating Their Ability to Detect Ecosystem Functional Changes in South America // *Sensors*. - 2008. - № 8. - P. 5397-5425.
- Yang et al. Study of the Vegetation Cover Change and Its Driving Factors over Xinjiang during 1998-2007 // *JOURNAL OF GLACIOLOGY AND GEOCRYOLOGY*. - 2009. - № 31. - P. 436-445.
- Chen P. et al., Assessment of MODIS-EVI, MODIS-NDVI and VEGETATION-NDVI Composite Data Using Agricultural Measurements: An Example at Corn Fields in Western Mexico // *Environmental monitoring and assessment*. - 2006. - № 119(1). - P. 69-82.
- White M.A. et al. Measuring fractional cover and leaf area index in arid ecosystems: digital camera, radiation transmittance, and laser altimetry methods // *Remote Sensing of Environment*. - 2000. - № 74(1). - P. 45-57.
- Zhou H., Van Rompaey A., Wang J. Detecting the impact of the “Grain for Green” program on the mean annual vegetation cover in the Shaanxi province, China using SPOT-VGT NDVI data // *Land Use Policy*. - 2009. - № 26(4). - P. 954-960.
- Luo G. et al. A methodology of characterizing status and trend of land changes in oases: A case study of Sangong River watershed, Xinjiang, China // *Journal of Environmental Management*. - 2008. - № 88(4). - P. 775-783.
- Baisheng Y., Yongjian D., Ersi K. The responses of ice-snow runoff to climate becoming warm during late 40a in Xinjiang // *Science in China, Series D (in Chinese)*. - 1999. - P. 40-29.
- Zhao B. et al. Monitoring rapid vegetation succession in estuarine wetland using time series MODIS-based indicators: An application in the Yangtze River Delta area // *Ecological Indicators*. - 2009. - № 9(2). - P. 346-356.
- Xin Z.B., Xu J.X., Zheng W. Spatiotemporal variations of vegetation cover on the Chinese Loess Plateau (1981–2006): Impacts of climate changes and human activities // *Science in China Series D: Earth Sciences*. - 2008. - № 51(1). - P. 67-78.
- The Xinjiang BUREAU OF SURVEYING AND MAPPING, China // <http://gtt.xinjiang.gov.cn/10081/10145/10001/10000/index.htm>
- Anyamba A., Tucker C.J. Analysis of Sahelian vegetation dynamics using NOAA-AVHRR NDVI data from 1981–2003 // *Journal of Arid Environments*. - 2005. - № 63(3). - P. 596-614.
- Wardlow B.D., Egbert S.L. Large-area crop mapping using time-series MODIS 250 m NDVI data: An assessment for the US Central Great Plains // *Remote Sensing of Environment*. - 2008. - № 112(3). - P. 1096-1116.
- Duchemin B. et al. Normalisation of directional effects in 10-day global syntheses derived from VEGETATION/SPOT. II-Validation of an operational method on actual data sets // *Remote Sensing of Environment*. - 2002. - № 81(1). - P. 101-113.
- Morawitz D.F. et al. Using NDVI to assess vegetative land cover change in central Puget Sound // *Environmental monitoring and assessment*. - 2006. - № 114(1). - P. 85-106.

18. Wu Y., Zeng Y. Retrieval and analysis of vegetation cover in the Three-North Regions of China based on MODIS data // Chinese Journal of Ecology. – 2009. - № 28. - P. 1717-1718.
19. Zeng X. et al. Interannual variability and decadal trend of global fractional vegetation cover from 1982 to 2000 // Journal of Applied Meteorology. - 2003. - № 42(10). - P. 1525-1530.

ВЕТЕР КАК ФАКТОР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЧВЕННОЙ КОРКИ НА ПОВЕРХНОСТИ ПЕСЧАНЫХ ДЮН

©Юншен У (yswuwork@126.com), Жуйпин Ин, Синь Чжан, Цзе Жень, Сюминь Тянь,
Цзень Ван, Цзекунь Ли, Хэнлу Мяо

*Институт водных ресурсов пастбищных территорий, Министерство водных ресурсов КНР,
г. Хух-Хото, Китай*

DISCUSSION ON WIND FACTOR INFLUENCING THE DISTRIBUTION OF BIOLOGICAL SOIL CRUSTS ON SURFACE OF SAND DUNES

©Yongsheng Wu (yswuwork@126.com), Ruiping Yin, Xin Zhang, JieRen, XiuminTian,
Jian Wang, Zekun Li, Henglu Miao

Institute of Water Resources for Pastoral Area, Ministry of Water Resources of China, Hohhot, China

Abstract: Biological soil crusts are widely distributed in arid and semi-arid regions, whose formation and development have an important impact on the restoration process of the desert ecosystem. In order to explore the relationship between surface airflow and development characteristics of biological soil crusts, we studied surface airflow pattern and development characteristics of biological soil crusts on the fixed dune profile through field observation. Results indicate that the speed of near-surface airflow is the lowest at the foot of windward slope and the highest at the crest, showing an increasing trend from the foot to the crest. At the leeward side, although near-surface airflow increases slightly at the lower part of the slope after an initial sudden decrease at upper part of the slope, its overall trend decreases from the crest. Wind velocity variation coefficient varied at different heights over each observation site. The thickness, shear strength of biological soil crusts and percentage of fine particles at crusts layer decreased from the slope foot to the upper part, showing that biological soil crusts are less developed in high wind speed areas and well developed in low wind speed areas. It can be seen that there is a close relationship between the distribution of biological soil crusts in different parts of the dunes and changes in airflow due to geomorphologic variation.

Key words: biological soil crusts; sand dune; wind; distribution

Introduction

Biological soil crusts (BSCs) are ubiquitous communities of diminutive organisms such as cyanobacteria, green algae, lichens, mosses and others associated closely with particles of surface soil, forming a cohesive thin horizontal layer [1]. They are widespread in arid and semi-arid areas, which occupy more than 40% of the terrestrial surface [2]. On a larger scale, the distribution of biological soil crusts is influenced by climate, soil and precipitation conditions, with distinct degree of development across the regions [2,3]. On a smaller scale, the development and distribution of biological soil crusts are subject to the influence of microclimate [4], vegetation [5], soil [6], water [7] and geomorphologic features [1,8]. A recent study noted that the distribution of biological soil crusts is selective to different parts of sand dunes [8]. Li has found that micro-geomorphology has created various habitats at a small-scale affecting development of biological soil crusts through reallocating related abiotic and soil properties [1]. However, few studies have focused on the relationship between the change of surface airflow caused by geomorphologic variation and the distribution of biological soil crusts.

Development and distribution patterns of biological soil crusts in the southern Mu Us Sandy Land of northern China were investigated in our study, and we found that the development of biological soil crusts can be divided into three stages, with certain selectivity to different parts of sand dunes [9]. We hypothesize that wind is an important influential factor for the development and distribution of biological soil crusts on dune surfaces, and there is a significant correlation between airflow changes and the distribution of biological soil crusts. In this study, the relationship between wind and distribution characteristics of biological soil crusts were discussed by observing the surface airflow of sand dunes and the development characteristics of biological soil crusts. The results not only deepen our understanding of the development and distribution patterns of biological soil crusts on dune surfaces, but also highly significant to scientific management and ecological rehabilitation of damaged ecosystems.

2 Study area and methods

The experimental area was located in the south margin of Mu Su Sandy Land, which is a transitional area from Ordos Plateau to the Loess Plateau in Northern Shaanxi, China. The geographic coordinates of this area are 108°50'54"E–108°58'00"E, 37°38'42"N–37°42'42"N, with an altitude of 1,350m and semi-arid climate. It is hot and rains heavily in summer, and dry, cold and windy in winter. The average annual temperature is 7.9 °C, and average annual rainfall is 394.7mm. The wind season is from March to May, average annual wind speed is 3m/s, and prevailing wind is northwest direction(Fig. 1). It primarily rains in summer, with large precipitation variability where maximum rainfall can reach 744.6mm (1964) and minimum rainfall of only 205mm (1965). Average evaporation over the years is 2,484.5mm, which is 6.32 times that of average annual rainfall. The landscape is featured by mobile, semi-fixed and fixed dunes, lake basin and beach land. Biological soil crusts developed widely on fixed and semi-fixed dunes, and are mainly algal crusts, while moss crusts are mainly found on the inter dune area. The mechanical composition of dune sediments is basically fine sands [10]. The study area belongs to a warm temperate grassland with low vegetation coverage, and the main plants are *Artemisia ordosica*Krasch., *Agriophyllum squarrosum*Moq., *Corispermumpuberulum*Iljin, and *Psammochloavillosa* (Trin.) Bor.

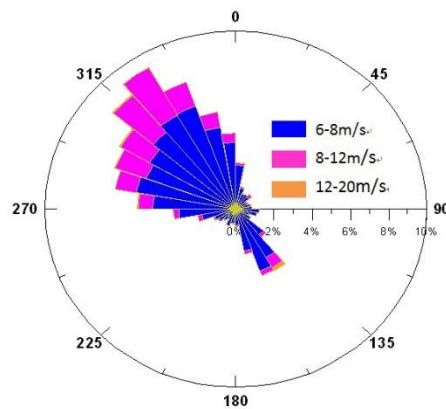


Fig.1. Wind rose diagram of the research area (2006–2009)

A gradient anemometer was used to measure wind speed. The wind speed measuring range was 0.3–30mm, with a resolution of 0.1 m/s. A typical fixed sand dune with well-developed biological soil crusts was selected in the research area. The dune inclined by 270°–105°, standing about 12m in height. The windward slope was 40m long, and the leeward slope was 15m long, with a slope of 10° and 25°, respectively. The observation points were laid along the longitudinal axis of the sand dune (northwest–southeast). One observation point was arranged for every 13 meters starting from the foot of the windward slope, and total of three points were set on the windward slope. One observation point was arranged for every four meters starting from the crest to the foot of leeward slope, and total of three points were set on the windward slope. Thus, seven observation points were chosen including the one on the crest (Fig. 2). When observing the surface airflow of the dune, the height of the observation points were set as 5, 15, 25, 50, 100, 150, 200, 300 and 400cm, respectively. A reference station was located on the crest for simultaneous observation. The height setting of seven observation points was consistent with the mobile station. The anemometer recorded wind speed data every 30s, and the observation lasted for 5min each time for each point. When analyzing the airflow data, the wind speed measured at the points on the longitudinal axis and that measured by the reference station were standardized to characterize the airflow variation of the same time point. After the wind speed observation was finished, the thickness of biological soil crusts on the corresponding point was measured with a Vernier caliper, for six times at each point. The shear strength on the corresponding point was measured with a portable shearing device. Ten measurements were made for each point. Malvern particle size analyzer was used to measure the particle size.

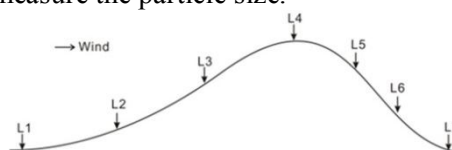


Fig.2. Arrangement of observation sites

3 Results and analysis

3.1 Surfaceairflow characteristics on fixed dune

The wind direction was basically stable during the observation process, and wind speed range at the height of 400cm was 2.1–10.7 m/s. In view of the wind speed data of the observation points (Fig. 3), the near-surface airflow (<200cm) was the smallest at the foot of windward slope, and increased significantly from the foot of windward slope to the crest, reaching the largest point at the crest. The near-surface airflow decreased on the leeward slope, from the crest to the middle-upper part of the leeward slope, while increased somewhat at the middle-lower part. When reaching the slope foot, the airflow decreased. That is to say, there was a zone with relative higher wind speed in the middle-lower part of the leeward slope, but the wind speed at each observation point was lower than that on the dune top. Near-surface airflow had a higher speed in the lower-middle part of the leeward slope, probably caused by a backflow along the leeward slope. Thus, the wind speed in the lower-middle part increased. The speed variation of airflow in the higher position (200–400cm) was different from that of near-surface airflow, and the airflow in this region decreased first and then increased from foot to crest, with the highest speed on the crest. The airflow in this zone presented a decreasing trend along the leeward slope, as distinct from the situation that the near-surface airflow increased in the lower-middle part of the leeward slope.

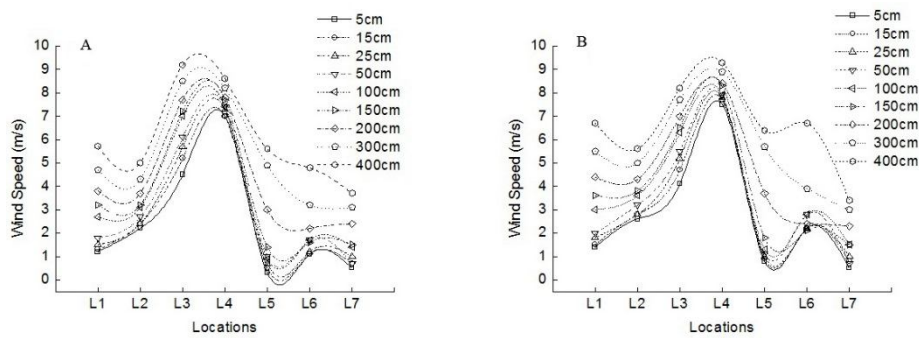


Fig.3. Characteristics of surface airflow at different wind speeds (A: 8.6 m/s, B: 9.3 m/s)

In order to quantitatively describe airflow changes at each observation point, a wind velocity variation coefficient was defined here.

$$M = (U_2 - U_1) / U_1$$

where M is wind velocity variation coefficient, and U_1 and U_2 are respectively wind speed at starting and ending points. According to the aforementioned definition, the wind velocity variation coefficients between observation points are presented in Table 1. Wind velocity variation coefficient on the windward slope was positive, showing an increase followed by a decrease of the coefficient from the slope foot to the crest. On the leeward slope, the wind velocity variation coefficient in the middle-upper part was negative, and that of the middle-lower part was positive. This shows that the backflow formed on the leeward slope resulted in a decrease of wind speed in the lower-middle part. The changes of wind velocity variation coefficient across the observation points indicated that the variation pattern of near-surface airflow was very complex (Tab. 1).

Table 1.

		Wind velocity variation coefficient at different observation sites						
Wind speed (m/s)	Zone	Wind velocity variation coefficient						
		5 cm	15 cm	25 cm	50 cm	100 cm	150 cm	200 cm
8.6	L1–L2	0.87	0.83	0.62	0.48	0.16	0.03	0.01
	L2–L3	1.02	1.17	1.33	1.26	1.27	1.24	1.09
	L3–L4	0.57	0.35	0.29	0.21	0.06	0.06	0.01
	L4–L5	-0.95	-0.93	-0.90	-0.87	-0.88	-0.82	-0.62
	L5–L6	2.31	1.20	0.71	0.78	0.85	0.15	-0.27
	L6–L7	-0.52	-0.36	-0.20	-0.61	-0.17	-0.03	0.08
9.3	L1–L2	0.86	0.86	0.57	0.55	0.18	0.04	0.02
	L2–L3	0.54	0.70	0.84	0.75	0.78	0.72	0.63
	L3–L4	0.83	0.62	0.50	0.43	0.26	0.27	0.20
	L4–L5	-0.89	-0.88	-0.88	-0.86	-0.83	-0.79	-0.55
	L5–L6	1.76	1.44	1.28	1.49	1.06	0.21	-0.37
	L6–L7	-0.79	-0.64	-0.52	-0.74	-0.44	-0.28	-0.03

Note: "-" indicates a negative increase of wind speed.

3.2 Development characteristics of biological soil crusts

The development characteristics of biological soil crusts at each observation site are presented in Table 2. The thickness of biological soil crusts was the largest at the foot of windward slope. With an increase of height from the slope foot to the middle-upper part, the average thickness of crusts decreased considerably. The average thickness of biological soil crusts at the foot of leeward slope was higher, and that from the foot to the middle part of the dune the thickness decreased. The biological soil crusts were well developed in the lower-middle part of the dune, while in the middle-upper part there was no biological soil crusts distributed or only early stage of crusts could be found. The variation trend of shear strength of biological soil crusts at each observation site was basically consistent with that of thickness of biological soil crust. That is, the shear strength was lower in the middle-upper part of the dune than at the foot.

Table 2.

Position	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
Thickness (mm)	10.38 (1.19)	7.13 (0.36)	5.49 (1.42)	-	-	6.40 (0.51)	10.73 (1.41)
Shear strength (kg/cm ²)	1.50 (0.69)	0.69 (0.17)	0.39 (0.23)	-	-	0.92 (0.36)	2.07 (0.78)

Note: all the values in the table are means; the standard deviation is enclosed in brackets; there are no biological soil crusts at position L4 and L5.

The mechanical composition of biological soil crusts at different geomorphologic positions are presented in Table 3. The compositions are mainly fine sands, followed by medium sand. There were differences in the composition as the geomorphologic position varied. The fine particulate matter contained in the biological soil crusts was largest in number at the foot of windward and leeward slopes, while its content decreased in the middle part of the windward slope. The percentage of fine particulate matter in the crusts presented a decreasing trend from the slope foot upwards.

Table 3

Positions	Grain content% (particle size: mm)					
	0.5–0.25	0.25–0.0625	0.625–0.031	0.031–0.0156	0.0156–0.0039	<0.0039
Foot of windward slope	8.44	74.46	8.95	3.49	2.86	1.80
Lower-middle part of windward slope	23.02	65.09	3.87	3.64	2.57	1.83
Middle part of windward slope	21.19	73.45	0.62	2.50	1.46	0.79
Middle part of leeward slope	17.79	72.19	3.92	3.39	1.89	0.83
Foot of leeward slope	12.64	63.28	12.58	5.45	3.48	2.58

3.3 Correlation between wind speed and development characteristics of biological soil crust

The correlation between wind speeds at each observation point with thickness shear strength of biological soil crust is presented in Figure 4. The thickness of biological soil crusts, shear strength and wind speed were negatively correlated, that is, thickness and shear strength were lower as the wind speed increased, while higher as the wind speed decreased. There was no biological soil crusts found at the dune top where the wind speed was the highest. It has been shown that there were well-developed biological soil crusts in the regions where the wind speed was slow, such as the lower-middle parts of the windward and leeward slopes, and the lowland between the dunes; and there was no distribution of biological soil crusts at the crest.

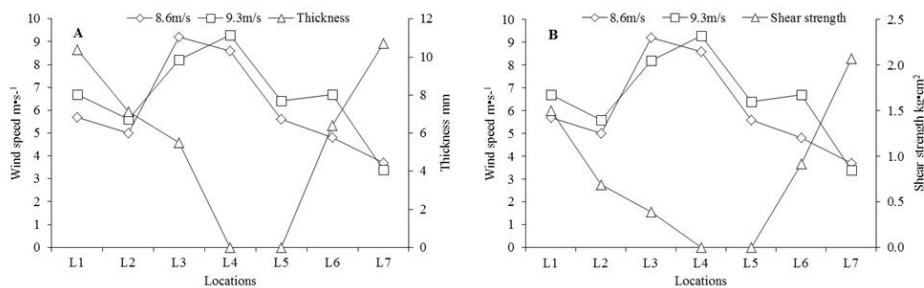


Fig.4. Relationship between development characteristics of biological soil crusts and wind speed

4 Discussions

The biological soil crusts on dune surfaces are formed by the joint action of dust fall, raindrop impact and microorganisms in the process of sand stabilization on the basis of physical crust[11-13]. Fine

particulate matter derived from atmospheric dust increases the thickness of crusts and at the same time, provides minerals and chemical elements, which is favorable for microbial invasion [12]. As low-nutrient microbes (such as bacillus) invade the crust [14] (Wu et al., 2004), their viscous outer walls and secretion become the media for sand interconnection [14,15].

The formation and development of biological soil crust is a dynamic process constantly developing and burying [16]. When the wind speed exceeds 4m/s, the bare sand starts to move, covering the surface of biological soil crusts which affects its further development [16]. Although the prevailing wind in the research area is in the northwest direction (Fig. 1), the airflow in the lower-middle part of the sand dune or at the slope foot is significantly slower than the wind speed at the crest. This is beneficial to the formation and development of biological soil crusts. Although there are differences in the near surface airflow and wind velocity variation coefficients between observation points under different wind speed conditions (Tab. 1), the wind speed in the middle-upper part of the windward slope and the crest is the largest. Thus, sediment in this area is usually in a state of activation, making it difficult to form biological soil crusts; or the biological soil crusts are often damaged under the effect of strong winds, making it difficult to well-developed stage. Although the airflow in the middle-upper part of the leeward slope is lower (Fig. 3), the sediment from wind erosion are mostly concentrated in this zone [17], which inhibits further development of biological soil crusts. Although the wind speed increases slightly in the lower-middle part of the leeward slope, the smaller absolute value of wind speed in this zone also makes it an ideal area for the development of biological soil crusts. Compared with other positions of the sand dune, the inter dune area has optimal water and temperature conditions, with minimum degree of interference from aeolian sand activity. Therefore, the biological soil crusts are well developed here, from the single microbial crust to algal and lichen crusts and finally to an advanced stage of biological soil crusts, which is a mixture of moss and algal crusts.

The aeolian sand activity on the dune surface interacts with the development of biological soil crusts. On one hand, changes of airflow caused by geomorphologic variation create beneficial conditions for the development of biological soil crusts in the lowland between the dunes or the lower-middle part of the dune. Biological soil crusts can hardly develop where aeolian sand activity is frequent or only an early stage of biological soil crust may develop. On the other hand, the formation of biological soil crusts can stabilize the dune surface and improve anti-wind erosion ability [18,19], playing a crucial role in the further development of biological soil crusts.

There are many factors that influence the development and distribution of biological soil crusts [1]. This paper only discussed the relationship between airflow changes caused by geomorphologic variation and the development of biological soil crusts. In fact, vegetation has played an important role in the formation and development process of biological soil crusts, the prerequisite of which is sand stabilization. Due to the effect of moving sand fixed by vegetation, the characteristics of the surrounding airflow changes [20], which will probably provide a stable environment for the development of biological soil crusts. However, more empirical research is needed before final confirmation.

Acknowledgments:

This project is supported by National Natural Science Foundation of China (Grant No. 41201050).

Reference

1. Li X.R., He M.Z., Zerbe S., Li X.J., Liu L.C. Micro-geomorphology determines community structure of biological soil crusts at small scale // *Earth Surface Processes and Landforms*. - 2010.- № 35. – P. 932–940.
2. Belnap J. The potential roles of biological soil crusts in dryland hydrologic cycles // *Hydrological Processes*. - 2006. - № 20. – P.3159–3178.
3. Belnap J., Budel B., Lange O.L. Biological soil crusts: characteristics and distribution // *Biological Soil Crusts: Structure, Function and Management*. – Berlin: Springer-Verlag, 2001. P. 3–30.
4. Kidron G.J., Barzilay E., Sachs E. Microclimate control upon sand microbiotic crusts, western Negev Desert, Israel // *Geomorphology*. - 2000. - № 36(1–2). – P.1–18.
5. Li X.R., Zhou H.Y., Wang X.P., Zhu Y.G., O'connor P.J. The effects of sand stabilization and revegetation on cryptogam species diversity and soil fertility in the Tengger Desert, Northern China // *Plant and Soil*. - 2003. № 251. – P. 237–245.
6. Bowker M.A., Belnap J., Davidson D.W., Phillips S.L. Evidence for micronutrient limitation of biological soil crusts: importance to arid-land restoration // *Ecological Applications*. - 2005.- №15. – P. 1941–1951.
7. Eldridge D.J. Environmental factors relating to the distribution of terricolous bryophytes and lichens in semi-arid Australia // *Bryologist*. - 1997. - № 100. – P.28–39.
8. Zhang Y.M., Fan Y.X., Fan B.R. Distribution characteristics of biological crust on sand dune surface in Gurbantunggut Desert.

- Xinjiang // Journal of Soil and Water Conservation. - 2004.- № 14(4). – P. 61–65.
9. Wu Y.S., Hasi E., Li S.Q., Liu H.Q., Jia Z.J. Development characteristics of biological soil crusts on sand dune in southern Mu Us Sandy Lands // Journal of Soil and Water Conservation. - 2010.- № 24(5). – P. 258–261.
 10. Hasi E., Zhuang Y.M., Wang L., Wang Z. Grain-size variation on a transverse dune and response to wind direction changes on southern edge of Mu Us Desert // Progress in Geography. - 2006. - № 25(6). – P. 42–52.
 11. Duan Z.H., Liu X.M., Qu J.J. Study on formation mechanism of soil crust in the Shapotou Area // Arid Zone Research, - 1996. - № 13(2). – P.31–37.
 12. Fang H.Y., Cai Q.G., Chen H., Qiu Y.L. Mechanism of formation of physical soil crust in desert soils treated with straw checkerboards // Soil&Tillage Research. - 2007. - № 93. – P.222–230.
 13. Zhang Y.M., Wang X.Q. Research on Biological crusts in Zhunger Deserts. Science Press, Beijing, 2008.
 14. Wu N., Fan B.R., Zhang Y.M. Effects and ecological significance of soil-inhabiting microorganisms in the formation of biological soil crusts // Arid Zone Research. - 2004.- № 21(4). – P. 444–450.
 15. Hu C.X., Liu Y.D., Song L.R., Zhang D.L. Effect of desert soil algae on the stabilization of fine sands // Journal of Applied Phycology. -2002.- № 14. – P. 281–292.
 16. Jia R.L., Li X.R., Tan H.J., He H.Y., Su J.Q., Hao Y. Mechanism of photosynthetic recovery of biological soil crusts after the removal of sand burial disturbance // Journal of Desert Research. - 2010. - № 30(6). – P.1299–1304.
 17. Nickling W.G., Neuman C.M., Lancaster N. Grainfall processes in the lee of transverse dunes, Silver Peak, Nevada // Sedimentology. - 2002. - № 49(1). – P. 191–209.
 18. Zhang J.H., Ma Q.L., Liu H.J., Yang Z.H., Zhang D.K. Effect of wind-breaking and sand-fixing of vegetation in progressive succession on desertification land in arid area // Journal of Desert Research. - 2006. - № 26(6). – P. 903–909.
 19. Zhang Z.S., Zhao A.G., Dong Z.B., Li H. Characteristics of natural restored microbotic crusts against soil erosion // Journal of Desert Research. - 2007. - № 27(4). – P. 558–56.
 20. Yang W.B., Lu Q., Wu B., Yang H.Y., Zhao A.G., Wang J.Y., Hu X.L. Wind tunnel experiment on wind flow structure and windbreak effect within low-covered shrubs under different arrangements // Journal of Desert Research. - 2007. - № 27(5). – P.791–796.

РЕАКЦИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА

©Чженцзя Лю^{1,2} (liuzj@lreis.ac.cn)

¹ Институт географии и природных ресурсов КАН, г. Пекин, Китай

² Университет Китайской Академии наук, г. Пекин, Китай

RESPONSES OF VARIOUS VEGETATION TYPES TO CLIMATE CHANGE

©Zhengjia Liu^{1,2} (liuzj@lreis.ac.cn)

¹ Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research CAS, Beijing, China

² University of Chinese Academy of Sciences, Beijing, China

Abstract: Inner Mongolia, one of the largest farming-pasturing interlocked areas in China, is undergoing a process of prominent warming and drying. To investigate the responses of vegetation cover to climate change in different land and to derive a better understanding about the inter-annual variability vegetation growth, MODIS-NDVI from 2001 to 2010, daily mean temperature (Tem) and precipitation (Pre) from 2001 to 2010 and land cover in 2000 were considered to explain vegetation variations based on geo-statistics method in this study. We found that inter-annual NDVI variability can be largely explained by Pre in grasslands, crop, and residents' land ($r_{Pre}=0.755^*$, 0.714^* , 0.752^* , respectively; * represents $P<0.1$). NDVI of deciduous coniferous forest ($r_{Tem}=0.559^*$; $r_{Pre}=-0.580^*$) and mixed forest ($r_{Tem}=0.557^*$; $r_{Pre}=-0.689^*$) were positively related with Tem and in negative correlation with Pre. NDVI of evergreen coniferous forest, evergreen broad-leaved forest, deciduous broad-leaved forest and shrub were not in significant correlation with Pre and Tem.

Key words: Remote sensing; NDVI; Geo-statistics; Land cover; Temperature; Precipitation; Inner Mongolia

1. Introduction

Climate changes could alter conditions of vegetation growth. In return, changed vegetation feeds back on surface-atmosphere exchange of energy, water and carbon, through controlling LAI (Leaf Area Index)[1, 2]. The meteorological observation data agreed on that over the past several decades, a significant increasingly warming trend had been occurring in the region and globe. In recent years, the warming and drying in the north received more and more attention by scientists. And what the response of farming and grazing to trend of warming and drying is unclear. However, our capability to predict the consequences of global change and design relevant sustainable management strategies is partially dependent upon our understanding of spatial patterns and their environmental controls of plant growth.

Remote sensing data have provided global coverage at relatively high temporal and spatial resolution since the early 1980s (e.g. AVHRR) [3], and have been widely used to estimate vegetation biomass or productivity at regional and global scales. In contrast with direct field measurements, the remote sensing-based estimation approach can effectively extend our knowledge to understand regional patterns of vegetation change in a spatially explicit fashion to climate change.

The Inner Mongolia Plateau, an important part of Mongolia Plateau, is the second highest plateau in China, with a mean elevation of 1000~1400m. Its climate is dry, and desert distribution area mainly in its western accounted for 37.8 % of the total area of China's desert. Meanwhile, its pasture is best natural pasture, accounting for 27 % of the total area of China's pasture. Hence, unique natural and human conditions of the Inner Mongolia make it become a hot region to research the response of various vegetation types to climate change. In this study, we seek to address the following questions: (1) How is the variations of Tem and Pre in the past 30 years in Inner Mongolia? (2) What are the responses of vegetation in different land cover to climate change? (3) How is the relationship between the inter-annual variability vegetations growth and the inter-annual variability of Pre & Tem?

2. Materials and methods

2.1 Land cover in study region

The area of Inner Mongolia is ~1.15 million km². Table 1 shows the different land cover types and their area. Grasslands and unused land are main land cover types, accounting for ~73 % of the total area. Fig.1 shows the spatial land cover patterns of Inner Mongolia in 2000. We found that grasslands concentrated in the north-central region of Inner Mongolia; Northeast mainly distributed forest; the western unused land located primarily desert.

Table 1.

The area of various vegetation types in Inner Mongolia		
Code	Types	Area/km ²
0	water or glacier	50064
1	evergreen coniferous forest	21602
2	evergreen broad-leaved forest	150
3	deciduous coniferous forest	4792
4	deciduous broad-leaved forest	50387
5	mixed forest	27745
6	shrub	10337
7	grasslands	518079
8	crop	132569
9	resident land	10074
10	unused land	320702

2.2 Remote sensing data

MODIS-NDVI images (MOD13), with a spatial resolution of 1 km² and month scale, were provided by the EOS Data Gateway at the Land Processes Distributed Archive Center (<http://lpdaac.usgs.gov/>). The Maximum Value Composites (MVC) method was used to eliminate the influence of clouds. Then, annual NDVI was used for inter-annual variability analysis with Pre and Tem.

2.3 Meteorological data

More than 700 meteorological stations (<http://cdc.cma.gov.cn/>) in China, in conjunction with abroad stations (<ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/>) around China, were interpolated to 1km national grid data with 1km DEM, using ANUSPLIN software [4, 5]. The 1km meteorological data of Inner Mongolia region were masked form national grid data by Inner Mongolia boundary.

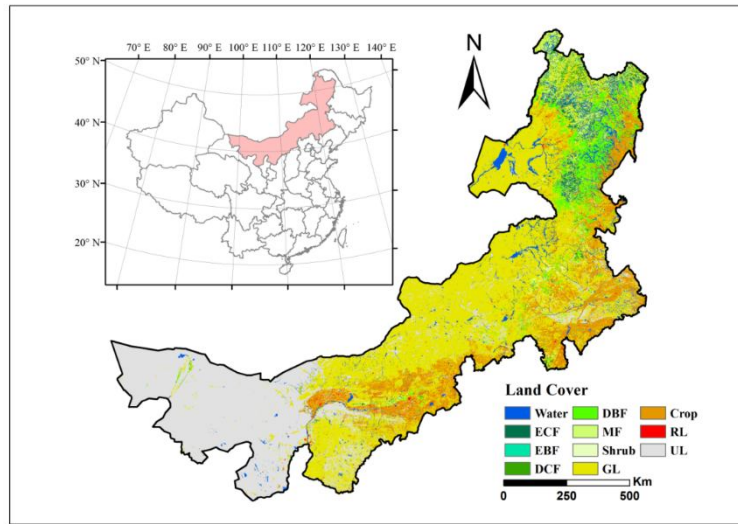


Fig.1. Land covers of Inner Mongolia in 2000. ECF: evergreen coniferous forest; EBF: evergreen broad-leaved forest; DCF: deciduous coniferous forest; DBF: deciduous broad-leaved forest; MF: mixed forest; GL: grasslands; RL: resident land; UL: unused land

2.4 Analysis method

The trends of NDVI and meteorological data were analyzed, using least square method (formula 1). The relationships between NDVI and Pre or Tem were calculated with correlation coefficient method (formula 2).

$$slope = \frac{n \sum_{j=1}^n (j \cdot X_j) - \sum_{j=1}^n j \sum_{j=1}^n X_j}{n \sum_{j=1}^n j^2 - (\sum_{j=1}^n j)^2} \quad (1)$$

where, *slope* is the slope of trend; *n* is the sum of year; *j* is the *j*-th year; *X_j* is the *j*-th year of Pre, Tem or NDVI.

$$r_{xy} = \frac{\sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})(y_j - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2 \sum_{j=1}^n (y_j - \bar{y})^2}} \quad (2)$$

where, *r_{xy}* is correlation coefficient; *x* and *y* represent two variables to do correlation analysis (e.g. Pre and NDVI, Tem and NDVI); *j* and *n* are same to formula 1; \bar{x} and \bar{y} are the average of variable *x* and *y*, respectively.

3. Results

3.1 Climate variation

The trend of Tem and Pre was opposite during 1980~2010 in Inner Mongolia (Fig. 2). Tem showed a increasing trend, about 0.55/10a, which was significant warming ($R^2=0.54$, $P<0.0001$). However, the change of Pre showed little significant decreasing trend ($P>0.05$). Pre in after-1998 was less than that in pre-1998. Results explained that Warming and drying was main trend in this region.

3.2 Correlation analysis

We found that inter-annual NDVI variability can be largely explained by Pre in grasslands (Fig3-7) and crop (Fig3-8) ($r_{Pre}=0.755^*$, 0.714^* , respectively; * represents $P<0.1$). NDVI of deciduous coniferous forest (Fig.3-3, $r_{Tem}=0.559^*$; $r_{Pre}=-0.580^*$) and mixed forest (Fig3-5, $r_{Tem}=0.557^*$; $r_{Pre}=-0.689^*$) were positively related with Tem and negative correlation with Pre. NDVI of evergreen coniferous forest (Fig3-1), evergreen broad-leaved forest (Fig.3-4), deciduous broad-leaved forest (Fig.3-4) and shrub (Fig.3-6) were not significant correlation with Pre and Tem.

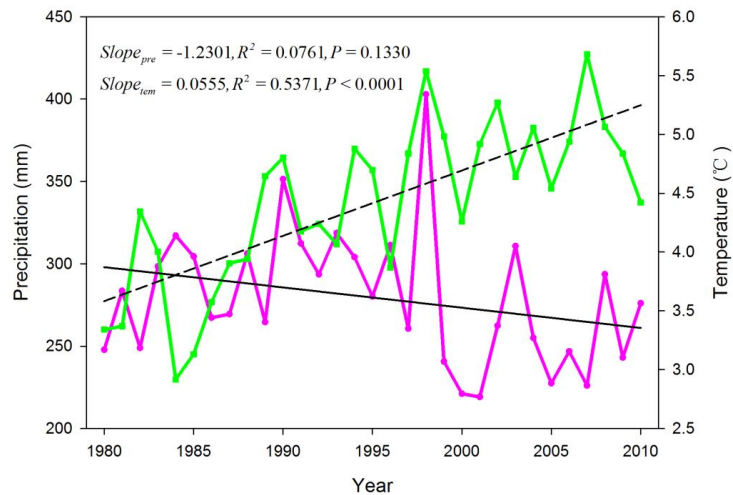


Fig.2. The variations of Tem (green curve) and Pre (pink curve) from 1980 to 2010 in Inner Mongolia. The short dash line and solid line showed the changing trend of Tem and Pre, respectively

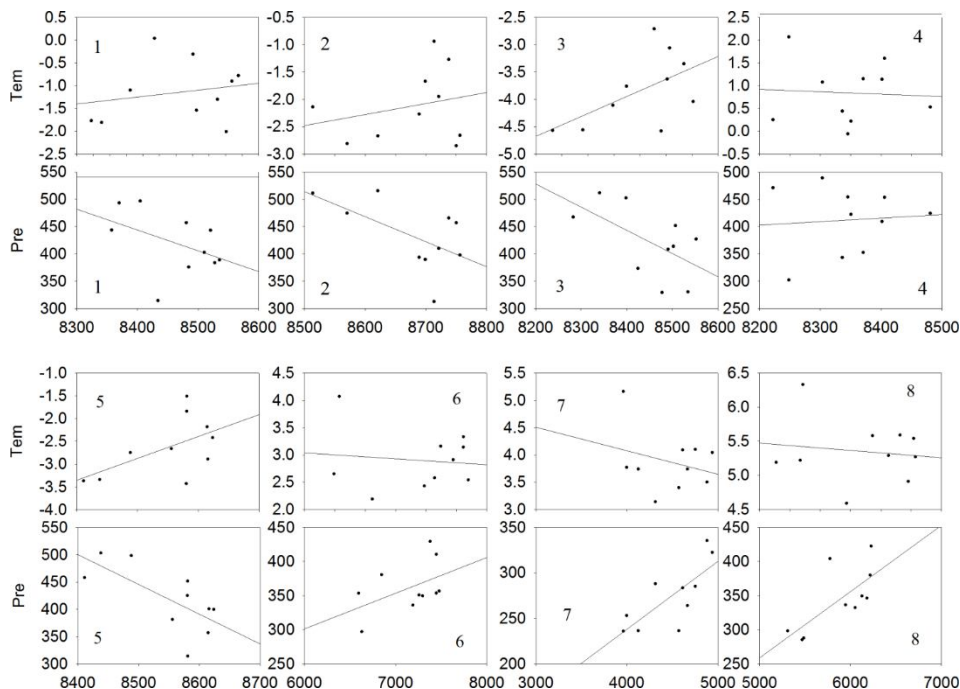


Fig.3. The correlation relationship of NDVI (the abscissa axis) with Pre and Tem (the ordinate axis) in various vegetation types

4. Discussions

For forest, especially evergreen coniferous forest, evergreen broad-leaved forest, deciduous coniferous forest, and mixed forest, the annual mean Tem of them were less than 0. With the increase of Tem, NDVI of them were increasing, though their relationships were not so significant. For the reason why were NDVI of them decline, with the increase of Pre. Lower Tem with much more Pre could limit forest to grow. But, for grasslands, shrub and crop, the annual mean Tem were greater than 0. With the increase of Tem, more water could be evaporable (e.g. evapotranspiration). Water might be the limitation factor, so, with the increase of Pre, NDVI of them were increasing.

5. Conclusions

The trend of Tem and Pre during 1980~2010 explained that warming and drying was main trend in Inner Mongolia. Inter-annual NDVI variability can be largely explained by Pre in grasslands and crop. NDVI of deciduous coniferous forest and mixed forest were positively related with Tem and negative correlation

with Pre. NDVI of evergreen coniferous forest, evergreen broad-leaved forest, deciduous broad-leaved forest and shrub were not significant correlation with Pre and Tem.

Acknowledgements

This study was supported by the National Basic Research Program of China (Grant No. 2010CB950902).

Reference

1. Chen X., Hu B., Yu R. Spatial and temporal variation of phenological growing season and climate change impacts in temperate eastern China // *Global Change Biology*. - 2005. - № 11(7). - P. 1118-1130.
2. Piao S. et al. Changes in biomass carbon stocks in China's grasslands between 1982 and 1999 // *Global Biogeochemical Cycles*, - 2007. № 21(2).
3. Wen Q.H. et al. Detecting human influence on extreme temperatures in China // *Geophysical Research Letters*. - 2013.
4. Hutchinson M.F. et al. Development and testing of Canada-wide interpolated spatial models of daily minimum-maximum temperature and precipitation for 1961-2003 // *Journal of Applied Meteorology and Climatology*. - 2009. - № 48(4). - P.725-741.
5. Liu z. et al. Comparative Analysis of Three Covariates Methods in Thin-Plate Smoothing Splines for Interpolating Precipitation // *Progress in geography*. - 2012. - № 31(1). - P. 56-62.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА СТЕПНЫХ ВЫСОКОГОРИЙ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЫ В МОНГОЛИИ

©Чжиган Сун¹, Цинсюэ Ван¹, Матасака Ватанабе², Очирбат Батхшиг³

¹ *Национальный институт исследований окружающей среды, г. Цукуба, Япония*

² *Университет Кейо, г. Канагава, Япония*

³ *Институт географии МАН, г. Улан-Батор, Монголия*

INVESTIGATION ON RELATIONSHIP OF CLIMATE CHANGE, GRASSLAND GREEN-UP AND PERMAFROST IN MONGOLIAN PERMAFROST REGIONS

©Zhigang Sun¹, Qinxue Wang¹, Masataka Watanabe², Ochirbat Batkhishig³

¹ *National Institute for Environmental Studies, Tsukuba, Japan*

² *Keio University, Kanagawa, Japan*

³ *Institute of Geography MAS, Ulaanbaatar, Mongolia*

Abstract: Understanding the relationship of climate change, grasslands, and permafrost is essential to propose practical adaptation strategies to reduce the vulnerability of grasslands and livestock to climate change in Mongolia. In this study, the relationship of the green-up date (GUD) of grasslands and related climatic factors was investigated using the MODIS phenology product and climatic data from meteorological stations across Mongolia permafrost regions during 2001–2009. Compared with air temperature, the GUD is mainly dominated by precipitation in Mongolia, especially by last autumn precipitation. Permafrost plays a vital role in storing the remaining precipitation of autumn for upcoming spring green-up of grasslands in Mongolia. Our results could help to effectively target adaptation strategies for herders and governments to manage grasslands and livestock.

Key words: climate, green-up date, grassland, permafrost, Mongolia.

1. Introduction

Mongolia has a dry and cold climate and a special geographic location at the south edge of the Eurasian cryosphere. Climate is changing across Mongolia. In the last four decades, air temperature increases at a rate of 0.37 °C/decade in the north forestlands and grasslands and at a rate of 0.38–0.59 °C/decade in the middle and south desert grasslands and desert (Figs. 1 and 2). In the last decade, precipitation has an increasing trend at a rate of 0.7–10.6 mm/year in the north regions and a decrease trend at a rate of 0 – -23.4 mm/year in other regions (Figs. 3 and 4). Climate change will unavoidably influence grasslands in Mongolian permafrost regions. It is crucial to understand the relationship of climate change, grasslands, and permafrost in Mongolia. This knowledge will help to propose practical adaptation strategies to reduce the vulnerability of grasslands and livestock to climate change in Mongolia.

Vegetation phenology has been of increasing interest because it is sensitive to climate change [3-5], which is mainly controlled by both air temperature and precipitation in arid areas [2, 6, 8]. The green-up date (GUD) of grasslands is closely related to the frost and thaw processes of permafrost which may be crucial

water storage for early grass growth in spring in Mongolia. Thus the GUD is a suitable proxy of grassland for investigation on the response of grasslands to climate change and resulting permafrost change. Specifically, the purpose of this study is to investigate the relationship of grassland GUD, related climatic factors and permafrost in Mongolia using ground long-term meteorological data and satellite remote sensing data.

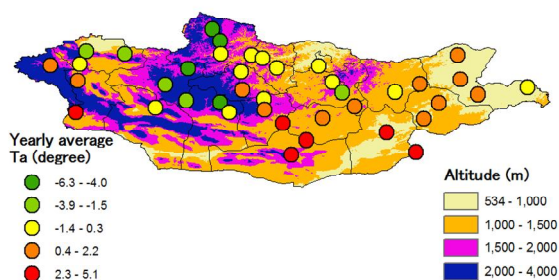


Fig. 1 Annual mean air temperature (1973-2011).

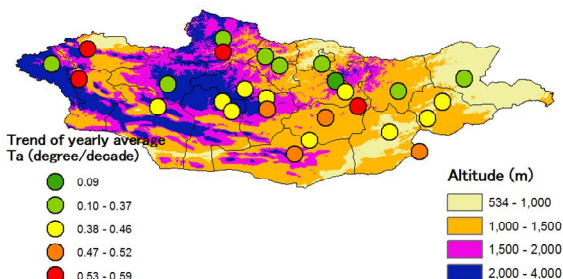


Fig. 2 Rate of change in annual mean air temperature (1973-2011).

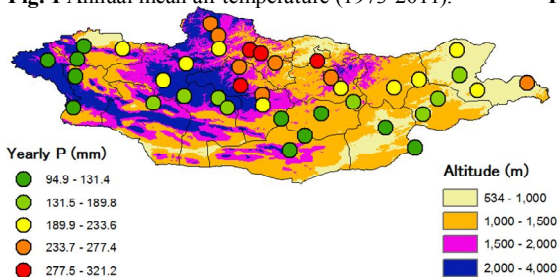


Fig. 3 Annual precipitation (2000-2011).

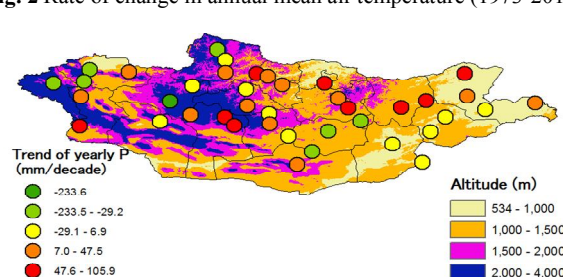


Fig. 4 Rate of change in annual precipitation (2000-2011).

2. Data used

Both ground meteorological data and remote sensing phenology data were used in this study.

(1) Ground meteorological data: Daily air temperature and precipitation data from 24 meteorological stations (see Figs. 1–4 for locations) during 2000–2009 were downloaded from the National Climatic Data Center (NCDC), NOAA (<http://www.ncdc.noaa.gov>).

(2) Remote sensing phenology data: The MODIS Collection 5 phenology product with a tile range of h23–h26 and v03–v04 during 2001–2009 (MCDQ2) was downloaded from the Reverb of NASA’s Earth Observing System (<http://earthdata.nasa.gov>). The algorithm for estimating phenology is based on a piecewise logistic model fitting 8-day 500-m enhanced vegetation index (EVI) time series [1, 9]. The MCD12Q2 product has four layers regarding phenology: onset of greenness increase (beginning of EVI increase), onset of greenness maximum (reaching the maximum EVI), onset of greenness decrease (beginning of EVI decrease), and onset of greenness minimum (reaching the minimum EVI). In this study, the layer of onset of greenness increase (*i.e.*, GUD) was used (see Fig. 5 for an example of 2009).

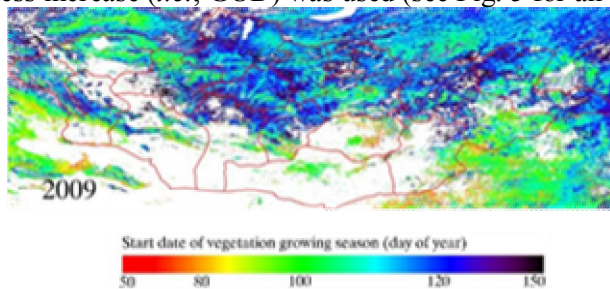


Fig. 5 The GUD of grasslands in 2009 across Mongolia.

3. Results and discussions

Correlation between GUD and climatic factors in Mongolia

Although the correlation between GUD and climatic factors varies for three grassland types, a significant negative correlation between GUD and precipitation exists for all of them. As shown in Fig. 6, the

GUD has a significant negative correlation with last autumn precipitation ($p < 0.01$) for the forest steppe, whereas it has a significant negative correlation with last autumn precipitation ($p < 0.01$) and last summer precipitation ($p < 0.05$) for the steppe. The GUD has a significant negative correlation with spring precipitation ($p < 0.05$) and last autumn precipitation ($p < 0.05$) for the desert steppe.

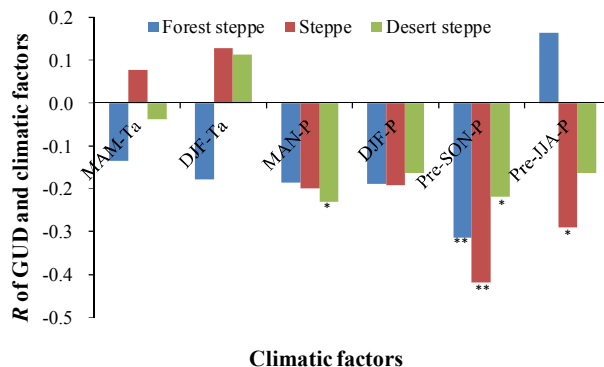


Fig. 6. Correlation between GUD and climatic factors for three grassland types *indicates significance level of 0.05 and ** indicates significance level of 0.01. (DJF-Ta: average air temperature in winter; MAM-Ta: average air temperature in spring; DJF-P: average precipitation in winter; MAM-P: average precipitation in spring; Pre-JJA-P: average precipitation in last summer; Pre-SON-P: average precipitation in last autumn)

The above evidences indicate that the GUD of grasslands is dominated by precipitation rather than air temperature across Mongolia, and that the GUD is mainly controlled by last autumn precipitation for all the three grassland types. For specific grassland type, the GUD is also affected by last summer precipitation for the steppe and by spring precipitation for the desert steppe. The last summer precipitation may contribute to the spring grass green-up for the steppe if summer precipitation is not used up by grass and the remaining is stored in the soil. The spring precipitation is also vital for the spring grass green-up for the desert steppe because only a little water is stored in the soil due to relatively low precipitation during autumn in these regions.

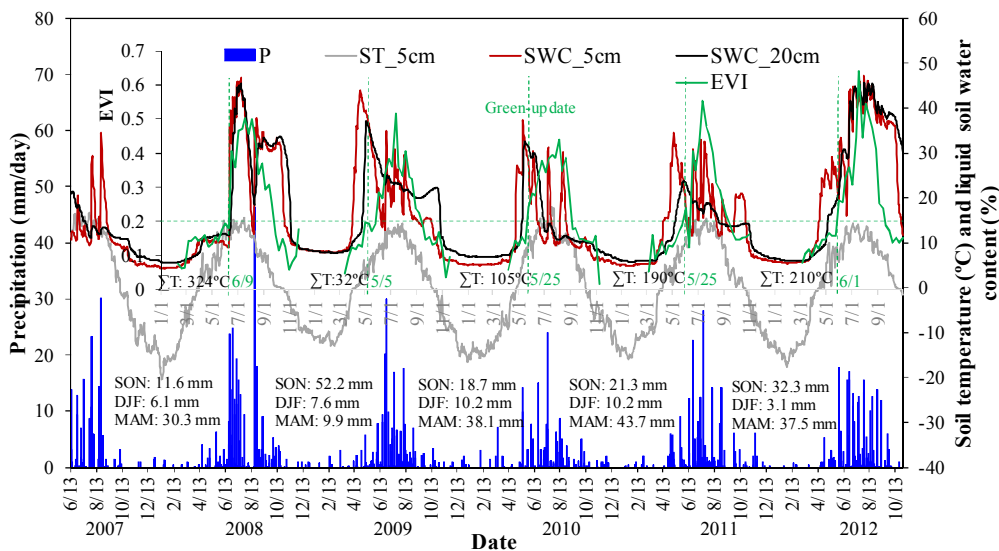


Fig. 7. Seasonal patterns of daily rainfall (P), 5 cm soil temperature (ST_5cm), and volumetric soil water content in liquid (SWC) at the depths of 5 and 20 cm, 8-day MODIS enhance vegetation index (EVI) at the Davaat site during 2007–2012. ($\sum T_i$ is $>0^\circ\text{C}$ cumulative 5-cm soil temperature after winter and before the GUD; SON, DJF and MAM denote cumulative precipitation during autumn, winter, and period from Mar. 1 to the GUD.)

The role of permafrost in the response of GUD to climatic factors

The preceding precipitation significantly regulates the GUD of grassland in Mongolian permafrost regions. Because of weak evapotranspiration in autumn [10], most of autumn precipitation can be stored in soil in winter and then used for grass at the beginning of next growing season. Thus permafrost during winter can be considered as a carrier of soil moisture [7]. An example at the Davaat site (48.13°N, 107.30°E) could help to further understand the importance of last autumn precipitation and the role of permafrost. As shown in Fig. 7, the GUD ranges from early May to early June from 2008 to 2012. The cumulative 5-cm > 0 °C soil temperature of 32 °C can activate the green-up of grasslands in 2009. This indicates that the delay of GUD in other years ($\sum T$: 105–324 °C) is caused by the decrease in last autumn precipitation (from 52 mm for 2008 to 12–32 mm for other years). Except the period of 2007 autumn–2008 spring (48 mm), about 70-mm precipitation contributes mainly on the grassland green-up and early growth at the Davaatsite. Precipitation in winter has few contributions (< 15%) on the GUD due to its low values (< 11 mm) in given years. Due to relatively low temperature and thus low evaporation, last autumn precipitation has large contributions (25–75%) through the permafrost carrier. This specific illustration suggests that the existence of permafrost is essentially important for grassland ecosystems in Mongolia and that the degradation of permafrost caused by climate warming could potentially increase the vulnerability of Mongolian grasslands.

4. Conclusions

We have investigated the relationship of grassland GUD, climatic factors and permafrost in Mongolia using meteorological data from 24 stations and MODIS phenology data during 2001–2009. Our conclusions can be summarized as: (1) the grassland GUD is dominated by precipitation rather than air temperature across Mongolia; (2) the grassland GUD is mainly controlled by last autumn precipitation; (3) permafrost plays a vital role in storing autumn precipitation for upcoming spring green-up of grasslands in Mongolia.

Acknowledgement

This research is supported by the Environment Research and Technology Development Fund (E-1203) of the Ministry of Environment, Japan.

Reference

1. Ganguly S., Friedl M.A., Tan B., Zhang X.Y., Verma M. Land surface phenology from MODIS: Characterization of the Collection 5 global land cover dynamics product // *Remote Sensing of Environment*. – 2010. - № 114 (8). – P. 1805–1816.
2. Lesica P., Kittelson P.M. Precipitation and temperature are associated with advanced flowering phenology in a semi-arid grassland // *Journal of Arid Environment*. – 2010. - № 74. – P. 1013–1017.
3. Myneni R.B., Keeling C.D., Tucker C.J., Asrar G., Nemani R.R. Increased plant growth in the northern high latitudes from 1981–1991 // *Nature*. – 1997. - № 386. – P. 698–702.
4. Körner C., Basler D. Phenology under global warming // *Science*. - 2010. - № 327. – P. 1461, doi: 10.1126/science.1186473.
5. Schwartz M.D. Green-wave phenology // *Nature*. – 1998. - № 394. – P. 839–840.
6. Shinoda M., Ito S., Nachinshonhor G.U., Erdenetsetseg D. Phenology of Mongolian grasslands and moisture conditions // *Journal of the Meteorological Society of Japan*. - 2007. - № 85 (3). – P. 359–367.
7. Shinoda M., Nandintsetseg B. Soil moisture and vegetation memories in a cold, arid climate // *Global and Planetary Change*. - 2011. - № 79. – P. 110–117.
8. White M.A., Thornton P.E., Running S.W. A continental phenology model for monitoring vegetation responses to interannual climatic variability // *Global Biogeochemical Cycles*. – 1997. - № 11 (2). – P. 217–234.
9. Zhang X., Friedl M.A., Schaaf C.B. Global vegetation phenology from Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS): Evaluation of global patterns and comparison with in situ measurements // *Journal of Geophysical Research-Biogeosciences*. - 2006. - № 111. - G04017, doi:10.1029/2006JG000217.
10. Zhang Y.S., Munkhtsetseg E., Kadota T., Ohata T. An observational study of ecohydrology of a sparse grassland at the edge of the Eurasian cryosphere in Mongolia // *Journal of Geophysical Research*. - 2005. – № 110. - D14103, doi: 10.1029/2004JD005474.

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ МАСШТАБА ДЛЯ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА И ВЕГЕТАЦИОННОГО ИНДЕКСА NDVI НА МОНГОЛЬСКОМ ПЛАТО

©Чжиин Сю, Юнфэн Ху, Цзююань Лю, Линь Чжэн
Институт географии и природных ресурсов КАН, г. Пекин, Китай

CHARACTERISTIC SCALE ANALYSIS OF DEM AND NDVI IN THE MONGOLIAN PLATEAU

©Zhiying Xu, Yunfeng Hu, Jiyuan Liu, Lin Zhen
Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing, China

Abstract: As an emerging multi-scale analysis method, wavelet analysis can effectively solve multi-scale problems. Based on wavelet transformation, this paper analyzed the characteristic scale and its coupling relationship of DEM and NDVI. The results showed: (1) The spatial variations of DEM in northern transect and western transect were stronger than that in the southern and eastern lines. And there existed one scale pattern of DEM distribution ranging around 20~40 km along the latitudinal and longitudinal transects. (2) Two characteristic scales of NDVI distribution were identified, with a small scale of 2~4 km and a larger scale of 15~40 km. (3) The tightly coupled relationship between DEM and NDVI indicates that the topographic factor has close connections with the ecological spatial pattern at a larger scale.

Key words: Wavelet transformation; Characteristic scale; DEM; NDVI; The Mongolia Plateau

1 Introduction

Scale is defined as the space or time unit for human observing, measuring, analyzing, simulating and controlling various natural processes, which is a passive choice when researchers carry out experiments and make analyses limited by certain objects, the technique of observation, the ability of models, etc. And selecting the appropriate scale and analyzing under multi scales are critical steps for further research, that arouses more and more scientists or other scholars involved in exploring and discussing the scale problems^[1-3].

Recently, as an emerging method, wavelet analysis was frequently applied in ecological, remote sensing and geographical researches, with its ability of dealing with and analyzing multi-scale, multi-level and multi-resolution problems. For instance, SC Li analyzed the multi-scale characteristics of DEM and NDVI in the Tibetan Plateau based on the wavelet transformation^[4]. BW Qiu utilized the discrete wavelet analysis method to study the relevance between terrain factors and NDVI distribution in Wuyi Mountains^[5].

Partitioned by countries' boundaries and limited by the differentiations of scientific research directions, academic levels and techniques, the Mongolian Plateau is a deserved area to study that most researchers are confined to the Inner Mongolian region on Mongolian Plateau problems^[6-7]. This paper was aimed to study the relationship between DEM and normalized difference vegetation index (NDVI) in the Mongolian Plateau. The GTOPO30 dataset (<http://earthexplorer.usgs.gov/>) and MODIS NDVI dataset (MYD13A3, <http://e4ftl01.cr.usgs.gov/PullDir/0302830356LSfdh/>) were utilized to calculate the wavelet coefficients and their variograms, examining the characteristic scale and the coupling relationship of DEM and NDVI along four latitudinal and longitudinal transects.

2 Materials and methods

2.1 Study area

The Mongolian Plateau, located between 87°40'~122°15' N latitude and 37°46'~53°08' E longitude, which is bounded by the Greater Hinggan Mountains in the east, the Sayan and Altai Mountains in the west, the Sayan, Khentii and Yablonoi Mountains to the north, as well as the Yinshan Mountains to the south. The macroscopic landform of the Plateau is essentially mountain and high plain. And the vegetation types at the Mongolian Plateau distribute in turn with meadow steppe, typical steppe, desert steppe and gobi desert, of which the typical steppe most widely distributed^[6-7].

2.2 Selection of transects

In order to effectively indicate the spatial distribution and multi-scale features of DEM and NDVI, four sampling lines were set along the latitudinal transects (sampling line A, along 43°N; sampling line B, along 47°N) and the longitudinal transects (sampling line C, along 100°E; sampling line D, along 110°E) respectively (Fig 1, Fig 2).

2.3 Wavelet Analysis

Wavelet analysis is a powerful analyzing tool which can transform the spatial or temporal pattern into multi- scale decompositions with specific spatial or temporal positions. The core of wavelet transformation is wavelet function, which has positive and negative shocks and rapidly decays to zero within short time. Wavelet transform converts data function by scaling and shifting the mother wavelet function. Wavelet transformation can be defined as:

$$W(a, x) = 1/\sqrt{a} \int_{-\infty}^{\infty} f(x)\psi(x-b/a)dx$$

Where $f(x)$ is the data function, called analysis wavelet. $W(a, x)$ is the wavelet coefficients, calculated at a certain scale a and location b . $\psi(x)$ is the mother wavelet function, also called as the basic wavelet.

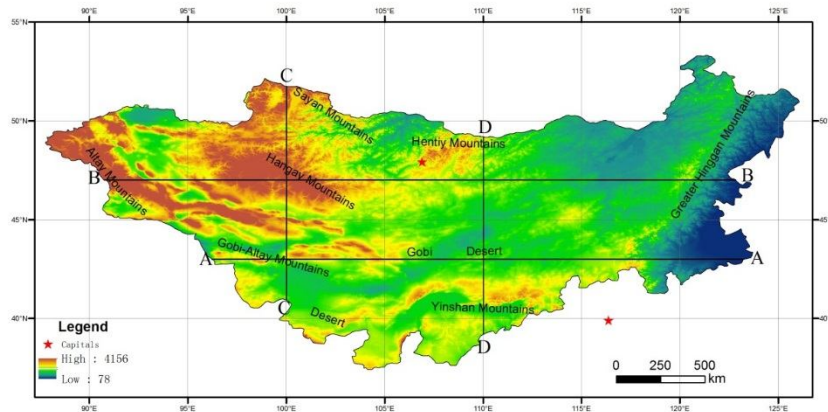


Fig 1. The spatial distribution of DEM in the Mongolian Plateau

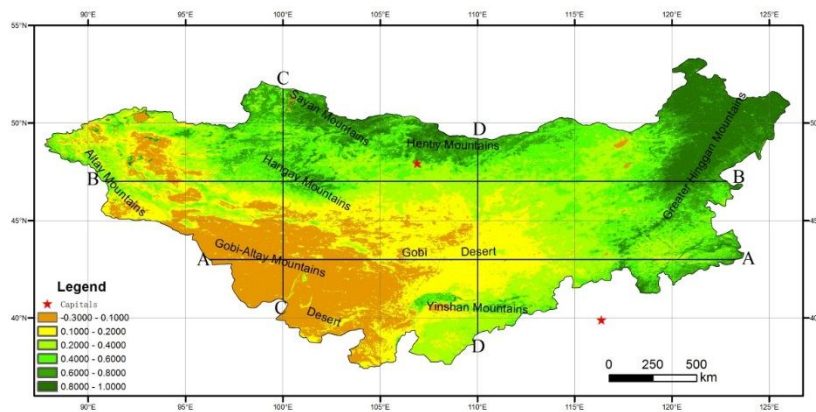


Fig 2. The spatial distribution of NDVI in the Mongolian Plateau

3 Results

3.1 Characteristic scale analysis of DEM

According to the variance figure of DEM (Fig 3), there was one dominant scale of variation along latitudinal and longitudinal transects of around 20 km. The variance peaks in the northern (DEM47) and western (DEM100) lines were more obvious than that in the other two sampling lines. Moreover, the variances of northern transect and western transect were evidently larger than the values of variances within southern transect (DEM43) and eastern transect (DEM110) in absolute size.

Geographically, the facts showed above illustrated that the dominant scale of typical landform in the Mongolian Plateau was around 20 km, which was more apparent in the western and northern parts. The geomorphic patches are relatively fragmented and the terrain is undulating in the north and the west, leading to the greater variation of DEM in the northern and western parts. In accordance with the topographic map of the Mongolian Plateau (Fig 1), as the Altay Mountains, Sayan Mountains, Hangay Mountains and Khentii Mountains are located as well as Dzavhan River, Baydrag River, Ider River and Kerulen River distributed, the northern part and southern part share complex topography, which evidences the variance figure.

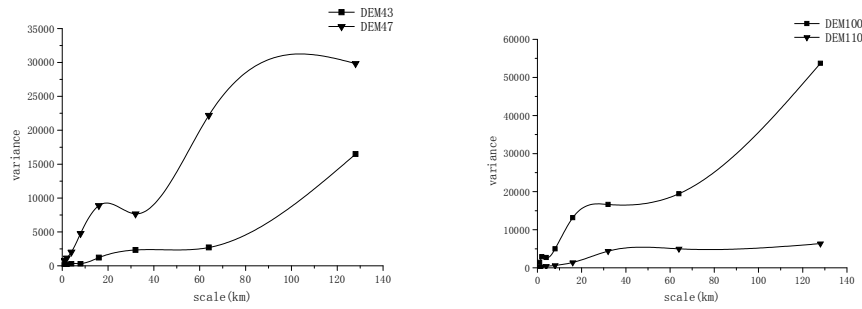


Fig 3. The wavelet variances of DEM along four transects

3.2 Characteristic scale analysis of NDVI

According to the variance figure of NDVI (Fig 2), there were two characteristic scales of variation along latitudinal and longitudinal transects the smaller of around 2~4 km and the larger of 20 km. The variance peaks under the dominant scales were quite clear and apparent along the sampling lines, with an exception of a smaller peak within the scale of 20 km along the southern line (NDVI43). Whereas, in terms of the absolute values, the variances of northern transect (NDVI47) and western transect (NDVI100) exhibited higher values than that along the southern transect (NDVI43) and eastern transect (NDVI110).

Geographically, according to the results above, there existed two dominant scales of the ecological landscape in the Mongolia Plateau, the smaller of 2~4 km and the larger of 20 km respectively. In west and north Mongolian Plateau, the heterogeneous ecological landscape and the fragmented landscape patches as well as the complex vegetation cover, resulted in the severe variation of NDVI in those parts. And according to the land use map of the Mongolian Plateau (Fig 5), influenced by the vertical zonality, terrain cutting and rivers, in the western and northern transects, various ecosystems types are distributed, such as shrubland, shrubwood, evergreen needled-leaf forest, deciduous needled-leaf forest, deciduous broadleaf forest, mixed forest, meadow steppe and typical steppe. The landscape is complex and the patches are small. Whereas along the east and south sampling lines, there exist less ecosystems, the main types of which were desert, typical steppe and cropland. The landscape is simple and the patches are large. In view of these facts, the results are credible.

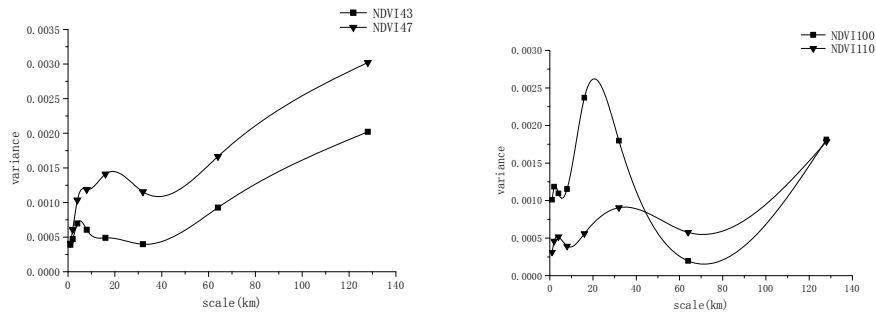


Fig 4. The wavelet variances of NDVI along four transects

3.3 Coupling analysis of characteristic scale

According to the absolute value of variance of DEM and NDVI, the values in the northern and western region of the Plateau were evidently higher than those in the southern and eastern parts. And the scale-ranging variance of DEM reflected the scale pattern of the topography in this region, while the varying variance of NDVI indicated the scale pattern of the integrated impacts of ecological and geographical factors.

As for the dominant scale, the DEM exhibited one characteristic scale of around 20 km. The NDVI spatial pattern existed two scales of 2~4 km and 20 km. The fact of synchronous variance peak of 20 km suggested the tightly coupled relationship between DEM and NDVI. Specifically, with the changes of terrain in the scale of 20 km, the spatial distribution of vegetation will change. However, at the smaller scale of 2~4 km, the vegetation distribution is not only attributed to topographic factors but also other factors such as soil, moisture, illumination, which can be further explored.

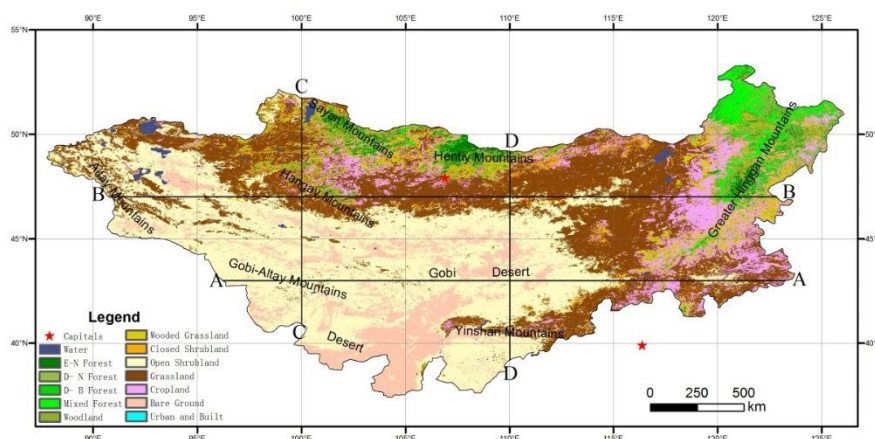


Fig 5. The spatial distribution of land use in Mongolia Plateau

4 Conclusions

As a new analysis method in modern geography research, wavelet transformation can effectively process and analyze multi-scale, multi-level and multi-resolution problems. In this paper, the author utilized the DEM and NDVI datasets which were authoritative and accepted around the world, applying wavelet transformation and calculating the coefficients and their scaled variances, to investigate the characteristic scale of NDVI and DEM and analyze its mechanism. The conclusion can be drawn as follows:

(1) The spatial variation of DEM in northern transect and western transect were stronger than that in the southern and eastern lines. And there existed one scale pattern of DEM distribution of around 20 km along latitudinal and longitudinal transects.

(2) The spatial variation of NDVI in northern transect and western transect were stronger than in the southern and eastern lines. Two characteristic scales of NDVI distribution were identified, with a small scale of 2~4km and a larger scale of 20 km.

(3) The variation of DEM and NDVI represent the topographic and ecological spatial pattern respectively. And the tightly coupled relationship between DEM and NDVI at 20 km scale indicates that the topography restrictes the spatial pattern of ecosystem at a larger scale, whereas the desynchrony of the variances reflects that the distribution of ecosystem may be affected by the comprehensive impacts of terrain factors and other factors.

Reference

1. Lam N.S.-N., Quattrochi D.A. On the issues of scale, resolution, and fractal analysis in the mapping sciences // *Professional Geographer*. - 1992. - № 44. – P. 88-98.
2. Blöschl, G., Sivapalan M. Scale issues in hydrological modeling: A review // *Hydrological Processes*. - 1995. - № 9(3-4). – P.251-290.
3. Goodchild M.F. Scale in GIS: An overview // *Geomorphology*. - 2011. - № 130(1-2). – P. 5-9.
4. Li Shuangcheng, Gao Weiming, Zhou Qiaofu et al. Multi-scale spatial analysis on NDVI and topographical factors using wavelet transform // *Acta Ecologica Sinica*. – 2006. - № 12. – P. 4198-4203.
5. Qiu Bingwen, Su Zanyou, ChenChongcheng. Multi-scale spatial correlations between topographic attributes and vegetation indices in Wuyi Mountain Reserve based on wavelet transform // *Chinese Journal of Ecology*. – 2009. - № 09.
6. Zhang Xueyan, Hu Yunfeng, Zhuang Dafang et al. NDVI spatial pattern and its differentiation on the Mongolian Plateau // *Journal of Geographical Sciences*. – 2009. - № 04. – P. 403-415.
7. Zhang Xueyan, Hu Yunfeng, Zhuang Dafang et al. The spatial pattern and differentiation of NDVI in Mongolia Plateau // *Geographical Research*. – 2009. - № 01. – P. 10-18+274.

ОБЗОР МОНГОЛЬСКОГО ПЛАТО

©Цзуган Чен

Институт географии и природных ресурсов КАН, г. Пекин, Китай

THE INTRODUCTION OF THE MONGOLIAN PLATEAU

©Zugang Chen

Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research CAS, Beijing, China

Mongolia plateau as the Asian inland plateau. East to Greater Khingan Range, West and Altai mountains, north to the Sayan, Kent, and Lyapunov's mountains, south of Yinshan Mountains, including all of Mongolia, southern Russia and parts of North China. Most of the old platform, only over the Northwest Mountain, Southeast of the vast Gobi, central and Eastern is a large hilly. The plateau with an average altitude of 1580 meters, the terrain from west to east gradually reduce. The average annual rainfall of about 200 mm. Winter is one of the cold source of the Asian continent, the minimum temperature is -45 °C, the highest temperature can reach 30 °C - 35 °C.

Landform

Mongolia plateau area of about 2600000 square kilometers (1000000 square miles). The political and geographical is composed of two parts of northern Gobi desert, as an independent country of Mongolia (or Mongolia), southern China's Inner Mongolia. The northwestern boundary of Altai mountain, plateau TangnuWula mountains and Sa YanMongolia plateau topographyRidge, northeast boundary to the Highlands, southern Nanshan Mountain, Western Tarim Basin is China the Xinjiang Uygur Autonomous Region and Junggar basin. This plateau is sometimes seen as a huge inland drainage basin of the surrounding mountains, have Zavkhan, Selenga and Kherlen river flows through. The territory of Gobi desert, only short grass stem open grasslands and elevation 915 ~ 1525 meters (3000 to 5000 feet) mountain. The highest point of the Altai mountains in the Monge Hare Khan (MonhHayrhan) mountain, elevation 4362 meters (14311 feet).

The Inner Mongolia plateau is part of the Mongolia plateau. Located in the north of Yinshan Mountains, west of Greater Khingan Range, north to the border, near the west to east longitude 106 °. Between latitude 40 ° 20' - 50 ° 50', longitude 106 ° ~ 121 ° 40'. An area of about 340000 square kilometers. Administrative districts including HulunBuir League West, most of XilinguoleMeng, Wulanchabu League and Bayannaouer League north. Generalized plateau of Inner Mongolia also includes the Erdos Plateau in the South and west of the Helan mountains and the Alashan plateau.

Geology and geomorphology

Inner Mongolia plateau, the general elevation of 1000 ~ 1200 meters, the North South high-low, North East to the lowlands, the minimum altitude of down to 600 meters, in the Sino-Mongolian border area is dry denudation monadnock discontinuous, the relative height of 100 meters. Larger rivers colored corrugated case, lulunhe River, onongol - Shilka, Hailar River - Eergu'Na - Heilongjiang. A larger lake UVs Knoll lake, Kusu Bo, the lake, on Lake and lake ha La uz. Temperate continental climate. The long cold winter, hot summer is short, less precipitation, mainly in animal husbandry. Plateau surface is complete, gentle ups and downs, denudation planation surface significantly, sand widespread, the ancient "Hanhai" said.

Geological Paleozoic late VARISCAN movement to make Mongolia geosyncline fold uplift, the Yanshan movement occurred only broad and gentle flexural and fracture. Himalaya movement and new tectonic movement of the plateau uplift and universal, massive basalt eruption, filling the depressions formed lava plateau, widely distributed in the eastern plateau, tableland of ladder, slightly undulating surface. The plateau generally has 5 levels of planation surface, forming a layered plateau.

Yanshan sports deflection subsidence area, third lake sediments accumulated very thick, expand the scope of flat ground. Since the Cenozoic, the climate is cold and warm dry wet alternation, but all are semi-arid and arid climate, plateau surface segmentation is slight, the past form of denudation surface of to form flat and relatively complete plateau. Inner Mongolia Gobi plateau, desert, sandy land and turn from the northwest to the southeast is slightly arc-shaped distribution: Plateau in the northwest edge of gravel Gobi, southeast to sandy Gobi, central and southeastern plateau to the sinking sandy and sandy. The sinking sandy belt is located in the north foot of Yinshan Mountain and Greater Khingan Range Xilu, curved

discontinuous; Ming Sha mainly Bain Gobi desert, desert, sea, white tone, observe the dry desert Hunshandake sandy land, sandy land, sandy land in HulunBuir, ujimqin.

Climate

A temperate continental climate, the average annual rainfall of about 200 mm (8 inch). The hottest month and the coldest month average temperature vary greatly. As the capital of Mongolia, Wu Lan BaMongolia grasslandSupport the January average temperature of -31 °C (-24 degrees Fahrenheit), and in July the average temperature of 16 °C (61 °F). Winter (November - April) are long and cold, the coldest January, the average temperature at -30 °C to -15 °C, the minimum temperature can reach -40 °C, accompanied by heavy snow; spring (May --6 months) and autumn (September --10 month) is short, and often sudden weather change, as in the autumn, Mongolia or just an invigorating autumn climate, then suddenly blustery, flying sand and rolling pebbles, sometimes even dump heavy snow. Mongolia's summer (7, August) large temperature difference between day and night, adequate light, strong ultraviolet radiation, the highest temperature of 35 °C. The wind, the weather changes quickly is the biggest characteristic of climate in Mongolia.

Hydrology

Mongolia Plateau on the larger rivers colored corrugated case, lulunhe River, onongol - Shilka, Hailar River - Eergu'Na - Heilongjiang. A larger lake UVs Knoll lake, Kusu Bo, the lake, on Lake and lake ha La uz. Mongolia plateau as the birthplace of the river, the river is long and the water is small, shipping value and water is very low. Interior multiple seasonal river, summer flood season.

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ДОСТОПРИМЕЧАТЕЛЬНОСТИ МОНГОЛИИ

©Абдильмянов С.Н. (abdulmyanov@gmail.com)

Московский городской педагогический университет, г. Москва, Россия

GEOGRAPHICAL ATTRACTIONS OF MONGOLIA

©Abdulmyanov S.N. (abdulmyanov@gmail.com)

Moscow City Pedagogical University, Moscow, Russia

Abstract: The article is devoted to the geographical attractions of Mongolia. It includes classification of geographical landmarks (geotops), taking into account their diversity, individual features, accessibility for scientific studies and importance for the local population. While the material is based on the results of the international studies of mountain landscapes, the author emphasizes an importance of further research and mountain protection and points to the new opportunities for tourism development and popularization of scientific knowledge. Practical examples include results of the exploration and studies of numerous geographical objects (geotops), located at the south-eastern part of the Russian Altai close to the state border.

Горные сооружения, расположенные в центре Евразии, привлекают внимание большого количества современных исследователей и туристов. Территорией, находящейся в непосредственной близости от России и других азиатских стран Содружества, генетически, исторически и экономически соединённой тесными связями с Россией, является сегодня динамично развивающаяся Монголия.

Монголия – страна, расположенная в Центральной Азии. Рельеф страны разнообразен: высокие, средние и низкие горы, мелкосопочники, нагорные, предгорные и межгорные равнины. Основной особенностью горной страны является значительное высотное положение: около 80% территории страны лежит выше 1 000 м над уровнем моря, а средняя высота составляет 1 580 м [8].

В пределах страны находится большая часть сооружений Большого Алтая, известная как Монгольский Алтай и Гобийский Алтай. Меньшие по площади части горной страны находятся на территории России, Китая и Казахстана.

Самая высокая часть Алтайской горной страны, субширотные хребты Катунский, Северо-Чуйский, Южно-Чуйский, расположена в пределах России, где находится высшая точка Алтая – двуглавая вершина Белухи (Уч-Сумер, Кадын-Бажы, Мүзтау Шыңы и др.), имеющая высотные отметки 4 509 м (Белуха Восточная) и 4 435 м (Белуха Западная).

По территории Монголии проходит главный водораздел Евразии между реками, относящимися к бассейну Северного Ледовитого океана, и бессточными областями центра материка [11]. На западном

фланге его находится массив Алтан-Тавын-Богд* с пиком Куйэтын-Уул 4 374 м, занимающий трансграничное положение между Россией, Монголией и Китаем.

На территории Монголии по природным условиям выделяются три природные страны, соответствующие геоструктурным районам Азии: Хангай-Хэнтэйская горная страна, Центрально-Азиатская страна высоких равнин, котловин и гор и горная страна Большого Хингана [8].

Возрождённые горные сооружения Монголии, как и многие горные территории, обладают большой численностью и плотностью географических достопримечательностей. Территория страны богата самыми разнообразными объектами, имеющими огромное научное и образовательное значение. Исследованных и картированных географических объектов, интересных с точки зрения Естественной истории Земли и Жизни, множество.

Метеоритные кратеры и нуклеарные структуры, сейсмодислокации рифтовой зоны (сейсмические валы после землетрясения 1957 г.), многочисленные и хорошо сохранившиеся четвертичные вулканы и вулканические ландшафты, имеющие более древний возраст. Не менее интересны активно идущие геоморфологические процессы, повсеместно распространённые останцовые формы, формы гляциального рельефа, ледники Монгольского Алтая, мерзлотный рельеф "полюсов холода" связанный с межгорными котловинами, пустыни умеренного пояса со специфическим набором эрозионных и аккумулятивных форм. Многочисленны разновозрастные палеонтологические объекты (Нэмэнгэтинская впадина или Нэмэгт и многие др. местонахождения), уникальные месторождения полезных ископаемых. Вот далеко не полный перечень их групп [5,8,11].

Территория Монголии, по мнению экспертов Всемирного фонда охраны дикой природы (WWF), входит в число 200 первоначальных или мало изменённых экорегионов планеты, и является одним из крупных центров биоразнообразия. Расположенная в центре Евразийского материка, удалённая территория страны служит зоной контакта, "миграционным перекрёстком и конечным пунктом", а участки, расположенные вдоль северных границ – регионом большей сохранности ландшафтов, местом обитания многих редких видов, сосредоточием уникальных экосистем. Так, к примеру, на территории страны находится 70 ключевых орнитологических территорий. Среди последних преимущественно гидрологических объектов – Ачит нуур, Уурэг нуур, Увс нуур, Хар ус нуур, Цагаан нуур Сэлэнги, устье р. Орхон-Сэлэнги, озера Тэшига, Булган тал, Хан-Хэнтэйский заповедник, долина р. Онон-Балджи, заповедник Монгол Дагуур, Буйр нуур и др. [9].

По этой же причине Алтае-Саянский и Монголо-Даурский экорегионы страны входят в число 35-ти приоритетных участков, где международными организациями принимаются меры по сохранению биологического разнообразия.

К настоящему времени в Монголии уже создано 65 ООПТ, которые занимают площадь в 22,5 млн. га, что составляет около 14,4 % территории страны, ведётся активная работа по созданию новых ООПТ, в том числе трансграничных с Россией, Казахстаном и Китаем. Создание и функционирование трансграничных экологических коридоров между ООПТ приграничных государств – необходимое условие для регулярных миграций и воспроизводства редких животных, более эффективной охраны экосистем [8,9].

На сегодняшний день, физико-географическими районами с высокой долей ООПТ являются: Центральный Хэнтэй, Центральная часть Монгольского Алтая, Убсунурская котловина и Восточный Хубсугул. Но, ещё многие объекты этой категории требуют дальнейшего выделения, изучения, каталогизации и охраны. "Привязанными" группами объектов являются: участки с эталонной (или типичной) растительностью, исключительной растительностью, проявлениями яркой высотной зональности, места откоёвок и сезонных сверхскоплений живого мира...

* Название географических объектов дано в соответствии с местными правилами произношения и звучит как Тавын-Богдо-Ола ("Таван-Богд-Уул", "таван" - пять, "богд" - святой, "уул" - гора, "Пять божественных гор", монгольский язык. В повседневной речи монголами добавляется приставка "Алтын" - золотой, святой, а приставка "Уул" - гора, как правило, опускается). В литературе приняты и другие варианты, например: Алтын Тавын-Богд, Тавын-Богд, Таван-Богдо-Ула, Таван-Богдо-Ола, Табын-Богдо-Ола, Тавын-Богдо-Ула.

На западе водораздел проходит по первой, высокогорной пограничной гряде Монгольского Алтая, разделяющей реки бассейна Иртыша и реки бассейна Кобдо и Урунги, связанные с бессточными озёрами Центральной Азии. На севере водораздел проходит по гребням хребтов Сайлюгем, Танну-Ола, по междуречью рек Мурэн, Тэс, Идэр, и дальше на восток по хребтам Хангай, Хэнтэй, и Эрэн-Дабан

Территория Монголии, находящаяся в пространстве Шелкового пути - великой транспортной магистрали древности, никогда не была изолирована от этнических миграционных процессов, потрясавших Евразийский континент. Исключительно важное значение имеют многочисленные исторические и археологические объекты, относящиеся к раннему периоду, периоду существования домонгольских государств (Хуннское, Сяньбийское государство, Жужаньский, Восточный Тюркский, Уйгурский, Кыргызский и Киданьский каганат), средневековому периоду страны, времени существования мощных государственных образований, сложному периоду новой и новейшей истории.

Массив Тавын-Богдо-Ола	
Темы	Краткое описание
Номер	01-01-01
Координаты	49°10'3702" северной широты, и 87°49'3044" восточной долготы (4 088 м)
Высота	Абсолютная максимальная высота массива: пик Кийтын 4 374 м (Китай). Абсолютная высота ближайшей вершины: Русский Шатер 4 134 м (Россия). Превышения: более 1 700 м, перепад высот 2 400- 4 100 м
Фотографии	
	
Местоположение	Массив Тавын-Богдо-Ола, представляет собой субширотный гребень, расположенный на стыке хребтов Южный Алтай, Сайлюгем и Монгольский Алтай и внутригорных котловин на юге плоскогорья Укок.
Морфология	Северная часть (территория России) представляет собой слаборасчлененные и относительно пологие склоны 5-ти куполовидных вершин, высота которых достигает 4 000 м. Восточные и западные склоны массива отличаются сильной расчлененностью и ярко выраженным альпийским типом рельефа. Из-за различий в ортографии массива и перераспределении осадков наблюдается асимметрия современного горного оледенения. На северных склонах преобладают куполовидные ледники, языки которых едва достигают отметок 3 000 м, а на западных и восточных склонах — долинные и сложные долинские ледники, имеющие самые большие площади в Алтае-Саянской горной области. Реки ледникового питания относятся к бассейнам: Катунь, Ховда и Иртыша.
Особенности	Крупнейший ледниковый узел (Южно-Алтайский), самый высокий в Южном Алтае, является частью главного мирового водораздела Евразии, между Северным полярным океаном и восточной Центральной Азией. Массив включает более 60-ти ледников, в том числе самые большие по площади ледники Алтае-Саянской горной области: ледники Потанина, Гране, Козлова - расположенные на территории Монголии; ледник Халаси (Пржевальского) - на территории Китая; группа ледников Аргамджи - на территории России. Самым большим является ледник Потанина (Потанины-Мусэн-Гол и ледник Александры), его площадь 38,5 км ² и длина 11,5 км. Общая площадь оледенения всего массива более 200 км ² .
Современное состояние	В последние десятилетия северная часть ледникового купола Тавын-Богдо-Ола претерпела значительные изменения, наблюдается устойчивая тенденция к сокращению площади ледников, которая проявляется и в понижении поверхности языковой части, и в разрушении единства ледяного поля.
Доступность	Объект расположен на удаленной, труднодоступной и охраняемой территории 3-х государств, по хребтам северной части массива проходит государственная граница, на расстоянии 130 км от Чуйского тракта (М-52), для автомобильной заброски доступен только в летнее время года. Ближайший населенный пункт: поселок Джазатер (Беляши).
Туризм	Оптимально проведение пеших экскурсий, при соответствующей подготовке групп возможно восхождение на вершины в "альпийском стиле".
Образование	Современная гляциальная и перигляциальная зона Южного Алтая, с типичным высокогорным альпийским рельефом, характеризуется суровым климатом, специфическими геологическими процессами и явлениями и экстремальными условиями жизнедеятельности. Богатство и разнообразие растительного покрова объясняется отсутствием широкомасштабной хозяйственной деятельности, запрещенной в Зоне покоя Укок.
Значение	Горный массив Тавын-Богдо-Ола, считается священным у коренного населения данной территории, как у буддистов, так и для представителей черной веры (шаманизм).
Охрана	Объект находится на стыке государственных границ 3-х государств - России, Монголии и Китая. Трансграничный массив закрыт для массового туризма. Для посещения необходима регистрация на посту ФПС (р. Аргамджи). Ближайший населенный пункт: поселок Джазатер (Беляши).
Категория	Трансграничный памятник природы комплексного типа (географический, геоморфологический, гидрологический, этнологический).
Ранг	Географический памятник природы международного ранга и регионального значения.
Источники	Нарожный Ю.К. Оледенение горного узла Тавын-Богдо-Ола и его режим [Текст] / Ю.К. Нарожный, В.П. Галахов, А.Г. Редькин [и др.] // Изв. РГО. – СПб.: – 1999. – Т. 131. – вып. 3. – С. 57-60. Селиверстов Ю.П. Географическое положение, геоморфологические и климатические условия плоскогорья Укок (Юго-Восточный Алтай) [Текст] / Ю.П. Селиверстов, Н.Н. Михайлов, А.Г. Редькин // Изв. РГО. – СПб.: – 2001. – Т.133. – вып. 3. – С. 11-24.
Иллюстративные материалы	Алтай. Разноцветный август. http://geo.metodist.ru/altai

Рис. 1. Карточка характеристики геотопов Кош-Агачского района РА (паспорт геотопа)

Отдельного рассмотрения заслуживают время и объекты периода расцвета уникального Евразийского государства, объединившего под своими знамёнами многочисленные этносы – Монгольской империи, предложившего новые современные идеи для консолидации и эффективные

услуги государственного управления. Переосмысление событий этого периода убеждает многих исследователей, что окончательная история этого времени ещё не до конца написана, а вклад многих известных исторических деятелей прошлого требует более тщательно изучения [4,13].

Различные категории исторических объектов Монголии представлены, по мнению автора, в наиболее выигрышном и презентабельном виде и составляют тот главный арсенал, который часто видят и посещают туристы. Что же касается других интересных категорий объектов: геологических и геоморфологических особенностей, биологических и экологических объектов рассматриваемой территории, пока, достаточно часто, это удел специалистов.

Многие объекты могут иметь яркие эстетические особенности и часто являться объектами культового или религиозного значения. В традициях восточной культуры часто вопрос о выделяемых населением примечательных объектах связан с мировоззренческими (религиозными) представлениями, а также с особенностями традиционного, преимущественно кочевого природопользования.

Связанными с культом природы, согласно с шаманскими и буддистскими представлениями, являются целебные источники, священные горные вершины, горные долины, перевалы и ряд других объектов. Распространенными в регионе являются культы родовых гор, огня, водоисточников, родовых деревьев и животных и др.

В качестве примера таких местных традиций можно привести принятое в буддизме трепетное отношение к "святым местам", их регулярное и регламентированное посещение для того, чтобы получить благополучие на весь год.

Большое количество, разнообразие и изученность достопримечательностей Монголии предопределили действия по составлению оригинальных справочных карт для организации туризма. Многие выдающиеся географические объекты, имеющие яркие эстетические особенности, и выдающиеся с точки зрения местного населения, обозначаются как живописные места (Picturesque place).

Не оспаривая и не отрицая огромного значения для Монгольского государства исторических памятников, преклоняясь перед масштабными исследовательскими экспедиционными работами советского периода, хотелось бы предложить общий и унифицированный термин для обозначения самых разнообразных туристических объектов и более эффективной организации современной туристической деятельности.

Изучение литературных источников, анализ исследовательской программы по изучению и каталогизации достопримечательностей Баварии [BayGLA], изучение объектов в Монголии, учёт этнографической специфики территории Центральной Азии позволили предложить более развёрнутые рамки толкования известного ранее термина "геотоп", являющиеся более широкими по сравнению с принятым до сих пор значением, а также разработать их первую классификацию [1,7,12, 16-24].

Геотопы – это уникальные географические объекты природы, а также объекты, возникшие в результате техногенного изменения природной среды, имеющие яркие индивидуальные черты, значимые масштабы, научное значение, доступные для изучения и популяризации знаний.

Не рассматривая подробно теоретический материал по классификации геотопов по выделению их категорий, типам и особенностям, остановимся лишь на нескольких важных моментах [12].

Так как объекты имеют чёткие географических координаты и границы, это служит первым основанием их объединения для решения практических задач.

Вторым основанием является "выпадение" некоторых географических объектов из перечня достопримечательностей и сложности с отнесением их к одной из традиционных категорий. Новое значение термина позволит объединить все категории значимых объектов.

Последнее, активно идущие процессы глобализации затрагивают Монголию, ставя под угрозу тот комплекс мировоззренческих представлений населения, который всегда выделял менталитет, определяя правила поведения самих монголов и требования для прибывших "гостей".

Сегодня бурно развиваются горнодобывающая промышленность, животноводство, строятся автомагистрали, расстраиваются населённые пункты, количество приезжающих туристов самого различного уровня подготовки растёт, и экологический пресс на территорию продолжает увеличиваться.

Так, удачным решением является создание системы временных (сезонных) туристических лагерей-баз, состоящих из традиционных юрт. Системные действия по охране представителей самобытного живого мира видны, и на взгляд специалистов, работают также достаточно эффективно.

Однако, не может не быть и проблем роста: традиционными являются - увеличивающийся пресс со стороны домашних животных на горные экосистемы, очаговое браконьерство, отсутствие охраны многих категорий природных объектов, "черные" археологи, палеонтологи и старатели, наличие большого количества не перерабатываемого бытового мусора, проблема ранее не ведомая кочевому населению...

Без сомнения, современная Монголия является открытой, безопасной и привлекательной горной территорией для различных видов современного туризма, в том числе образовательного. Для развития масштабного туризма в стране уже многое сделано, но для формирования современной отрасли многое ещё предстоит сделать.

Примеров исследования особенностей географических объектов различных категорий и форм современного представления множество, по этой причине здесь можно упомянуть лишь только две из них – работы по исследованию вулканических ландшафтов Европы и Китая [14,15].

Объединение самых разнообразных географических объектов, дальнейшее их подробное изучение и их реестр необходимы для более эффективной организации туристической деятельности.

По этой причине выделение всех категорий географических объектов также будет, своего рода, возвращение к истокам – традиционной оценке, ранжированию и использованию земель, когда административные единицы Монголии носили имена священных гор, а законы Великой степи, отражённые в Ясе охраняли сложившееся мировосприятие и природопользование [6,10,13].

В качестве примера диссертационного исследования разных категорий географических объектов приводится учётная карточка из каталога геотопов территории юго-восточной части Русского Алтая (Кош-Агачского района РА) – западного фланга Алтае-Хангае-Саянского региона (Рис. 1.)

Результатом кратких поездок в Центральную и Восточную Монголию, современной формой представления научных знаний, особенностей ярких природных объектов, попыткой создания тематического путеводителя, стал материал "Вулканы и вулканический рельеф Монголии (точка зрения фотографа)", подготовленный в рамках другого маршрутного проекта [2,3].

В дальнейшем работы по исследованию и освещению особенностей географических объектов различных категорий, популяризации научных знаний будут продолжены.

Особенно важно и заслуживает одобрения то, что многое из виденного автором не находится в противоречии с экологическими принципами, методами традиционного природопользования и соответствует местным природоохранным традициям. Часто это связано с особенностями восприятия окружающего мира, пространства, мировоззрением и самобытной культурой различных народностей населяющих страну [6,10].

Reference

1. Абдульмянов С.Н. Геотопы юго-востока Горного Алтая // Вестник МГПУ. – 2008. - №1 (20). – С. 127-135 (электронная версия статьи доступна по адресу: <http://geo.metodist.ru/altai/article/geotops-altai.htm>)
2. Абдульмянов С.Н. Геофотобанк. Коллекция фотографий горных стран и полярных регионов (Geo Photo Bank. Mountain & Polar Region Photography) [Электронный ресурс] // URL: <http://www.geophotobank.com/Article/vulcano-mn.pdf> (дата обращения: 25.04.2013).
3. Абдульмянов С.Н. Монголия. Открытая поверхность (Mongolia. Open surface) [Электронный ресурс] // URL: <http://geo.metodist.ru/open-mn> (дата обращения: 25.04.2013).
4. Баабар. История Монголии: от мирового господства до советского сателлита / пер. с англ., ред. рус. перевода О.В. Доржиева; под ред. Б.Л. Хамидуллина. – Казань: Татарское кн. изд-во, – 2010. – 543 с.: ил.
5. Берестенева И.А. Климаты аридной зоны Азии / отв. ред. П.Д. Гунин. – М.: Наука, 2006. – 287 с.: ил. – (Биологические ресурсы и природные условия Монголии: тр. совм. рос-монг. компл. биол. экспедиции; Т.46).
6. Жуковская Н.Л. Кочевники Монголии: Культура. Традиции. Символика: учеб. пособие / отв. ред. Н.Л. Жуковская. – М.: Восточная Reference, 2002. – 247 с.: ил.
7. Геологические памятники природы России / А.М. Карпунин [и др.]. – М.: Лориен, 1998. – 256 с.
8. МНР. Национальный атлас [Карта] / гл. ред. В.В. Воробьёв, Ш. Цэгмид. - Улан-Батор; М., 1990. – 144 с.
9. Оюунгэрэл Б. Эколого-географические основы функционирования и перспективы развития особо охраняемых территорий Северной Монголии: автореф. дис... д-ра геогр. наук: 25.00.36 – геоэкология (науки о Земле). - Улан-Удэ, 2011. – 48 с.: ил.

10. Пространство в традиционной культуре монгольских народов / Б.З. Нанзатов, Д.А. Николаева, М.М. Содномпилова, О.А. Шагланова; отв. ред. Н.Л. Жуковская; Ин-тут монголоведения, буддологии и тибетологии СО РАН. – М.: Восточная Reference, 2008. – 341 с.: ил.
11. Селиванов Е.И. Неотектоника и геоморфология Монгольской Народной Республики. – М.: Недра, 1972. – 296 с.: ил. и карт.
12. Халатов В.Ю., Абдульмянов С.Н. Геотопы в системе географических знаний // География и природные ресурсы. – 2009. – № 2. – С. 146-151.
13. Хара-Даван Э. Русь монгольская: Чингис-хан и монголосфера. – М.: Аграф, 2002. – 320 с. (Серия "Новая история").
14. Hofbauer G. Vulkanismus und Vulkanlandschaften. Bilddokumentation und Lernprogramm [Электронный ресурс] // Gottfried Hofbauer / Geowissenschaftliche Dokumentation. Hamburg. – CD-ROM. – 1999.
15. Wudalianchi volcanoes in China: guide, Geological Museum, State Bureau, China – Shanghai Scientific and Technical Publishers, 1979. – 84 p.
16. Hundert Meisterwerke - Die schönsten Geotope Bayerns / U. Lagally, J. Rohrmüller, S. Glaser, G.Loth, & Purner // Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) – Augsburg 2. Auflage – 2012. – 288 s.
17. Bayerisches Geologisches Landesamt (BayGLA) [Электронный ресурс] // URL: <http://www.lfv.bayern.de>, <http://www.gla.bayern.de>
18. Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) [Электронный ресурс] // URL: <http://www.lfu.bayern.de>
19. Bayerisches Staatsministeriums für Umwelt und Gesundheit [Электронный ресурс] // URL: <http://www.bayern.de>
20. Eichhorn R. Geotope in Oberfranken: Roland Eichhorn, Stefan Glaser, Ulrich Ladally // Johann Rohrmüller – München. BGL. 2. Auflage – 2003. – 175 s.
21. Glaser S. Geotope in Mittelfranken / S. Glaser, U. Ladally, P. Schenk, R.Eichhorn, S.Brandt. – München, 2001. – 127 s.
22. Glaser S. Geotope in Oberpfalz / S. Glaser, G. Keim, G. Loth, A. Veit, B. Bassler-Velt, U. Ladally. – München, 2007. – 136 s.
23. Glaser S. Geotope in Oberbayern / S. Glaser, U. Ladally, G.Loth, H. Schmid, K. Schwerd. – München, 2008. – 192 s.
24. Keim G. Geotope in Niederbayern / G. Keim, S. Glaser, U. Ladally – München, 2004. – 172 s.

ПЕЩЕРЫ СЕВЕРНОЙ МОНГОЛИИ

©Авирмэд Э. (avirmed@mongoliancave.com)
Институт географии МАН, г. Улан-Батор, Монголия

CAVES OF NORTHERN MONGOLIA

©Avirmed E. (avirmed@mongoliancave.com)
Institute of Geography MAS, Ulaanbaatar, Mongolia

Abstract: Karst-originated caves are more distributed in northern Mongolia in terms of a wide spread of carbon rocks. The formation of biggest karst caves of the vertical type passed through several stages. The main features of these caves are interrelated with carbonate rock and precipitation speleothems. These caves have formed stalagmite, stalactite, bottlebrushes, helictite, stone waterfall, draperies, coralloid, gypsum flower, cave coral, popcorn, siltstone, shields. The severe climate, earth plateau height and precipitation changes have produced influence on the origin and evolution of the karst caves of Mongolia. By now, the region has a great number of non-researchable caves.

Key words: carbonate rocks, karst caves, speleothem, genesis, limestone, Khövsgöl

Введение

Монголия отличается большим количеством пещер. В настоящее время в Монголии насчитывается более 500 больших пещер, по некоторым данным более 1800 пещер. Происхождение пещер связано с особенностями отложений верхнего слоя поверхности земли. Возраст отложений варьирует от верхнего архея и нижнего протерозоя до кайнозоя.

Карстовые пещеры северной Монголии выгодно отличаются не только своими размерами, но и богатством, и разнообразием внутренних новообразований. Это прежде всего сталактиты и сталагмиты, имеющие самые различные формы и размеры. Некоторые сталагмиты имеют высоту более 1 м, окружность основания до 2,14 м.

Результаты исследования и их обсуждение

В северной части Монголии широко распространены карстовые пещеры. Это связано с особенностями геологического строения данной территории. В северной части Монголии и в Прихубсугулье широко распространён известняк. Вообще в Монголии наиболее распространены легкорастворимые породы, такие как известняк, мрамор, гипсы и другие карбонатные породы, которые занимают площадь 52326 км² или 3,4 % всей территории. Значительные поля залегания карбонатных пород расположены в Прихубсугулье, где этими породами занято более 16500 км². Такие известные горные хребты, как Хорьдил Сарьдаг, Баяны нуруу сложены в основном

известняками. Мощность их иногда достигает 200-300 м. В их составе преобладает известняк с архициатом. Для Прихубсугуля характерен карстовый рельеф. В некоторых местах распространены небольшие карстовые поля и карстовые колодцы. В этом районе сильно развит подземный карст. Его наличие подтверждает химический состав воды Прихубсугуля, который относится к классу гидрокарбонатного кальция. Особенности горных пород обусловили образование многих крупных и маленьких пещер.

Материалы бурения Прихубсугульской толщи известняков доступны до глубины 1500 м. Хордилинская свита сложена археоциатовым известняком. В геологическом разрезе в районе горы Урандуш в хр. Хордулин Сарьдаг Нуру установлено содержание известняков. Хордулинская свита имеет мощность порядка 1000 м, в которой выделяется три слоя. Нижняя толща мощностью 300-400 м образована массивными серыми и темно-серым доломитизированными известняками, среди которых присутствуют отдельные прослойки афанитовых черных известняков [8, Т.1 стр 69].

Особенностью пещеры северной Монголии являются большие размеры, многоэтажность,



Рис.1. Сталагнат пещера
Даяндээрх



Рис.2. Пещера Хуйт

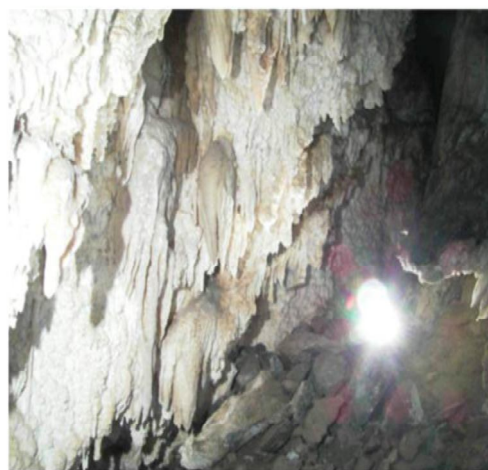


Рис.3. Пещера Урхут

карстовые породы, в сочетании с вертикальными и горизонтальными залами. Поскольку здесь залегают известняки большой мощности, то встречаются много вертикальных систем. В северной Монголии имеется 30 карстовых пещер разных размеров, что составляет 9,09% всех пещер Монголии. Самые крупные пещеры данного района - это известные пещеры Даяндээрх, Хуйт, Урхут, Хайс, Агар.

Пещера Даяндээрх.

Экспедиция посетила в январе 1998 г. пещеру Даяндээрх. В 2007 г. в журнале “Вопросы географии Монголии” опубликовано ее подробное описание, в котором приведены замеры ее залов, основного хода и ответвлений, дана морфологическая характеристика полости.

Наиболее крупная и известная пещера Даяндээрх расположена на территории Цагаан-Уур сомона Хубсугульского аймака. Это пока единственная отмеченная в Монголии двухэтажная пещера, имеющая 3 входных отверстия, много залов и коридоров - ответвлений. Величина залов колеблется от 7 до 10 м в диаметре, главный коридор имеет длину 32,5 м. Первый, нижний этаж можно отнести к холодному типу, т.к. вход находится на 2.7 м выше уровня главного коридора. Вход в пещеру расположен в склоне горы на высоте 1380 м. В то же время вход в верхний этаж расположен на 10 м ниже главного коридора, что дает основание отнести этот этаж к типу теплых пещер. Пещера Даяндээрх состоит из двух этажей, между которыми находится орогенная труба глубиной 11 м. Размеры пещеры Даяндээрх сравнительно большие, общая длина составляет 224 м, с средняя ширина 3 м, средняя высота 3.5 м, общий объём 3077 м³. На втором этаже имеют много сталактитов и сталагмитов. В некоторых коридорах можно видеть сталактиты и сталагмиты, в других обилие кварцевых кристаллов, образующихся в трещинах, в третьих ледяные кристаллы и даже ледяные

сталактитообразные образования. В пещере Даяндээрх образовались сталактиты и сталагмиты, бахромы и занавеси, каменные колонны-сталагматы, натечные коры, водопады и каменные каскады. Эта пещера сформирована в карбонатных породах. Генезис пещеры относится к горизонтальной карстовой пещерной системе [3].

Пещера Даяндээрх является самым важным объектом для туристов. Пещера горизонтального типа, с широким входом на протяжении многих тысячелетий служила надежным укрытием для людей и животных. Пещера легко доступна человеку, не имеющему специальной спелеологической или альпинистской подготовки, что способствует большой популярности объекта у туристов. Самой крупной пещерой этого района является известная пещера Даяндээрх, почитаемая местным населением как священное место, которому ежегодно приносились жертвоприношения. В район пещеры ведет довольно хорошая гравийная дорога, по которой в теплое и сухое время года, обычно без особых сложностей, проезжают легковые автомобили, что является одним из факторов, обусловивших высокую посещаемость пещеры. В последние годы экскурсии в пещеру были популярны среди туристов, и она понесла значительный урон: были растащены хемогенные образования, обломаны сталактиты, на стенах появились надписи, свод покрылся слоем копти от факелов.

Пещера Хуйт.

В августе 2012 г. монголо-японская совместная экспедиция посетила пещеру. В 2013 г. в журнале «Труды Монгольской академии наук» опубликована статья о пещере и ее подробное описание, в котором приведены замеры ее залов, основного хода и ответвлений пещеры, дается морфологическая характеристика полости.

Пещера расположена в восточной части Дархадской котловины, Цагааннуур сомона в Хубсугульском провинции. Вход в полость расположен на высоте 1735 м над уровнем моря на довольно крутом склоне горы, в передней части перевала Хуйтын даваа. Пещера имеет два входа, расположенных неподалеку друг от друга. Пещера Хуйт комплексного типа, с узким входом и характерным сложным сочетанием горизонтальных, наклонных и вертикальных участков. Пещера легко доступна человеку, не имеющему специальной спелеологической или альпинистской подготовки, что способствует большой популярности объекта у туристов. Общая длина пещеры составляет 190,1 м, глубина 38,5 м. Пещера Хуйт состоит из три основных этажа. В этой пещере имеются богатые пещерные спелеотемы. Эта пещера образован из карбонатных пород верхне-кембрийского возраста. По генезису пещера относится к вертикальной карстовой пещерной системе. В соответствии с морфологией пещера относится к мешкообразному холодному типу. Экспозиция входа - южная. Внутреннее убранство пещеры красиво и представлено различными хемогенными образованиями, натечными корами, сталактитами, сталагмитами, геликтитами, кораллитами гидротермальными кристаллами кальцита, пещерным жемчугом. В районе пещеры наблюдаются карстовые ландшафты, карстовые воронки, провалы. Животное население пещеры северной Монголии может быть отнесено к трем следующим группам. Это троглобионты, т.е типично пещерные животные, троглеофилы - животные, живущие в пещерах, но встречающиеся и на поверхности, троглеосенты - случайные обитатели пещер[4].

Из троглеофилов чаще всего можно видеть летучих мышей. Они обитают в тех пещерах, где температура выше +2°C. Зимой они впадают в спячку, просыпаясь на короткий срок через определенный промежуток времени. Эти летучие мыши относятся к виду *Plecotus ognevi* Kishida.

Пещера Урхут

В августе 2012 г. монголо-японская совместная экспедиция посетила эту пещеру. На следующий год в Японском выпуске № 35 2009.4 "The Caving Journal" Tokyo speleo club 10th anniversary 2000-2010 опубликован ее подробное описание, в котором приведены замеры ее залов, основного хода и ответвлений пещеры, дается морфологическая характеристика полости.

Урхут является крупнейшей пещерой Прихубсугулье и в настоящее время протяженность пещеры составляет 227,2 м, площадь 379,5 м², объем 3077 м³, глубина 64,4 м. Пещера расположена в северном борту долины р. Хар Чулуутын гол. Внутреннее убранство пещер красиво и представлено различными хемогенными образованиями - натечными корами, сталактитами, сталагмитами, геликтитами, кораллитами, гидротермальными кристаллами кальцита, пещерными кораллами. Экспозиция входа - южная. Вход в пещеру представляет собой узкий шестиметровый желоб, спуститься

по которому можно только по верёвке. Сама пещера состоит из вертикальных и горизонтальных частей [1].

Вход Урхут расположен на высоте 1900 м над уровнем моря на склоне горы, примерно в 50 м от реки. Вход – шахта, наклонный проход 13 м. Это наклонная часть, покрытая льдом. От конца прохода до потолка зала – 22 м. Температура в зале около 5°, пол сухой. Вода, которая капает сверху, из входа в пещеру, впитывается в землю. В этом зале с потолка пещеры сыпется много грязи, песка, больших камней. Направление зала с севера на юг, южная часть низкая. Высота этого зала 15-20 м. В северной стороне зала много обломков скалы, в конце зала каменные колонны. Есть один проход в конце северного зала. Этот проход наклонный, расположен на глубине 60 м от входа. Конец прохода узкий, много пещерных формирований (пещерные кораллы, сталактиты и т.д.). Предположительно эта часть пещеры была когда-то в воде. Но в настоящее время воды нет [2].

Животный мир пещеры представлен летучими мышами, у входа встречаются голуби. Из троглофилов чаще всего можно видеть летучих мышей. Эти летучие мыши относятся к виду *Myotis mystacinus*.

Reference

1. Пещера Урхут // The Caving Journal . - 2009. - № 35. – С. 27-33.
2. Пещера Урхут // Tokyo speleology club 10th anniversary 2000. -2010. – С.62-66.
3. Авирмэд Э. Пещера Даяндээрх // Вопросы географии Монголии. - 2007. - №5.
4. Авирмэд Э., Моризуми К., Нойке К., Даваабаяр Л., Чойжиндаш А. Пещера Хуйт // Труды Монгольской академии наук. - 2013. - № 1.
5. Авирмэд Э. Пещера Цагаандэл // Труды Монгольской академии наук. - 1993. - № 3.
6. Пещеры. – Пермь, 1990.
7. Пещеры. – Пермь, 1993.
8. Геология МНР. - Т.1. – С. 69.

ОПЫТ СОСТАВЛЕНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ КАРТЫ РАСТИТЕЛЬНОСТИ БАССЕЙНА Р. СЕЛЕНГИ НА ОСНОВЕ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ LANDSAT

©Алымбаева Ж.Б. (ajargalma2@gmail.com), Аюржанаев А.А., Цыдыпов Б.З.
Байкальский институт природопользования СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия

EXPERIENCE OF THE CREATION OF PRELIMINARY VEGETATION MAP FOR THE SELENGA RIVER BASIN ON THE BASIS OF LANDSAT IMAGERY

©Alymbaeva Zh.B. (ajargalma2@gmail.com), Ayurzhanayev A.A., Tsydyпов B.Z.
Baikal Institute of Nature Management SB RAS, Ulan-Ude, Russia

Abstract: The vegetation map of the Selenga river basin on the basis of Landsat imagery is created. The interpretation of 37 classes of plant communities on the basis of automated classification (first method is supervised algorithm of maximum likelihood and second algorithm is ISODATA – Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique) is carried out. The verification of obtained areas with vegetation maps of southern East Siberia and Mongolia is carried out.

Key words: vegetation, mapping, Landsat, automated classification, maximum likelihood, ISODATA

Введение

Актуальность исследований определяется необходимостью реализации важнейших направлений исследований биологического разнообразия, таких как выполнение крупных картографических проектов для отдельных регионов с использованием космической информации и ГИС-технологий в целях урегулирования процессов природопользования.

Карты земного покрова (геоботанические, лесоустроительные, землепользования и т.п.) часто служат основой для осуществления мониторинга биологического разнообразия крупных регионов. В подавляющем большинстве тематические, а точнее, геоботанические карты, отражающие растительный покров, были созданы отдельно по территориям: 1) карта растительности юга Восточной Сибири 1972 г. под редакцией Белова (М 1:1 500 000) [1]; 2) карта растительности МНР 1990 г., входящая в Национальный атлас МНР [4].

Спутниковые снимки представляют собой удобный материал для составления и обновления карт земного покрова. Оперативность, точность, доступность и разнообразие исходных данных

дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) дают возможность в короткое время составить карту интересующей территории с желаемой точностью. В настоящее время в теоретических и прикладных географических исследованиях отмечается наибольшая потребность в картах среднего масштаба, которая содержит системную информацию о пространственных и временных закономерностях организации геосистем регионов, направлении их преобразования в естественных и антропогенных условиях [3]. Бассейновый подход в изучении и оценке состояния современной растительности на разрабатываемых среднемасштабных картах представляется наиболее приоритетным, позволяя проследить пространственную структуру растительности, трансграничные взаимоотношения и подойти к обоснованию необходимых природоохранных мероприятий.

Объекты и методы

Нами предпринята попытка создания современной среднемасштабной карты растительности бассейна р. Селенги по данным ДЗЗ путем сопоставления их спектральной яркости на снимке с данными, отраженными в картах растительности юга Восточной Сибири [1] и Монголии [4]. Обработка космических снимков осуществлена при помощи программного комплекса ENVI 4.8 + EX, который включает наиболее полный набор функций для обработки данных ДЗЗ и их интеграции с ГИС.

Последовательность работ по обработке спутниковых изображений следующая: 1) загрузка из Интернета псевдоцветных мозаик Landsat TM (пространственное разрешение 28,5 м/пиксел) в комбинации каналов 7:4:2 через поисковую систему Glovis Геологической службы США; 2) сшивка фрагментов – получение цельной мозаики на весь бассейн; 3) выделение территории бассейна по маске – векторному слою бассейна; 4) дешифрирование объектов (классификация); 5) создание векторных слоев, их редактирование; 6) получение итоговой карты.

Обсуждение результатов

При изучении ландшафтной структуры геосистем одной из важнейших задач является анализ ключевых морфометрических показателей. Для проведения морфометрического анализа рельефа района исследований привлечены высотные данные цифровой модели рельефа SRTM v. 4. Матрицы высот загружены с FTP-сервера Геологической службы США. Проведены работы по топографическому моделированию трехмерного изображения. В отличие от двумерной карты, трехмерные модели рельефа, драпированные космоснимком, позволяют отчетливо увидеть и визуально оценить форму и «пластику» рельефа, границы геоморфологических единиц и природных объектов.

Дешифрирование растительности проведено на основе автоматизированной классификации двумя методами: контролируемой (иначе – «с обучением») классификацией методом максимального правдоподобия и алгоритмом ISODATA (Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique – итеративный самоорганизующийся способ анализа данных). После проведения неконтролируемой классификации полученная карта классификации более объективно отражает близкие по значениям дешифровочных признаков группы объектов, чем при контролируемой классификации, т.к. кластеры определяются автоматически, и данный алгоритм применяют при дешифрировании объектов практически неразличимых по спектральной яркости. Однако полученная карта классификации потребовала дальнейшего объединения и разбиения классов, поскольку одни и те же объекты попали в разные кластеры (например, из-за условий освещения), а разные объекты оказались в одном кластере (из-за одинаковой яркости). В первом случае кластеры объединены в единый класс, а во втором привлечены дополнительные дешифровочные признаки для различения объектов.

По карте Белова [1] в российскую часть территории бассейна р. Селенги входят 42 категории растительности, причем 5 из них отмечены в статусе восстановительных серий, которые нами были исключены. Также мы исключили разделение по фратриям и группам формаций. Следовательно, из легенды данной карты мы использовали 23 категории. По карте растительности Монголии [4] бассейн р. Селенги включает 31 категорию, из которых мы использовали 28, причем 10 категорий имели совпадения с картой Белова, т.е. имели одинаковые обозначения на обеих картах. Внутри монгольской карты растительности по бассейну классы были объединены дважды по 3 класса в один, и четырежды по 2 класса в один, а по карте Белова объединение сделано по 2 класса дважды. Наряду с этими двумя картами, которые являлись основными опорными материалами, мы также использовали карту растительности оз. Хубсугул [2] в качестве валидной территории. Здесь

представлено 33 категории, из которых 19 классов слились друг с другом, и 19 классов имеют сопоставления с другими картами.

В качестве эталонного полигона был взят модельный участок «Урочище Поднаран» в долине р. Уды, в 4,5 км западнее с. Удинск Хоринского района Республики Бурятия (рис. 1).



Рис. 1. Модельный участок «Урочище Поднаран» (выделен жирной синей линией) на трехмерном представлении рельефа с помощью ЦМР SRTM. В качестве текстуры карты М 1:100 000. Числами отмечены маршрутные точки GPS-съемки растительности.

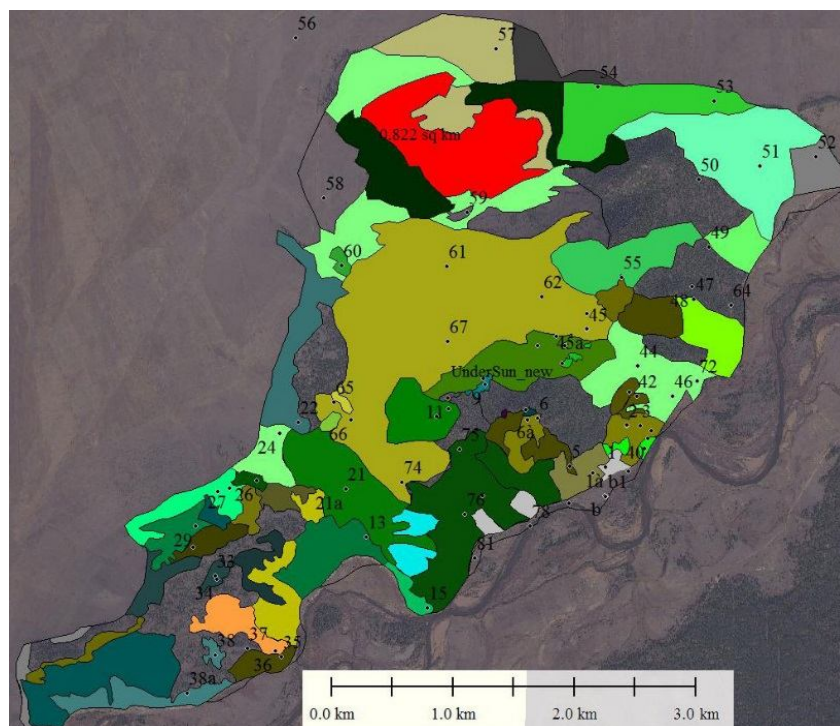


Рис. 2. Карта растительности модельного участка «Урочище Поднаран». Числами отмечены маршрутные точки GPS-съемки растительности.

Территория участка закартирована в масштабе 1:25 000, выделено 36 категорий (рис. 2). При генерализации карты эти 36 категорий объединены в 3 категории. Данная карта представлена без легенды. В итоге нами было выделено 37 категорий (рис. 3, 4): 5 классов гольцовой растительности; 18 классов таежной растительности, из них 16 классов горнотаежных лесов (4 класса – формации кедровых лесов, 9 классов – лиственничные леса, 3 класса – сосновые леса) и 2 класса подгорно-котловинных сообществ (кустарниковые и переувлажненные луга в сочетании с кустарниками); 9 классов степной растительности (3 класса – среднегорные и низкогорные степи; 6 классов – предгорные, мелкосопочные и равнинные степи); 4 класса – пойменная растительность; 1 класс – пашни и скошенные сенокосные угодья.

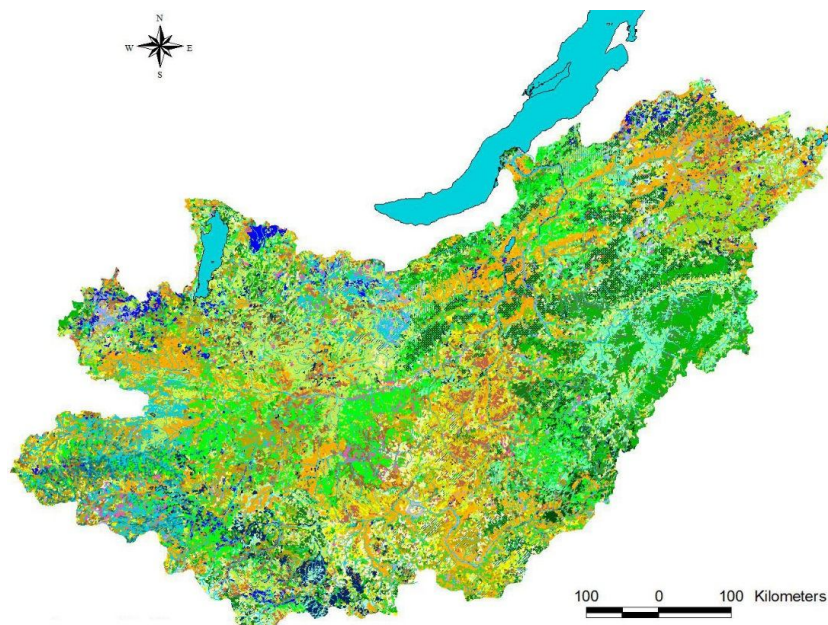


Рис. 3. Карта растительности бассейна р. Селенги
Условные обозначения

- I. Гольцовая растительность**
- A. Горные тундры, высокогорные луга и пустоши**
- Несомкнутые группировки высокогорных криофитов
 - Мохово-лишайниковые тундры местами в сочетании с альпийскими луговинами
 - Кустарниковые и кустарничковые тундры в сочетании с кобрезиевыми и заболоченными осочниками
 - Альпийские, субальпийские луга в сочетании с зарослями кустарников
 - Кобрезиевые высокогорные луга
- II. Таежная растительность**
- A. Горнотаежные леса**
- Кедровые кустарниковые редколесья
 - Кедровые кустарничково-мохово-лишайниковые редколесья часто в сочетании с зарослями кустарников
 - Кедровые с примесью ели и лиственницы багульниково-бруснично-зеленомошные леса
 - Пихтово-кедровые чернично-мелкотравно-зеленомошные леса местами с баданом
 - Кедрово-лиственничные зеленомошные леса в сочетании с кедрово-лиственничными злаково-разнотравными лесами
 - Лиственничные кустарничково-зеленомошные леса
 - Лиственничные рододендрово-брусничные леса
 - Лиственничные и сосново-лиственничные рододендровые багульниково-брусничные зеленомошные леса
 - Лиственничные леса (лиственница даурская) преимущественно с подлеском из рододендрона даурского
 - Лиственничные (лиственница даурская) заболоченные леса с подлеском из ерника в сочетании с зарослями ерников и травяно-моховыми болотами
 - Лиственничные разнотравно-осочковые злаково-разнотравные с примесью березы
 - Лиственничные злаково-разнотравные леса в сочетании с полидоминантными злаковыми степями
 - Лиственничные и кедрово-лиственничные ерничково-моховые овсяницево-кобрезиевые редколесья
 - Сосновые и лиственнично-сосновые травяно-кустарниковые леса
 - Сосновые и лиственнично-сосновые леса с примесью березы и осины
 - Сосновые травяно-кустарниковые остепненные леса в сочетании со степными формациями и участками развееваемых лесов
- B. Подгорно-котловинные сообщества**
- Травяно-кустарниковое сообщество с примесью подроста березы
 - Осочковые и ветляничные долинные переувлажненные луга в сочетании с ерниками и ивовыми зарослями
- III. Степная растительность**
- A. Среднегорные и низкогорные степи**
- Полидоминантные мелкодерновинные злаковые степи в сочетании с осочковыми или кобрезиевыми лугами и осочковыми степями
 - Разнотравно-мелкодерновиннозлаково-типчаковые степи
 - Типчаковые и мягликовые мелкодерновиннозлаковые степи в сочетании с полынными и низкотравными степями
- B. Предгорные, мелкосопочные и равнинные степи**
- Пижмовые степи в сочетании с зарослями степных кустарников и остепненными лугами
 - Мелкодерновиннозлаково-тырсовые степи
 - Кустарниковые мелкодерновиннозлаково-тырсовые степи
 - Разнотравно-востречно-тырсовые степи
 - Житняковые и ковыльно-житняковые степи в сочетании с тонконогими и крупноразнотравными
 - Петрофитноразнотравно-тырсовые степи в сочетании с петрофитноразнотравно-типчаковыми
- IV. Растительность пойм рек**
- Осочковые и злаково-осочковые заболоченные луга с зарослями кустарников
 - Кустарники, разнотравно-злаковые луга
 - Лугово-тальниково-тополевые сообщества
 - Галофитноразнотравные и галофитнозлаково-осочковые местами с участием ивняков
- V. Сельскохозяйственные угодья**
- Пашни и скошенные сенокосные угодья

Рис. 4. Легенда карты растительности бассейна р. Селенги

Работа выполнена при частичной поддержке проекта РФФИ 12-05-98066-р_сибирь_a «Комплексные исследования процессов деградации и опустынивания земель Байкальского региона с использованием геоинформационных технологий».

Reference

1. Карты природы, населения и хозяйства юга Восточной Сибири масштаба 1:1 500 000. Растительность. – М.; Иркутск: ГУГК, 1972.

2. Карта растительности масштаба 1:1 000 000. Атлас озера Хубсугул. – М., 1989. – С. 44-45.
3. Коновалова Т.И. Геосистемное картографирование / науч. ред. А.К. Черкашин; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т географии им. В.Б. Сочавы. – Новосибирск: Гео, 2010. – 186 с.
4. Национальный атлас Монгольской Народной Республики. – Улан-Батор; М., 1990. – 144 с.

ФОРМИРОВАНИЕ НАСЕЛЕНИЯ ПТИЦ В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ ЮГА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

©Ананин А.А. (a_ananin@mail.ru)

ФГБУ «Заповедное Подлеморье», г. Улан-Удэ, Россия

FORMATION OF BIRD POPULATIONS IN MOUNTAIN CONDITIONS OF THE SOUTH OF EASTERN SIBERIA

©Ananin A.A. (a_ananin@mail.ru)

FSBE "Reserved Podlemorye", Ulan-Ude, Russia

Abstract: The paper presents the results of a 28-year-long ornithological monitoring in the mountains of the southern part of Eastern Siberia. It estimates the role of climatic factors in annual formation of the population of birds in stable conditions and shows how the basic influence on the formation of the population of birds in mountains is rendered by the sufficiency of heat and quantity of atmospheric precipitation.

Key words: monitoring, Barguzinsky ridge, birds, population, dynamic number, climatic factors.

Изучение изменений численности популяций животных в природных условиях относится к одному из актуальных направлений биологических исследований последних десятилетий. Особая значимость таких работ связана с современными тенденциями климатических изменений. Как известно, длительные стационарные наблюдения за численностью вида позволяют выявить особенности его реагирования на те, или иные изменения условий среды, которые складываются в конкретный год. Достаточно удобной моделью для исследования популяционной динамики во времени и пространстве являются птицы.

Горы Южной Сибири представляют удобный полигон для изучения населения птиц как индикатора состояния природной среды. Исследования долговременной динамики численности видов, выявление факторов, определяющих особенности связи межгодовых вариаций видового обилия с параметрами среды обитания, составляют одно из важнейших направлений развития мониторинга биоразнообразия и прогноза тенденций его изменений.

В качестве ключевого участка для долговременного орнитологического мониторинга нами была использована территория Баргузинского государственного природного биосферного заповедника. Баргузинский заповедник основан в 1916 г. и расположен на северо-восточном побережье Байкала, в центральной части западного склона Баргузинского хребта. Эта территория никогда не подвергалась заметным антропогенным воздействиям, кроме традиционных форм охоты коренных жителей – эвенков до организации здесь 96 лет назад заповедника. Располагаясь в ненарушенных природных системах, ключевой участок лучше всего отражает глобальные изменения среды и климата [1].

Долговременные изменения численности летнего населения птиц прослежены нами в 1984-2011 гг. на постоянных учетных маршрутах, расположенных в долинах трех рек от побережья оз. Байкал до высокогорий Баргузинского хребта (460-1700 м н.ур.м.). На этих трансектах, разбитых на 11 участков, представлена большая часть разнообразия местообитаний нижней и верхней части горно-лесного и подгольцового поясов [1, 2].

Общая протяженность пеших маршрутных учетов – 16580 км, в том числе летом – 6900 км, зимой – 7550 км, из них на постоянных маршрутах соответственно 5110 и 1770 км.

Обилие птиц рассчитано по методу Ю.С. Равкина [3]. Видовая классификация птиц принята по Л.С. Степаняну [4]. Статистические расчеты реализованы с применением пакета программ Statistica 6.0 с учетом методических рекомендаций, предложенных для анализа временных рядов данных [5].

Существует две основных концепции причин колебаний численности животных. Одна из них связывает все изменения численности с абиотическими факторами окружающей среды и их перманентной нестабильностью, а другая – с причинами внутренними, присущими самой популяции.

Изменения численности, вызванные демографическими процессами (рождаемость и смертность), далеко не всегда удается отличить от локальных изменений плотности популяций в результате перемещения особей внутри ареала.

У многих птиц наблюдаемое непостоянство населения определено сменой мест гнездования значительного числа особей в зависимости от складывающихся ежегодно экологических условий, обусловленных изменениями погоды, в первую очередь температурных условий, особенно весной и в начале лета [6, 7]. Население птиц конкретного участка, как части местности, занимаемой популяциями, практически ежегодно формируется в значительной степени заново. Разные виды неодинаково реагируют на складывающуюся ежегодно ситуацию.

При анализе многолетней динамики численности популяций необходимо иметь представления о факторах, определяющих пространственное распределение вида, что может позволить отделить внешние причины изменений от внутривидовых. При этом следует учитывать, что реальное значение факторов среды в жизни птиц определяется не только их свойствами, но, прежде всего, степенью их стабильности или изменчивости. Роль изменяющихся факторов намного больше, чем значение факторов устойчивых [8, 9].

Результаты современных исследований показывают, что распределение гнездящихся птиц в пространстве в первую очередь определяется наличием и доступностью кормовых ресурсов и гнездопригодностью местообитания. Они обусловлены такими параметрами видовой экологической ниши как благоприятный субстрат, архитектурные особенности места обитания (топоархитектура), высотнo-климатические условия и комплекс приспособлений к условиям зимовки [10]. При изучении динамики плотности птиц на постоянных участках в горных условиях, где относительно стабильны пригодная для вида топоархитектура и субстрат, наибольшее влияние на распространение и обилие оказывают изменяющиеся параметры – климатические факторы и выживаемость на местах зимовки.

Птицы, возвращающиеся с зимовок, совершают в предгнездовой период поисковые перемещения, выявляя территории, наиболее благоприятные для гнездования в конкретный год. При этом их действия соответствуют генеральной линии эволюции птиц – выработке средств ухода от неблагоприятных условий среды, а не приспособления к ним. Такие же кочевки в предзимний период, а иногда и весной, совершают и оседлые зимующие виды.

Весеннее поисковое поведение птиц направлено на выявление и занятие гнездовых участков и мест размещения гнезда, которые определяются, как показывают современные исследования, не только непосредственно экологическими факторами, но и наличием предпочитаемых сигнальных характеристик биотопа [11-13]. Поэтому для птиц очень значимы релизеры – индикаторы состояния среды обитания в конкретном месте в конкретное время. К числу таких индикаторов (релизеров) следует отнести:

- структуру местообитания, в том числе структуру растительности (топоархитектонику) выдела;
- фенологическое состояние развития растительности (существенно зависит от теплообеспеченности, высоты снежного покрова к началу весны, влагообеспеченности для засушливых местообитаний);
- маркеры успешного размножения (или возможности размножения) в предыдущем году, в том числе сохранившиеся старые гнезда;
- наличие в сообществе других особей своего вида, заселивших местообитание ранее, чем находящаяся в поисках места для гнездования особь, высокая значимость рано прилетевших особей с успешным гнездованием в этом местообитании в предыдущем году (и их акустических сигналов);
- индикаторы кормообеспеченности для специализированных видов-стенофагов (семеноядных и хищных птиц).

Исследованиями В.П. Шубенкина [14] в пустыне Южного Устюрта очень наглядно демонстрируется принцип ежегодного выбора наиболее благоприятных для гнездования участков. В условиях сильно меняющегося по годам количества осадков и сопряженных с ними колебаний продуктивности трав и численности беспозвоночных животных ежегодно изменяются и места гнездования птиц. А их выбор определяется наличием и степенью развития растительного покрова. Используется хороший релизер – наличие вегетирующей растительности. Сходные результаты получены при изучении межгодовых изменений населения жаворонков в заволжских глинистых

пустынях Волгоградской области [15] и плотности популяций птиц кустарниковых зарослей полупустынного плато Кару в ЮАР [16]. Заметные ежегодные изменения условий обитания обнаруживаются в поймах крупных рек с периодическими изменениями паводкового режима, например, в пойме р. Оби [17-19] или в дельте р. Селенги [20] и на низинных болотах [21].

В горных условиях умеренных широт этот принцип маскируется низкой наглядностью ежегодной изменчивости разнокачественности территории по существенным для гнездования птиц параметрам и отсутствием ярко выраженных и понятных для исследователя релизоров.

За период исследований (1984-2011 гг.) выявлены долговременные тренды обилия летнего населения и отдельных видов птиц в различных высотных выделах. В целом по ключевому участку население птиц с середины 1990-х гг. проявило устойчивую тенденцию к снижению плотности (рис. 1).

Из 55 включенных в анализ фоновых видов статистически значимый положительный тренд долговременных изменений гнездовой плотности обнаружен у 8 видов, отрицательный тренд зафиксирован для 16 видов, а у 31 вида тренды не проявились, численность была относительно стабильной [2].

Отрицательные тенденции преобладают у дальних мигрантов. У ближних мигрантов и оседлых видов соотношение положительных и отрицательных трендов примерно равное. В целом же изменения плотности разных видов птиц (межгодовые флуктуации) происходят в основном независимо друг от друга. Асинхронный характер колебаний обилия у разных видов способствует стабилизации плотности населения в сложных многовидовых сообществах.

Сообщество птиц в горных условиях формируется и функционирует не по «конкурентному», в соответствии с моделью Неггера [22], а по «индивидуалистическому» типу [23], что определяется независимым друг от друга характером изменения плотности разных видов (межгодовых флуктуаций).

В Прибайкалье и Забайкалье, как и в целом по России, в период 1976-2006 гг. зарегистрировано устойчивое потепление (0,46 °C/10 лет), хотя интенсивность его в последние годы замедлилась. Статистически значимый вклад сезонного тренда в полную дисперсию ряда среднегодовых температур воздуха показан в нашем регионе для весны и лета, вклад потепления зимних и осенних месяцев статистически незначим [24]. Сходные результаты получены нами по данным метеонаблюдений на территории Баргузинского заповедника [25, 26].

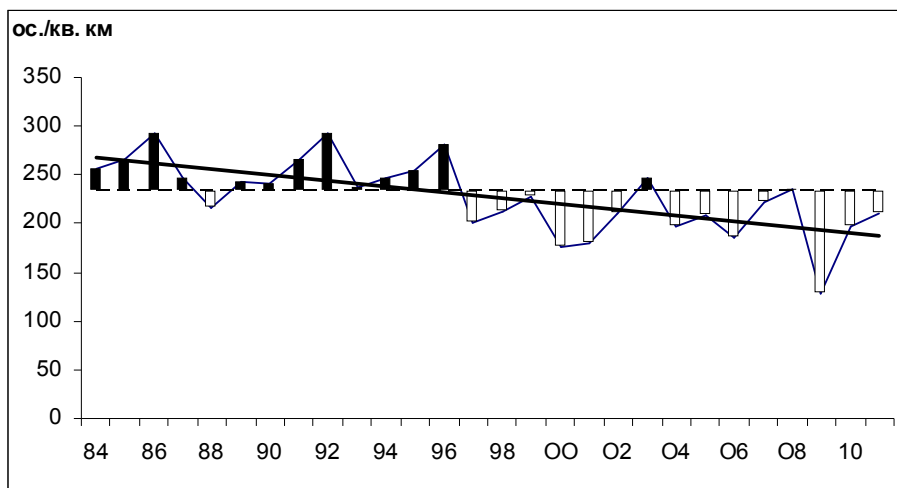


Рис. 1. Динамика плотности летнего населения птиц ключевого участка Баргузинского хребта (1984–2011 гг., I половина лета, особ./км²). (Пунктирная линия – среднемноголетний уровень обилия населения птиц на ключевом участке, сплошная – линейный тренд изменения обилия).

Выявлены статистически значимые связи многолетних изменений гнездового обилия птиц высотно-поясных выделов ключевого участка с погодно-климатическими параметрами весны текущего года и весенне-летними значениями теплообеспеченности и величины осадков в предшествующий год.

Изменчивость этих абиотических факторов служила причиной ежегодного перераспределения плотности населения многих видов между высотно-поясными выделами, а также между соседними речными долинами.

Весенняя погода как прямо, так и через развитие фенологических процессов в биоценозе, влияет на динамику многих биологических явлений в годовом цикле птиц. В Северо-Восточном Прибайкалье метеорологические условия апреля и мая воздействуют на процессы формирования местного населения за счет изменения количества обосновавшихся в районе гнездования особей. Сроки прохождения весенних фенофаз и параметры теплообеспеченности весеннего сезона могут оказывать существенное влияние на особенности формирования местного населения птиц, вызывая разнонаправленные изменения обилия мигрирующих и оседлых видов птиц в различных высотно-поясных выделах и в соседних речных долинах, отличающихся по своим экологическим условиям.

Население птиц ключевого участка каждый год формируется под воздействием факторов, изменяющих условия их обитания. Различные виды неодинаково реагируют на складывающуюся ежегодно ситуацию. У многих птиц наблюдаемое непостоянство населения обусловлено сменой мест гнездования значительного числа особей в зависимости от экологических условий периода миграций и начала гнездования.

Формирование местного населения насекомоядных птиц во многом определяется абиотическими факторами среды, в первую очередь теплообеспеченностью и суммой осадков весной и в начале лета, которые влияют на продуктивность сообществ, определяют обилие различных групп насекомых и гнездопригодность местообитания. Кроме того, существенная роль в процессах формирования населения принадлежит внутрипопуляционным механизмам саморегуляции. В горных условиях региона к их числу могут относиться послегнездовые кочевки оседлых видов, которые в отдельные годы перерастают в массовые миграции. Почти ежегодно наблюдаются массовые перемещения вдоль побережья Байкала, как в северном, так и в южном направлениях таких видов, как московка, буроголовая гаичка, обыкновенный поползень, длиннохвостая синица и кедровка.

Погодно-климатические показатели зимнего периода не оказывают существенного воздействия на уровень плотности населения большинства зимующих видов птиц. Лишь немногие оседлые и нерегулярно зимующие виды выявляют значимый уровень корреляции с зимними температурами и количеством осадков. В процессах формирования и сезонного изменения населения зимующих птиц (в субсезоны снежной и морозной зимы) велика роль условий зимней обеспеченности кормами, в первую очередь для семенной видов птиц. Погодные условия зимовки («суровость» зимы, то есть соотношение морозности и снежности) намного менее значимы.

В районе исследований отмечена реакция птиц на климатические изменения в регионе, выражающаяся в форме долговременных сдвигов дат весеннего прилета [27]. Этот отклик не имеет однозначного характера. В сроках первой весенней регистрации птиц на территории Баргузинского заповедника за последние 70 лет выявлены как положительные, так и отрицательные тренды. Для части видов изменения этих сроков не достоверны.

Анализ долговременных трендов дат первой весенней регистрации для 54 видов птиц показал, что для 28 видов (51,8 %) отмечается тенденция к более раннему прилету. Для 15 видов (27,8 %) зарегистрирован положительный тренд (более позднее появление весной). Сроки весеннего прилета еще 11 видов птиц (20,4 %) достоверно не изменились. Не обнаружена сопряженность изменений сроков весеннего прилета с местами зимовок и протяженностью миграционного пути. Разнонаправленные изменения сроков прилета в Северо-Восточное Прибайкалье отмечаются как в группе ближних мигрантов, так и у видов птиц, совершающих дальние миграции.

Для ряда перелетных птиц обнаружена связь гнездового обилия вида на ключевом участке или его отдельных выделах с датами первой весенней регистрации в районе гнездования. Повышение гнездовой плотности разных видов может регистрироваться как при более раннем, так и при относительно запоздалом прилете [28]. Для некоторых видов при раннем прилете наблюдается повышение обилия на одних участках и его снижение – в других высотных поясах. Такие взаимозависимости сроков прилета и гнездовой плотности могут определяться связями сроков прилета птиц с погодно-климатическими условиями весны, а также тем, что формирование местного гнездового населения птиц во многом определяется теплообеспеченностью и суммой осадков весной и в начале лета.

Отмеченные на территории ключевого участка сдвиги сроков весеннего прилета птиц вследствие глобальных изменений климата могут оказывать воздействие на формирование гнездового населения в районе исследований и сопровождаться направленными трансформациями локального обилия гнездящихся видов.

Таким образом, население птиц в горных условиях юга Восточной Сибири ежегодно формируется под воздействием факторов, изменяющих условия обитания птиц. Формирование местного населения насекомоядных птиц во многом определяется абиотическими факторами среды, в первую очередь теплообеспеченностью и суммой осадков весной и в начале лета. Изменчивость этих параметров служит причиной ежегодного перераспределения плотности населения многих видов между высотно-поясными выделами, а также между соседними речными долинами.

Reference

1. Ананин А.А. Птицы Баргузинского заповедника. – Улан-Удэ: Изд-во Бурят. гос. ун-та, 2006. – 276 с.
2. Ананин А.А. Птицы Северного Прибайкалья: динамика и особенности формирования населения. – Улан-Удэ: Изд-во Бурят. гос. ун-та, 2010. – 296 с.
3. Равкин Ю.С. К методике учета птиц в лесных ландшафтах // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. – Новосибирск: Наука, 1967. – С. 66–75.
4. Степанян Л.С. Конспект орнитологической фауны России и сопредельных территорий (в границах СССР как исторической области). – М.: Академкнига, 2003. – 808 с.
5. Коросов А.В. Специальные методы биометрии: учеб. пособие. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2007. – 364 с.
6. Данилов Н.Н. Пути приспособления наземных позвоночных животных к условиям существования в Субарктике. – Т. 2. – Птицы. – Свердловск, 1966. – 148 с.
7. Данилов Н.Н. Популяционная структура видов у птиц // Экология. – 1983. – № 3. – С. 12–17.
8. Мончадский А.С. Классификация факторов окружающей среды // Зоол. журн. – 1958. – Т. 37. – Вып. 5. – С. 680–690.
9. Пыжьянов С.В. Соотношение внутривидовых и внешних факторов при формировании пространственной структуры колоний чайковых птиц // Популяционная экология животных: материалы междунар. конф. «Проблемы популяционной экологии животных», посвящен. памяти акад. И.А. Шиловой. – Томск: Изд-во Томского гос. ун-та, 2006. – С. 339.
10. Юдкин В.А. Экологические аспекты географии птиц Северной Евразии. – Новосибирск: Наука, 2009. – 416 с.
11. McCallum S.A., Gehlbach F.R. Nest-site preferences of flammulated owls in western New Mexico // Condor. – 1988. – Vol. 90. – P. 653–661.
12. Møller A.P. Nest predation and nest site choice in passerine birds in habitat patches of different size: a study of magpies and blackbirds // Oikos. – 1988. – Vol. 53, No. 2. – P. 215–221.
13. Михайлов К.Е. Опознание гнездовых ситуаций и пусковые механизмы расселения у птиц // Современная орнитология. – М.: Наука, 1992. – С. 5–21.
14. Шубенкин В.П. Популяционная структура воробьиных птиц пустыни Южного Устюрта в разные по метеорологическим условиям годы // Изучение птиц СССР, их охрана и рациональное использование: тез. докл. IX всесоюз. орнитол. конф. – Л., 1986. – Ч. 2. – С. 343–344.
15. Линдеман Г.В., Лопушков В.А. Многолетняя динамика населения жаворонков в Заволжской глинистой полупустыне // Орнитология. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – Вып. 31. – С. 114–122.
16. Dean W., Richard J. Stochastic variation in population density of birds in Karoo shrubland // Ostrich. – 1998. – Bd. 69, No. 3-4. – P. 344–349.
17. Адам А.М., Болотнов В.П. Анализ влияния весенних паводков на структуру населения птиц поймы Средней Оби для целей охраны природы // Рукопись деп. В ВИНТИ 8.02.1982 г. – № 1040-82. – 29 с.
18. Ананин А.А. Динамика численности птиц в изменчивых и стабильных местообитаниях и кадастровые учеты // Всесоюзное совещание по проблеме кадастра и учета животного мира: тез. докл. – Уфа: Башкирское кн. изд-во, 1989. – Ч. 3. – С. 3–4.
19. Ананин А.А. Значение весеннего паводка в динамике численности и разнообразия населения птиц средней Оби // Сибирский экологический журнал. – 1995. – Т. 2, № 2. – С. 137–145.
20. Фефелов И.В., Тупицын И.И., Подковыров В.А., Журавлев В.Е. Птицы дельты Селенги: фаунистическая сводка. – Иркутск: Вост.-Сиб. изд. компания, 2001. – 320 с.
21. Kozulin A.V., Flade M., Gritschik W.W. Fen mires and the benefit of mobility: A hypothesis for the origin of promiscuity in aquatic warbler (*Acrocephalus paludicola*) // Subbuteo. – 1999. – Bd. 2, No. 1. – S. 11–17.
22. Herrera C.M. On the breeding distribution pattern of European migrant birds: Mac-Arthur's theme re-examined // Auk. – 1978. – Vol. 95. – P. 496–509.
23. Пузаченко Ю.Г., Черенков С.Е. Принципы организации сообществ птиц смешанных лесов Подмосковья // Сиб. экол. журн. – 2007. – Т. 14, № 4. – С. 149–157.
24. Груза Г.В., Ранькова Э.Я., Рочева Э.В. Климатические изменения температуры воздуха на территории России по данным инструментальных измерений // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2007. – № 3. – С. 41–48.
25. Влияние изменения климата на биоту Баргузинского заповедника / Ананин А.А. и др. // Влияние изменения климата на экосистемы. – М.: Русский университет, 2001. – С. 1–8.

26. Ананин А.А., Ананина Т.Л. Многолетняя динамика климатических параметров // Мониторинг природных комплексов Северо-Восточного Прибайкалья: тр. гос. прир. биосф. заповедника «Баргузинский». – Улан-Удэ: Изд-во Бурят. гос. ун-та, 2002. – Вып. 8. – С. 9-27.
27. Ananin A.A., Sokolov L.V. Long-term arrival trends of 54 avian species to Barguzinsky Nature Reserve in the northeastern Baikal area // Avian. Ecol. Behav. – 2009. – V. 15. – P. 33-48.
28. Ананин А.А. Влияние фенологических сроков весны на формирование гнездового населения птиц в ландшафтно-зональных условиях гор Северо-Восточного Прибайкалья // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2011. – № 4(16). – С. 66-79.

**ОСОБЕННОСТИ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ ЖУЖЕЛИЦ
(COLEOPTERA, CARABIDAE) НА КАТЕНЕ БАРГУЗИНСКОГО ХРЕБТА (СЕВЕРНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ)**

©Ананина Т.Л. (a_ananin@mail.ru)
ФГБУ «Заповедное Подлеморье», г. Улан-Удэ, Россия

**PECULIARITIES OF THE LONG-TERM DYNAMICS OF THE NUMBER OF CARABID BEETLES
(COLEOPTERA, CARABIDAE) IN THE CATENA OF BARGUZINSKY RIDGE (NORTHERN PRIBAIKALYE)**

©Ananina T.L. (a_ananin@mail.ru)
FSBE "Reserved Podlemorye", Ulan-Ude, Russia

Abstract: The paper presents the results of research on a long-term dynamics of the number of carabid beetles along a catena in the Barguzinsky ridge. The dynamics of carabid beetles in different periods within a time interval of 20 years has been reflected by me in the diagrams, establishing long-term peculiarities in the dynamics of the number in catena's part.

Key words: Barguzinsky ridge, carabid beetles, dynamic number, catena, trend, period.

Изучение вопросов долговременной динамики численности животных позволяет продвинуться в решении широкого круга базовых экологических проблем, например, связать флуктуации численности с изменениями определенных факторов [1, 2, 3].

Исследование ритмики природных процессов входит в задачу биомониторинга природных экосистем и является основным направлением научно-исследовательской деятельности Баргузинского заповедника [4, 5].

Жуки семейства жужелиц, как объект экологического мониторинга, составляют значительную долю в общем разнообразии энтомофауны и удобны для исследования популяционных и других проблем [6, 7]. Изучение особенностей многолетней динамики численности жужелиц проводились на территории Баргузинского заповедника, расположенного на западном макросклоне одноименного хребта в 1988-2007 гг.

Общий принцип заложения стационарных площадей для наблюдений за беспозвоночными был определен высотной поясностью. При выборе ключевого участка был использован катенный подход, при котором оценка неоднородности фито – и энтомоценозов производилась относительно геоморфологического профиля. Метод катены, в отличие от трансекта или профиля удобен тем, что в нем присутствует неизменный состав позиций в любом регионе, что очень важно для сравнения аналогичных исследований, как на заповедных территориях, так и на территориях, подвергающихся антропогенному воздействию [8].

Тридцатикилометровая макрокатена была проложена по речной долине (р. Давша, центральная часть Баргузинского хребта) от водораздела (1700 м над у. м.) до побережья оз. Байкал (456 м над у. м.). Месторасположение энтомологических линий определялось характерными ассоциациями и доступностью для наблюдений. Начальный элювиальный отдел (EL) находится на вершине Баргузинского хребта выше истока р. Давше, в верхней части катены (занимает гольцовый и подгольцовый пояс, 1277–1700 м над ур. м.). Транзитный отдел катены (входят верхняя, 1276–721 м и нижняя части горно-лесного пояса, 720–535 м), (TR-1) и (TR-2) соответственно, протянулся по всему западному скату хребта. Аккумулятивный отдел (АК) расположен у подножия хребта на берегу оз. Байкал (охватывает пояс прибрежных низменностей, 534–454 м) (рис. 1).

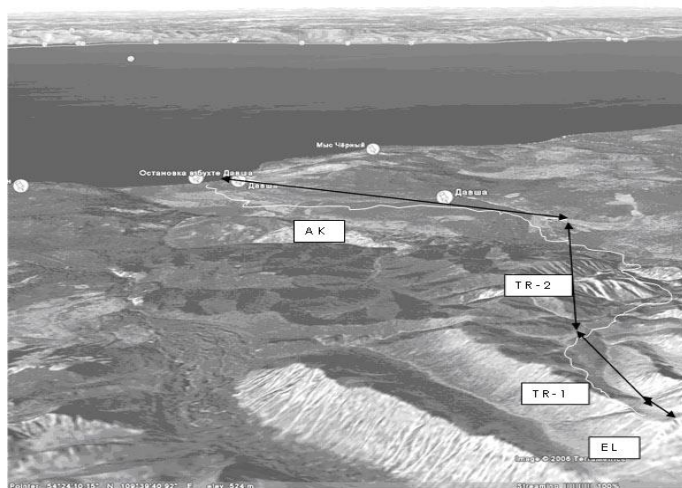


Рис. 1. Структурная схема макрокатены в долине р. Давше срединной части Баргузинского хребта
 Обозначения: EL – эллювиальный, TR-1, TR-2 – транзитные, АК – аккумулятивный отделы катенного ряда.

Основным методом сбора и количественного учета напочвенных беспозвоночных в наших исследованиях был метод почвенных ловушек Барбера [9]. За период работ на катене Баргузинского хребта отловлено порядка 100 тысяч особей 135 видов жужелиц. С изменением абсолютной высоты, от аккумулятивного отдела к эллювиальному, трансформируется геохимический градиент, меняется климатический режим – увеличивается гумидность климата, снижается теплообеспеченность биотопов. Характер изменения таксономической, популяционной, хорологической, биотопичной структур вдоль катенного ряда отражает зависимость от ряда внутренних и внешних факторов. Удельное значение воздействия абиотических факторов на видовой состав и численность жужелиц на разных позициях катены неодинаково. Исходя из анализа климатической характеристики, более теплообеспеченным и оптимальным местообитанием для жужелиц выглядят нижние отделы катены, особенно TR-2, менее теплообеспеченными, пессимальными – верхние отделы, наиболее всего – EL [10].

Проанализированы двадцатилетние временные ряды динамики численности жужелиц на катене Баргузинского хребта. Кривые, характеризующие динамику численности жужелиц в отделах катенного ряда имеют волновой характер. Для детализации процесса изменения численности мы применили метод фильтрации (процедуру выделения полиномиального тренда на построенных диаграммах) [11], получив усредненную информацию по близким значениям периодичности – периодограммы (рис. 2).

Повторяющиеся значения амплитуд указывают на частоту периодов близкую к среднемуголетней. Длина периодов (T) в разных отделах катенного ряда различается. По среднемуголетним данным, величина периода обращения в отделах катены имеет следующие значения: EL – T=8, TR-1 – T=16, TR-2 – T=13, АК – T=17 лет (рис. 2).

Оценка долговременных тенденций, чтобы тенденция изменения значений стала очевидной и поддавалась интерпретации, выполнялась путем построения трендов методом линейной аппроксимации. Величина коэффициента линейной аппроксимации (R^2) показала долю, которую данный тренд занимает в общей динамике, и позволила провести сравнительный анализ движения численности по отделам катенного ряда. Временной ряд, который не содержал тренда, рассматривался как стационарный. В результате анализа обозначены достоверные тенденции повышения численности в исследуемом временном интервале в АК ($R^2=0,25$), снижения – в TR-1 ($R^2=0,13$) и отсутствие движения численности – в EL, TR-2 ($R^2=0,02$).

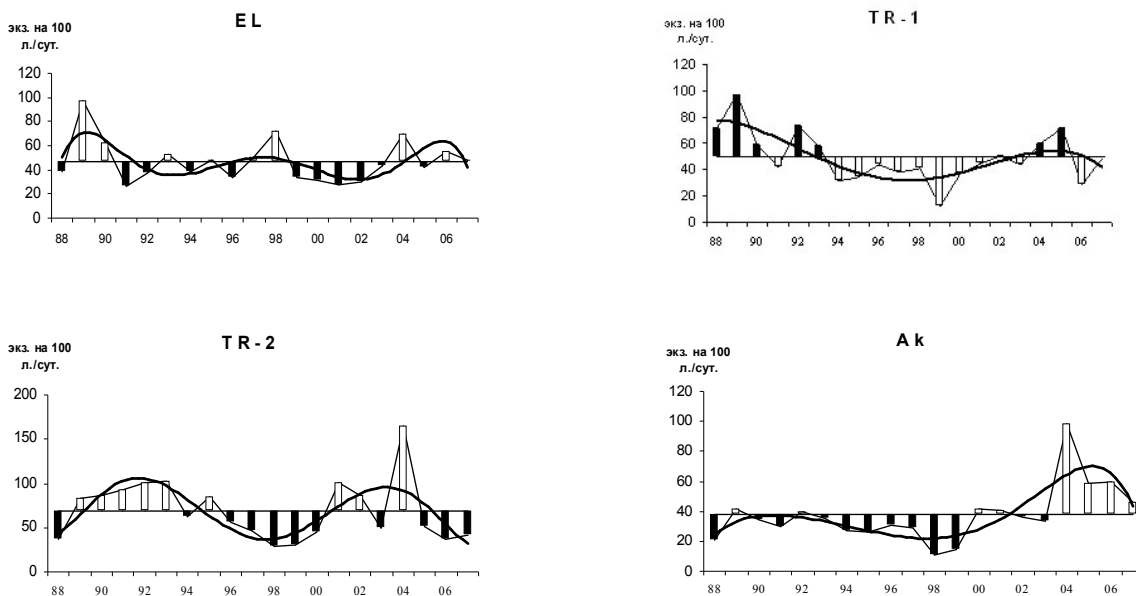


Рис. 2. Периодограммы долговременной динамики численности жужелиц на катене Баргузинского хребта в 1988-2007 гг., (обозначения отделов катены см. рис. 1)

В процессе изучения долговременной динамики численности жужелиц с точки зрения математической статистики было отмечено, что с увеличением продолжительности временного ряда наблюдений, изучаемые связи становятся все более достоверными.

Согласно собранной информации, установлено, что процесс долговременной динамики численности жужелиц Баргузинского хребта имеет периодический характер. Длина периода обращения, в связи с влиянием высотного градиента, различается – отмечена тенденция его уменьшения от нижних отделов катены к верхним. Амплитуды колебания численности жужелиц за исследуемый временной интервал не выходили за рамки стационарного процесса, и это свидетельствует лишь о тенденции направленности трендов. Возможно, что выявленные нами линейные и полиномиальные тренды являются частью динамического ряда с еще более длительным периодом.

Reference

1. Максимов А.А. Многолетние колебания численности животных, их причины и прогноз – Новосибирск: Наука, 1984. – 250 с.
2. Гречаниченко Т.Э. Перспективы мезодинамического биомониторинга в заповеднике (на примере жужелиц) // Актуальные вопросы в области охраны природной среды: информ. сб. ФГУ «Всероссийский научно-исследовательский институт охраны природы». – М.: Изд-во ВНИИприроды, 2009. – С. 140–145.
3. Нинбург Е.А. Введение в общую экологию (подходы и методы). – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. – 138 с.
4. Ананина Т.Л. Жужелицы западного макросклона Баргузинского хребта. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2006. – 201 с.
5. Гречаниченко Т.Э. Многолетняя динамика активности и биотопическое распределение жужелиц рода *Carabus* (L.) в Центрально-Черноземном заповеднике // Вісті Біосферного зап. «Асканія-Нова». - Т. 5. - 2003. – С. 158–166.
6. Аношин В.В. Видовой состав, пространственная структура и динамика численности герпетобионтных жуков жужелиц и чернотелок в лесостепных борах юга Сибири // Проблемы экологии Прибайкалья: тез. всесоюз. конф. - Т. 4. – Иркутск, 1982. – С. 54.
7. Лесняк А. Структура сообщества как биотест для использования региональной станцией ГСМОС // Проблемы фоновоего мониторинга состояния природной среды. – Л: Гидрометеоздат, 1987. - Вып. 5. – С. 108–118.
8. Ананина Т.Л. Мониторинг динамики численности жужелиц (*Coleoptera, Carabidae*) Баргузинского хребта методом катены // Вестник Бурятского государственного университета. - 2011. - Вып. 4. Биология, география. – С. 100-104.
9. Barber H. Traps for cave-inhabiting insects // J. Elisha Mitchell Sci. Soc. - 1931. - В. 46. – P. 259–266.
10. Ананина Т.Л. Динамика численности жужелиц в горных условиях Северо-Восточного Прибайкалья / отв. ред. А.С. Плешанов; Гос. природ. биосферный заповедник «Баргузинский». – Улан-Удэ: Изд-во Бурят. гос. ун-та, 2010. – 136 с.
11. Коросов А.В. Специальные методы биометрии : учеб. Пособие. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2007. – 364 с.

РЕКОНСТРУКЦИЯ РАСХОДА ВОДЫ РЕК БАССЕЙНА Р. СЕЛЕНГА ПО ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ

© Андреев С.Г. (baikal.andreev@gmail.com), Гармаев Е.Ж., Аюржанаев А.А.
Байкальский институт природопользования СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия

RECONSTRUCTION OF THE SELENG RIVER BASIN FLOW ON THE BASIS OF THE DENDROCHRONOLOGICAL DATA

© Andreev S.G. (baikal.andreev@gmail.com), Garmaev E.Zh., Ayurzhanayev A.A.
Baikal Institute of Nature Management SB RAS, Ulan-Ude, Russia

Abstract: The article provides an analysis of the reconstructed dynamics of inter-changes in precipitation for the Selenga midlands on the weather station of Ulan-Ude. For the first time we held a space-time reconstruction of the river flow parameters (Q - flow rate) in the basin of the Selenga on the available gauging stations: river Selenga – crossing Mostovoy, river Uda – town of Ulan-Ude, river Khilok – village Khalastuy, river Sukhara – village Tsolga and river Dzhida – station Dzhida. As a result, we received 6 models of reconstruction of water flow - the Selenga River and its main tributaries: the Uda River, the Khilok River and its right tributary the Sukhara River, left tributary of the Dzhida and right tributary Chikoy. At made comparative analysis of historical chronicles and moisture regime on the basis of the reconstruction of the water regime.

Key words: dendroclimatic analysis, the moisture regime, a reconstruction of the parameters of river flow.

Природные процессы развиваются в последние десятилетия на фоне глобального потепления в Северном полушарии, характеризующегося повышением среднегодовой приземной температуры воздуха на суше, особенно в засушливых внутриконтинентальных регионах. Так, по данным о температуре суши и океанов, глобальная средняя приземная температура воздуха за период с конца XIX в. (1861 г. – начало инструментальных наблюдений) возросла на $0,6 \pm 0,2$ градуса по Цельсию. Имеет место глобальный тренд на повышение температуры, причём чётко выделяются два основных периода повышения: 1910-1945 гг. и с 1976 г. по наши дни. Также отмечено более быстрое повышение глобальной температуры приземного воздуха над сушей (особенно заметно потепление проявляется в аридных районах между 40 и 70° с. ш.), чем над поверхностью океанов [1].

Как правило, данные развития климата основаны на около столетних рядах инструментальных измерений погод. Надежно же выделить направленные изменения в режиме увлажнения, можно только располагая длительными рядами наблюдений. Существенно удлинить ряды климатических характеристик позволяет анализ годичных колец деревьев. Особенно надежные количественные реконструкции климата получены для районов, где температура или атмосферные осадки постоянно лимитируют рост деревьев.

Далее, приведем результаты дендроклиматического анализа прироста деревьев сосны в степной и лесостепной зон Забайкалья и использования древесно-кольцевых хронологий для выявления закономерностей колебаний увлажнения как фактора развития опустынивания в регионе. По многолетним данным метеостанции Улан-Удэ для этого района Байкальской Азии отмечается устойчивый положительный тренд зимних температур, начиная с 20-х гг. текущего столетия, при отсутствии такового в летних температурах.

Для сопоставления с дендрохронологическими показателями использованы климатические данные по метеостанции Улан-Удэ как наиболее длительные и однородные. Наилучшая связь наблюдается между изменчивостью прироста и осадками за период с октября предшествующего года по август текущего, а не температура. Осадки этого периода в основном определяют содержание влаги в почве в период сезона роста [2].

Расширенная сеть из 33 дендроклиматических станций охватывает бассейн р. Селенга по границе леса и степи. Станции распределяются в границе леса и степи с выпадением суммы осадков за год – от 260 до 350 мм, подпадая в зоны с недостаточным и неустойчивым увлажнением, где осадки выступают лимитирующим фактором природных процессах в регионе.

Высокие и значимые связи между изменчивостью прироста деревьев и осадками позволили получить количественную модель реконструкции осадков по дендрохронологическим показателям (рис.1). Реконструированный ряд содержит длительные (внутривековые и вековые) изменения в динамике осадков. Например, по инструментальным измерениям существенно увеличивалось

количество осадков в период с 20-х до начала 40-х гг., и с 60-х до начала 70-х гг. Такая же картина наблюдается и в реконструированных рядах осадков.

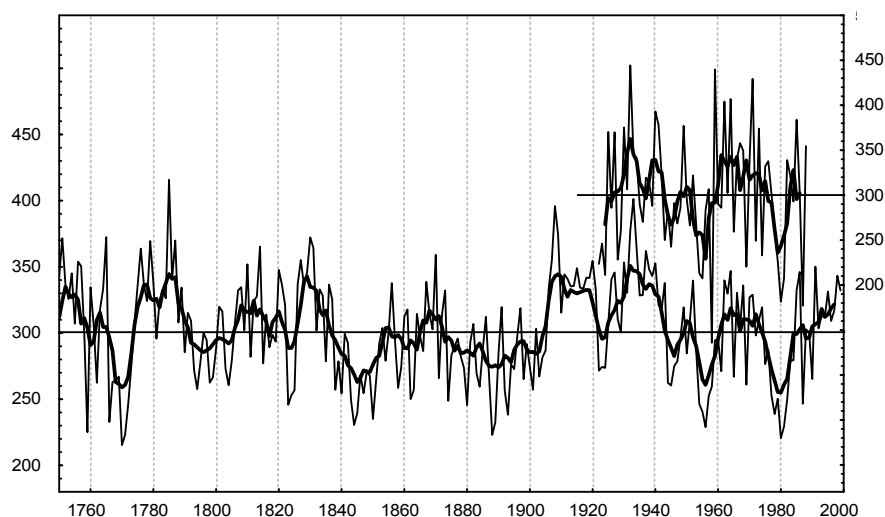


Рис.1. Наблюдаемые – верхняя кривая (м\ст. Улан-Удэ) и реконструированные осадки по региональной ДКХ. Жирные кривые – 5-летнее сглаживание. По сглаженным (5 лет) $R = 0,80$, $R_2 = 0,64$, $p < 0,01$

Для исследования режима увлажнения представляло интерес провести пространственно-временную реконструкцию параметров речного стока (Q – расход воды) в бассейне Селенги по имеющимся гидрометрическим постам: р. Селенга – рзд. Мостовой, р. Уда – г. Улан-Удэ, р. Хилок – з. Халастуй, р. Сухара – с. Цолга и р. Джида – ст. Джида. Инструментальные измерения ограничивались 2000 г.

С помощью построения корреляционных матриц были отобраны значимые обобщенные хронологии локализованных в речных долинах. Впоследствии, они генерализовывались и участвовали в процессе реконструкции.

Река Селенга – главный приток оз. Байкал, формирующий почти 50% поступления речного стока в озеро, длина 1024 км от истока р.Идэра (Монголия) до дельты (в пределах РФ длина 409 км). Площадь бассейна — 447 тыс. км². Водный режим характеризуется низким весенним половодьем, дождевыми паводками летом и осенью и зимней меженью. Средний расход воды вблизи границы Монголии и России – 310 м³/с, рзд. Мостовой – 917,57 м³/с. , в 127 км от устья — 935 м³/с. км². Основные притоки: Джида, Темник, Чикой, Уда, Хилок.

Реакция древесных растений на текущие осадки наиболее сильная, однако, в рядах стока р. Селенги уже проявляются региональные особенности формирования стока по территории, и ежегодные колебания осадков значительно сглаживаются. Тем не менее, в генерализированной древесно-кольцевой хронологии эти длительные изменения водного режима также значимо присутствуют, поскольку она получена объединением локальных хронологий, в каждой из которых содержится общий для региона климатический сигнал - осадки. Так, корреляция между генерализированной древесно-кольцевой хронологией и показателями гидрологического режима резко возрастают при сопоставлении длительных изменений. Для осадков корреляция увеличивается с 0,60 до 0,85, для стока - с 0,47 до 0,81.

Модели реконструкции объясняют 70-75 % изменчивости осадков и стока р. Селенги при 5-летнем сглаживании рядов. Но в данном случае нами были отобраны локальные хронологии распределенные по всему бассейну с наилучшими связями, тем самым подняв погодичную связь вновь генерализированной хронологии с расходом воды до 0,64. В итоге получена 280-летняя реконструкция расхода воды, которая отражает основные колебания в гидрологическом режиме бассейна. (рис.2 и табл.1). Визуальный ход кривых инструментальных измерений с рассчитанными значениями и значимой корреляцией позволяют выделить маловодные и многоводные периоды. Для визуализации долгопериодной изменчивости мы можем ориентироваться на сглаженные значения.

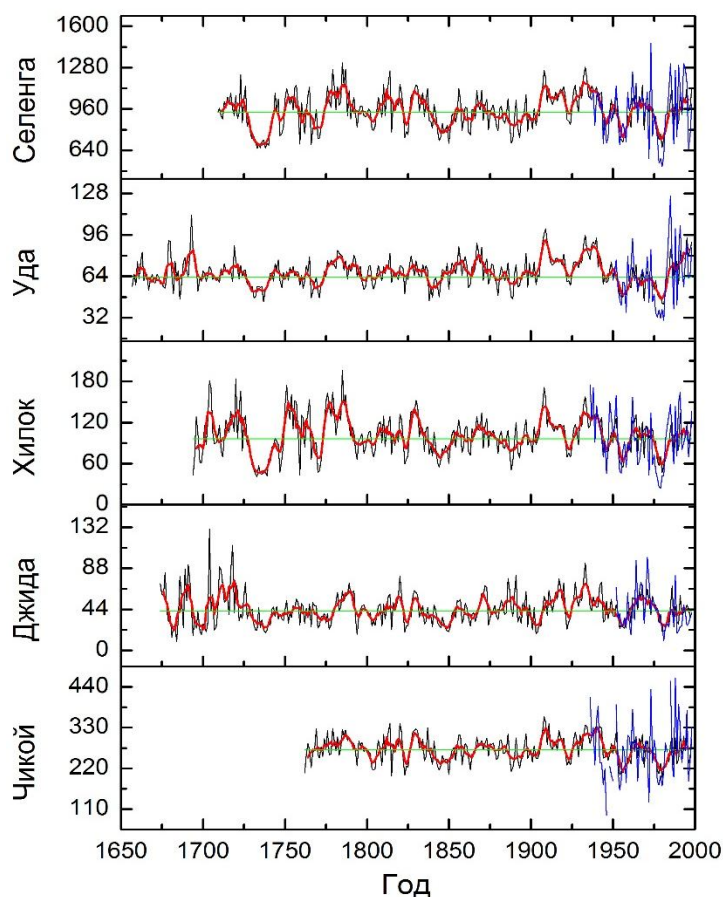


Рис. 2. Реконструкция расхода воды рек бассейна р. Селенга (м³/с). Кривая синим цветом – инструментальные измерения расходов воды по гидрометрическим постам. Кривая черным цветом – погодичная реконструкция. Кривая красным цветом – сглаженная, 5 лет. Прямая линия зеленым цветом – норма расхода воды по за инструментальный период.

В целом, из графиков (рис. 2) видно, что существует пространственно-временная согласованность в динамике расхода воды реки Селенга и ее притоков, особенно это наблюдается в маловодные и многоводные периоды. Интересно проследить значения корреляции для отдельных бассейнов притоков. Максимальное значение в 0,66 имеет генерализованная хронология (полученная на основе 8-и локальных хронологий) в отвечающая за долину р. Джида. Долина р. Джида является обособленной территорией, где формирование стока (водосбора) идет внутри долины огражденной высокими хребтами, тем самым объясняя тесную связь с произрастающими деревьями зависящими в свою очередь от поступающей влаги из атмосферы. Такая же тенденция прослеживается для малых рек в пределах степной и лесостепной зон (далее будет рассмотрена на примере р. Сухара). Для р. Чикой связь с древесными кольцами меньшая – 0,47. Такое значение можно объяснить тем, что у Чикоя формирование стока идет под влиянием тихоокеанских воздушных масс приходящих во второй половине лета с востока и затрагивающих верховья водосбора, тем самым ослабляя связь дендрохронологических рядов расположенных в средней и нижней части долины.

Можно видеть, что 20-е столетие в сравнении с предыдущим было более обеспечено водными ресурсами. Общий тренд за 20-е столетие имеет следующий характер: до середины столетия водность увеличивалась, достигнув максимума в середине 1940-х гг., а затем начала медленно понижаться. Современный период характеризуется увеличением водности.

Представляло интерес сопоставить исторические хроники об аномальных явлениях в природе с полученными временными рядами по расходам воды [4].

Примерно с 1700 по 1725 гг. наблюдался относительно многоводный период. Например: 1715 г. – «очень дождливый год в Монголии», приходится на пики реконструированных расходов воды. Из другого источника известно, что Петропавловская крепость впервые упоминается в 1713 г. Она была ранее построена при впадении Чикоя в Селенгу. Из-за регулярных ежегодных наводнений, в 1726 г.

С.Л. Владиславич-Рагузинский распорядился перенести поселение на 2 версты выше по течению Чикоя. В 1727 г. И. Д. Бухголец построил Петропавловскую крепость на новом месте [5]. Петропавловская крепость в большей мере служила не военным объектом, а торговой факторией, где формировались караваны для торговли с Китаем. Натерпевшись бед от наводнений, перенос поселения был произведен в конце многоводного периода.

Таблица 1.

Название реки (гидрометрический пост)	Дендроклиматические станции (хронологии)	Регрессия
р. Селенга (рзд. Мостовой)	5, 9, 13, 14, 15, 16	Q _{ср.год.} = 355,54*I + 598,49 R = 0,64
р. Уда (г. Улан-Удэ)	14, 18, 20, 21, 22, 23, 24	Q _{ср.год.} = 47,445*I + 17,404 R = 0,65
р. Хилок (з. Халастуй)	9, 10, 11, 15, 16, 17	Q _{ср.год.} = 56,743*I + 44,045 R = 0,59
р. Джиды (с. Цолга)	1 – 8	Q _{ср.год.} = 38,668*I + 6,3273 R = 0,66
р. Чикой (ст. Джиды)	5, 9, 10	Q _{за тепл.период} = 92,092*I + 178,61 R = 0,47

Прим.: Q – расход воды, м³/с, I – индексы прироста древесно-кольцевых хронологий в конкретный год.

Интересен следующий период между 1726 и 1745 гг. – этот период характеризуется значительным «провалом» в увлажнении региона и отмечается на наших реконструкциях. В исторических источниках эти годы отмечены для территории Западного Забайкалья и Монголии как засушливые и неурожайные («засуха великая») на протяжении десятилетий. Схожий период, но более короткий по времени проявления наблюдался в современный период в конце 70-х – начале 80 гг. XX столетия.

Следующий период 1746- конец 50-х гг. характеризуется наводнениями, с пиком на большое наводнение на р. Селенге в 1751 г.

С 1758 по 1761 гг. зарегистрированы засухи в Монголии, отмечаемые на наших кривых.

1778-1810 гг. период засух в Монголии.

Следующий период характеризуется зарегистрированными наводнениями. Пик приходится на 1830 г. – «большое наводнение на р. Селенге. В Селенгинске смыло большую часть правобережных строений. В результате этого в 1841 г. город пришлось перенести на левый берег».

В 1860 г. – летняя засуха на территории Центральной Монголии. 1862 г. в Забайкалье отмечена засуха - «невыносимая жара, страшная засуха, так что урожаи плохи, травы мало». Примечательно, что в этот год на оз. Гусиное исчезли острова, т.е. произошло наполнение озера, этот противоположный факт научным миром объясняется активизацией тектонических процессов в Байкальском регионе в этот период, а не с режимом увлажнения (образование залива Провал и т.д.). В 1866 г. – весной-летом прошло «большое наводнение на территории Бурятии». В 1869 г. – «необычное наводнение в Иркутской губернии и Западном Забайкалье, уровень Байкала поднялся почти на сажень относительно обычного... большое наводнение на р. Селенге уровень в Верхнеудинске (г. Улан-Удэ) поднимался на 1,81 сажени, была затоплена часть города и многие селенья».

Конец XIX в. в целом по историческим хроникам характеризуется засушливым периодом. Начало XX в. характеризуется резким увеличением значений расхода воды, что согласуется с инструментальными измерениями за выпадением осадков и историческими хрониками.

Приведенные исторические хроники не претендуя на инструментальную достоверность, являются косвенной иллюстрацией, фрагментарной верификацией полученных временных рядов по реконструкции осадков и расходов воды в бассейне р.Селенга. Уже признанным фактом для региона является связь увеличения частоты наводнений с периодами повышенной увлажненности климата. Собственные вариации частоты сообщений о наводнениях по времени имеют 10-15-летнюю цикличность, наложенную в свою очередь на 45-50 –летний цикл.

Работа выполнена при поддержке проекта РФФИ № 13–05–00922 «Научные основы гидроэкологической безопасности рек бассейна оз. Байкал в условиях изменения климата».

Reference

1. Pachauri R.K., Babu Jallow // Материалы доклада «Climate Change 2007: The Physical Science Basic» от 6 февраля 2007 г.

2. Андреев С.Г., Ваганов Е.А., Наурзбаев М.М., Тулохонов А.К. Регистрация годичными кольцами сосны многолетних колебаний атмосферных осадков, стока реки Селенга и уровня озера Байкал // Доклады Академии наук. – 1999. – Т.368, №3. – С.400-403.
3. Robert J. Hijmans, Susan E. Cameron, Juan L. Parra, Peter G. Jones, Andy Jarvis. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas // Int. J. Climatol. 25: 1965-1978 (2005). – Published online in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com). DOI: 10.1002/joc.1276.
4. Современная геодинамика и гелиодинамика. 500-летняя хронология аномальных явлений в природе и социуме Сибири и Монголии. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2003. – 383 с.
5. Артемьев А.Р. Города и остроги Заб. во 2-й пол. XVII—XVIII в. — Владивосток, 1999.

**ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА МАЛЫЕ ОЗЕРА
В ЮГО-ВОСТОЧНЫХ РЕГИОНАХ МОНГОЛИИ (НА ПРИМЕРЕ О. ГАНГА)**

©Ариунсанаа Бат-Эрдэнэ (sanaa@inbox.ru), Алтансүх Очир
Монгольский государственный университет, г. Улан-Батор, Монголия

**IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE SMALL LAKES
IN THE SOUTH-EASTERN REGIONS OF MONGOLIA (THE CASE OF LAKE GANG)**

©Ariunsanaa Bat-Erdene (sanaa@inbox.ru), Altansukh Ochir
National University of Mongolia, Ulaanbaatar, Mongolia

Abstract: In the recent years, climate warming has been occurring in the eastern part of Mongolia. The result of that has been drying up of small lakes. We conducted studies to clarify the reasons for drying of small lakes using the example of lake Ganga, the weather data for 40-49 years, and LandSat satellite images for 14 years.

Введение

В последние годы в результате изменения климата интенсивно происходит потепление в восточных районах Монголии. По многолетним данным за последние 70 лет среднегодовая температура воздуха увеличивалась на 2,03°C. В 1991-2009 годах температура увеличивалась со скоростью 0,05°C/год. (Сарантуяа, Гомболуудэв и другие, 2010).

На территории аймака Сүхэ-Батора расположено 6,1% от всего количества озер Монголии. Общее количество малых озер Сүхэ-Батора 185. Общая площадь 151,4 км². Все озера находятся ниже средней высоты территории страны. Большинство озер расположено в синклинальной долине и являются озерами с дождевым питанием. В засушливые годы они пересыхают и становятся солончаками (Цэрэнсодном, 2000).

Озеро Ганга находится на севере Молцог элс, на высоте 1294 м, на территории Дарьганга сомона Сүхэ-Батора. Площадь озера 2,2 км², длина 2,1 км, ширина 1,6 км, средняя глубина 1,5 м, длина береговой линии 6,2 км, объем воды 0,0072 км³. Несколько родников впадают в озеро. Это такие родники как Баянбулаг, Оргихын булаг. Температура воды в июле и августе достигает 20°C. Минеральность воды 2,58 г/л, по составу это карбонатная вода. В последние годы о. Ганга стремительно высыхает, уменьшается площадь зеркала и объем воды. Местное население и ученые считают, что причиной высыхания является изменение климата и надвигающиеся пески.



Рис. 1. Географическое положение о. Ганга
Источник: Топографическая карта, М1:100000

По многолетним данным метеорологического поста Баяндэлгэр среднегодовая температура была 1,9°C. В 2007 г. было самое высокое значение температуры плюс 4,8°C, самое низкое минус 14°C (1969 г.). Среднегодовое количество осадков 183 мм, максимальное количество осадков выпало в 1998 г. - 375 мм, минимальное количество было в 2005 г. - 89,2 мм. Так как увеличивается тепловой ресурс воздуха увеличивается и количество жарких дней. Например, в 1961-1990 гг. было в среднем 19 дней с температурой выше 30,0°C, а в 1991-2007 гг. в среднем 24 дня. В восточном районе количество суммарных осадков уменьшилось на 12,7 мм в 1940-2007 гг. (Г.Сарантуяа, П.Гомболуудэв и другие., 2010).

По результатам исследования о прогнозировании изменения климата восточного региона Монголии, которое проводилось учеными Г.Сарантуяа, П.Гомболуудэв, Л.Нацагдорж в 2010 г., в будущем потепление климата будет происходить более интенсивно в летние месяцы, чем в зимние, а количество осадков будет уменьшаться в зимние месяцы по сравнению со средним количеством.

Результат исследования

В 2012-2013 гг. мы проводили исследования для уточнения причины высыхания о. Ганга. На следующих графиках представлены временные изменения по четырём показателям, данные по которым мы получили из гидрометеорологического института.

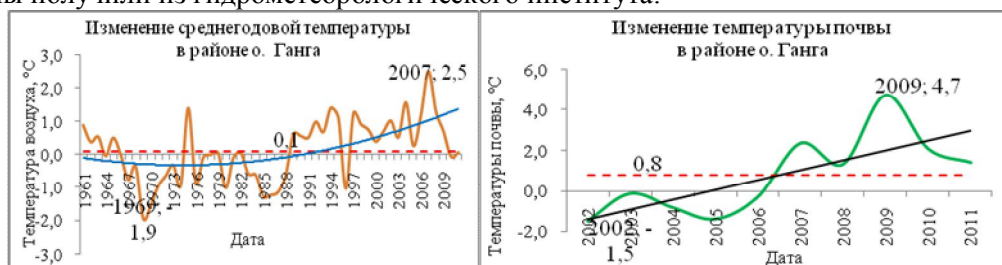


Рис. 1. Изменение среднегодовой температуры и изменение температуры почвы в районе о. Ганга

Результаты исследования показывают, что за последние годы температура воздуха в районе Дарьганга сомона превышает многолетнюю температуру. В 1961-2011 гг. среднегодовая температура была 0,1°C, самый холодный был 1969 г. - минус 1,9, а в 2007 г. было плюс 2,5, что является самым теплым годом. По временным диапазомам в 1966-1988 гг. температура была ниже среднего значения, а в последние годы интенсивно происходит потепление. Так как температура поверхности почвы имеет прямую зависимость от температуры воздуха в районе о. Ганга, интенсивно происходит процесс повышения среднегодовой температуры поверхности почвы. В ходе исследования среднегодовая температура поверхности почвы была 0,8°C. После 2006 г. интенсивно увеличивалась. Минимальное значение было минус 1,5°C в 2002 г., а максимальное достигло плюс 4,7°C в 2009 г.

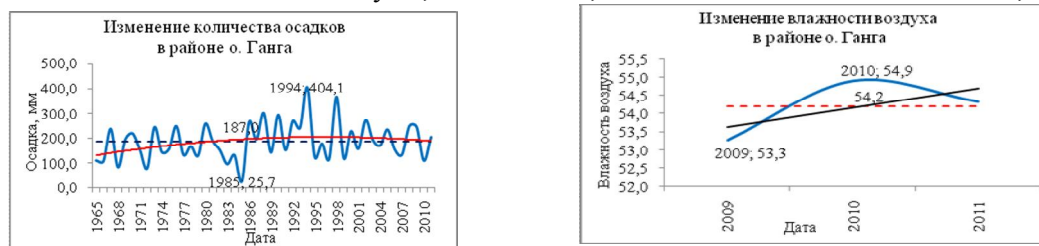


Рис. 2. Изменение годовой суммарной осадки и влажности воздуха в районе о. Ганга

На рисунке видно, что в районе о. Ганга с 1965 г. количество суммарных годовых осадков немного увеличивается. По многолетним данным среднегодовое количество осадков равно 187,0 мм, минимальное количество осадков выпало в 1985 году - 25,7 мм. А в 1994 г. выпало 404,1 мм осадков.

До 2009 г. в сомоне Дарьганга работал метеорологический пост, на котором некоторые показатели не могли быть измерены. После 2009 г. стали измерять влажность воздуха, скорость ветра и величину атмосферного давления. По этим данным влажность воздуха увеличивается, что связано с увеличением температуры воздуха и суммарного испарения. Средняя влажность воздуха равна 54,2.

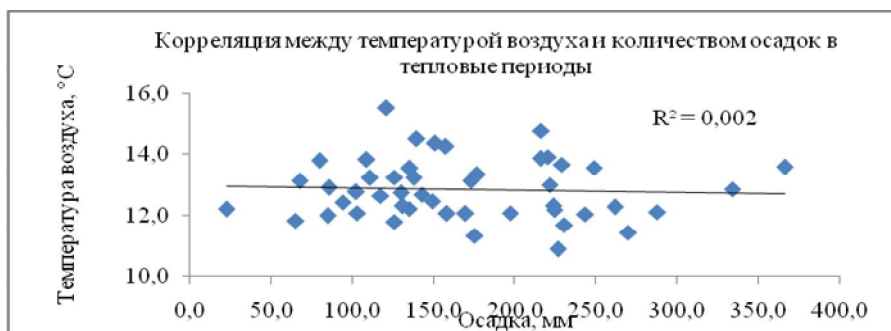


Рис. 3. Корреляция между температурой воздуха и количеством осадков

На графике показана корреляция между температурой воздуха и количеством осадков в течение 4-9 месяцев каждого года. Из графика можно сделать вывод, что с увеличением температуры воздуха не увеличивается количество осадка. Это стало причиной высыхания малых озер, родников, засухи в данной регионе.

Таблица 1.

Изменение площади зеркала о.Ганга

№	Дата	Площадь зеркала, га	Изменение, %	Источник информации
1	-	220,0	100	Каталог озера Монголии
2	1968	207,0	-6,0	Топографическая карта /1:100 000/
3	1987	169,2	-23,1	Космические снимки*
4	1993	225,9	+2,7	Космические снимки*
5	1999	221,7	+0,7	Космические снимки*
6	2000	223,1	+1,4	Космические снимки*
7	2001	224,2	+1,9	Космические снимки*
8	2002	223,5	+1,6	Космические снимки*
9	2003	221,6	+0,7	Космические снимки*
10	2006	192,3	-12,6	Космические снимки*
11	2007	171,2	-22,2	Космические снимки*
12	2009	160,7	-27,0	Космические снимки*
13	2010	153,2	-30,4	Космические снимки*
14	2011	105,8	-51,1	Космические снимки*
15	2012	162,9	-26,0	Космические снимки **

*LandSat

**Google Earth

Для водного режима и водного запаса открытого водного объекта, таких как о. Ганга, важными показателями являются испарение и суммарное испарение. И за последние 49 лет суммарное испарение увеличилось на 110,2 мм, а суммарные осадки уменьшились на 33,9 мм. В 1960-1969 гг. по десятилетним данным песчаная буря наблюдалась в среднем 10,8 день в год, а в 2000-2007 гг. стало 32,7 день в год. (Оюунбаатар, Даваа и другие. 2011).

Используя топографическую карту Монголии с масштабам 1:100000 мы определили, что в 1968 г. площадь зеркала о. Ганга была 207 га. В некоторых источниках, таких как “Каталог озер Монголии” написано, что площадь о. Ганга равна на 220 га. Для выявления временного изменения площади озера мы использовали космические снимки за 14 лет, определили покров, рассчитали методом дистанционного зондирования площадь, покрытую водой.

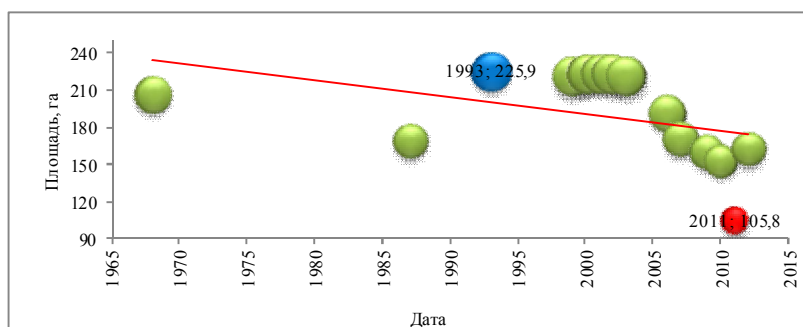


Рис. 4. Изменение площади зеркала о. Ганга

Из рисунков можно увидеть сильное изменение в площади зеркала о. Ганга. В 1993 г. площадь достигала максимального значения 225,9 га, а в 2011 г. минимальное значение было 105,8 га.

В 1993-2003 гг. площадь озера оставалась сравнительно постоянной, но в 2003-2011 гг. стремительно уменьшалась. Используя значения площади 220 га, представленное в каталоге озер Монголии в качестве фонового значения, мы показали изменения площади на таблице 1. Начиная с 2006 г., площадь озера уменьшается и в 2011 г. достигает минимального значения. Площадь уменьшилась на 51,1% и стала 105,8 га. А в 2012 г. увеличилась на 25,1% и достигла 26,0% фонового значения. На рисунках показаны изменения площади зеркала озера. Источниками для построения рисунков являются топографическая карта, космические снимки LandSat.

Таблица 2.

Корреляция Пирсона между площадью озера, суммарной осадкой года и среднегодовой температурой

Корреляция

		Площадь зеркала	Суммарная осадка	Среднегодовая температура
Площадь зеркала	Корреляция Пирсона	1	.074	.168
	Знч.(2-сторон)		.810	.584
	N	13	13	13
Суммарная осадка	Корреляция Пирсона	.074	1	.059
	Знч.(2-сторон)	.810		.847
	N	13	13	13
Среднегодовая температура	Корреляция Пирсона	.168	.059	1
	Знч.(2-сторон)	.584	.847	
	N	13	13	13

Для определения зависимости между изменением площади зеркала озера, изменением количества осадков и температуры воздуха, мы использовали статическую программу SPSS.

В табл. 2 показано, что между площадью зеркала озера и количеством осадков имеется высокое корреляционное отношение, а между площадью зеркала и среднегодовой температурой имеется среднее корреляционное отношение. Это свидетельствует, что площадь озера имеет прямую зависимость от количества осадков.

Вывод

В результате исследования мы сделали вывод что основным фактором уменьшения уровня воды о. Ганга является изменение климата. По многолетним данным метеорологической станции сомона Дарьганга можно сделать вывод, что за последние 40 лет происходит потепление климата в районе о. Ганга. Это подтверждается показателями временного изменения температуры воздуха, температуры поверхности почвы и влажности воздуха. Но количество осадков не увеличивается, это стало причиной проявления засухи, увеличения испарения с поверхности водного объекта.

В 1993-2003 гг. площадь о. Ганга была сравнительно постоянна. В 2003-2011 гг. стремительно уменьшалась. В каталоге озер Монголии отмечено, что площадь озера равна 220 га. Если использовать это значение как фоновый показатель, то в 2011 г. площадь зеркала о. Ганга сократилась на 51,1% и стала равна 105,8 га. А в 2012 г., благодаря обильному количеству осадков, увеличилась на 25,1%, стала равна 162,9 га.

Reference

1. Исследование, наблюдение, измерение и многолетний водный режим о. Ганга / Д. Оюунбаатар и др - Улан-Батор, 2011.
2. Изменение климата восточного региона и его последствия. Устойчивое развитие восточного региона / Г. Сарантуяа и др. - Улан-Батор, 2010.
3. Цэрэнсодном Ж. Каталог озер Монголии. - Улан-Батор, 2000.

ВОДОРАЗДЕЛЬНЫЕ ТОЧКИ ЗАБАЙКАЛЬЯ И МОНГОЛИИ

©Атутова Н.А.¹ (atut_53@mail.ru), Филенко Р.А.² (filrom@yandex.ru), Нармандах Ч.³ (mandakh_geo@mail.ru)

¹ Забайкальское отделение Русского географического общества, г. Улан-Удэ, Россия

² Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита, Россия

³ Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия

WATERSHED POINTS OF TRANSBAIKALIA AND MONGOLIA

©Atutova N.A. (atut_53@mail.ru), Filenko R.A. (filrom@yandex.ru), Narmandakh Ch. (mandakh_geo@mail.ru)

¹ Transbaikalian department of the Russian geographical society, Ulan-Ude, Russia

² Institute of Natural Resources, Ecology and Criology SB RAS, Chita, Russia

³ Geological institute SB RAS, Ulan-Ude, Russia

Abstract: For the first time the idea about watershed points – places of juncture of three big river drainage areas was stated 35 years by transbaikal teacher Timur Zhalsarain. The authors of this article carry out the analysis of similar points located on the Great Divide. These points are Triple Divide Peak on the border of the USA and Canada, Amur-Lena-Yenisei joint (Pallas's mountain) in Siberia, Tsogtchandamani's mountain in Mongolia.

Key words: river basin, drainage area, watershed points, triple divide points, drainage divide, Timur Zhalsarayn, the Great Divide.

Как известно, на планете Земля существует Мировой (Главный) водораздел, являющийся границей между частями суши, которые собирают воду для Атлантического и Северного Ледовитого океанов, а с другой – для Тихого и Индийского. Великий или Мировой водораздел земного шара проходит по Южной и Северной Америке, Азии и Африке: он тянется от мыса Горн по Андам, Скалистым горам до Берингова пролива, по восточному нагорью Азии, пересекает его в широтном направлении, а затем продолжается вдоль восточной окраины Африки к её южной оконечности.

В Восточном Забайкалье часть Мирового водораздела проходит по Яблоновому хребту. На гребне этого хребта к северо-западу от Читы находится уникальная в гидрографическом плане точка, где стыкуются бассейны трёх крупных рек Азии (Лена, Енисей и Амур), входящих в число 12 величайших на планете. В этом месте в Яблоновый хребет упирается Лено-Енисейский водораздел второго порядка, образуя Амуро-Лено-Енисейский стык (рисунок) [2, 5, 8-10].

Впервые на уникальность в масштабах планеты данной точки указал забайкальский учитель географии Тимур Ухинович Жалсарайн в 1977 г. В статье «Точка Великого водораздела» он написал, что в силу рельефа местности атмосферные осадки, выпадающие в этом месте, попадают через Витим в Лену, через Хилок в Байкало-Енисейскую систему и через Ингоду в бассейн Амура. В заключении статьи сделал вывод, что водораздельная точка Забайкалья является одной из замечательных точек на планете [4].

Читинскими учёными была организована экспедиция на Яблоновый хребет, в результате которой, обозначенная на карте Тимуром Жалсарайном точка была реально определена в 1982 г. Тем самым теоретическое открытие Жалсарайна было подтверждено. Этой точкой стала высота с отметкой 1236 м, которая получила название Водораздельная гора на Яблоновом хребте. Основным инициатором и участником первой и последующих экспедиций был преподаватель Читинского педагогического института Юрий Тимофеевич Руденко [7]. В 2012 г. эта вершина уже официально утверждена правительством РФ под названием «Гора Палласа».

Забайкальский стык бассейнов Т.У. Жалсарайн относил к числу самых важных гидроузлов, которых он насчитывал порядка 30, особо выделяя 4 наиболее значимых водораздельных точки, так как все они единственны в своём роде [4].

Так, например, вторую водораздельную точку он назвал точкой трёх океанов, указав, что это место находится в Северной Америке почти на самой границе США и Канады на гребне Скалистых гор и является стыком речных систем Миссисипи, Колумбии и Нельсона. Примечательность её состоит в том, что она находится между тремя океанами – Тихим, Атлантическим и Северным Ледовитым. По данным, приведённым в Интернете, это место сопряжения речных систем Миссисипи, Колумбии и Нельсона действительно в Америке есть и называется Triple Divide Peak (Пик Тройного Водораздела). Эта точка стыка бассейнов расположена, как и указывал Жалсарайн, на границе США и Канады в Национальном парке «Глейшер» штата Монтана. В этом месте к Великому

водоразделу подходит водораздел второго порядка Лаврентийская возвышенность, разделяющая бассейны Гудзонова Залива – Северного Ледовитого океанов от бассейна Атлантического.



Рис. 1. Стыковка бассейнов рек Лена, Енисей и Амур на Горе Палласа

При сопоставлении географических координат вершин – Горы Палласа (N 52°, E 113.5°) и Пика Тройного Водораздела (N 48.5°, W 113.5°) обнаруживается, что эти две точки, находящиеся на разных континентах, практически симметричны относительно земной оси. Если, начиная с точки Забайкальского стыка через земную сферу мысленно провести прямую перпендикулярно к земной оси, то другой конец прямой выйдет на американском континенте в том месте, где находится Пик Тройного водораздела.

Факт сходства строения Азиатского материка со строением Северной Америки был замечен ещё в конце XIX в. великим русским географом и путешественником Кропоткиным. Основные хребты Азии точно также тянутся с юго-запада на северо-восток, как Скалистые горы и нагорья Северной Америки – с северо-запада к юго-востоку, – писал Кропоткин. Впоследствии, Кропоткин во время своей поездки по Америке убедился, что составленная им карта показывает «поразительную аналогию в структуре и геологическом росте обоих материков северного полушария» [1].

Примечательность еще двух точек заключается в том, что на одной из них стыкуются бассейны трех внутриконтинентальных морей (Балтики, Каспия и Черного), а другая по выражению Т.У. Жалсарайна является высочайшей на нашей планете. Находится она на гребне Гималайских гор, между речными системами Ганга, Инда и Брахмапутры [4, 12].

Мировой водораздел проходит также и по территории Монголии по хребтам Хэнтэй, Хангай, Танну-Ола, Сайлюгем [11]. Согласно исследованиям монгольских гидрологов, в 64-х км от Улан-Батора на хребте Хэнтэй находится гора Цогтчандамани – точка сопряжения бассейнов Северного Ледовитого океана (верховья Енисея и Селенги с притоками), Тихого океана (реки Керулен, Халхингол, Онон и др.) и бессточного бассейна Центральной Азии (реки Ховд, Завхан, Тэсийн-гол, Байдарик, Туин-гол и др.). Территории разных бассейнов образуют три не схожих по своей природе региона: Хангай-Хэнтэйскую горную страну, Центрально-Азиатскую страну высоких равнин, котловин, гор и горную страну Большого Хингана. При анализе топографических карт и космических снимков района этого тройного стыка нами получены следующие координаты водораздельной горы: N47°39'05.9" E107°31'35.3".

Территориальная принадлежность Забайкалья и Монголии к мировому водоразделу обязывает их население более тщательно подходить к охране окружающей среды, так как загрязнение речных вод в этом регионе затрагивает интересы и соседних регионов [6]. Не случайно, в мировой практике особо охраняемые природные территории (ООПТ) организованы в районах либо начала великих рек, либо на водоразделах, либо вокруг тройных бассейновых стыков, каким является вышеупомянутый американский стык. Бессточные области, будучи системами внутреннего стока, также являются

предметом охраны с особым режимом природопользования на их территории. Водораздельные точки как объекты познавательного туризма, где наблюдается редкая гидрологическая ситуация стыковки двух больших бассейнов с третьим большим бассейном будут являться ядром, формирующихся вокруг них ООПТ [13].

Авторы выражают благодарность краеведу Забайкальского края Ю.Т. Руденко и старшему научному сотруднику Института физического материаловедения СО РАН Б.Е. Мархадаеву за ценные научные консультации и помощь в обсуждении данной темы.

Reference

1. Анисимов С.М. Путешествие Кропоткина П.А. - М.; Л., 1943
2. Атугова Н.А. Тимур Жалсарайн о горе Палласа и других водораздельных точках планеты // П.С. Паллас и его вклад в познание России: материалы всерос. симпозиума с междунар. участием. – Чита: Поиск, 2011. – С. 87-88.
3. Жалсарайн Т.У. Точка Великого водораздела // Забайкальский рабочий. – 1977. – 19 янв.
4. Жалсарайн Т.У. Четыре точки на планете // Агинская правда. – 1979 - №67.
5. Константинов А.В., Руденко Ю.Т., Шипицын А.А. Гора Палласа – Точка Великого Мирового водораздела // П.С. Паллас и его вклад в познание России: материалы всерос. симпозиума с междунар. участием. – Чита: Поиск, 2011. – С. 102-104.

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЛЕСА РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ

©Ахметзянова М.Р. (marg2906@mail.ru)

Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ, Россия

CLIMATE CHANGE AND ITS IMPACT ON THE FORESTS OF THE REPUBLIC OF BURYATIA

©Akhmetzyanova M.R. (marg2906@mail.ru)

Buryat State University, Ulan-Ude, Russia

Abstract: The article deals with the problem of climate change, one of the most important problems in the modern world. It considers the impact of climate change on the forest and identifies the key impacts on the forests of the Republic of Buryatia.

Key words: Climate change, forest, environment, forest fires, warming, greenhouse gases.

Глобальные изменения климата – часть глобальных (всеобщих) изменений природной среды на Земле, обусловленная изменениями теплового баланса атмосферы, циркуляции вод океана и круговорота воды. Хронология палеоклимата показывает большую изменчивость климатической системы вне влияния человека, причем размах естественных колебаний превосходит возможное изменение климата под влиянием парникового эффекта газов, поступивших в атмосферу за последние два столетия в результате деятельности человека. Один из аспектов изменения климата – аридизация суши при повышении средней температуры [5].

Изменение климата и его последствия для окружающей среды, экономики и общества – одна из наиболее актуальных и приоритетных проблем, стоящих в повестке дня международного сообщества.

Тот факт, что климат Земли меняется, уже не вызывает сомнений. Данные метеорологических наблюдений свидетельствуют о том, что за последние 100 лет средняя температура на планете выросла на 0,74 °С. Согласно различным сценарным прогнозам Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) к концу этого столетия температура Земли может повыситься от 1,8 до 4,6 °С.

Выводы ученых указывают на причастность человека к происходящим процессам. Наблюдаемые глобальные изменения климата связывают с аномальным ростом концентрации в атмосфере так называемых парниковых газов: углекислого газа, метана, закиси азота и др. По мнению МГЭИК, рост концентрации этих трех основных парниковых газов с середины XVIII века, когда началась индустриальная эпоха, с очень высокой степенью вероятности связан с хозяйственной деятельностью человека – в первую очередь, со сжиганием углеродного ископаемого топлива (нефти, газа, угля и др.), промышленными процессами, а также со сведением лесов – естественных поглотителей CO₂ из атмосферы.

Потепление в России происходит даже быстрее, чем в среднем на планете. По данным российских метеостанций, среднегодовая температура воздуха в нашей стране с 1907 по 2006 гг. увеличилась на 1,29 °С (против 0,74 °С в глобальном масштабе). Это означает, что при сохранении

темпов роста температуры на нынешнем уровне, уже к середине этого века в России станет теплее почти на 2 °С по сравнению с началом прошлого века [1].

Последствия климатических изменений затрагивают все без исключения природные и антропогенные системы Земли. Общие последствия изменения климата на древесные породы. Изменение климата нашей планеты и состояние лесов тесно взаимосвязаны. С одной стороны, изменение климата Земли, рост среднегодовых температур, перемены в структуре осадков, а также более частые и экстремальные погодные явления оказывают негативное влияние на леса. Кроме того, леса и деревья поглощают и удерживают углекислый газ, смягчая последствия глобального потепления. Обратной стороной медали является тот факт, что вырубленные и сожженные леса служат источником углекислого газа, способствующего парниковому эффекту [2].

Воздействия изменения климата на древесные породы будет продолжаться, совокупно и интерактивно. Например, деревья, испытывающие влияние изменений местных условий (например, уменьшение влажности) будут более восприимчивы к насекомым и болезням, которые становятся более активными в связи с изменением климатических условий. Многие взаимодействия и обратные связи в жизненном цикле дерева усложняются вследствие изменения климата. В конечном счете, необходим всеобъемлющий, комплексный, системный подход, который учитывает весь спектр факторов и взаимодействий между ними, чтобы понять, что делает виды деревьев уязвимыми к изменению климата и как лучше всего помочь им адаптироваться.

Изменение климата создаст изменения в микроклимате, местных условиях эксплуатации; нарушения (например, пожары, насекомые, болезни, засухи, экстремальные штормы), фенологии (например, сроки биологической активности в течение года в зависимости от климата), а также распространение, численность и экосистемные взаимодействия инвазивных видов. Каждое из которых, может привести к увеличению смертности деревьев и изменению в конкурентной взаимосвязи (в том числе возможность введения экзотических видов). Виды деревьев и генотипов будут акклиматизироваться, адаптироваться и мигрировать, однако во многих случаях, темпы и масштабы изменения климата в будущем могут значительно превышать способность древесных пород регулировать естественным образом. Древесные породы могут, таким образом, стать все более дезадаптированы (то есть местные условия, к которым виды приспособлены, начинают меняться со скоростью за пределами той, что они могут приспособиться) [7].

Леса играют заметную роль в поддержании и сохранении биоразнообразия, а также являются источником биоресурсов.

Усыхание лесов считают одним из наиболее очевидных последствий изменения климата. В этом «виноваты» как сами климатические аномалии (продолжительные засухи, малоснежные зимы), так и вызываемые ими всплески численности вредителей и возбудителей болезней. Усыхание лесов наносит огромный ущерб лесному хозяйству и создает предпосылки для развития катастрофических лесных пожаров.

Изменение климата неизбежно приводит к росту числа лесных, травяных и торфяных пожаров.

Увеличение частоты лесных пожаров приводит к деградации ландшафтов, уменьшению доли старых лесов, сокращению биологического разнообразия. В освоенных лесах, вовлеченных в интенсивную эксплуатацию, пожары не только наносят ущерб природной среде, но и уничтожают запасы ценной древесины, приводят к гибели лесных культур и молодняков, создают значительную опасность для работающих в лесу людей.

Изменение климата приводит к росту числа лесных, травяных и торфяных пожаров. Прежде всего, это связано с увеличением продолжительности пожароопасного периода. В средней полосе России он уже увеличился примерно на месяц, а в некоторых лесных регионах даже появилось такое диковинное явление, как зимние пожары. Большую роль играет засушливость климата: после малоснежных, теплых зим леса и торфяники быстрее высыхают, а значит, дольше и активнее горят; растет и количество палов сухой травы, часто перерастающих в лесные пожары. Наконец, в усыхающих лесах с большими запасами сухой древесины пожар легче переходит в верховой (распространяющийся по кронам деревьев) и наносит значительно больший ущерб.

При лесных и особенно торфяных пожарах в атмосферу выбрасывается значительное количество углекислого газа. Получается замкнутый круг: выделяемые при лесных пожарах

парниковые газы приближают необратимые изменения климата, а те, в свою очередь, вызывают рост количества пожаров [4].

Республика Бурятия располагает значительными лесными ресурсами, но они уступают большинству регионов Сибири по запасам, качеству и доступности (условиям заготовки). Почти 2/3 (63,1%) лесов, возможных к эксплуатации, находятся в зоне Байкала. Леса бассейна озера Байкал - район интенсивной хозяйственной деятельности, в котором сконцентрирован наиболее ценный и продуктивный древостой, имеющий большое экологическое и рекреационное значение.

Леса территории отличаются от лесов других территорий, в том числе и зарубежных, положительными, превосходящими почти по всем показателям экологическими характеристиками. Из наиболее долговечных хвойных и твердолиственных древостоев состоит 97% лесных массивов. По данным многочисленных российских и зарубежных исследователей, их роль особенно велика в регулировании глобального климата - главной мировой проблемы [3]. Ученые считают, что изменения климата уже начались и в наибольшей степени они должны будут проявиться в бореальных лесах Евразии, в том числе и в Восточной Сибири.

Грядущее потепление далеко не лучшим образом скажется на судьбе бореальных лесов. Главная беда в том, что усилятся факторы, способствующие возгоранию. Повысится температура воздуха и уменьшится его влажность. Увеличится протяженность пожароопасных периодов. Специалисты даже говорят о беспрецедентной эпохе лесных пожаров в северных лесах. Пожары, носящие катастрофический характер, станут более частыми [6].

Леса Республики Бурятия относятся к лесам с высоким классом природной пожарной опасности, 47% территории лесного фонда относится к первому и второму классам пожарной опасности. Лесорастительные и погодно-климатические условия создают обстановку высокой горимости лесов в весенне-летний период. Климатические условия региона характеризуются обилием солнечных дней, сухостью воздуха, малым количеством осадков и неравномерным распределением их по временам года. Наибольшее количество пожаров приходится на апрель-начало июня, когда всё ещё не развился травяной покров. Данные о зарегистрированных лесных пожарах и площади пожаров представлены на графике:

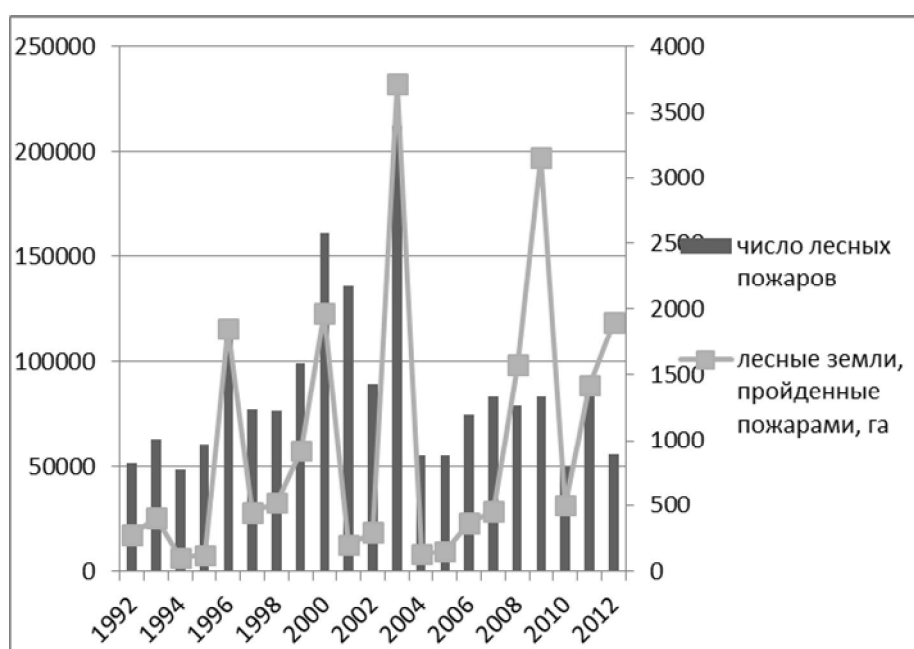


Рис. 1. Лесные пожары и лесные земли, пройденные пожарами

С 1992 по 2012 гг. зарегистрировано более 20000 лесных пожаров, площадь, пройденная пожаром более 850000 га. По сравнению с 1992 г. площадь возникших пожаров увеличилось в 1,2 раза. Высокая горимость лесов отмечена в 2000, 2003 и 2009 гг. От лесных пожаров в 2010 г. погибло 7333 га лесных насаждений.

По состоянию на 1 ноября 2011 г. на территории Республики Бурятия зарегистрировано и ликвидировано 1549 случаев лесных пожаров. Пожарами пройдено 89,4 тыс. га лесной площади, что в 2,8 раза больше по сравнению с аналогичным периодом 2010 г. Средняя площадь одного пожара составила 57,7 га. Вследствие лесных пожаров сгорело 2318,4 тыс. куб. м леса на корню (в 2010 г. - 990,2 тыс. куб. м), погибло леса-молодняка на площади 0,6 тыс. га (в 2010 г. - 2,6 тыс. га). За апрель-ноябрь 2012 г. в Бурятии площадь лесных пожаров составила 103020,76 га. Потери древесины на корню составили 1504422,92 га. Основным видом распространения огня на покрытых лесной растительностью землях являются низовые пожары.

Главной причиной возникновения лесных пожаров остается нарушение гражданами правил пожарной безопасности в лесах (84 % от общего количества лесных пожаров).

Анализ горимости лесов приводит к выводу о том, что за последние годы на территории республики ежегодно возникает более 1000 пожаров, которые охватывают площадь от нескольких десятков до сотни тысяч гектар.

Сейчас на переднем плане международной повестки дня стоят вопросы, как совместными усилиями обеспечить сокращение выбросов парниковых газов в среднесрочной и долгосрочной перспективе с тем, чтобы смягчить прогнозируемые климатические изменения и избежать опасных и необратимых последствий в будущем. Для этого необходимо предпринимать меры, направленные, в первую очередь, на повышение эффективности использования энергии, снижение потребления ископаемого топлива, развитие возобновляемых источников энергии.

Вместе с тем, последствия изменения климата ощущаются уже сейчас, а в будущем, по прогнозам ученых, будут только усиливаться. Для того, чтобы повысить устойчивость социально-экономической инфраструктуры перед грядущими негативными процессами, уже сейчас необходимо принимать соответствующие меры реагирования и приспосабливаться (адаптироваться) к наблюдаемым и прогнозируемым климатическим изменениям. Решать эти две задачи необходимо комплексно: адаптационные меры должны согласовываться с мерами по снижению выбросов парниковых газов и наоборот.

Разработка и своевременное принятие комплексных стратегий по смягчению последствий изменения климата и адаптации – важное условие для устойчивого развития регионов в условиях меняющегося климата.

Reference

1. Комплексные климатические стратегии для устойчивого развития регионов российской Арктики в условиях изменения климата (модельный пример Мурманской области). – М., 2009.
2. Молотов В.С., Шагжиев К.Ш. Государственное управление природными ресурсами Байкальского региона / под ред. В.П. Орлова, Н.Г. Рыбальского. – М.: НИА-Природа, 1999.
3. Последствия изменения климата в России // Гринпис России. - URL: <http://www.greenpeace.org/russia/ru/campaigns/climate/consequences/>
4. Состояние лесов и изменение климата // Продовольственная сельскохозяйственная организация Объединенных Наций URL: <http://www.fao.org/newsroom/ru/focus/2006/1000247/index>.
5. Словарь терминов МЧС. – 2010.
6. Черных В.В. Экологическое значение лесов Восточной Сибири и их противопожарное состояние // Межрегиональные исследования в общественных науках. - URL: http://mion.isu.ru/filearchive/mion_publications/sb-natbez/1_4.html (5)
7. Johnston M. Vulnerability of Canada's tree species to climate change and management options for adaptation: an overview for policy makers and practitioners. Canada, 2009.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КЛИМАТА МЕРЗЛОТНЫХ ПОЧВ МЕТОДАМИ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И НАТУРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

©Бадмаев Н.Б.¹ (nima_b@mail.ru), Цыдыпов Б.З.², Куликов А.И.¹, Гончиков Б.-М.Н.¹

¹ Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия

² Байкальский институт природопользования СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия

SPATIAL AND TEMPORAL ASSESSMENT OF CLIMATE INDICATORS FOR PERMAFROST SOILS BY MEANS OF REMOTE SENSING AND FIELD MEASUREMENTS

©Badmaev N.B.¹ (nima_b@mail.ru), Tsydypov B.Z.², Kulikov A.I.¹, Gonchikov B.-M.N.¹

¹ Institute of General and Experimental Biology SB RAS, Ulan-Ude, Russia

² Baikal Institute of Nature Management SB RAS, Ulan-Ude, Russia

Abstract: The paper reveals a spatial and temporal dynamics of climate indicators for permafrost soils by means of remote sensing and field measurements. On this territory Yaruuna permafrost forest-steppe hollow and Udinsk seasonal frozen dry steppe hollow are link up. This is the convenient model polygon for estimating of soil diversities, their properties and regime indicators, as well as for solving of diagnostic and classification.

Key words: permafrost, soil, climate change, temperature, moisture, remote sensing, relief, morphometry, map, digital elevation model

Глобальное повышение температуры воздуха на $0,8^{\circ}\text{C}$, а в отдельных пунктах российского Севера на $1,0-1,5^{\circ}\text{C}$, может вызвать пространственно-временные изменения глубины протаивания мерзлотных почв. В умеренных широтах потепление климата должно быть наиболее заметным, особенно в пределах переходной полосы, где многолетнемерзлые породы отличаются неустойчивым характером. На значительной части переходной полосы среднегодовая температура воздуха близка к 0°C , поэтому потепление с высокой вероятностью может привести к пересечению нулевого рубежа и переходу мерзлотных почв в сезонномерзлые, установлению биоразнообразия на новый путь радикальных изменений.

На основе сравнения литературных данных начала 20-го века с инструментальными измерениями температуры почв на тех же реперных участках (1980-2010 гг.) установлено увеличение сезонноталого слоя в плакорных ландшафтах юга Витимского плоскогорья. За последние 99 лет (1909-2008 годы) глубина протаивания мерзлотных почв Еравнинской котловины беспрецедентно возросла на 140-170 см, что объясняется неустойчивостью теплового равновесия на южной границе криолитозоны. Максимальные значения величин протаивания характерны для скелетных мерзлотных лугово-черноземных почв центральной, наиболее теплообеспеченной остепненной части котловины. Незначительные изменения глубины протаивания произошли в почвах таежных и лугово-болотных ландшафтов. Промежуточное положение по изменению показателей мерзлотного режима занимают почвы лесостепного кольцевого пояса Еравнинской котловины.

В качестве модельного участка рассмотрен полигон-трансект «Улхаса» на западной окраине с. Комсомольское Еравнинского района Республики Бурятия (рис. 1).

Местность Улхаса (юг Витимского плоскогорья), где стыкуются Еравнинская мерзлотная лесостепная и сезонномерзлотная Удинская сухостепная котловины, является удобной моделью для оценки разнообразия почв, ее свойств и режимных показателей, а также решения проблем диагностики и классификации.

Применение возможностей дистанционного зондирования, а в частности цифровых моделей рельефа (ЦМР), позволяет значительно углубить и детализировать анализ ключевых морфометрических показателей при изучении ландшафтной структуры геосистем. В последнее время широкое распространение получила глобальная ЦМР SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), которая является основой для крупномасштабного морфометрического картографирования [1]. С ftp-сервера Геологической службы США были загружены матрицы высот SRTM v. 4. Все морфометрические показатели тестового участка получены при анализе данной ЦМР.

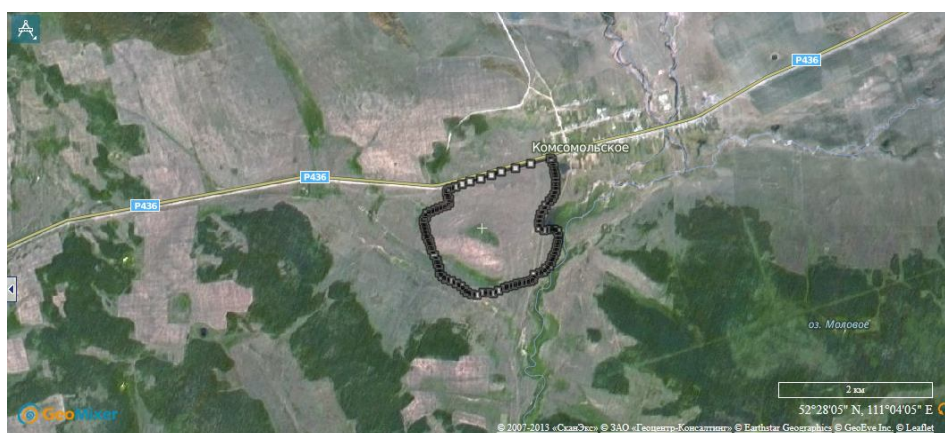


Рис. 1. Модельный участок «Улхаса» (выделен жирной черной линией).
Космоснимок загружен с геопортала kosmosnimki.ru.

С целью проведения морфометрического анализа рельефа был построен и проанализирован (в совокупности с данными натурных наблюдений) ряд соответствующих морфометрических карт: гипсометрии, уклонов и экспозиции склонов земной поверхности. Также проведены работы по топографическому моделированию трехмерного изображения (рис. 2).

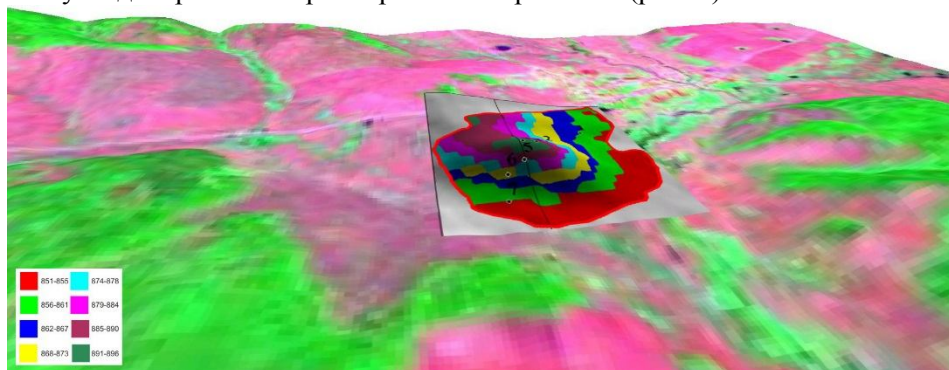


Рис. 2. Модельный участок «Улхаса» на 3D- представлении рельефа. В качестве текстуры гипсометрическая карта участка и фрагмент мультиспектрального снимка Landsat TM в ложной комбинации каналов 7:4:2. Цифрами отмечены маршрутные точки GPS-съемки.

Здесь выделены две катены: 1) лугово-степная склона южной экспозиции; 2) лугово-лесная склона северной экспозиции. В состав почвенного покрова лугово-степной катены входят дерновые мерзлотные хрящевато-щебнистые (верхняя часть склона и плакор увала) под житняково-вострещовыми сообществами, черноземы пропиточные сезонномерзлотные малогумусные скелетные средней части склона под кобрезиево-типчачовыми сообществами и черноземы криптоглееватые мерзлотные подгорного шлейфа под типчачово-полынными сообществами. Лугово-лесная катена склона северной экспозиции также включает дерновые мерзлотные остепненные почвы элювиальной части рельефа и сельскохозяйственные земли на месте вострещово-полевициевых степей. Другие компоненты – это дерновые мерзлотные почвы трансэлювиальной части пологого склона под антропогенно-разреженным березово-лиственничным крупнотравным лесом, черноземы криптоглееватые мерзлотные суглинистые почвы верхней части (типчачовые сообщества) щебнисто-суглинистого делювиального шлейфа под пашней и пахотные (вострещово-полевициевые сообщества) аллювиальные темногумусовые мерзлотные суглинистые почвы на делювиально-аллювиальных гравийно-песчаных отложениях.

Проведен анализ данных показателей климата на 7 наблюдательных точках (рис. 3) мерзлотных катен (3 на лугово-степной и 4 на лугово-лесной катенах) за период с 2010 по 2012 гг.: 2010 г. – 13.07, 23.08, 18.10; 2011 г. – 06.06, 08.08, 24.09; 2012 г. – 29.06, 21.07, 12.08.

В табл. 1 и 2 для примера приведены данные за 13.07.2010 по температуре и влажности почвы соответственно.

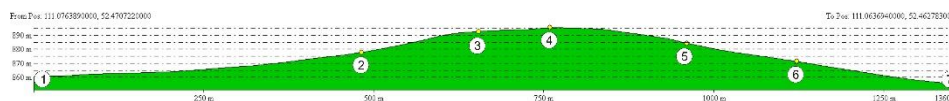


Рис. 3. Вертикальный профиль рельефа, проведенный через маршрутные точки GPS-съемки (точки проботбора почв).

Таблица 1

Температура почвы на полигоне «Улхаса» (13.07.2010)

№ разреза	Температура почвы по профилю, °С							
	поверхность	5 см	10 см	15 см	20 см	30 см	40 см	50 см
1	31,2	27,4	25	22,8	21,7	19,8	19,8	19,8
2	34,0	28,4	23,6	20,6	19,0	19,0	18,0	16,0
3	35,0	23,6	19,0	16,0	14,8	12,2	12,0	10,2
4	36,0	35,2	30,0	26,6	25,4	23,6	21,8	20,6
5	35,4	36,4	31,6	28,4	24,2	21,6	20,0	18,6
6	37,4	27,6	22,2	19,6	17,4	15,0	13,4	12,2
7	34,0	30,0	27,2	22,0	18,4	18,0	16,2	14,2

Влажность почвы с глубиной на полигоне «Улхаса» (13.07.2010)

№ разреза	Влажность почвы по профилю, %				
	0-20 см	20-40 см	40-60 см	60-80	80-100
1	6,9	6,1	15,6	14,4	12,4
2	8,5	7,1	8,9	7,4	7,7
3	21,5	7,6	22,2	–	–
4	3,7	6,1	–	–	–
5	4,3	8,6	8,4	8,2	–
6	9,0	10,2	9,9	9,7	8,8
7	4,4	4,5	7,2	9,7	11,6

Анализ показал следующее.

1. Экспериментально установлено, что кронами березово-лиственничного леса удерживается от 11 % (в относительно сухую первую половину лета) до 13 % (во влажную половину лета) осадков, а в целом за вегетационный сезон до 12 % жидких осадков.

2. Пространственно-временной коэффициент перераспределения испаряемости в начале лета между почвами транзитной части разных катен составляет 85 %, достигая максимальных величин во влажную вторую половину лета (123 %) и несколько снижаясь к началу осени (110 %). В целом за сезон рельеф, как фактор перераспределения солнечной энергии, повышает испаряемость на транзитной части склона южной экспозиции на 19 % и уменьшает на 87 % величину испаряемости под лесом и на 17-19 % на склоне северной экспозиции.

3. Дерновые почвы элювиальной позиции по рассчитанным коэффициентам увлажнения развиваются в условиях достаточного увлажнения, черноземы криптоглееватые и аллювиальные темногумусовые, особенно дерновые под лесом склона северной экспозиции – в условиях избыточного увлажнения, черноземы пропиточные – в условиях явной засушливости.

4. Наибольшая контрастность суточных амплитуд температуры почв катен выявлены в начале весны и осени, когда процессы протаивания и промерзания в почвах резко различаются в зависимости от экспозиции и положения в ландшафте. Здесь разница может достигать до 6-9 °С на склонах-антиподах, особенно в почвах под лесом и транзитной части южной экспозиции.

5. Водоудерживающая способность верхней метровой толщи максимальна в почвах склона северной экспозиции (387-238 мм) и несравненно меньше величина НВ в почвах склона южной экспозиции (163-172 мм).

6. Инструментальные данные по температуре почв за последние 40 лет свидетельствуют об увеличении мощности сезонно-талого слоя почв катен на 60-90 см, в зависимости от положения почвы в ландшафте и подстилающей поверхности.

Бурное развитие в последние десятилетия спутниковых методов наблюдения открыло новые возможности для организации оперативного мониторинга растительности. Такие технологии в последние годы активно разрабатываются и развиваются в Институте космических исследований РАН. Они позволили создать и постоянно актуализировать архив спутниковых наблюдений на территорию России и сопредельных государств за период с 2000 г. по настоящее время [2]. Байкальский институт природопользования СО РАН и ИКИ РАН проводят совместные работы в области использования информационных технологий и данных дистанционного зондирования для решения научных задач мониторинга состояния и динамики растительного покрова.

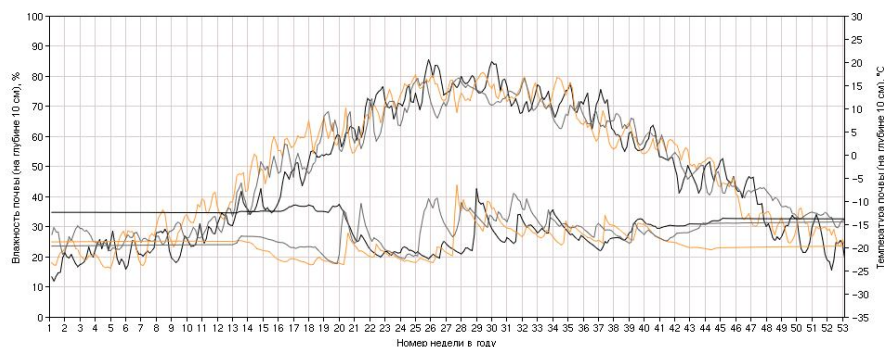


Рис. 4. Влажность и температура почвы на глубине 10 см

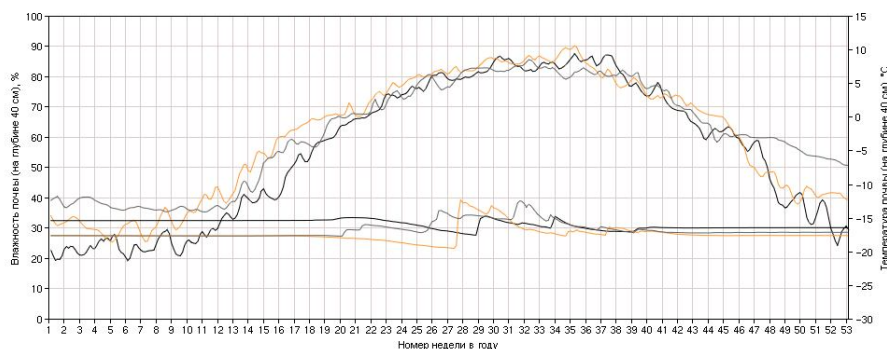


Рис. 5. Влажность и температура почвы на глубине 40 см

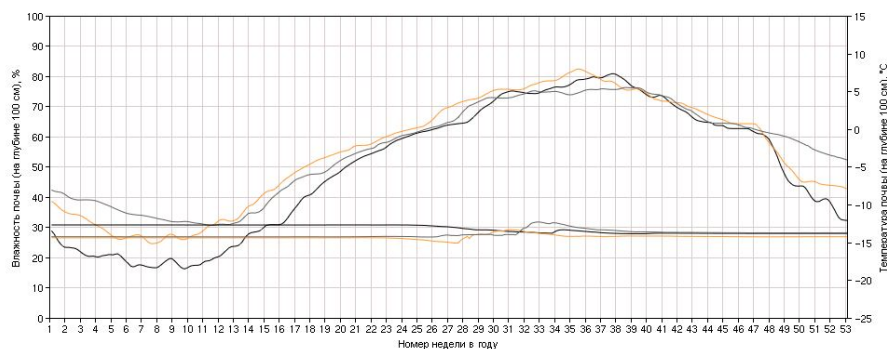


Рис. 6. Влажность и температура почвы на глубине 100 см

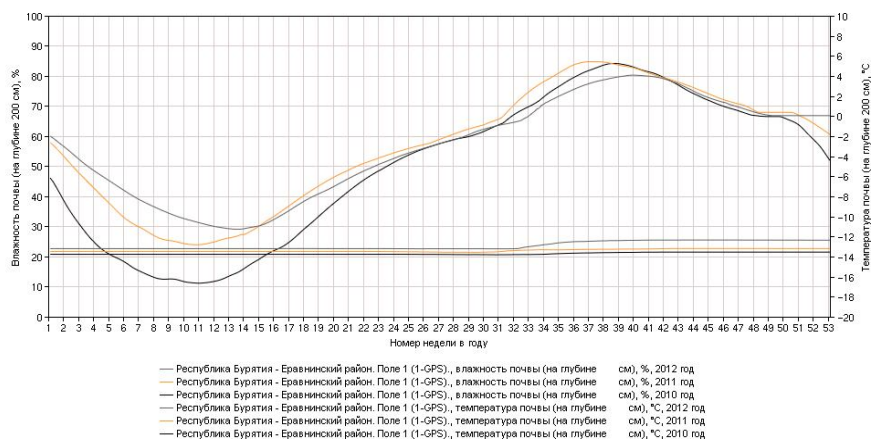


Рис. 7. Влажность и температура почвы на глубине 200 см

На геопортале ИКИ РАН помимо основной задачи – анализа состояния растительности и ее оперативного мониторинга в течение всего сезона вегетации – имеется возможность получать следующие метеопараметры: температура, давление, влажность, осадки, радиация, температура и влажность почвы на разных глубинах (0, 10, 40, 100, 200 см), глубина снега и доля площади покрытия снегом. В основу сервиса легли архивы данных по территории России и близлежащих стран, полученные на основе спутниковых данных.

На рис. 4-7 приведены графики временного хода влажности и температуры почвы для мониторинговой точки № 1 на разных глубинах: 10, 40, 100 и 200 см. Для всех рисунков легенда общая, она приведена на рис. 7.

Таким образом, особое значение при построении и функционировании систем дистанционного мониторинга приобретает возможность организации полностью автоматизированной обработки спутниковых данных. Она позволяет получать максимально объективную информацию, не зависящую от субъективного мнения отдельных специалистов, а также позволяет минимизировать расходы на эксплуатацию систем мониторинга.

Работа выполнена при частичной поддержке проекта РФФИ 12-05-98066-р_сибирь_a «Комплексные исследования процессов деградации и опустынивания земель Байкальского региона с использованием геоинформационных технологий».

Reference

1. Farr T.G., Rosen P.A., Caro E., Crippen R., Duren R. et al. The Shuttle Radar Topography Mission // Review of Geophysics. - 2007. - № 45. - RG2004, doi:10.1029/2005RG000183.
2. Технология построения автоматизированных систем сбора, обработки и хранения спутниковых данных для решения научных и прикладных задач / Лупян Е.А. и др. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2004. – Т. 1. – С. 81-88.

ПОСТУПЛЕНИЕ И ТРАНСФОРМАЦИЯ СТОЙКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В БАССЕЙНЕ ОЗЕРА БАЙКАЛ

©Батоев В.Б. (vbat@binm.bscnet.ru), Батоева А.А.
Байкальский институт природопользования СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия

FATE OF PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS IN LAKE BAIKAL BASIN

©Batoev V.B. (vbat@binm.bscnet.ru), Batoeva A.A.
Baikal Institute of Nature Management SB RAS, Ulan-Ude, Russia

Abstract: Global and middle range transport and local entry are the sources of persistent organic pollutants (POP) input in Lake Baikal basin. The solar photo degradation and biodegradation are main causes of POP degradation. We suppose that this degradation is intensive in spite of the extreme climate and cold water of Lake Baikal.

Стойкие органические загрязнители, как известно, являются особо опасными токсикантами как для наземных, так и для водных экосистем. СОЗ плохо разлагаются в природе, обладают способностью накапливаться в конечных звеньях трофических цепей, представляют реальную угрозу как для биоты, так и для здоровья человека. Мировое сообщество, осознавая опасность СОЗ, приняло в 2004 году Стокгольмскую конвенцию, которую уже ратифицировало более 150 стран. В первоначальный список СОЗ, состоящий из 12 веществ («грязная дюжина») в 2009 г. было добавлено ещё 9 соединений, поскольку исследования показали их высокую токсичность для биоты. В 2011 г. в список был также включен инсектицид технический эндосульфат, его изомеры и сульфат эндосульфана [1].

Для сохранения озера Байкал, участка мирового природного наследия, необходимо иметь данные о современном загрязнении экосистемы озера СОЗ, о путях поступления СОЗ, об их трансформации в экосистеме озера. Если загрязнение озера Байкал СОЗ относительно изучено, то бассейн озера еще недостаточно изучен, особенно его монгольская часть. Особый исследовательский интерес вызывает поступление СОЗ в бассейн озера, а также дальнейшая трансформация СОЗ в условиях резко континентального климата и повышенной соляризации, поскольку СОЗы при положительных температурах испытывают биodeградацию в результате деятельности микроорганизмов, а под действием солнечного света СОЗы подвергаются фотodeградации.

Нами показано, что источники поступления СОЗ в бассейне локальные, трансграничные и глобальные. Последние связаны с атмосферным переносом СОЗ [2].

Наши исследования показали, что даже в условиях низкой температуры воды озера Байкал (основная масса воды имеют температуру около 4 градусов Цельсия) происходит биodeградация таких стойких СОЗ как пестицидов ДДТ и ГХЦГ. За десятилетие (с 1992 по 2002 гг.) содержание этих пестицидов в жире байкальской нерпы, аккумулирующей СОЗ, снизилось в 3-4 раза. Эти исследования показали, что экосистема озера Байкал обладает достаточным биodeградативным потенциалом [3]. Этот потенциал сравним с потенциалом северных озер Европы и превосходит биodeградативный потенциал арктических морей.

Полагаем, что необходимы планомерные исследования биodeградативного потенциала притоков озера Байкал и наземных экосистем. Особый интерес, на наш взгляд, представляют исследования озер Хубсугул и Гусиное.

Reference

1. URL: <http://chm.pops.int/>.
2. Батоев В.Б., Цыденова О.В., Нимацыренова Г.Г., Палицына С.С. Загрязнение бассейна озера Байкал стойкими органическими загрязнителями // Аналит. обзор / СО РАН. Байкальский институт природопользования, ГПНТБ. – Новосибирск, 2004. – 110с.
3. Tsydenova O.V., Minh T.B., Kajiwara N., Batoev V.B., Tanabe S. Recent contamination by persistent organochlorines in Baikal seal (*Phoca sibirica*) from Lake Baikal, Russia // Marine Pollution Bulletin. - 2004. - № 48. - P. 749-758.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС И ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ СОМОНА БАРУУНБУРЭН СЕЛЕНГИНСКОГО АЙМАКА)

©Баярмаа Вандангомбо (vbayarmaa@mail.ru)

Институт географии МАН, г. Улан-Батор, Монголия

USE OF GIS AND RS TECHNIQUES FOR THE RESEARCH INTO THE LAND-USE CHANGE (CASE STUDY: BARUUNBUREN SOUM SELENGE AIMAG)

©Bayarmaa Vandangombo (vbayarmaa@mail.ru)

Institute of Geography MAS, Ulaanbaatar, Mongolia

Abstract: The environment and climate changes are influencing the basic form of land utilization. On the other hand, socio-economic changes, especially transition to the free market economy is influencing land utilization and their serious effect is increasing. For the whole country, basic forms of land utilization have changed under human activities and now they are facing difficulties. Atmospheric changes influenced by the global warming and human activities, are affecting the ecosystem of Mongolia and it is becoming a serious problem. The recent forms of land use and land cover are classified using satellite image. But classifying of land use and land cover technique is incomplete.

Введение

Изменение климата и окружающей среды влияет на изменение основных форм землепользования. Использование земельных ресурсов было классифицировано в Законе о земле Монголии. Для выполнения этого закона необходима информация о качестве земли и землепользовании, а для освоения земель требуется их классификация. Климатические изменения, происходящие в условиях глобального потепления, а также деятельность человека оказывают значительное влияние на экосистемы Монголии, и это становится серьезной проблемой. Климатические катастрофы, влияние глобального потепления, а с другой стороны переуплотнённое традиционное скотоводство, добыча и переработка полезных ископаемых, безнадзорная вырубка леса, лесные пожары - все эти причины ведут к изменению видов землепользования.

Цель исследования

Цель работы – выявление экологических (изменения климата, поверхностных вод, деградация почв, растительности, лесов и т.д.) и социально-экономических проблем (рост населения, количества скота, проблемы земледелия). Сбор и объединение информации по этим вопросам позволит выявить и показать изменение землепользования на исследуемой площади. Для выполнения цели использованы 1-5,7 каналы спутника Ландсат - ТМ в 2000 году и 1-5,7 каналы спутника Ландсат - ТМ в 2010 году. Информация, полученная из космоса для классификации землепользования, обработана и классифицирована с помощью программного обеспечения ENVI обучаемыми (контролируемыми) методами.

Методы исследования

В работе использовались сравнительно-географический, статистический, картографический, типологический, исторический и оценочно-прогнозный методы. Наряду с этими методами были использованы цифровые космические снимки спутника Ландсат –ТМ, синтезированные в растровое изображение с привязкой к топографической карте. В качестве программного обеспечения применены продукты ESRIInc.: настольный ГИС пакет ArcMap, Erdas Imagine, Iwiv, ENVI.

Используемые данные

Во время научно-исследовательской работы были отобраны 2 изображения, которые были получены в августе 2000 г. и 2010 г. (Рисунок 1). Эти 2 изображения имеют разницу в 10 лет, что подходит для исследовательской работы по изучению изменения классификации землепользования.

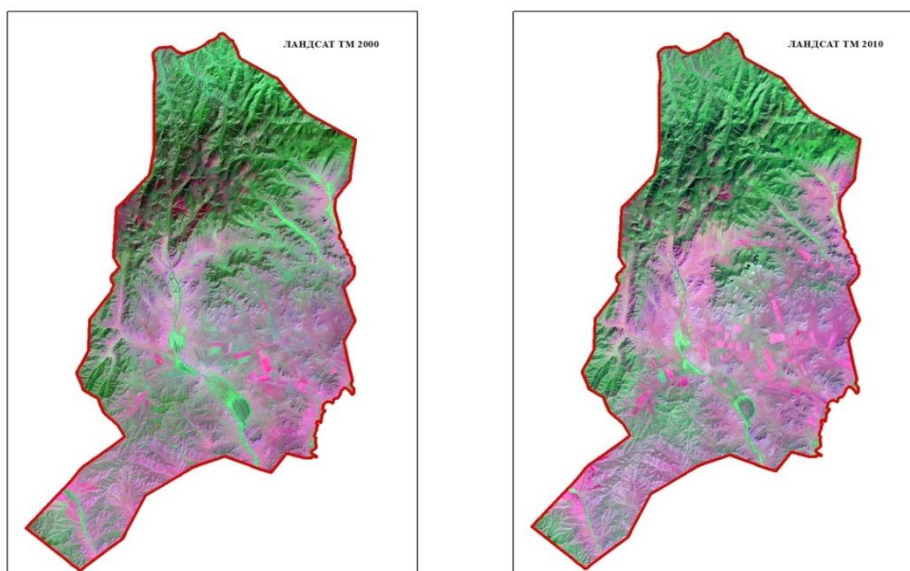


Рис. 1.

Географическая общая характеристика

Сомон Баруунбүрэн находится в северной части Монголии, в 299 км от Улан-Батора, в 215 км от центра аймака г. Сухэ-Батор. Здесь протягиваются хребты Бурэн /1985м/ и его горный отрог Бумбатын ногоон булан /1781м/, Будуун, Хошоот, Асгат /1444м/, Шилуустэй. Большую часть территории занимают долины рек Орхон, Хангал, Бургалтай, Эвэн.

Сомон занимает площадь 2811.5 км². Из всей площади сомона 62.08 % занимают земли сельскохозяйственного назначения, 0.40 % - земли населенных пунктов, 0.41 % - земли промышленности, транспорта, 36.99 % земли лесного фонда, 0.12 % являются земли водного фонда и 0.001 % - земли особ охраняемых природных территории (Таблица 1). Из сельскохозяйственных земель 83.36 % занимают пастбища, 3.23 % сенокосные угодья, 13.19 % пахотные земли, 0.04 % залежные земли, 0.18 % другие площади [3].

По результатам контроля из всей площади территории пастбищ сомона Баруунбүрэн 1.6 % сенокосы, 6.8 % земледельческие территории, 0.04 % площадь центра сомона, 32.5 % леса, 19.5 % чистые пастбища, 16.7 % пастбища с кустарниками, 17.9 % пастбища сбуграми, 4.02 % пастбища скамнями, 0.8 % скалы [7].

Климат резко континентальный. Средняя январская температура -22⁰С. Средняя температура июля +18⁰С. Годовая сумма осадков составляет около 300-400 мм. Здесь много рек. Это реки Орхон, Хангал, Бургалтай, Эвэн. На исследуемой площади встречаются следующие почвы: горно-дерновые, таежные, мерзлотно-таежные, лесные черноземные, оподзоленные песчаные, черноземные, лугово-болотные, луговые каштановые, черноземные песчаные.

Таблица 1

№	Тип земельного фонда	Площадь /гектаров/	Процент
1	Земли сельскохозяйственного назначения	174730.63	62.08
2	Земли населенных пунктов	1136.15	0.40
3	Земли промышленности, транспорта	1147.74	0.41
4	Земли лесного фонда	104103	36.99
5	Земли водного фонда	334	0.12
6	Земли особ охраняемых природных территории	2.48	0.0
Общая площадь		281454	100.0

На исследуемой площади по состоянию на 2011 год было 140.2 тысяч голов скота, в том числе 0.03 % верблюдов, 5.42 % лошадей, 7.90 % коров, 49.45 % баранов, 37.20 % коз. В 2011 году население сомона Баруунбүрэн составляло 2930 человек (1494 - мужчины, 1436 - женщины). Всего в

сомоне насчитываются 767 семей. 378 семей сомона живут в центре, 389 семей проживают в сельской местности. Большинство семей имеют огороды и плантации картофеля, занимаются посевами кормовых растений, зерновых культур, картофеля, овощей. На исследуемой площади по состоянию на 2011 год из 11808 гектаров посевами зерна занято 11532 гектаров, 176 гектаров посадками картофеля, 100 гектаров овощей. На этих посевных площадях в западных сомонах в 2011 году было получено 17442 т урожая, в том числе зерновых культур 13012 т, картофеля 2752 т, овощей 1678 т [5].

Результаты исследований

По классификациям и изображению видов землепользования исследуемой площади в 2000 и 2010 годах, учитывая площадь территории отдельных классов, была составлена следующая таблица (Таблица 2, рисунок 2).

Таблица 2

Тип землепользования		2000 года		2010 года		Изменились площади(км ²)
		Площадь (км ²)	Процент (%)	Площадь (км ²)	Процент (%)	
Лес	Лес	820.20	29.17	807.12	28.71	-13.08
	Кустарные земли	398.11	14.16	307.64	10.94	-90.47
Пастбища	С густой травой	429.08	15.26	641.18	22.81	212.1
	С умеренной травой	457.83	16.28	296.17	10.53	-161.66
	С редкой травой	386.21	13.74	485.95	17.28	99.74
Земледелие	Пахотные земли	52.66	1.87	106.18	3.78	53.52
	Залежные земли	127.91	4.55	70.99	2.52	-56.92
Другие	Водно-болотные	128.94	4.59	84.34	3.00	-44.60
	Другие	10.57	0.38	11.94	0.42	

По результатам исследования:

- в 2000 году площадь леса составляла 820.20 км², а к 2010 году стало 807.12 км², за 10 лет площадь леса уменьшилась на 1.59 %. Это связано с вырубкой леса и пожаром;
- в 2000 году площадь кустарные земли составляла 398.11 км², а к 2010 году их стало 307.64 км², за 10 лет их площадь уменьшилась на 22.72 %;
- в 2000 году площадь пастбищ с густой травой составляла 429.08 км², а к 2010 году 641.18 км², за 10 лет площадь увеличилась на 33.08 %;
- в 2000 году площадь пастбищ с умеренной травой составляла 457.83 км², а к 2010 году 296.17 км², за 10 лет площадь уменьшилась на 35.31 %;
- в 2000 году площадь пастбищ с редкой травой составляла 386.21 км², а к 2010 году 485.95 км², за 10 лет площадь увеличилась на 20.52 %. Из-за потепления климата, неравномерного распределения осадков увеличивается процесс деградации почвы, уменьшается плодородие почвы, увеличивается площадь без растительности;
- в 2000 году площадь пахотной земли была 52.66 км², а к 2010 году 106.18 км², за 10 лет увеличилась на 50.40 %. Это можно связать с тем, что работа колхозников была в состоянии застоя вследствие перехода на рыночную экономику. К 2000 году экономика страны улучшилась, что привело к развитию земледелия;
- в 2000 году площадь залежной земли составила 127.91 км², к 2010 году 70.99 км², уменьшилась на 44.50 % за 10 лет. С одной стороны, большинство залежных земель превращается в пастбища с редкой травой. А с другой стороны, происходит повторное использование залежных земель, поэтому их площадь сокращается. Однако часть земель сильно засоряется сорняками, вследствие этого уменьшается плодородной почвы;
- в 2000 году площадь водно-болотных угодий составляла 128.94 км², к 2010 году 84.34 км², т.е. уменьшилась на 34.59 % за 10 лет. В краевых частях леса луга, болотистые участки превратились в травянистые пастбища. В населенных пунктах площадь зелёных насаждений уменьшилась.

Abstract: Based on the basin approach, the paper presents the methodology of physical and geographical regionalization and provides a typology of the Russian-Mongolian transboundary territories.

Key words: physical and geographical division into districts, typology of districts, basin approach.

Трансграничная российско-монгольская территория расположена между 47 и 54 северными параллелями и 87 и 117 меридианами и представляет собой вытянутый в широтном направлении северный рубеж Монгольского плато протяженностью около 4000 км² и общей площадью около 1 млн. 300 тыс. км². Западный рубеж трансграничной территории находится в горной системе Алтай, на плоскогорье Укок (откуда берёт начало р. Обь). Затем охватывает Тувинскую котловину и Котловину Больших озёр, Восточно-Тувинское нагорье, Тоджинскую и Дархадскую котловины. Далее выходит на горную систему Восточный Саян, ограничена с севера хребтом Удинский и включает хребет Большой Саян (откуда берёт начало р. Енисей) и его отроги. Затем пересекает Байкальскую рифтовую зону и проходит по бассейну озера Байкал, полностью включая бассейн р. Селенга. Далее пересекает хребет Хэнтэй, выходит на верховья бассейна р. Амур и заканчивается на севере Восточно-Монгольской равнины. По этой территории проходит мировой водораздел и физико-географическая граница между лесом и степью.

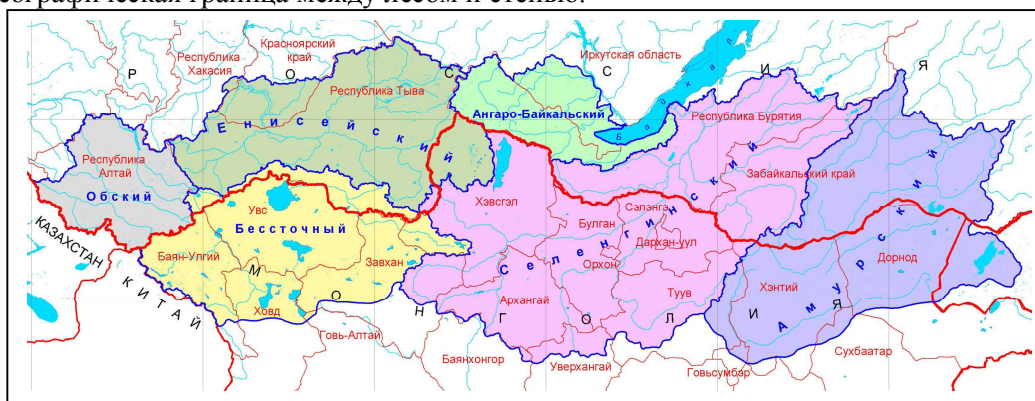


Рис. 1. Трансграничные и приграничные речные бассейны российско-монгольской трансграничной территории

Для выявления однородных физико-географических районов и определения их границ использован бассейновый подход, в основе которого находится понимание речного бассейна как природной целостной экосистемы с иерархически построенными горизонтальными и вертикальными связями, формирование и функционирование которой обусловлено геологическими, тектоническими, климатическими и другими факторами развития речной сети в единых орографических границах. Изменения, происходящие на водосборной площади бассейна, неизбежно отражаются на качественных и количественных характеристиках состояния водных объектов и жизнедеятельности населения. На основании этого подхода в информационной среде ArcGIS по топографической основе масштаба 1:1 000 000 (Роскартография) при уточнении проблемных участков по основе масштаба 1:100 000, определены физико-географические рубежи трансграничных речных бассейнов (рис. 1).

В результате картометрической оценки определены морфометрические параметры бассейнов и установлена общая площадь территории – 1 278 837 км² (табл. 1).

Таблица 1.

Морфометрические параметры речных бассейнов.

№	Речной бассейн	Площадь (км ²)	Площадь (%)	Протяжённость границы (км)
1	Обский	79620	6,2	2056
2	Енисейский	184452	14,4	3772
3	Бессточный	208508	16,3	3406
4	Ангаро-Байкальский	71214	5,6	2567
5	Селенгинский	445666	34,9	5717
6	Амурский	289377	22,6	3710

Установлена бассейновая принадлежность участков государственной российско-монгольской границы и определены их плано-высотные характеристики. Определена общая протяжённость границы (4038 км) и протяжённость бассейновых участков (рис. 2).

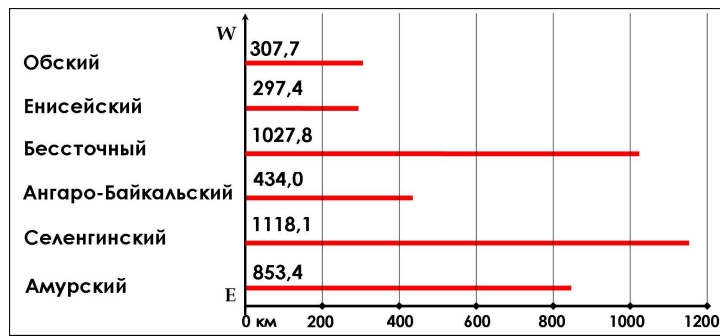


Рис. 2. Протяжённость бассейновых участков государственной российско-монгольской границы

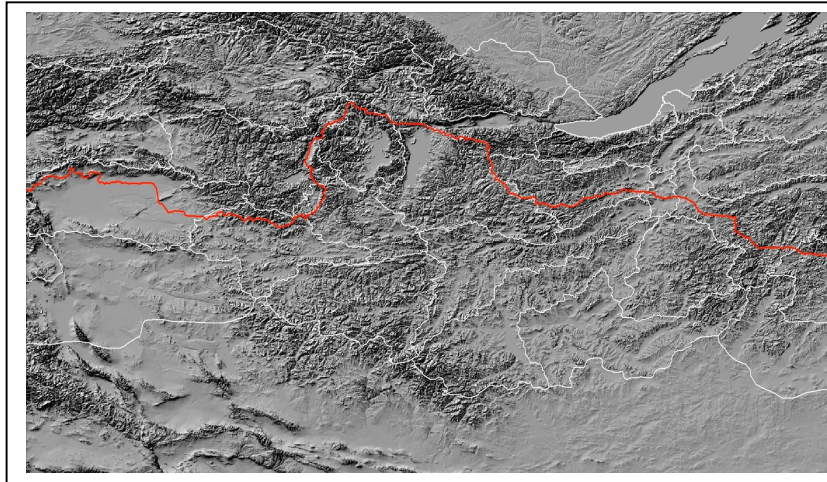


Рис. 3. Рельеф российско-монгольской трансграничной территории (модель SRTM)

По своему физико-географическому положению исследуемая территория включает Североазиатские гольцовые и таёжные геосистемы, Североазиатские степные геосистемы и Центральноазиатские степные геосистемы. Ландшафты Северной Азии представлены Южно-Сибирской горной областью, ландшафты Центральной Азии – Северо-Монгольской полупустынно-степной областью [1, 2]. Физико-географическое районирования исследуемой территории заключалась в территориальном подразделении трансграничных бассейнов рек на участки земной поверхности, обладающие внутренним единством и сходными физико-географическими условиями. Таким образом, была выполнена классификации территории по основным природным признакам – рельефу и растительности.

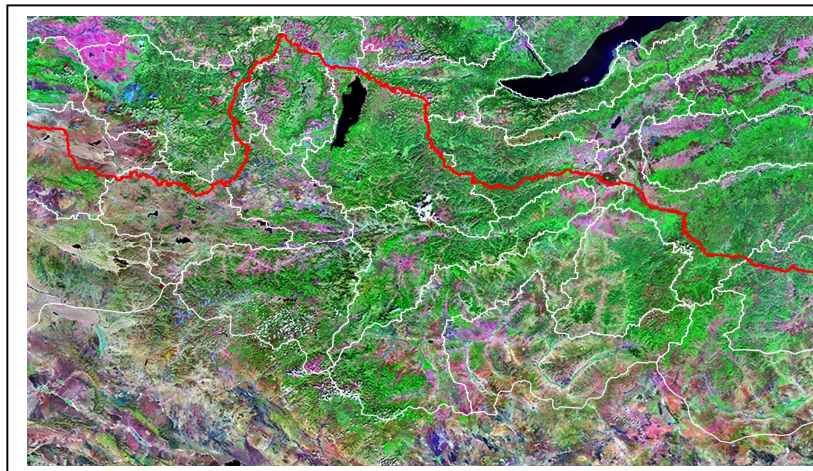


Рис. 4. Растительный покров российско-монгольской трансграничной территории.



Рис. 5. Физико-географическое районирование российско-монгольской трансграничной территории

Таблица 2.

Физико-географическая типология трансграничной российско-монгольской территории

№	Физико-географическая область	№	Физико-географический район	Площадь (км ²)	Площадь (%)	Протяжённость границы (км)
1.	Верхнеобская высокогорная таёжная приграничная	1.1	Катунский высокогорный таёжный	54909	4,3	2054
		1.2	Бия-Телецкий высокогорный таёжный	24711	1,9	1081
2.	Верхнеенисейская высокогорная таёжная приграничная	2.1	Енисейский высокогорный таежный	68019	5,3	2013
		2.2	Большеенисейский среднегорный котловинный таёжный	56763	4,4	1815
		2.3	Малоенисейский высокогорный таежный	41910	3,3	1775
		2.4	Дархадский высокогорный котловинный таёжный	17761	1,4	774
3.	Большеозёрная бессточная высокогорно-котловинная степная трансграничная	3.1	Кобдогольский высокогорный котловинный степной	50214	3,9	1665
		3.2	Убусунурский среднегорный котловинный степной	49215	3,8	1692
		3.3	Большеозёрный среднегорный котловинный сухостепной	77540	6,1	1932
		3.4	Тэсийгольский высокогорный котловинный лесостепной	31539	2,5	1318
4.	Ангаро-Байкальская высокогорная таёжная приграничная	4.1	Восточноаянско-Окинский высокогорный таежный	16594	1,3	855
		4.2	Восточноаянско-Приангарский среднегорный таежный	27788	2,2	1071
		4.3	Иркутно-Байкальский высокогорный котловинный лесостепной	17448	1,4	1225
		4.4	Хамар-Дабанский высокогорный таёжный	10783	0,8	945
5.	Селенгинская среднегорно-котловинная лесостепная трансграничная	5.1	Хубсугульско-Эгийнольский высокогорный лесостепной	42239	3,3	1471
		5.2	Дэлгэрмүрэнский высокогорный лесостепной	23096	1,8	1143
		5.3	Идэргольский высокогорный лесостепной	43350	3,4	1288
		5.4	Джидинский высокогорный лесостепной	23466	1,8	1116
		5.5	Верхнеселенгинский среднегорный степной	40402	3,2	1881
		5.6	Орхонский среднегорный степной	51288	4,0	2020
		5.7	Туулский среднегорный сухостепной	48183	3,8	1598
		5.8	Селенгинский низкогорный болотно-луговой	6703	0,5	691
		5.9	Селенгинско-Гусиноозерский среднегорный котловинный лесостепной	13493	1,1	1089
		5.10	Селенгинско-Орхонский низкогорный степной	4185	0,3	390
		5.11	Харагольский среднегорный степной	30951	2,4	1051
		5.12	Удинский низкогорный таёжный	34941	2,7	1306
		5.13	Хилокский низкогорный лесостепной	38899	3,0	1753
		5.14	Чикойский низкогорный лесостепной	44476	3,5	1740
6.	Верхнеамурская среднегорно-котловинная лесостепная трансграничная	6.1	Ингодский низкогорный лесостепной	37596	2,9	1552
		6.2	Онон-Борзинский низкогорный лесостепной	37499	2,9	1239
		6.3	Онон-Хэнтэйский среднегорный лесостепной	56126	4,4	1731
		6.4	Восточно-Монгольский низкогорный котловинный степной	98929	7,7	2061
		6.5	Керуленский среднегорный степной	59219	4,6	1609

Для районирования территории по типам рельефа использована цифровая модель рельефа SRTM (рис. 3).

Типизация бассейновых участков по особенностям растительности выполнена на основании дешифрирования сцены Landsat (рис. 4)

В результате районирования выделены 6 физико-географических областей и 33 физико-географических района. Каждая область объединяет геосистемы одного бассейна, сходные по возрасту, поверхностным отложениям, рельефу, особенностям гидрографической сети, климату и видовому составу биоценозов.

Каждый район характеризуется определённым типом ландшафта, складывающимся из преобладающих форм рельефа и доминирующих растительных сообществ. Предложенная модель территориального деления фиксирует типичные полигональные единицы земной поверхности и является пространственной основой для дальнейшего геоинформационного моделирования и прогнозирования с целью разработки рекомендаций по оптимизации межгосударственного территориального планирования (табл. 2).

Работа выполнена в рамках Интеграционного проекта СО РАН № 23.

Reference

1. Михеев В.С., Ряшин В.А. Ландшафты юга Восточной Сибири (карта, М 1: 1 500 000). - М.: ГУГК, 1977. - 4 л.
2. Атлас Монголии / под ред. Д. Доржготов. - Улан-Батор, 2009. - 248 с.

ФИТОМЕЛИОРАТИВНЫЕ НАСАЖДЕНИЯ НА КОЧЕВЫХ ПАСТБИЩАХ В МОНГОЛИИ И ЗАБАЙКАЛЬЕ

©Бобринев В.П., Пак Л.Н. (pak_lar@bk.ru)

Институт природных ресурсов экологии и криологии СО РАН, г. Чита, Россия

PHYTOMELIORATIVE PLANTINGS ON THE NOMADIC PASTURES IN MONGOLIA AND TRANSBAIKALIA

©Bobrinev V.P., Pak L.N. (pak_lar@bk.ru)

Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, Chita, Russia

Abstract: The article considers tough conditions of the semi-deserts of Mongolia and Baikal region. As a way to mitigate the climate of nomadic pastures, the authors proposes first to create forest plantations, and then the ecological frame for increasing the percentage of forest land up to 7-8%. It recommends to create forest plantations on the pastures, to increase the productivity of pastures and to improve conditions for the population living in semi-deserts.

Key words: semi-deserts of Mongolia and Baikal, phytomelioration, nomadic pastures.

В полупустынной зоне Центральной Азии расположены пастбищные угодья несколько миллионов гектар, принадлежащие трем государствам: юг Забайкалья (Россия), север Восточного Аймака (Монголия). Пастбища этой зоны являются основной кормовой базой для животноводства. Они обладают разнообразием кормов и длительным круглогодичным выпасным периодом. Урожайность этих пастбищ резко колеблется как по годам, так и в течение года, что отражается на стабильном развитии животноводства в этой зоне, где преобладает овцеводство. В неурожайные годы на пастбищах в этой зоне наблюдается падеж животных.

Интенсивное и нерегулируемое использование пастбищ в полупустынной зоне вызывает сокращение и даже исчезновение ценных кормовых растений, разрушение плодородного слоя почвы и образование подвижных песков. Все это ухудшает условия для стабильного развития и повышения его продуктивности.

Вся территория упомянутой полупустыни относится к зоне сухого климата. Для этой зоны характерны суховеи и долгая зима с устойчивыми морозами и небольшим, неустойчивым снежным покровом. Лето сравнительно короткое и жаркое, годовое количество осадков незначительное и изменяется от 150 до 230 мм. В основном осадки выпадают в теплый период (июль – август). Годовое испарение изменяется в пределах 700-900 мм.

Почвы полупустынной зоны содержат мало гумуса и достаточно засолены. Здесь преобладают серо-бурые песчаные, супесчаные и суглинистые почвы, с проявлением солонцеватости,

солончаковости, где в почвенном покрове преобладают полыни, солянки. В теплые влажные весны появляется много растений, в основном эпифитов, которые с наступлением засушливого лета (июнь) погибают от засухи. Таким образом, основными особенностями этой зоны является континентальность и засушливость климата.

Экологическая обстановка в этом регионе усугубляется с каждым годом, растут площади пастбищ с ветровой и водяной эрозией, которые вызывают ряд нежелательных изменений во всех элементах природной среды. Пыльные бури загрязняют атмосферу, ухудшают экологию, осложняют проведение работ в полеводстве, животноводстве и проживание человека. В связи с этим требуется проведение комплекса противозерозионных мероприятий, защитное лесоразведение на пастбищах для улучшения микроклимата в полупустынной зоне. Одному Забайкальскому краю не справиться, так как центр самой пустыни находится в Монголии.

Чтобы улучшить микроклимат в сухой степи нужно создать систему лесных полос на пастбищах и пашнях на площади в несколько миллион гектар в приграничных районах. Только такая система лесных полос способна изменить микроклимат, сделать его пригодным для животноводства, полеводства, проживания человека в сухих степях. Необходимо помнить, что за полупустыней движется пустыня, которая может сменить климат полупустыни на более жесткий - безжизненной пустыни.

С целью изучения производственного опыта выращивания в сухой степи лесных насаждений нами постоянно с 1967 года проводятся на юге Забайкальского края исследования по приживаемости, росту, долговечности древесных растений. В процессе изучения были обследованы деревья и кустарники на полях и пастбищах в системе лесных полос, их влияние на микроклимат [1, 2, 3].

В данных насаждениях встречаются разные почвы, где растения могут успешно расти, а где погибают спустя 1-2 года. Для успешного выращивания древесных пород в сухих степях нами все почвы разбиты на 4 категории (табл. 1). После проведения химического анализа почвы, нужно решать какие можно высаживать древесные породы, и какие применять меры по мелиорации почвы, и уже потом проводить посадку.

В данной статье проанализированы наши исследования и отечественная литература по использованию лесонасаждений в животноводстве, которые несколько отличаются от других видов защитных насаждений. Лесные насаждения, предназначенные для нужд животноводства, на пастбищах имеют следующее название: пастбище-защитные лесные полосы, пастбищные мелиоративно-кормовые насаждения, зеленые зонты, приферменные и прикошарные защитные насаждения, затишковые насаждения.

Таблица 1.
Классификация лесопригодности почв по засоленности для выращивания лесных насаждений на пастбищах Монголии и Забайкалья

Виды засоления и соли	Влажность почвы	Содержание солей в массе почвы, %			
		лесопригодные	ограниченно лесопригодные	условно лесопригодные	не лесопригодные
Карбонатные (CO, NaHCO, NaCO, MgCO, CaCO)	сухие	0,01	0,005-0,01	0,01-0,02	более 0,02
	свежие	0,02	0,015-0,02	0,02-0,03	более 0,03
	влажные	0,03	0,025-0,03	0,03-0,04	более 0,04
Хлоридные (Cl, MgCl, NaCl)	сухие	0,01	0,01-0,03	0,03-0,04	более 0,04
	свежие	0,02	0,02-0,04	0,04-0,07	более 0,07
	влажные	0,03	0,03-0,10	0,10-0,20	более 0,20
Сульфатные (SO, NaSO)	сухие	0,08	0,08-0,20	0,20-0,40	более 0,40
	свежие	0,040	0,40-0,80	0,80-1,20	более 1,20
	влажные	0,040	0,40-0,80	0,80-1,20	более 1,20

Каждый вид перечисленных насаждений выполняет предназначенные им функции, и создаются лесные насаждения определенной конструкции с использованием ассортимента древесно-кустарниковых пород (табл. 2).

Таблица 2.

Основной ассортимент древесно-кустарниковых пород, рекомендованных для создания лесомелиоративных насаждений на пастбищах Монголии и Забайкалья

Породы	Пастбище-защитные лесные полосы	Пастбищные мелиоративно-кормовые насаждения	Зеленые зонты	Прифермерские и прикошарные защитные насаждения	Защитные насаждения
Лиственница сибирская - <i>Larix sibirica</i> Ledeb.	+	-	+	+	+
Сосна Крылова – <i>Pinus Krylovii</i> Serg.	+	+	+	+	+
Тополь лавролистный – <i>Populus laurifolia</i> Ledeb.	+	-	+	+	+
Тополь бальзамический – <i>Populus balsamifera</i> L.	+	-	+	+	+
Боярышник даурский – <i>Crataegus dahurica</i> Koehne ex C.K. Schneider	+	-	-	-	+
Ильм приземистый – <i>Ulmus pumila</i> L.	+	+	-	+	+
Груша уссурийская – <i>Padus ussuriensis</i> Maxim.	+	+	+	+	+
Яблоня Палласа – <i>Malus pallasiana</i> Schneider	+	+	+	+	+
Абрикос сибирский – <i>Armeniaca sibirica</i> Lam.	-	+	-	-	-
Ива прутовидная – <i>Salix viminalis</i> L.	-	+	-	-	-
Карагана древовидная – <i>Caragana arborescens</i> Lam.	-	+	-	-	-
Карагана мелколистная - <i>Caragana microphylla</i> Lam.	-	+	-	-	-
Карагана узколистная - <i>Caragana stenophylla</i> Pojark.	-	+	-	-	-
Карагана карликовая - <i>Caragana pygmaea</i> L.	-	+	-	-	-
Терескен хохлатый - <i>Ceratoides</i> (Tourn.) papposa Botsch. et Ikonn.	-	+	-	-	-

Пастбищные защитные лесные полосы в полупустынной зоне создают преимущественно из 3-4 рядов при ширине междурядий 3-5 м с размещением саженцев в ряд через 1-2 м. Продольные полосы размещаются поперек постоянно действующих ветров, на склонах до 3°, возможно отклонение продольных полос до 30°. Расстояние между продольными лесными полосами на южных черноземах 200-250 м, на темно каштановых 180-200 м, каштановых 150 м, светло-каштановых 120-130 м, на склонах расстояние уменьшают до 100 м. В продольных полосах предусматриваются разрывы через 400-500 м, шириной 15-20 м, для прохода скота, располагая их в шахматном порядке. Поперечная полоса закладывается через 1000-1500 м, на почвах, подверженных эрозии, не более 1000 м. Для ослабления ветропылевого потока с наветренной стороны высаживают буферные ряды из кустарников или из сельскохозяйственных культур шириной в 10-15 м. Лесные полосы на пастбищах должны быть непродуваемой конструкции. Это достигается правильным размещением и сочетанием древесных и кустарниковых пород. Непродуваемые в нижней части лесные полосы работают на себя, оставляя в полосе снег, песок, пыль. В продуваемых лесных полосах на пастбищах снег распределяется неравномерно. Значительная часть его остается в полосах и около них до 15-20 м от опушек. В остальных межполосных пространствах снег выдуваем, толщина его уменьшается. Эти пространства с небольшим снежным покровом используют для зимнего выпаса скота в снежные зимы. На приопушечной части, где зимой было больше снега, травостой развивается лучше, здесь ранней весной выпасают скот. Животные зимой и летом охотно пасутся под защитой непродуваемых полос. Здесь создается микроклимат: зимой теплее, летом нет пыльных ветров, хорошее развитие получает травостой. В межполосных пространствах можно высевать кормовые культуры: астрагал, полынь, терескен, экспорцет, житняк, люцерну, овес. На участках пастбищ, где заложены лесные полосы, временно прекращается выпас скота, межполосные земли используют как сенокосы. Пастбищно-защитные лесные полосы на пастбищах повышают продуктивность кормовых угодий и создают прочную кормовую базу для животноводства в условиях полупустыни.

Пастбищно-мелиоративно-кормовые насаждения создают на отдельных массивах пастбищ для повышения их продуктивности. Часто весной в полупустыни бывает бескормица. Поэтому на пастбищах для подкормки скота созданы древесно-кустарниковые посадки, которые служат дополнительным кормом. Редкостойные кустарниковые насаждения создают сплошными кулисами шириной 20-25 м, с межкулисными пространствами такой же ширины. Пастбищные мелиоративно-кормовые насаждения в агротехническом отношении создают так же как пастбищно-защитные лесные полосы в соответствующих почвенно-климатических и гидрологических условиях. На пастбищах высаживают сосну Крылова, ильм приземистый, яблоню Палласа, карагану, трескен и другие кустарники, листья и побеги и даже плоды которых имеют высокие кормовые достоинства и хорошо поедаются скотом. Посадка деревьев и кустарников проводится редкая с учетом того, что скот может поедать ветви и листья вокруг растения. В зависимости от вида расстояние в ряду берется 1,5-2,0 м между рядами 2,0-3,0 м. Пастбищно-мелиоративно-кормовые насаждения используют в конце зимы, начале весны, с таким расчетом, чтобы после объедания кроны за лето на деревьях и кустарниках отрасли новые побеги. Выпас скота в пастбищно-мелиоративно-кормовых насаждениях начинают на 4-5 год после посадки. Нарушение этого срока ведет к значительному отпаду и даже гибели неокрепших насаждений. Продолжительность выпаса также нужно регулировать, чтобы не угнетать кормовые растения. В кормовых насаждениях нужно проводить уход. Часто деревья и кустарники быстро растут в высоту, и высокие ветви не достает скот, поэтому раз в 2-3 года нужно проводить обрезку высоких ветвей, на высоте 80-100 см. Посадку проводят крупномерными саженцами в благоприятные по влажности годы: поздней осенью - конец сентября и ранней весной - в апреле.

Зеленые древесные зонты - это древесные насаждения, которые создают на пастбищах в виде небольшой куртины прямоугольной формы. Их закладывают возле водопоя или в других местах дневного отдыха животных, с целью защиты их от солнцепека и летнего зноя. Размер зонтов от 0,3 до 1,2 га. Под зелеными зонтами создаются тень и прохлада, облегчается терморегуляция животных. Зеленые зонты можно создавать во всех районах полупустыни, для этого нужен небольшой участок с хорошими почвенно-гидрологическими условиями. Для успешного роста и долговечности древесных пород в крайне неблагоприятных условиях климата, зеленые зонты необходимо создавать в понижениях с лесопригодными почвами (не подходят солонцы, солончаки) в местах дневного отдыха животных. Обычно закладывают два зеленых зонта: один у фермы (в 200-300 м от водопоя и кошары), а другой - в центре выпасного участка. Зонты имеют ширину 100-120 м. Деревья в зонтах размещают рядами в основном через 4-6 м. Хорошо работают зеленые зонты, когда отдельные группы деревьев расположены в определенной системе. Микрозонты - это группа деревьев из 16 штук, посаженных с размещением 5 × 5 м, расстояние между микрозонтами 10 м, а между двумя - 20 м. Итого в одном зонте расположено 16 микрозонтов по 16 деревьев в каждом. Длина или ширина зонта 110 м или 1,2 га.

Для нормального размещения животных под пологом зеленого зонта и укрытия их от прямой солнечной радиации, в среднем требуется - для овец 6-8, для крупного рогатого скота 20-30 м² площади зонта. Почва под зеленые зонты готовится по системе черного пара, далее проводится разметка и разбивка площади и готовят ямы на глубину 60-80 см диаметром не менее 60 см ямокопателем. Для посадки зеленых зонтов используют 3-5-летние саженцы. Одновременно с посадкой проводят полив из расчета 5-6 ведер на одно посадочное место. После полива поливные лунки засыпают рыхлой почвой. В течение всей жизни зеленых зонтов проводят рыхление почвы весной и осенью. При недостаточной влажности почвы весной и осенью проводится полив из расчета 3-4 ведра на дерево. Эксплуатацию зеленых зонтов в полупустынной зоне проводят на третий год после посадки.

Прифермерские защитные насаждения (прикошарные) размещают на расстоянии 30-50 м от животноводческих построек (кошар), вокруг них или со стороны господствующих холодных ветров. Защитные насаждения в виде 3-5-рядных лесных полос обычно высаживают 2-3 полосы с расстоянием между ними 15-20 м. При слабой снегозаносимости (до 200 м³ на 1 м полосы) создают две 10-метровые полосы из трех рядов с расстоянием между полосами 15 м. При средней снегозаносимости (до 400 м³ на 1 м полосы) закладывают 3-4-рядные полосы шириной до 20 м. Для разных почвенных условий подбирают наиболее устойчивые древесно-кустарниковые породы. Почву

под прифермерские защитные лесные насаждения подготавливают по системе черного пара. Размещают прифермерские защитные лесные насаждения непосредственно на территории фермы, где по санитарным нормам требуется изоляция жилого сектора от производственного помещения (склады, навозохранилища), там, где требуется очистить или предупредить загрязнение воздушного бассейна. Эти насаждения имеют большое противопожарное значение. При размещении прифермерских защитных лесонасаждений важно, чтобы они не препятствовали общей вентиляции воздуха, для этого создают редкие продуваемые полосы с размещением деревьев на расстоянии 3-5 м друг от друга.

Затишковые насаждения создают на сезонных и постоянных пастбищах, в основном на скотопрогонных дорогах для защиты животных от переохлаждения во время метелей, буранов, холодных ветров. Создают насаждения в виде двух или более пересекающихся лесных полос (крестообразные, Т-образные, П-образные, трехлучевые). Ширина лент 20-30 м, длина 100-300 м, междурядья 3-5 м, расстояние в ряду 1-2 м. Одно затишковое насаждение на пастбищах обслуживает территорию в радиусе 3-4 км. Эти насаждения вводят в эксплуатацию по достижению высоты 3 м. Создают затишковые насаждения на пастбищах в лучших почвенно-гидрологических условиях (в ложбинах, в межгорных понижениях) преимущественно посадкой крупномерных саженцев. Технология закладки и выращивания затишковых насаждений в основном не отличается от технологии посадки лесных полос.

Создание пастбищезащитных лесных полос насаждений совместно с лесными полосами на пашнях создают экологический каркас на приграничной территории России, Монголии. Лесистость экологического каркаса должна составлять 7-8 %, которой создают оптимальные условия для проживания человека в полупустынных условиях, повысит эффективность выращивания сельскохозяйственных культур, продуктивность в животноводстве.

Лесомелиоративные насаждения на пастбищных землях помимо влияния их на повышение продуктивности кормовых угодий защищают животных от неблагоприятных погодных условий (сильных ветров, пыльных бурь, буранов, метелей), тем самым удлиняют время пастбищного периода и улучшают содержание скота на выпасе. Создание лесных полос на пастбищных землях помогает решать вопросы правильной организации использования естественных и искусственных пастбищ, содействует внедрению пастбищеоборотов и созданию культурных пастбищ.

Агромелиоративные насаждения на пастбищных землях изменяют ландшафт полупустыни, улучшают микроклимат и санитарно-гигиенические условия в животноводческих хозяйствах, служат средством долговременной защиты прилегающих территорий, восстановления их не только экологического, но и биологического потенциала.

Результаты многолетних исследований элементов микроклимата показали, что в системе лесных полос, по сравнению с открытой степью, температура приземного слоя (до 1 м) воздуха уменьшается на 2-3°C, а поверхность почвы на 6-8°C, относительная влажность воздуха повышается на 8-10 %, скорость ветра уменьшается на 20-25 %. В результате урожайность пашни возрастает на 3-4 ц/га, живая масса овцематок на 12-14 %, ягнят на 10-12 %, настриг шерсти на 10-11 %, сохранность животных 99 %.

Фитомелиорация пастбищ проводится по проектам, выполненным проектными институтами (Гипрозем).

Reference

1. Бобринев В.П., Пак Л.Н. Влияние лесных полос на климат в степной зоне // Изменение климата Центральной Азии: социально-экономические и экологические последствия. - Чита, 2008.
2. Бобринев В. П. Экология лесных полос в Восточном Забайкалье. - Новосибирск: Наука, 1988. – 159 с.
3. Кренделев Ф. П., Бобринев В. П. Зеленые зонты Даурии // Ононская правда. - 1983. - № 41.

РИСК ОТ НАВОДНЕНИЙ В ТРАНСГРАНИЧНОМ БАССЕЙНЕ Р. СЕЛЕНГИ

©Борисова Т.А. (tabor@binm.bscnet.ru), Гармаев Е.Ж.
Байкальский институт природопользования СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия

RISK FROM FLOOD IN THE SELENGA RIVER TRANSBOUNDARY BASIN

©Borisova T.A. (tabor@binm.bscnet.ru), Garmaev E. Zh.
Baikal Institute of Nature Management SB RAS, Ulan-Ude, Russia

Abstract: The basic types of hazardous hydrological processes and phenomena in the territory of the transboundary Selenga River basin and the factors shaping them are considered in the article. A spatial analysis is conducted; the assessment of the risk of flooding with the identification of the level of infestation is given.

Key words: danger, risk, flooding, specific physical and individual risk, amazing of territories and the population.

Река Селенга играет весьма существенную роль в социально-экономическом развитии двух смежных государств. Это наиболее освоенная и заселенная территория как Бурятии (России), так и Монголии. Трансграничный бассейн р. Селенги обладает едиными природными рубежами в условиях существования опасных природных процессов и явлений, но и отличными приоритетами современного хозяйственного освоения и специфично формирующимися на ней «окнами уязвимости».

Безусловно, основными видами опасных гидрологических явлений, создающих чрезвычайные ситуации в бассейне р. Селенги, являются многоводья и маловодья. Многоводья и сопутствующие им наводнения проявляются с довольно высокой повторяемостью и протекают гораздо более катастрофично. Так, за последние 100 лет на Селенге прослеживается целая серия крупных наводнений: 02.07.1908; 11.08.1932; 11.06.1936; 05.08.1940; 05.08.1971; 29.07.1973 и ряд значительных – 1931, 1938, 1942 и 1990-е годы. Наносимые размеры ущербов колоссальны, так, только для республики Бурятия они составили: в 1971 г. – 1,4 млрд. руб., 1973 – 0,7 млрд. руб., 1993 – 40 млрд. руб. (в текущих ценах периода прохождения наводнений). В последние десятилетия усиливающееся антропогенное воздействие становится причиной их активизации и развития качественно новых типов.

Строительство Иркутской и ввод в эксплуатацию Ангарских ГЭС и вследствие этого подъем уровня озера Байкал и подпор привели к видоизменению природных условий и активизации процессов подтопления, усилению развития наводнений, увеличению зон затопления в нижней части бассейна. Принятое постановление об установке режима уровня в рамках Закона о Байкале было сдерживающим фактором, однако Иркутская сторона периодически поднимает вопрос о внесении изменений разрешенного режима.

Кроме того, беспокойство сегодня вызывают разработанные ТЭО в Монголии, в которых серьезно рассматриваются вопросы строительства ГЭС на р. Селенге, а также проект «Водный комплекс Орхон» с конкретными предложениями создания искусственных бассейнов воды и направления их в южно-гобийские пояса (Монголия сегодня, №19, 13.05.2012). В таком случае режим уровня воды в р. Селенге (периоды маловодья и многоводья), являющейся главной рекой, несущей свои воды в оз. Байкал, будет напрямую зависеть от технической сработки.

Не нужно забывать, что бассейн р. Селенги относится к территориям с особым режимом природопользования с жесткими по мировым стандартам ограничениями.

Таким образом, регулирование взаимоотношений между субъектами требует комплексного и тщательного изучения объекта исследования, анализа возникновения и развития природно-антропогенных процессов в пространственно-временной динамике, ведущих к созданию чрезвычайных ситуаций. В связи с этим, трансграничный бассейн р. Селенги представляет особый интерес для исследования рисков с целью их минимизации и возможного исключения международных конфликтов.

Исходя из позиций исключительности и уникальности озера Байкал, специфики его окружающей природы, особенностей территориальной организации, непременным условием исследования рисков в трансграничном бассейне является создание единых методических приемов их оценок для получения объективных количественных показателей, результаты которых могли бы служить информационной базой для системы управления. При этом эффективность во многом

зависит от точности и достоверности информации об основных источниках и реципиентах негативных воздействий, вероятных будущих потерь, а также ее информатизации, что значительно повышает оперативность и грамотность решений.

Опираясь на существующий опыт изучения рисков, принятые теоретические и методологические положения, считаем, что целесообразно применение вероятностно-площадного подхода, основанного на показателях опасности с методическими приемами расчета показателей риска через уязвимость (свойство любого материального объекта утрачивать способность к выполнению своих естественных функций в результате его поражения опасностью определенного генезиса, интенсивности и длительности воздействия), предложенными А.Л. Рагозиным [3, 4]. Расчет данного параметра позволяет получить удельный физический риск, используемый в сравнительной оценке при картографировании и выявлении уровня риска. Определение показателя физического риска служит основой для оценки экономического, социального рисков. Сквозным процессом всей работы является картографирование с применением ГИС-технологий и дистанционных методов, играющих ключевую роль в проводимом исследовании [1].

Апробация методики ранее была проведена на примере наводнений на р. Селенге в пределах Республики Бурятия. В данной работе объектом исследования является весь бассейн р. Селенги. Включены части бассейна (р. Чикой, р. Хилок) на территории Забайкальского края (Россия) и основной – на территории Монголии (р. Селенга, р. Орхон). Оценка риска трансграничного бассейна от наводнений выполнена на основании содержательного анализа собранной информации и фондовых материалов многолетних (1936-2008гг.) наблюдений по 21 гидрологическому посту за уровнями воды на территории России и 12 гидрологическим постам в динамике с 1960 по 2012 гг. – Монголии [2].

Анализ исходных данных и рассчитанных показателей опасности по всем рассматриваемым пунктам наблюдений показывает сложный процесс протекания наводнений в бассейне р. Селенги. Разница диапазона значений величин весьма значительна. Частота проявлений варьирует от 0,1 до 0,9, в среднем 0,4-0,56. Величина наводнений или высота слоя воды на пойме составляет 0,4 – 437 см. В условиях горного рельефа и больших уклонов или узких долин они максимальны для рек, а в условиях сглаженности рельефа и развитости поймы существенно снижаются, но при этом резко увеличиваются размеры затоплений. Частая повторяемость значительных превышений уровня воды наиболее характерна для участков р. Селенги, начиная от слияния р. Орхон, далее при впадении рек Джиды и Чикой. Таким, образом, в формировании наводнений в бассейне определяющее влияние оказывают непосредственно р. Селенга и р. Орхон, расположенные на территории Монголии, а ее основные притоки: Джиды, Чикой и реке – Хилок, Уда, сбрасывая свои воды, существенно усиливают их развитие. Современным инструментом реализации задачи по картированию поймы и выявлению зон затопления послужила ГИС-технология, с помощью которой в программной среде Arc GIS определены площади, выявлены населенные пункты, важные хозяйственные объекты, попадающие в зону затопления.

В соответствии с методикой разработаны три прогнозных сценария развития наводнений, для каждого определены показатели опасности. Сформированная база данных позволила произвести расчеты физического и социального риска. По удельным показателям риска проведено ранжирование территории и разработаны частные карты. Так, на рисунке 1 представлена карта пораженности земель разных категорий наводнениями (рис. 1). Сравнительный анализ и обобщение оценок частных рисков позволил разработать карту интегрального риска от наводнений в трансграничном бассейне р. Селенги (рис. 2). Наиболее высокий уровень риска выявлен на территории России (Республики Бурятия).

Таким образом, проведенная оценка риска от наводнений в трансграничном бассейне р. Селенги по данной методике может служить объективной основой для эффективного управления и может быть применена для ряда других опасных процессов и явлений природно-антропогенного генезиса. Созданная геоинформационная система (ГИС) является техническим инструментом и обеспечивает возможность оперативно решать целый ряд задач на разном топологическом уровне и разрабатывать научно-обоснованные рекомендации.

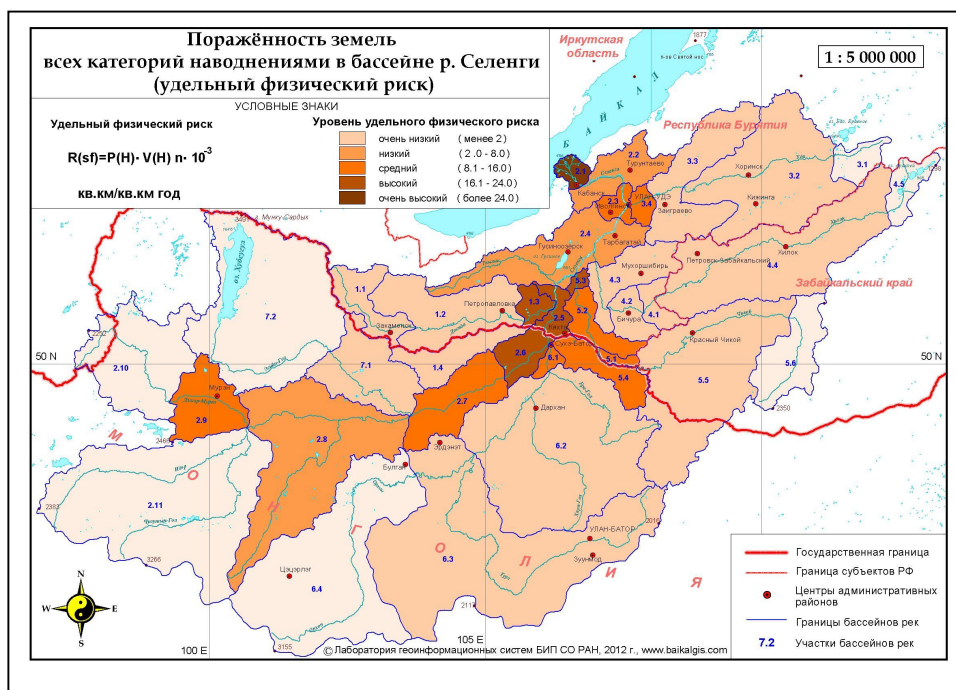


Рис. 1. Поражённость земель всех категорий наводнениями в бассейне р. Селенги

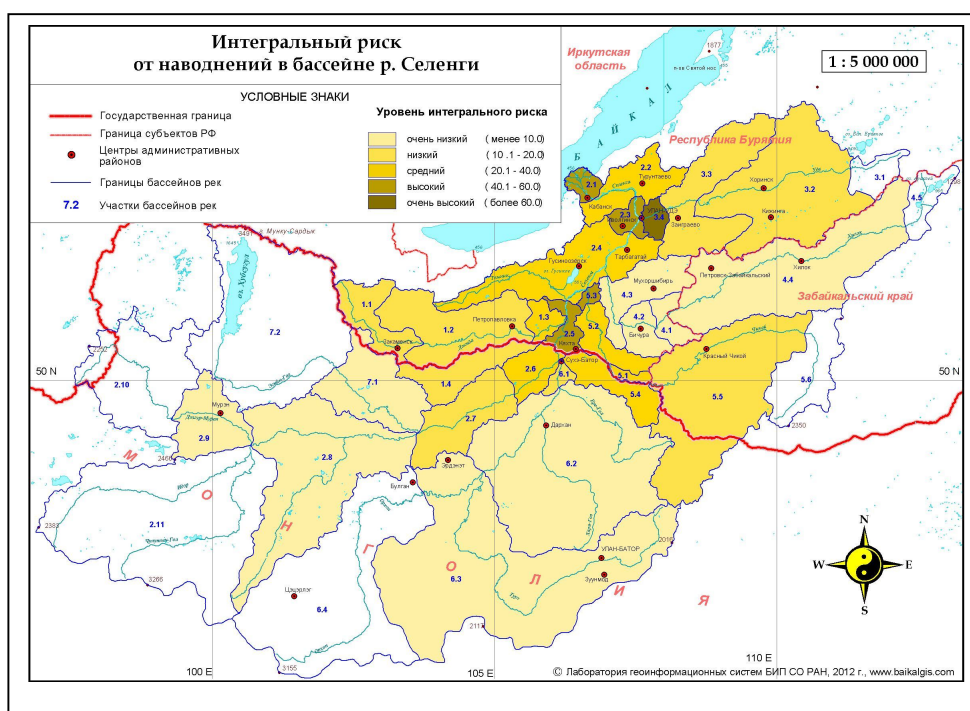


Рис. 2. Интегральный риск от наводнений в бассейне р. Селенги

В заключение можно добавить, что итогом всего исследования должны стать определение оптимальных путей развития комплексной системы управления рисками трансграничной территории бассейна и выработка соответствующих рекомендаций. Для этого необходимо решение наиболее важных задач:

– разработка межгосударственных программ, межправительственных соглашений на базе единых международных правовых документов, в которых должны быть предусмотрены и учтены все существующие проблемы, связанные с потенциальными рисками;

- определение позиций норм и правил по функциональной организации территории и дальнейшему ее освоению;
- создание единого геоинформационного пространства трансграничного бассейна;
- организация системного мониторинга на основе цифровых моделей рельефа, космической, статистической и оперативной информации;
- определение рационального варианта единой организационно-функциональной структуры как главного органа управления в условиях чрезвычайных ситуаций;
- информированность действий для исключения конфликтов между государствами.

Работа выполнена при поддержке проекта РФФИ № 13–05–00922 «Научные основы гидроэкологической безопасности рек бассейна оз. Байкал в условиях изменения климата».

Reference

1. Борисова Т.А. Теоретико-методические подходы к исследованию природно-антропогенных рисков на Байкальской природной территории // Безопасность жизнедеятельности. – 2010. - № 2. – С. 40-45.
2. Борисова Т.А., Бешенцев А.Н. Территориальная оценка риска от наводнений в Байкальском регионе в условиях экологических ограничений // Безопасность жизнедеятельности. – 2011. – № 12. - С.32 -38.
3. Оценка и управление природными рисками. Тематический том / под ред. А.Л. Рогозина. - М.: КРУК, 2003. – 320 с.
4. Рагозин А.Л. Общие положения оценки и управления природным риском // Гэоэкология. – 1999. - № 5. - С. 417 - 429.

ЦЕОЛИТЫ ЗАБАЙКАЛЬЯ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АГРАРНОГО ПОТЕНЦИАЛА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА БАЙКАЛО-МОНГОЛЬСКОГО РЕГИОНА

©Быбин Ф.Ф., Задорожный В.Ф. (lesg@bk.ru)

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита, Россия

CEOLITES OF TRANSBAIKALIA AND INCREASING EFFICIENCY OF THE AGRARIAN POTENTIAL OF AGRICULTURE IN BAIKAL-MONGOLIAN REGION

©Bybin F.F., Zadorozhny V.F. (lesg@bk.ru)

Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, Chita, Russia

Abstract: The paper considers the opportunities and conditions for the use of mineral resources of agro-industrial raw materials sector with the purpose of increasing the efficiency of agricultural production on the territory of the Baikal-Mongolian region.

Key words: ceolites, agro-industrial complex.

В Восточном Забайкалье (Забайкальский край) разведаны крупные запасы цеолитов, являющихся новым перспективным видом минерального сырья широко применяемого в различных отраслях промышленности, сельского хозяйства, экологии. Исследования [1] показали достаточно высокую эффективность применения цеолитов в качестве кормовых добавок сельскохозяйственным животным. Они способствуют лучшему использованию питательных веществ рациона, улучшают физиологическое развитие животных и птиц, повышают резистентность организма. Эффективно применение цеолитов при культивировании картофеля в условиях орошения. Внесение цеолитов в количестве 15 т/га дает прибавку урожая до 20-30 ц/га. Основное сельскохозяйственное направление использования цеолитов обеспечивает получение экологически чистой, высококачественной продукции, существенное повышение продуктивности животноводства, растениеводства (особенно на плохих почвах и в тепличных условиях), рыбоводства, сохранность продукции, новые композиционные почвы, удобрения и др. [2].

По запасам цеолитового сырья Забайкальский край занимает ведущее положение в России. В регионе выявлены четыре месторождения и 37 перспективных проявлений и площадей минерализации. Запасы цеолитовых руд составляют 1,2 млрд.т., прогнозные ресурсы по основным объектам превышают 20 млрд.т. Разведаны два крупных месторождения Шивиртуйское и Холинское.

Шивиртуйское месторождение монтмориллонит-цеолитсодержащих пород расположено в 57 км к северо-востоку от ж.д. ст. Забайкальск, у юго-западного окончания Кличкинского хребта в степной низкогорной холмистой местности. Западная граница месторождения примыкает к 83-му разъезду железной дороги Чита-Забайкальск, находящемуся между ж.д. станциями Даурия и Харанор. Важной особенностью месторождения является отнесение практически всей массы пород к

полезному ископаемому. При этом основными полезными ископаемыми являются туфы и туффиты, попутными – вмещающие породы. На месторождении откартировано 40 пластов туфов и туффитов мощностью от 1,0 до 86 м. На разведанном участке изучено 25 пластов. Размеры линз, залежей в границах участка составляют по простиранию 50-2750 м, по падению 40-1390 м. Цеолиты представлены клиноптиломитом. Наибольшее количество цеолита (до 93 %) присутствует в алевропелитовых тепловых туфах, туффитах. Суммарные запасы и прогнозные ресурсы (кат. Р1 и Р2) до глубины 100 м оцениваются по основному полезному ископаемому в 2 млрд.т. [1]. Месторождение подготовлено к промышленному освоению, действовало опытно-промышленное производство (1988 г.).

Холинское месторождение перлит-цеолитового сырья располагается в пределах Хилокской депрессионной зоны на юго-восточном склоне Холинского хребта. По форме залегания цеолитизированные породы образуют четыре пологие пластовые залежи, наиболее крупная из которых (3,6 x 2,1 км) при мощности 120 м располагается в пределах Мохейского участка, центральная часть которого наиболее благоприятна для добычи цеолитов, в связи с близповерхностным залеганием продуктивной толщи. Подавляющая часть объема продуктивной толщи месторождения слагают клиноптилолитовые туфы. Среднее содержание цеолита (клиноптиолита) в породе около 60 %, максимальное 80-90 %. Разведанные запасы цеолитовых руд по категории С 2 составляют 400 млн.т., прогнозные ресурсы – более 600 млн.т. [3].

Цеолитовое производство не требует химической или металлургической переработки природного сырья, в частности, в качестве продукции для сельскохозяйственного применения. Может быть применен только размол. Цеолиты Забайкалья (месторождения Шивыртуйское и Холинское) прошли полный медико-биологический контроль и разрешены к употреблению Минздравом и Ветфармсоветом Российской Федерации, на них имеется полная сертификация.

В использовании цеолитов выделяются три главных направления: животноводство, где используется основное полезное ископаемое отвечающее требованиям технических условий (ТУ-10 РСФСР 359-91); активные минеральные добавки и алюмосиликатный компонент для получения клинкера, где используется основное полезное ископаемое, не отвечающее требованиям ТУ-10, а также в качестве попутного сырья. Клиноптилолитовые туфы (Холинское месторождение) обладают достаточно высокой механической, термической и химической стойкостью, являясь хорошими сорбентами, катализаторами, ионообменниками. Благодаря этим свойствам они могут с успехом применяться в процессах очистки сточных и питьевых вод, а также газов от различных вредных примесей.

Reference

1. Павленко Ю.В. Шивыртуйское месторождение монмориллонит-цеолитосодержащих пород // Месторождения Забайкалья. – М.: Геоинформмарк, 1995. – Т.1, кн. 2. – С. 213-217.
2. Природные ресурсы Читинской области и Агинского Бурятского автономного округа. Атлас инвестиционных предложений. – Чита, 2002. – 151 с.
3. Гордиенко И.В., Жамойцина Л.В. Холинское перлит-цеолитовое месторождение – месторождения Забайкалья. – М.: Геоинформмарк, 1995. – Т.1, кн.2. – с. 218-225.

ЛАНДШАФТНО-ДИНАМИЧЕСКАЯ ИНДИКАЦИЯ NDVI-АРЕАЛОВ ЗЕМЕЛЬ АРИДНОЙ И СЕМИАРИДНОЙ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОН МОНГОЛИИ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ДЕГРАДАЦИИ И ОПУСТЫНИВАНИЮ

©Волошин А.Л.¹ (avol@binm.bscnet.ru), Цыдыпов Б.З.¹, Батуева Д.Ж.¹, Чимэддорж Ц.²

¹Байкальский институт природопользования СО РАН, г.Улан-Удэ, Россия

²Монгольский государственный сельскохозяйственный университет, г.Улан-Батор, Монголия

LANDSCAPE AND DYNAMIC INDICATION OF NDVI AREALS FOR THE MONGOLIAN LANDS OF ARID AND SEMIARID CLIMATIC ZONES, IMPACTED BY DEGRADATION AND DESERTIFICATION

©Voloshin A.L.¹ (avol@binm.bscnet.ru), Tsydyпов B.Z.¹, Batueva D.Zh.¹, Chimeddorzh Ts.²

¹Baikal Institute of Nature Management SB RAS, Ulan-Ude, Russia

²Mongolian State University of Agriculture, Ulaanbaatar, Mongolia

Abstract: The paper reveals the dynamics of landscape changes in droughty arid and semi-arid climatic zones of Mongolia since 1990 and up to now on the basis of remote sensing and field methods. We used vegetation index of NDVI to perform the analysis of landscapes change with the help of satellite data. The results of the investigations point to the change of landscapes under the influence of non-rational grazing in semi-arid zones and to the aridization of climate in the arid zone.

Key words: arid, semi-arid, NDVI, Landsat imagery, geobotanical survey

С 2008 по 2012 гг. в рамках выполнения научно-исследовательских работ по различным проектам Президиума РАН и СО РАН заложен ряд модельных полигонов и ключевых участков природного мониторинга геосистем для изучения динамики процессов деградации и опустынивания земель в различных широтно-климатических зонах Монголии по меридиональному трансекту между 104°-107° в.д. от 51° до 42° с.ш. Данная работа позволила выявить основные факторы, агенты и тренды развития процессов деградации и опустынивания земель в различных климатических зонах [1].

Более 85 % территории Монголии находится в пределах засушливых климатических зон: экстрааридной, аридной, семиаридной, сухой субгумидной. Согласно определению Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием (1994), деградация земель, протекающая в пределах этих климатических зон, называется опустыниванием. В Монголии процессам опустынивания подвержены свыше 647 тыс. кв. км земель или 41,3 % территории страны [2]. В своем развитии процессы опустынивания затрагивают и нарушают последовательно следующие компоненты геосистем: растительность, формы рельефа, почвы и подстилающие горные породы. Растительность первой среди компонентов ландшафтов ощущает воздействие опустынивания, поэтому исследованию ее изменений в результате этого дигрессионного явления нами уделено особое внимание.

Для выполнения крупномасштабных работ по исследованию биофизических параметров растительности и изменений ландшафтов под воздействием процессов деградации и опустынивания земель с использованием данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) выбраны 3 ключевых участка двух модельных полигонов в пределах аридной и семиаридной климатических зон, два из которых находятся на территории семиаридного Хараагольского мониторингового модельного полигона, третий – в аридном Среднегобийском полигоне. Первый полигон расположен в бассейне нижнего течения р. Хараагол, правого притока р. Орхон (территории аймаков Сэлэнгэ и Дархан-уул) и характеризуется доминированием разнотравно-дерновиннозлаковых степей; второй находится в центральной части аймака Дундговь (Среднее Гоби), где преобладают ландшафты опустыненных степей.

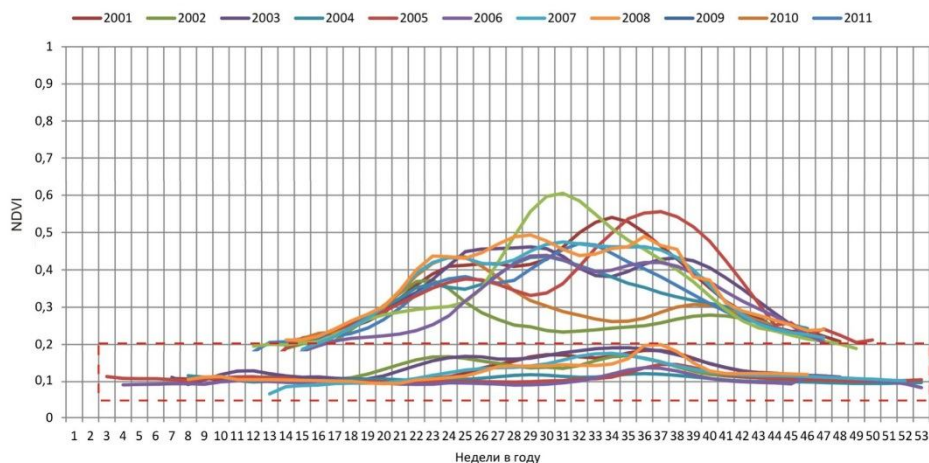


Рис. 1. Ход осредненного индекса NDVI за 2001-2011 гг. для территорий Хараагольского и Среднегобийского (выделен прямоугольником) полигонов

Байкальский институт природопользования СО РАН совместно с Институтом космических исследований (ИКИ РАН) проводят научно-исследовательские работы в области использования информационных технологий и данных ДЗЗ для решения научных задач мониторинга состояния и динамики земной поверхности. На территории Хараагольского и Среднегобийского модельных

полигонов с помощью данных геопортала ИКИ РАН [3] рассчитаны значения NDVI за первые 11 лет XXI в. (с февраля по ноябрь 2001-2011 гг.) (рис. 1). Построенные осредненные кривые NDVI Хараагольского полигона свидетельствуют о некоторой неравномерности его распределения по годам, что обусловлено дифференциацией климатических условий. Отметим, что в 2007 и 2008 гг. NDVI достигал достаточно высокого значения, равного 0,6; это связано с повышенными значениями температуры и режимом увлажнения в летние месяцы этих годов.

На существенную степень изменения ландшафтов Монголии, а в частности растительности – наиболее динамичного их компонента, указывают рассчитанные значения NDVI территорий ключевых участков по мультиспектральным космическим снимкам Landsat TM сентябрьских залетов 20-21-летней разницы: 1990 и 2010-2011 гг. Обработка изображений проведена с помощью программного комплекса ENVI 4.7 (www.itvis.com/ENVI); это полнофункциональное решение для визуализации, обработки и анализа данных ДЗЗ. Были задействованы 2 канала спектрорадиометра TM: № 3 – красный, № 4 – ближний инфракрасный. Во время полевых измерений подготовлены GPS-треки границ участков, которые впоследствии были конвертированы в векторные шейп-файлы, послужившие маской для выделения границ участков. Картирование ареалов NDVI с шагом 0,1 проводилось только в пределах выделенных ключевых участков.

Рассмотрим ключевой участок площадью 19,16 км², расположенный в северной части Хараагольского полигона, в 3 км юго-западнее г. Дархан. Этот участок большей частью находится на расчлененных склонах низкогорий Орхон-Хараагольского междуречья (абсолютные отметки высот 810-870 м), характеризуется степной карагано-злаково-холоднопопынной растительностью на каменистых маломощных темно-каштановых мучнисто-карбонатных почвах. Большая часть данного земельного угодья используется как пастбище.

Сопоставление изображений NDVI наглядно указывает на дигрессию растительности, обусловленную главным образом большой пастбищной нагрузкой. Если в сентябре 1990 г. большая часть участка (53 %) характеризовалась значениями NDVI 0,3-0,4, то в сентябре 2010 г. 86 % его площади – 0,2-0,3 (табл. 1).

В ходе экспедиционных исследований 2010-2012 гг. выполнена натурная ландшафтная индикация ареалов NDVI с различными значениями, изучены природные и антропогенные факторы динамики их изменений. Значениям NDVI 0,1-0,2 от 8 сентября 2010 г., занимающим 8 % территории (табл. 1), на местности соответствуют площади убранных от посевов пашен, а также участки степных склоновых пастбищ, находящихся в стадии сильной дигрессии из-за перевыпаса на них скота и характеризующихся проективным покрытием растительности менее 50 %.

Наиболее распространенное для участка сентябрьское значение NDVI 0,2-0,3 характерно в настоящее время для преобладающих здесь расчлененных склоновых эрозионно-денудационных степных караганово-разнотравнодерновиннозлаковых ландшафтов. Из-за перевыпаса скота растительность этих ландшафтов находится в стадии средней дигрессии, величина ее проективного покрытия составляет большей частью 65-70 %. Из общего проективного покрытия растительности около 17-20 % занимают кустарники караганы мелколистной *Caragana microphylla* (Pall.) Lam., 15-16 % – колосняк китайский *Leymus chinensis* (Trin.) Tzvelev, 12-13 % – полынь холодная *Artemisia frigida* Willd., 9-10 % – лапчатка бесстебельная *Potentilla acaulis* L.

Таблица 1

Классификация по грациям NDVI северного участка
Хараагольского модельного полигона

NDVI	17 сентября 1990 г.		8 сентября 2010 г.	
	Площадь, км ²	Площадь, %	Площадь, км ²	Площадь, %
0,0-0,1	0	0	0,0063	0
0,1-0,2	0,117	1	1,575	8
0,2-0,3	5,44	28	16,448	86
0,3-0,4	10,194	53	1,11	6
0,4-0,5	3,296	17	0,0072	0
0,5-0,6	0,1179	1	0	0
Всего:	19,1649	100	19,1465	100

Значения NDVI 0,3-0,4, характерные всего для 6 % площади участка (табл. 1), приурочены к

фитоценозам ложбин и к наиболее западным и возвышенным (абсолютные отметки высот 810-870 м) верхним частям склонов. Проективное покрытие растительности этих фитоценозов достигает 80-85 %. По видовому составу здесь преобладают осока твердотая *Carex duriuscula* С.А. Мей., занимающая 27-33 % проективного покрытия растительности, карагана мелколистная *Caragana microphylla* (Pall.) Lam. – 30-33 %, колосняк китайский *Leymus chinensis* (Trin.) Tzvelev – 10 %, зопник клубненосный *Phlomis tuberosa* L. – 10 %.

В сентябре 1990 г. некоторые из этих фитоценозов, расположенных в западной части участка, характеризовались значениями NDVI 0,4-0,55. По всей видимости, эти фитоценозы имели большее проективное покрытие (около 90 %), более высока в них была доля осок, ковылей и разнотравья, в частности *Phlomis tuberosa* L. Об этом свидетельствуют проведенные нами обследования смежных с ключевым участком территорий. Причиной дигрессии фитоценозов явился здесь перевыпас скота.

Несколько иная картина наблюдается на южном участке Хараагольского модельного полигона, расположенном на песчаном массиве на левобережье р. Хараагол, в 18 км южнее степного ключевого участка. Площади территорий со значениями NDVI, равными 0,2-0,3 и 0,3-0,4, в 2010 г. по сравнению с 1990 г. незначительно уменьшились, но зато существенно (в 2 раза) увеличились площади ареалов со значениями NDVI 0,1-0,2, характерными для открытой почвы с редкой растительностью, что также, как и на северном участке полигона, свидетельствует о выраженном тренде деградации растительного покрова (табл. 2).

Таблица 2

Классификация по градациям NDVI территории южного участка Хараагольского модельного полигона

NDVI	17 сентября 1990 г.		8 сентября 2010 г.	
	Площадь, км ²	Площадь, %	Площадь, км ²	Площадь, %
0,0-0,1	0,063	0	0,1719	1
0,1-0,2	5,286	16	11,147	34
0,2-0,3	21,934	67	16,808	51
0,3-0,4	5,035	16	4,507	14
0,4-0,5	0,3339	1	0,0324	0
0,5-0,6	0,0144	0	0	0
Всего:	32,6663	100	32,6663	100

Проведенные натурные ландшафтные обследования 2008-2012 гг. на Хараагольском песчаном массиве и его окрестностях свидетельствуют, что основным фактором деградации покрывающей его растительности является выпас и прогон сельскохозяйственных животных, преимущественно овец и коз, в меньшей степени – лошадей и крупного рогатого скота. Сравнительный анализ изменения значений NDVI с климатическими показателями (количеством атмосферных осадков, показателями температуры и относительной влажности) заметной корреляционной зависимости этой семиаридной территории Монголии за 20-летний период не выявил.

Натурная ландшафтная индикация ареалов NDVI с различными значениями на этом массиве показала, что значения NDVI 0,1-0,2 характерны для поверхностей барханов, дюн и песчаных межбарханных и междюнных понижений со следами интенсивного прогона скота с проективным покрытием растительности 3-15 %. Значениям NDVI 0-0,1 соответствуют участки голых песков с проективным покрытием растительности до 3 %. Преобладающим для большей части массива значениям NDVI 0,2-0,3 соответствуют поверхности сосновых (*Pinus sylvestris* L.) боров и небольших ильмовых (*Ulmus pumila* L.) рош. Уменьшение их площадей в настоящее время по сравнению с 1990 г., помимо выпаса и прогона сельскохозяйственных животных, обусловлено также несанкционированными вырубками их древостоя на отдельных участках и слабым развитием подроста. Характерным для 14-15 % площади песчаного массива значениям NDVI 0,3-0,4 (табл. 2), приуроченным в основном к южной, наиболее его возвышенной части (абсолютные отметки высот 780-815 м), соответствуют более густые сосновые боры с хорошо выраженным подлеском из кустарников.

По данным Монгольского государственного национального статистического комитета [3] на территориях аймаков Сэлэнгэ и Дархан-Уул в первом десятилетии нашего века наблюдается устойчивая тенденция увеличения поголовья сельскохозяйственных животных. Проведенные нами экспресс-опросы аратов, ведущих свое хозяйство в пределах территории Хараагольского модельного

участка, показали, что около половины из них мигрировали сюда (ближе к основным рынкам сбыта животноводческой продукции) со своими стадами в 2000-х годах из других периферийных аймаков Монголии: западных (большой частью) и гобийских.

В пределах аридной климатической зоны на территории аймака Дундговь (Среднее Гоби) с продвижением с севера на юг происходит постепенная смена от ландшафтов опустыненных степей до полупустынь и саксауловых пустынь. Обследования показали, что в условиях крайне недостаточного увлажнения (годовая сумма атмосферных осадков менее 100 мм на территории сомона Улзийт южной части аймака Дундговь, максимальная величиной в 150 мм в северной, полное отсутствие пресных поверхностных вод) гобийские ландшафты сильно уязвимы к деградационным процессам, в особенности к физическому выветриванию, дефляции, деградации растительности. И хотя в целом по территории аймака Дундговь пастбищная нагрузка небольшая из-за очень малой плотности животноводческих стоянок, вокруг стоянок в радиусе до 0,5-0,7 км земная поверхность отличается сильной выбитостью с почти полным отсутствием растительного покрова (проективное покрытие от 0 до 1 %).

Осредненное значение NDVI за последнее десятилетие, агрегированное по модельному Среднегобийскому полигону, равно 0,12, что свидетельствует о крайне скудной и разреженной растительности (рис. 1). Проведенный анализ временного хода NDVI показывает уменьшение его значений в 2011 г. в августе (с 0,17 до 0,135) и в июне (с 0,15 до 0,125) по сравнению с 2010 г. [4]. Сравнение результатов проведенных натурных геоботанических обследований 2011-2012 гг. с результатами обследований 2010 г. гобийских участков по экологическим группам подтверждает этот вывод, свидетельствуя об увеличении доли растений-эуксерофитов в проективном покрытии разных участков на 12-15 %, указывая на продолжающуюся инвазию эуксерофитных пустынных видов растений на север. Так, на ключевом участке, расположенном в равнинных каменистых опустыненных степях в 20 км южнее Мандалговь, доля эуксерофитов в проективном покрытии увеличилась с 77 % в августе 2010 г. до 96 % в августе 2012 г.

Более наглядно тренд ксерофитизации гобийской растительности демонстрирует анализ индексов NDVI территории Среднегобийского полигона по разновременным сентябрьским снимкам Landsat TM 1990 и 2011 гг. Так, если в сентябре 1990 г. 75 % площади полигона характеризовалось значением NDVI 0-0,1, то в сентябре 2011 г. площади со значениями NDVI, равными 0-0,1 составили уже 92 % (табл. 3). Проведенная натурная ландшафтная индикация ареалов с разновеликими значениями NDVI показала, что преобладающие (92 % площади) значения 0,0-0,1 характерны для каменистых опустыненных степей с доминированием лука многокорневого *Allium polyrrhizum* Turcz. ex Regel, характерного в 90-х годах XX века для более южных гобийских районов. Ареалы со значениями NDVI 0,1-0,2, занимающие в настоящее время всего 8 % площади среднегобийского полигона, свойственны для осоково-чиевых сообществ солончаково-мелкоземистых равнин.

Анализ метеорологических данных свидетельствует о проявлении в XXI в. в Гоби более сильных засух в летний период, чем в минувшем столетии, что на наш взгляд, является основным фактором дигрессионного тренда аридной гобийской растительности, в отличие от семиаридной степной и сухостепной.

Таблица 3

Классификация по градациям NDVI территории Среднегобийского модельного полигона

NDVI	10 сентября 1990 г.		4 сентября 2011 г.	
	Площадь, км ²	Площадь, %	Площадь, км ²	Площадь, %
0,0-0,1	28,2315	75	34,8506	92
0,1-0,2	8,941	24	2,888	8
0,2-0,3	0,5481	1	0,0054	0
0,3-0,4	0,0234	0	0	0
Всего:	37,744	100	37,744	100

Выводы

Проведенные исследования с использованием методов, основанных на учете различий в спектральном отражении для разных каналов оптического диапазона, в совокупности с полевыми натурными измерениями свидетельствуют о том, что деградация растительного покрова на исследуемых полигонах за последние два десятилетия усиливается. Методы ДЗЗ, основанные на анализе пространственно-временной вариации биофизических параметров растительности,

позволяют оперативно выявлять участки экологической напряженности, обусловленные деградацией растительного покрова и опустыниванием.

Значения NDVI для различных ландшафтных зон характеризуются своими особенностями, поэтому выявленные по дистанционным материалам ареалы NDVI с целью их ландшафтной индикации должны быть обязательно идентифицированы материалами непосредственных натуральных наблюдений.

Для предотвращения развития процессов деградации и опустынивания земель на выявленных участках с наибольшей экологической напряженностью необходимо принятие срочных организационно-хозяйственных мероприятий по сохранению естественной растительности (мелиорация, регулирование выпаса скота и т.д.). Так, на рассматриваемых участках наблюдается перевыпас скота, обуславливающий чрезмерную нагрузку на пастбища и ведущий в свою очередь к дигрессии их растительного покрова. В этой связи местным животноводам и другим землепользователям необходимо рационально использовать пастбищные угодья, периодически меняя их для выпаса и регулируя тем самым пастбищеоборот земель.

Работа выполнена при частичной поддержке проекта РФФИ 12-05-98066-р_сибирь_a «Комплексные исследования процессов деградации и опустынивания земель Байкальского региона с использованием геоинформационных технологий».

Reference

1. Волошин А.Л. Тренды современных процессов опустынивания земель трансграничного бассейна р. Селенга // Трансграничные территории азиатской части России и сопредельных государств: геоэкологические и геополитические проблемы и предпосылки устойчивого развития: материалы междунар. науч. конф., Улан-Удэ, 18-20 июня 2009 г. – Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2009. – С. 89-91.
2. Цэрэндаш С., Томоржав М. Гомбосурэн Ч. Земля, пастбище, скот. – Улаанбаатар, 2003.
3. Спутниковый сервис мониторинга состояния растительности («Vegetation») / Е.А. Лупян и др. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. - 2011. - Т. 8, № 1. - С. 190-198.
4. Монгол улсын статистикийн эмхтгэл (Монгольский государственный статистический сборник). – Улаанбаатар: Монгол улсын удэсний статистикийн газар, 2009.
5. Цыдыпов Б.З., Волошин А.Л., Батуева Д.Ж., Чимэддорж Ц. Исследования деградации и опустынивания растительного покрова аридных и семиаридных геосистем Монголии с использованием современных методов обработки данных дистанционного зондирования // Региональный отклик окружающей среды на глобальные изменения в Северо-Восточной и Центральной Азии: материалы междунар. науч. конф. (г. Иркутск, 17-21 сентября 2012 г.). – Иркутск: Изд-во института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2012. – Т. 2. – С. 262-264.

ОЦЕНКА МНОГОЛЕТНЕГО СТОКА РЕК МОНГОЛЬСКОГО ПЛАТО

©Гармаев Е.Ж. (garend1@yandex.ru)

Байкальский институт природопользования СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия

ASSESSMENT OF PERENNIAL RUNOFF OF THE MONGOLIAN PLATEAU RIVERS

©Garmaev E.Zh. (garend1@yandex.ru)

Baikal Institute of Nature Management SB RAS, Ulan-Ude, Russia

Abstract: We consider the runoff of the Mongolian Plateau Rivers for a period of years that has been processed using standard statistical methods. Hydrometric data observations for the entire period to 2010 were divided into two equal halves. It was found that the second half of the observation period, the volume of annual runoff decreased in almost all rivers with permanent runoff.

Key words: runoff, water regime, Mongolian Plateau

Сток любого водотока за многолетний период приобретает свои закономерности и формирует свой, характерный данному региону, гидрологический режим. В свою очередь, исключительная роль водного режима суши как одного из компонентов географического комплекса, определяющего состояние природной среды, общеизвестна. Одновременно водный режим территории во многом определяет условия развития производств, а водные ресурсы участвуют во всех видах хозяйственной деятельности человека. Водный режим отдельных территорий суши и наличие водных ресурсов резко дифференцированы и часто не удовлетворяют требованиям общества для создания лучших условий обитания человека и рационального природопользования. Не является исключением водный режим

рек обширной территории Монгольского плато, отличающийся исключительной сложностью и требующий подробного рассмотрения.

В целом, развитие практически любого производства связано с ростом потребностей в воде и в то же время с увеличением негативных последствий хозяйственной деятельности. Это, в свою очередь, приводит к увеличению экономического и социального ущерба от возможных ошибок гидрологических расчетов и, следовательно, повышает требования к научной обоснованности водохозяйственного и гидротехнического проектирования. Анализ пространственной изменчивости водного режима рек имеет и самостоятельное практическое значение.

По характеру водного режима большинство рек Монгольского плато относятся к типу рек с половодьем и паводками. На этой территории достаточно широко представлены временные водотоки, которые в маловодные периоды пересыхают и не имеют стока. Основная часть стока воды рек проходит в теплую часть года, соответственно зимний сток незначительный, а некоторые относительно небольшие водотоки просто перемерзают.

В настоящее время существует множество универсальных моделей, предназначенных для описания самых разнообразных условий формирования стока. Наиболее обоснованным и эффективным представляется подход, предполагающий учет не только общих, но и региональных особенностей. Исходя из практических целей гидрологических расчетов, в качестве основополагающего должен использоваться принцип максимальной надежности конечного результата, т.е. расчетной схемы. Реализация этого принципа предусматривает оценку возможностей статистического анализа данных наблюдений и качественного анализа географических закономерностей, а также поиск решения, дающего минимальную погрешность расчета. Такое решение должно быть географически обоснованным и статистически устойчивым, т.е. в достаточной степени правильно отражать реально существующие пространственно-временные закономерности и не слишком сильно зависеть от случайных особенностей используемых данных наблюдений.

Все данные многолетних гидрометрических наблюдений за среднегодовым стоком были подвергнуты стандартной статистической обработке, применяемой при анализе пространственно-временной изменчивости гидрологических рядов. Проверка показала, что почти все ряды можно считать независимыми и относительно однородными. Для каждого ряда, прошедшего проверку на однородность, оценка распределения вероятностей производилась в соответствии с требованиями СП 33-101-2003.

В качестве первоначальной оценки закона распределения вероятностей годового стока для каждой реки (створа) были построены эмпирические кривые обеспеченности. Для каждого из n наблюдений Q_1, \dots, Q_n была вычислена его эмпирическая обеспеченность $m/n - 1$, где m – порядковый номер данного наблюдения в ранжированном в порядке убывания ряду $Q_1 > \dots > Q_n$. Для построения аналитических кривых обеспеченности применялось трехпараметрическое гамма-распределение, предложенное С.Н. Крицким и М.Ф. Менкелем. В качестве параметров данного распределения используются величины \bar{Q} , C_v , C_s/C_v , которые были получены для годового стока основных рек Монгольского плато.

Относительные случайные ошибки определения среднего модуля стока годового $\bar{q}_{\text{ср}}$ варьируют в пределах 8-12 %; а относительная случайная ошибка определения коэффициента вариации C_v годового стока в среднем равна 19 %. Модули годового стока для водотоков с постоянным стоком варьируют примерно от 0,37 л/с·км² до 9,70 л/с·км². Причем максимальные значения $\bar{q}_{\text{ср}}$ характерны в основном для высокорасположенных водосборов, минимальные – на относительно равнинные реки центральной и южной частей рассматриваемой территории. Какой-либо устойчивой зависимости модуля годового стока от средней высоты водосбора или его площади не выявлено. Значения C_v изменяются в среднем от 0,20 до 1,60. Это подтверждает большое разнообразие условий формирования стока рек Монгольского плато и полученные выводы справедливы для водотоков с постоянным стоком.

Сток рассмотренных рек Монгольского плато показал, что за многолетний период их объем стока претерпел изменения, причем в сторону уменьшения. Показателен многолетний сток наиболее крупного водотока – р. Селенга. Здесь за период с начала гидрометрических наблюдений по 2010 г. среднемноголетний расход воды составил 927 м³/с, а при анализе этой выборки с разделением

данных наблюдений пополам получено, что за вторую половину периода объем стока р. Селенга уменьшился на 1,3 км³. Изменения коснулись и внутригодового распределения стока, причем в сторону увеличения зимней его составляющей, правда, они пока незначительные.

Таким образом, формирование многолетнего стока рек Монгольского плато весьма разнообразно и зависит от множества факторов, в том числе, как показывает практика, от антропогенных в последние десятилетия. В свою очередь, знание природы многолетних колебаний стока рек и их пространственной скоррелированности предоставит возможность научного обоснования водохозяйственных систем и принятия управленческих решений для крупномасштабных водных проблем.

ФОРМИРОВАНИЕ ЛИСТВЕННИЧНЫХ ЛЕСОВ СЕВЕРНОЙ МОНГОЛИИ

©Данилин И.М.¹ (danilin@ksc.krasn.ru), Цогт З.² (ztsogt@yahoo.com)

¹Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск, Россия

²Институт ботаники академии наук Монголии, г. Улан-Батор, Монголия

FORMATION OF LARCH FORESTS IN NORTHERN MONGOLIA

©Danilin I.M.¹ (danilin@ksc.krasn.ru), Tsogt Zandraabal² (ztsogt@yahoo.com)

¹V.N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

²Institute of Botany MAS, Ulaanbaatar, Mongolia

Abstract: Peculiarities of forming and growth of the Siberian larch (*Larix sibirica* Ldb.) forests in Northern Mongolia were studied. Directions for regeneration dynamics and larch stand formation under pirogenic and anthropogenic factors (forest fires, commercial cuts), which are widely presented in Northern Mongolia, are analyzed and discussed in the paper.

Key words: larch forests, Siberian larch, formation, regeneration, after forest fire and after cut dynamics, Northern Mongolia

Леса Монголии, произрастая на границе бореальной зоны, степей и пустынь Центральной Азии, являются южным форпостом распространения лесной растительности. Географическое положение Монголии (между 51–54° с. ш. и 88–120° в. д.) предопределяет сочетание различных природных геологических, экологических условий и растительности [1, 8, 17]. Северная часть Монголии занята Хангайской горной страной и Хэнтэем, представляющими собой окраинные поднятия гор Южной Сибири.

Леса Монголии выполняют важные ресурсные и экологические функции, особенно велика их водоохранная и почвозащитная роль [4, 5, 9-12]. По состоянию на 2012 год лесной фонд Монголии составляет 19116,1 тыс. га. Из них покрытая лесом площадь занимает 17660,6 тыс. га., или 8,6 % от общей площади страны. Хвойные и лиственные леса занимают 78,7 %, а лиственные леса 16,8 % от покрытой лесом площади. Площадь саксаульников составляет 607,6 тыс. га. (4,5 %). Процентное соотношение основных лесобразующих пород выглядит следующим образом: лиственница сибирская – 73,5 %, береза плосколистная – 11,3 %, сосна сибирская -7,7 %, сосна обыкновенная – 6,0 %.

Согласно лесорастительному районированию Монголии [7], районы исследований относятся к Центрально-Хангайской провинции Хангайской лесорастительной области горных степей и лиственничных лесов и к Восточно-Хэнтэйской провинции Южно-Забайкальской лесорастительной области (рис. 1).

Центральный Хангай (47–52° с. ш. и 96–101° в. д.) занимает наиболее приподнятую над уровнем моря территорию Хангая, представляющую собой систему горных хребтов широтного простираения и Дархатскую котловину с её горным обрамлением [9, 11].

Наши исследования проводились в наиболее типичных в Центральном Хангае лесах хр. Тарбагатай (абсолютная высота – 3240 м над ур. м), которые являются лесосырьевой базой крупнейшего в стране Тосонцэнгельского деревообрабатывающего комбината. Абсолютные высоты наиболее высоких гор превышают 3000 м над ур. м, днища долин наиболее крупных рек и межгорные равнины расположены на высотах 1650–1800 м над ур. м. Хребет Тарбагатай находится в центральной части Хангайской горной страны. Он протянулся в широтном направлении и является

изучение представляет большой практический интерес. Изучение особенностей роста и естественного формирования молодняков позволит с помощью лесохозяйственных мероприятий обеспечить улучшение их состава, повысить производительность и сократить сроки выращивания насаждений.

В процессе формирования молодняков уменьшается общее количество деревьев и изменяется состав древостоев. В лиственных древостоях наибольший процент отпада деревьев наблюдается в возрастной период от 10 до 40 лет, а в период от 40 до 60 лет темпы естественного изреживания древостоя снижаются. В Центральном Хангае в лиственных молодняках наибольший процент отпада деревьев наблюдается в период от 40 до 50 лет. В насаждениях старше 50 лет темп естественного изреживания древостоев снижается. В Восточном Хэнтэ процесс интенсивного естественного изреживания наблюдается в возрастной период от 20 до 40 лет.

В березово-лиственных молодняках с возрастом значительно увеличивается процент участия березы за счёт вытеснения хвойных пород. В лиственно-березовых молодняках в течение всей фазы формирования молодняка (15–50 лет) сохраняется постоянный породный состав. Расположение деревьев по площади преимущественно групповое, характерное для фазы формирования молодняков, постепенно утрачивается (в чистых молодняках в большей степени, чем в смешанных) и показатели густоты деревьев в группах приближаются к среднему по насаждению.

При анализе структуры древостоев, следует обратить внимание на неприменимость закономерностей «нормального строения древостоя» по отношению к молодым сомкнутым лиственным насаждениям [3]. В молодняках кривая распределения деревьев по естественными ступеням толщины выходит далеко за границы кривой нормального распределения. Максимальное число стволов здесь приходится не на средние, а на низшие ступени толщины, в связи с чем кривая распределения деревьев снижается от низших ступеней толщины к высшим. Адекватное и эффективное сглаживание эмпирических кривых распределения достигается функцией вероятности плотности распределения Вейбулла с четырьмя параметрами: b , c , θ и e : $f(x) = c/b * [(x-\theta)/b]^{c-1} * e^{-[(x-\theta)/b]^c}$, $0 \leq x < \infty$, $b > 0$, $c > 0$, $\theta > 0$, где b – параметр масштаба, c – параметр формы, θ – параметр сдвига (местоположения), e – основание натурального логарифма Эйлера [2, 18]. Для распределения деревьев по морфологическим признакам характерна автокорреляция (рис. 2).

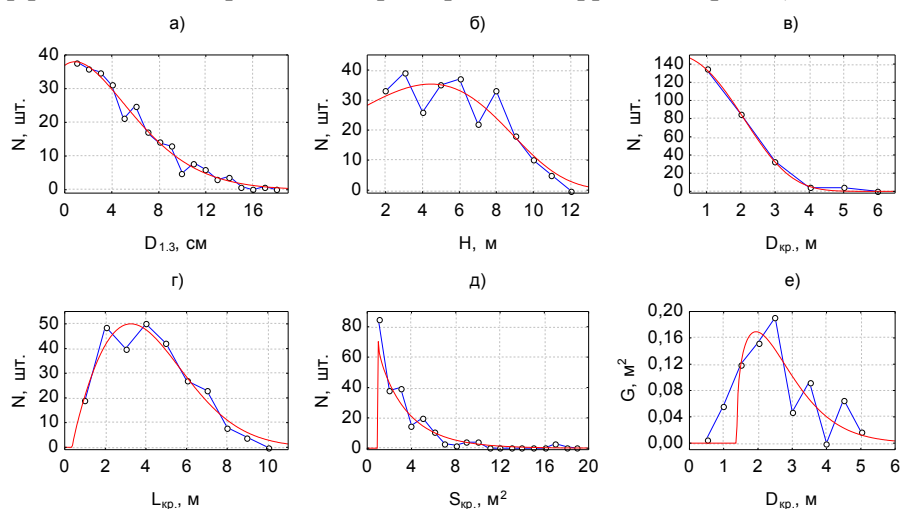


Рис. 2. Распределение деревьев лиственницы по морфометрическим показателям стволов и крон, аппроксимированное функцией Вейбулла: а) – $D_{1.3}$, б) – H , в) – $D_{кр.}$, г) – $L_{кр.}$, д) – $S_{кр.}$, е) – $Gf(D_{кр.})$.

Примечание. N – число деревьев; $D_{1.3}$ – диаметр ствола на высоте 1.3 м от его основания; H – высота дерева, $D_{кр.}$ – диаметр кроны; $L_{кр.}$ – длина кроны; $S_{кр.}$ – площадь кроны; G – площадь сечения ствола на высоте 1.3 м от его основания.

Морфологические показатели стволов и крон деревьев в насаждениях имеют значительное варьирование, но взаимная коррелированность признаков во всех случаях значима при уровне доверительной вероятности 95 % ($0.43 \leq R \leq 0.98$; $P = 95.00\%$) (табл. 1).

Таблица 1.

Корреляционная матрица (R) взаимосвязи морфометрических показателей деревьев в лиственничном насаждении					
Показатель	D _{1.3}	H	D _{кр.}	L _{кр.}	S _{кр.}
D _{1.3}	1.00	0.92	0.81	0.88	0.77
H	0.92	1.00	0.67	0.88	0.58
D _{кр.}	0.81	0.67	1.00	0.78	0.96
L _{кр.}	0.88	0.88	0.78	1.00	0.70
S _{кр.}	0.77	0.58	0.96	0.70	1.00
Среднее статистическое	4.8	5.4	1.6	4.0	2.6
Стандартное отклонение	3.47	2.47	0.84	1.93	2.81
Количество наблюдений	262	262	262	262	262

Зависимости между морфологическими признаками деревьев адекватно и эффективно аппроксимируются регрессионными уравнениями линейного, полиномиального, логарифмического и экспоненциального типа, что согласуется с законом аллометрии [19] (табл. 2).

Анализ возрастной структуры смешанных молодняков показал, что период формирования хвойной части безпожарных молодых насаждений более продолжителен по сравнению с послепожарными. Обычно он колеблется от 20 до 40 лет. Интенсивность возобновления лиственницы в течение этого периода невысокая, а весь процесс протекает относительно равномерно как под пологом древостоев, так и на вырубках.

Возраст лиственных древостоев, представленных, преимущественно, березой плосколистной (*Betula platyphylla* Sukacz.), как правило, равен величине периода после главной рубки. Их интенсивное возобновление ограничивается сроком 5-7 лет. В послепожарных молодняках заселение лиственных пород завершается весьма активно за 3-5 лет. Период заселения вырубок лиственницей, если имеются источники семян, обычно ограничивается 5-15 годами [2].

В послепожарных насаждениях создаются условия для формирования относительно однородных молодняков за счет выравнивания микросреды вырубок, пройденных сплошным огнем. Групповое размещение деревьев по площади заметнее выражено на возобновительном этапе.

Таблица 2.

Параметры уравнений множественной регрессии связи морфологических показателей деревьев в лиственничнике при уровне доверительной вероятности 95 % (уровень значимости $\alpha < 0.05$)

Коэффициент уравнения	Величина коэффициента	Стандартная ошибка коэффициента	T-критерий	P-уровень	Нижний доверительный порог	Верхний доверительный порог
$D_{1.3} = \exp(a + a_1 H + a_2 D_{кр.}) (R^2 = 0.827)$						
a	0.1894	0.065	2.9186	0.00	0.062	0.317
a ₁	0.2367	0.008	31.2820	0.00	0.222	0.252
a ₂	-0.0341	0.017	-1.9740	0.05	-0.068	-0.000
$D_{1.3} = \exp(a + a_1 H + a_2 L_{кр.}) (R^2 = 0.828)$						
a	0.1791	0.064	2.8104	0.01	0.054	0.305
a ₁	0.2384	0.008	31.0579	0.00	0.223	0.254
a ₂	-0.0135	0.006	-2.1389	0.03	-0.026	-0.001
$S_{кр.} = \exp(a + a_1 H + a_2 D_{кр.}) (R^2 = 0.331)$						
a	-0.3631	0.192	-1.8942	0.06	-0.741	0.014
a ₁	0.2275	0.023	10.1098	0.00	0.183	0.272
a ₂	-0.0424	0.052	-0.8118	0.42	-0.145	0.060
$S_{кр.} = \exp(a + a_1 D_{1.3} + a_2 H) (R^2 = 0.665)$						
a	-0.1033	0.090	-1.1448	0.25	-0.281	0.074
a ₁	0.1819	0.007	24.7095	0.00	0.167	0.196
a ₂	-0.0110	0.009	-1.2075	0.23	-0.029	0.007

В процессе формирования молодых насаждений изменяется общее число деревьев и состав древостоев. Короткий возобновительный период лиственных пород обуславливает кульминацию

числа деревьев в раннем возрасте (3-5 лет), в то время как кульминация численности лиственницы наступает значительно позже – в 10-20 лет. Естественный процесс дальнейшего формирования насаждений характеризуется неуклонным повышением доли лиственницы в составе древостоев с увеличением их возраста.

С лесоводственной и экологической точек зрения, в процессе дальнейшей сукцессионной смены лесной растительности в Северной Монголии предпочтительно формирование коренной ценопопуляции исходной породы-эдификатора – лиственницы сибирской, так как лиственничные фитоценозы более устойчивы к внешним воздействиям и лучше, чем лиственные (березовые, осиновые), выполняют защитные функции лесной экосистемы: водоохранные водорегулирующие, почвозащитные, средообразующие. Важен также и хозяйственный аспект – воспроизводство ресурсов древесины ценной хвойной породы, лекарственного и технического сырья, улучшение среды обитания лесных животных. Формированию лиственничного насаждения способствует комплекс мер содействия естественному возобновлению: рыхление почвы на глубину 12-15 см, посадка лесных культур.

Reference

1. Геология Монгольской Народной Республики. – Т. 1. Стратиграфия. – М.: Недра, 1973. – 584 с.
2. Данилин И.М. Структура послепожарных березняков на южном пределе распространения // Лесоведение. – 2009. – № 3. – С. 20–31.
3. Данилин И.М., Наурзбаев М.М., Цогт З. Ход роста древостоев псевдотаежных лиственничников в Центральном Хангае (Монголия) // Хвойные бореальной зоны. – 2010. – Т. 27, № 3–4. – С. 306–311.
4. Доржсурэн Ч. Антропогенные сукцессии в лиственничных лесах Монголии. – М.: Изд-во Ин-та проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, 2009. – 260 с. (Биологические ресурсы и природные условия Монголии: тр. Совместной Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции. Т. 50).
5. Доржсурэн Ч., Дугаржав Ч., Слемнев Н.Н., Ярмишко В.Т. Современное состояние лесных экосистем Монголии и проблемы их сохранения // Глобальные и региональные особенности трансформации экосистем Байкальского региона: материалы междунар. симпозиума. – Улан-Батор: Изд-во Ин-та ботаники академии наук Монголии, 2008. – С. 78–82.
6. Дугаржав Ч. Лиственничные леса Монголии (современное состояние и воспроизводство): автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.03.03/03.00.16. – Красноярск: Изд-во Ин-та леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 1996. – 59 с.
7. Карта лесов Монгольской Народной Республики (М 1:1500000). – М.: ГУГК МНР и ГУГК СССР, 1983.
8. Коротков И.А. Географические закономерности распределения лесов в Монгольской Народной Республике // Ботанический журнал. – 1976. – Т. 61, № 2. – С. 145–153.
9. Леса Монгольской Народной Республики (география и типология). – М.: Наука, 1978. – 128 с.
10. Леса Монгольской Народной Республики (хозяйственное использование). – М.: Наука, 1980. – 148 с.
11. Леса Монгольской Народной Республики (лиственничные леса Центрального Хангая). – Новосибирск: Наука, 1983. – 149 с.
12. Леса Монгольской Народной Республики: Лиственничные леса Восточного Хэнтэя. – М.: Наука, 1988. – 176 с.
13. Савин Е.Н. Лесовосстановление светлохвойных лесов МНР (природа лесовозобновления, лесоводственные мероприятия): дис. в форме науч. докл. ... д-ра с.-х. наук: 06.03.03. – Красноярск: Изд-во Ин-та леса и древесины СО АН СССР, 1985. – 50 с.
14. Цогт З., Доржсурэн Ч., Слемнев Н.Н., Ярмишко В.Т. Опыт оценки биологической продуктивности псевдотаежных лиственничников Центрального Хангая (Монголия) // Растительные ресурсы. – 2012. – Т. 48, вып. 2. – С. 303–310.
15. Цэдэндаш Г. Лесная растительность Хэнтэйского нагорья: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Улан Батор: Изд-во Ин-та ботаники академии наук Монголии, 1993. – 23 с.
16. Анализ структуры и продуктивности подтаежных пойменно-долинных нарушенных лесных сообществ в Северо-Восточном Хангае (Монголия) / В.Т. Ярмишко и др. // Растительные ресурсы. – 2008. – Т. 44, вып. 4. – С. 66–78.
17. Ecosystems of Mongolia. Atlas. – Moscow: Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, 2005. – 48 p. (на английском языке).
18. StatSoft. Statistica 8.0. Электронный пeчyпc // URL: <http://www.statsoft.com/#>.
19. West G.B., Brown J.H., Enquist B.J. A general model for the structure and allometry of plant vascular systems // Nature. – 1999. – V. 400, № 6745. – P. 664–667.

ЭТНОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ГЕОЭКОСИСТЕМ

©Джаналеева Г.М., Инкарова Ж.И., Озгелдинова Ж.О., Мукаев Ж.Т., Асылбеков К.М.
Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

ETHNOECOLOGICAL FEATURES OF GEOSYSTEM DEVELOPMENT

©Dzhanaleeva G.M., Inkárova Zh.I., OZgeldinova Zh.O., Mukaev Zh.T., Asylbekov K.M.
L.N. Gumilev Eurasian national university, Astana, Kazakhstan

Abstract: In the past few years, geographical sciences saw the development of interdisciplinary discipline, studying cultural aspects of physical geography, ethnocultural landscapes, ethnocultural foundations of geocology etc. Most attention is paid by modern physical geography to the issues of habitat of biosphere elements, including the human being as the main object of study. The significant issues of modern geocology are attributed to the change of different components of natural environment occurring under the impact of the human activities. Abrupt increase of the Earth population led to the so-called technogenic effect – climate change, destruction of landscape productivity, reduction of the primary biomass and negative change of the chemical composition of water and air.

Key words: geocology, ethnoecology, ethnography, geocosystem

Введение

Формирование зон экологической напряженности межкомпонентных связей внутри ландшафтов невозможно объяснить без анализа и учета сложнейших причинно-следственных связей, вызванных влиянием антропогенеза. Геоэкологическая составная тут очевидна. Кризисный и катастрофический характер негативных изменений природной среды в зонах экологического напряжения в Северо-восточном Прикаспии с нефтегазозаботкой, Восточно-Казахстанском горно-рудном блоке с добычей сырья, на территории Северного Казахстана с урановыми месторождениями, в Костанайском блоке с железорудным месторождением и т.д. Разрушение межкомпонентных связей внутри геоэкосистем связано с естественными природными связями, на которые накладывается антропогенный пресс. К последнему относятся не только экономико-социальные признаки, но и этнические особенности населения, образ жизни людей, населяющих данную территорию. Особое влияние на функционирование геоэкосистем Казахстана имеют прошлый кочевой образ жизни этноса и методы использования природно-ресурсного потенциала. В советское время закономерно развивались принципы отгонного животноводства, разработанные вековыми традициями этноса, которые сохраняли высококачественную продуктивность отраслей животноводства (овцеводства, верблюдоводства, коневодства) [1].

С начала развития геоэкологического направления в географии мало обращается внимания на оценку последствий сложных взаимодействий природных компонентов, вызванных кочевым образом жизни, традициями казахского народа. До сих пор не созданы методики оценки этого влияния, картографические модели оценки геоэкологического состояния территорий, измененных образом жизни людей, занятых животноводством.

Следует отметить, что этнические и этнологические особенности казахского народа, процессы цивилизационного развития этноса влияют на формирование геоэкологических ситуаций регионов с зонами экологического напряжения. Помимо этого следует отметить традиционные отличия процессов природопользования населения южных регионов с развитыми очагами садоводства, овощеводства и поливного земледелия от регионов рыболовства или отгонного животноводства. Изучение влияния принципов использования природно-ресурсного потенциала на геоэкологическую ситуацию таких территорий требует дополнительных методологических подходов, помимо традиционного ландшафтного и геосистемно-бассейнового подходов к изучению природных комплексов.

Изученность проблемы

В настоящее время изучением взаимоотношений природы и человека занимаются не только физическая география и геоэкология. Часто вопросы изучения взаимодействия человека и природной среды относятся к социоэтнокультурной проблеме.

Новые научные направления, развивающиеся на стыке физической географии и геоэкологии, относятся часто к гуманитарно-естественным – этнокультурное ландшафтоведение, социоестественная история, историческая палеоэкология, этнокультурное природопользование и др. Все вышеназванные направления должны развиваться на стыке ландшафтоведения и геоэкологии.

На фоне взаимодействия геоэкологии и культурологии, социологии, медгеографии и экологии человека развивается новое направление – экологическая антропология (часто этническая экология), развивающееся в развитых странах запада и востока. Основополагающим звеном этого направления является изучение физико-географических свойств среды, влияющих на формирование этноса и его развитие. Разные этнические группы по-разному влияют на среду. Гуманитарные подходы этой проблемы развивают антропологи, историки и др. В зарубежной геоэкологии и географии развиваются направления, изучающие проблемы формирования этнопсихологических параметров

населения на основе не только природных и ландшафтных особенностей, но и традиций, обрядов и обычаев. Последние признаки в человеческом обществе связаны с особенностями компонентов природной среды: подземными и поверхностными водами, климатом, рельефом и др. [2].

В прошлые века этнические особенности были тесно связаны с социально – экологическими признаками. В настоящее время в связи с тесной взаимосвязью компонентов окружающей среды с взаимодействием социальных групп особо важным является выявление антропогеоэкосистем, сформированных под воздействием этнических особенностей народа.

Антропогеоэкосистему следует рассматривать как составную часть геоэкосистем, выявление которой требует аналитический подход к ее изучению как совокупную единицу природной и антропогенной среды, а параметры антропогенеза как социально- хозяйственной среды. Это наиболее правильный и логически верный подход к исследованию современного состояния природно-антропогенной среды.

С начала XXI в. географы и геоэкологи выявляют геоэкосистемы, сформированные под воздействием как природно-антропогенных, так и экономико-социальных факторов, интенсивно влияющих на преобразование окружающей среды. Такие преобразования и трансформации носят временный этнофациальный характер и имеют как позитивный, так и негативный характер. Следует отметить, что изменение геоэкосистем носит интегральный характер, где доминирующим фактором является жизнедеятельность человека во всех сферах географической оболочки [3].

Географы и геоэкологи нашей страны не увлекались определением роли взаимовлияния и взаимосвязей физико-географических и экономико-географических, социально-экологических и этно-медико-географических проблем. В качестве природно-территориальной единицы мы предлагаем интегрированную геоэкосистему, которая вбирает в себя все вышеназванные признаки. Джаналеева Г.М. трактует антропогенную геоэкосистему как целостную и территориально-локализованную совокупность природных, технических и социально-культурных явлений, сформировавшихся в результате объединенного действия природных процессов и созидательной деятельности людей [4]. По мнению автора, эколого-антропогенный подход исследований актуализирует гуманитарное начало антропогенных геоэкосистем. Следует иметь в виду, что геоэкосистема, как основной объект изучения тесно позиционирует с негативными экологическими процессами, что хозяйственно-антропогенные территориальные комплексы часто выходят за пределы рационального природопользования. В условиях современных производственных взаимоотношений и этнических особенностей производственных сил развитие и эволюция геоэкосистем на аридных территориях Казахстана носят схоластический характер, зависящий от мезоклиматических особенностей последних лет. Примером могут служить сенокосные пойменные луга, находящиеся под техногенным прессом, альпийские луга, утратившие в последние годы естественный природно-ресурсный потенциал и др.

Постановка проблемы

В настоящее время геоэкологические подходы к изучению новых природно-антропогенных образований требуют новой методологической ориентации. Ландшафтно-региональный подход часто подменяется эколого-геоботаническим. Формально по принципам эколого-геоботанического подхода выявляются средообразующие фактор, влияющие на функционирование геоэкосистем. В настоящее время часто подменяют геоэкосистемный подход к изучению природной среды геоботаническим, который по характеру методических приемов не может подменить комплексный географический подход. В трактовке современных географов сегодняшнее изучение природной среды не может происходить без глубокого анализа и синтеза социально – экономических факторов с применением этногеоэкологических приемов. Динамика и эволюция геоэкосистем оценивается не только по свойствам природной среды, но и ее ответной реакции, т.е реакции природно-антропогенной среды на происходящие изменения.

Этногеоэкологические изменения природной среды влияют на качество и свойства геоэкосистем, динамически изменяющихся в пространственно-временном отношении [5].

Кочевой образ, сопровождающий хозяйственное использование водно-земельных ресурсов в течение многих веков, слабо изменял основные параметры геосистем в силу использования принципов рационального природопользования, сложившихся у населения вековыми традициями и

обычаями. Особо важное значение имеют вековые традиции по бережному отношению к водным ресурсам и к земельным угодьям.

Интенсивное использование водно-земельных ресурсов во время социалистического способа производства, резкое увлечение площадей сельскохозяйственных угодий, поголовья животноводства уничтожило национальные способы производства в сельском хозяйстве, особенно в отраслях животноводства. Эти и другие причинно-следственные связи привели к резкому снижению сельскохозяйственной продукции.

Резкое снижение выхода сельскохозяйственной продукции связано с уничтожением вековых традиций этнопсихологического характера к использованию воды, строительству ирригационных систем, запруд, водохранилищ, каналов. В настоящее время в связи с переходом на рыночную экономику и частный способ производства изменения природной среды носят чисто этнологический характер, связанный с прошлым кочевым образом жизни, элементы которого сохранены до сегодняшнего дня.

Г.Н. Голубев акцентирует особое внимание на определенном анализе экономических и социально – экологических факторов и их анализ на основе традиционных методов производства, влиянием на развитие геосистем [2].

Геэкологические и ландшафтно-экологические изыскания на территории Республики Казахстан должны базироваться на определенных алгоритмах, где геэкологическое качество и состояние территории выявляются на основе изучения влияния традиционного векового ведения хозяйств и новых отраслей промышленности и сельского хозяйства, развивающихся в XXI веке.

Современные геосистемы Казахстана со сложившимися геэкологическими ситуациями привязаны к доминирующим физико-географическим процессам и особенностям рельефа, почвенно-растительного покрова, поверхностных и подземных вод. Геосистемы бассейновых территорий отражают особенности и социально-экономические дифференциации, зависящие не только от традиционных методов ведения хозяйства и факторов антропогенеза, но и от этносоциальных признаков [6].

Невяжский И.И. развивает понятие этносоциальных природно-хозяйственных систем, объединенных пространственно-временными особенностями, внутренняя структура которых изменена социально-этническими особенностями населения, проживающего на данной территории [3]. По Алексею В.П. концепция антропогеоценозов представляет собой новую группу методологических приемов по изучению ответной реакции геосистем на факторы современного техногенеза [7]. Антропогеоценозы бассейновых территорий представляют собой объединенные группы геосистем на уровне региональных ландшафтов, сформированных этническими признаками населения. Например, к ним мы относим огромные территории такыров после хозяйственной деятельности, вторичные пойменно-луговые сообщества после заливных лугов, вторичные пойменные леса вдоль крупных рек, камышево-тростниковые заросли после вырубки сырья для чиевого хозяйства. На ранних этапах развития нашего этноса такие изменения фиксировались только на внутриводосборных территориях в силу небольшой плотности населения.

Для более подробного изучения динамики антропогеоценозов в пространственно-временном отношении необходимо введение нового термина «этноэкосистема». Изучение трансформации этноэкосистем необходимо для определения влияния характера социобытовых признаков, на их специфику, формирование которых зависит не только от факторов техногенеза и влияния факторов традиционного ведения хозяйств коренного населения, т.е. этнических свойств жителей. Сформированные и развивающиеся в таких условиях геосистемы, не имеющие между собой генетической привязанности и объединенные только характером их использования на равнинных пространствах страны должны иметь общие принципы их выявления и картирования. Требуют разработки и теоретические предпосылки к изучению геосистем, конкретных территориальных единиц в геэкологических исследованиях.

Концепция современных геосистем – основа для выявления этноэкосистем, дополняющих этнокультурный анализ в физической географии и геэкологии. Наиболее теоретически обоснованной единицей для комплексного регионального геэкологического анализа может служить понятие геосистемы. При использовании геосистемно-бассейнового подхода к изучению

– а) рациональное и правильное использование пастбищно-сенокосных угодий разных территории - от равнин песчаных массивов до горных джайлау в условиях отсутствия госсектора в сельском хозяйстве и доминирования частной собственности на водно-земельные, растительные ресурсы и животное население; б) социально-гуманитарная культура казахов, эволюционирующих в условиях огромных пространств и аридного климата факторы которых и сформировали современные «этногеоэкосистемы»; в) религиозно-исторические факторы, определившие изначально бережное отношение к представителям флоры и фауны, особенностью которых является экологическая адаптация современных этногеоэкосистем к быстро изменяющимся параметрам их этнического качества, так как структура и их функционирование зависит от образа жизни этноса.

В каждом регионе страны и казахского этноса формируется особая модель взаимодействий между природой и человеком хозяйствующим, складывается особый тип соционормативной и гуманитарной культуры, включая религиозно-философские концепции, в последствии влияющие на системы природопользования и регулирующие антропогенную нагрузку на природную среду. Внутренние взаимоотношения между структурами этногеоэкосистем, подвергнутых антропогенному влиянию традиций этноса, слабо изучены. Исследования этих процессов основываются на тривиальной основе использования пастбищ и сенокосов, сельхозугодий без учета традиционных национальных особенностей (сезонные пастбища, пространственно-временные взаимоотношения этноэкосистем на джайлау и т.д.).

При ландшафтном анализе, выявление и выделение основных типологических единиц необходимо подвергнуть исследовательским работам социокультурный пласт (каркас основу) региона, национально-этнические, психологические особенности территории нашей страны, традиционные взаимоотношения использования водно-земельных ресурсов и охрана памятников природы, исторических мест, археологических раскопок, мест культовых захоронений и т.д. Развитие геоэкосистем территории нашей страны на основе культурных традиций выполняли и адаптивные и саморегулирующие функции. Население огромных равнинных пространств Казахстана во все исторические времена развивалось в условиях высокой биологической продуктивности пастбищ и сенокосов, а южные предгорные окраины – сельскохозяйственной продукции на древних ирригационных землях. Внутрижуровские общественные процессы были тесно связаны с состоянием региональных и локальных особенностей геосистем, развивающихся под воздействием геоморфологических особенностей северных, центральных, восточных, западных и южных окраин нашего государства. Именно, вышеперечисленные особенности развития геоэкосистем предопределили характер их эволюционного развития, где для кочевников основным фактором развития общественных отношений являлись рельеф, климат, почвенно-растительный покров, животное население.

Выводы

Кочевой образ казахского этноса в древности сформировал этнические геоэкосистемы, развитие которых чрезвычайно сильно зависело от всех общественных процессов и от состояния природных сред.

Современные теоретические и методологические подходы к изучению природной среды с геоэкологических позиций возможны только при изучении влияния традиционных форм использования природно-ресурсного потенциала.

В новых условиях геоэкологической среды изучение различных свойств социогеоэкосистем нашей страны возможно только с учетом традиционных методов землепользования в различных частях государства, так как методологические аспекты природопользования различны.

Reference

1. Джаналеева Г.М. Теоретические и методологические проблемы географии. - Астана, 2008. – 360 с.
2. Голубев Г.Н. Геоэкология: учебник для вузов. - М., 1999. - С. 6-15.
3. Невяжский И.И. Природопользования как наука и место этносоциальных природоохозяйственных систем в ней // Вестник МГУ. Сер. 5. География. - 1980. - № 4. - С. 41-46.
4. Джаналеева Г.М. Физическая география Казахстана. - Алматы, 2010. – 450 с.
5. Николаев В.А. Социоестественная история азиатских степей // Аридные экосистемы. - 1997. - Т.3, № 6-7. - С. 85-92.
6. Алексеева Н.Н. Этнокультурные аспекты геоэкологии // Вестник МГУ. Сер. 3. - 2010.
7. Алексеева В.П. Соотношение природных и этнокультурных рубежей // Этнос и среда обитания. - М., 2009. - Т. 1. - С.95-110.

8. Антипова А.В. Вмещающий ландшафт // Ландшафт и этнос. Сер. Социоестественная история. - М.: АБРАН, 1999. - Вып. 13. - С. 16-32.
9. Исаченко А.Г. Проблемы взаимоотношения природных и общественно-территориальных систем. - М., 2004. - Т. 136, вып. 1. - С. 3-8.
10. Исаченко А.Г. Географический детерминизм – конструктивная научно-мировоззренческая концепция. - М., 2004. - Т.136. - С. 8-15.
11. Козлов В.И. Основные проблемы этнической экологии // Советская этнография. - 1983. - № 1. - С. 5-15.

СОСНОВЫЕ БОРЫ НА ПЕСКАХ МЕЖДУРЕЧЬЯ СЕЛЕНГИ И ЧИКОЯ

©Дубовикова С.В. (Lana0263@yandex.ru)
Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ, Россия

PINERI (ON SANDS) BETWEEN THE RIVER SELENGA AND CHIKOY

©Dubovikova S.V. (Lana0263@yandex.ru)
Buryat State University, Ulan-Ude, Russia

Abstract: Features of natural pine forests whose formation and expansion are related with sands are considered. The necessity of their monitoring is due to their forest amelioration, forestry, recreation and nature-conservative importance.

Key words: pine forests, sands, mountain dry steppes.

Сосновые боры на песках распространены в правобережной части р. Селенги и почти полностью отсутствуют в левобережной. Они приурочены к местам скопления песчаных толщ различной мощности. Специфика ландшафтно-географических условий определяется расположением территории в центре азиатского региона в условиях резко континентального климата и горно-котловинного рельефа. По районированию Дамбиева Э.Ц. 2000г., рассматриваемая территория расположена в области Забайкальской среднегорно-плоскогорной и забайкальских котловин в Селенгинской среднегорной провинции и относится к округу – южный котловинный степной и лесостепной.

Климат района характеризуется резкой континентальностью, большими годовыми и суточными колебаниями температур, суровой малоснежной зимой, теплым летом, с осадками приходящимися на вторую половину вегетационного сезона, частыми весенними засухами. В котловинах континентальный климат усиливается до ультра-континентального.

В междуречье Селенга – Хилок, где горные гряды и цепи низкие и, таким образом, не являются значительной преградой к господствующим северным и северо-западным ветрам, пески легко перевеваются через водоразделы и покрывают чехлом различной мощности не только склоны, но и вершины гор. Свободными от них оказываются лишь наиболее высокие вершины [6].

Территории сосновых боров расположены среди горных сухих степей. На более возвышенных участках граничит с горными степями и горными лесостепями. В пределах междуречья самое широкое распространение имеют сосновые боры с травяным покровом из большого количества степных растений, развивающихся в условиях большой сухости и тепла. Почва состоит из боровых песков и подзолисто-песчаных [4]. Поверхностные водотоки в сосновых борах имеют чрезвычайно редкую сеть. Ручьи не достигают основных водотоков, слепо заканчиваются, теряясь в песчаных толщах (Суджа, Кяхта, Нижний Ботый).

По геоботаническому районированию М.А. Рещикова исследуемая территория входит в Кяхтинский песчано-боровый округ и не подразделяется на районы. Характеризуется широким распространением песков. Растительный покров представляет из себя сочетание сосновых боров по возвышенностям, мятликовых и смешанно-злаково-мятликовых степей на переходных участках, караганниковых кустарниковых степей на зарастающих песках [5].

В междуречье на песчаных массивах средних и высоких террас рек и на плоских шлейфах распространены караганниковые степи с курильским чаем (по долине р. Чикой в окрестностях сел Киран и Харлун, на р. Кудара у с. Ивановка). Основными компонентами таких степей являются: кустарники – карагана карликовая, мелколиственная; травянистая растительность – змеевка, тонконоги, мятлики и бедное разнотравье, состоящее из чабреца, лапчатки бесстебельной, полыни холодной и др. [3].

Котловины и межгорные понижения наиболее антропогенно-преобразованные территории т.к. здесь сосредоточены основные транспортные коридоры, на которые нанизаны населенные пункты, здесь же расположены основные промышленные предприятия и осуществляется сельскохозяйственное производство.

В данной местности проявляется ускоренная эрозия, которая является следствием интенсивного использования земли без соблюдения противоэрозионных мероприятий (распашка склонов, сплошная вырубка лесов, нерациональное освоение девственных степей, неурегулированный выпас скота, приводящий к уничтожению естественной травянистой растительности).

Антропогенная деятельность является основным фактором образования и распространения подвижных песков, которые в основном приурочены к населенным пунктам, транспортным коммуникациям и пахотным угодьям. Обширные площади развеваемых песков расположены в урочище Бурдуны и южнее села Усть-Кяхта, окрестности села Большой Луг, которые оказывают неблагоприятное воздействие на прилегающие ландшафты.

Объективными условиями развития этих процессов является легкость мехсостава почв, засушливость котловинного климата, существование сильных перегляционных ветров, ливневый характер атмосферных осадков, маломощность биогенного слоя. Распашка большого количества эрозионно-опасных земель без применения противоэрозионных мер, интенсивный круглогодичный выпас скота на пастбище сенокосах и по стерне вызвали усиление ветровой и водной эрозии почв [2].

Местная ветровая эрозия проявляется и зимой, когда сильные ветры сдувают снег. В этом случае почва на оголенных участках, прежде всего на выпуклых склонах, быстро теряет влагу и разрушается воздушными потоками.

Среди сухой степи, приуроченной к участкам с уплотненными песками, в Кяхтинском районе наблюдаются овраги ветвящейся формы и эрозионные промоины, длиной 0,5 – 1 км, глубина – 1, - 3 м и ширина доходит до 10 м. В сосновых борах широко распространен плоскостной смыв, которому благоприятствует наличие уклонов и отсутствие сомкнутого растительного покрова. Эоловые процессы в сосновых борах можно встретить по колеям дорог и где по какой-то причине уничтожен древостой.

В Кяхтинском районе расположен огромный район развеваемых песков размерами 5 км в длину и 10 км в ширину, близ села Мурочи восточнее горы Большой Кумын, носящий название Манхан-Элесу или же зыбучие пески (Базаров, 1957). 50 лет назад Д.Б. Базаров указывал, что сосновые боры южных районов (междуречья Селенга – Хилок) давно потеряли промышленное значение и важны исключительно для укрепления песков и в водоохранном отношении [1].

Таким образом в междуречье р. Селенга и р. Чикой сосновые боры до сих пор сильно страдают от беспощадных рубок частых пожаров, чаще всего эрозия возникает при нарушении целостности растительного покрова и уменьшении лесопокрываемых площадей ниже критической величины.

Особое значение в районах с недостаточным увлажнением имеют лесные насаждения. Они являются объектами многофункционального значения: для сохранения влаги, противоэрозионного и создания ветроломного эффекта, оздоровления окружающей среды и т.д. Однако в любом случае сосновые боры выполняют свою важнейшую лесомелиоративную функцию и должны находиться под особым контролем с целью уменьшения влияния таких негативных факторов, как пожары и несанкционированные рубки. Также необходима разработка комплекса мероприятий, которые позволят поддерживать оптимальные условия для устойчивого развития природных комплексов степных боров и их рационального использования.

Reference

1. Базаров Д.Б. Четвертичные отложения и основные этапы развития рельефа Селенгинского среднегорья. – Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во, 1968.-166 с.
2. Дамбиев Э.Ц. Степные ландшафты Бурятии. - Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2000.-198 с.
3. Намзалов Б.Б. Степи Южной Сибири. Новосибирск; Улан-Удэ, 1994. - 309 с.
4. Ногина Н.А. Почвы Забайкалья. - М.: Наука, 1964.-314 с.
5. Решиков М.А. Степи и луга южных аймаков БМАССР // Материалы по изучению производительных сил Бурят-Монгольской АССР. - Улан-Удэ: Бурят-Монг. кн. изд-во, 1954. — Вып. 1. — С. 413- 425.
6. Фадеева Н.В. Селенгинское среднегорье. - Улан-Удэ: Бурят. кн.изд-во, 1963.-169 с.

АЛГИНСКАЯ СИСТЕМА ОЗЕР КАК УНИКАЛЬНАЯ ЭКОСИСТЕМА ЗАБАЙКАЛЬЯ И ЕЕ СОХРАНЕНИЕ

©Елаев Э.Н.¹ (elaev967@yandex.ru), Дондупова Н.Б.², Жалсараева М.А.³

¹Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ, Россия

²РУО Курумканского района Республики Бурятия, с. Курумкан, Россия

³Баянгольская средняя школа, с. Баянгол, Россия

THE ALGA LAKES SYSTEM AS THE UNIQUE ECOSYSTEM OF TRANSBAIKALIA AND ITS CONSERVATION

©Yelayev E.N.¹ (elaev967@yandex.ru), Dondupova N.B.², Zhalsarayeva M.A.³

¹Buryat State University, Ulan-Ude, Russia

²Department of Education in Kurumkansky region of the Republic of Buryatia, vill. Kurumkan, Russia

³Bayangol'sky school, vill. Bayangol, Russia

Abstract: The article describes the Alga lakes and springs, located in the Barguzin river basin. It provides their physical and chemical characteristics as well as the structure of the biota in this unique ecosystem. It also proposes particular measures for their conservation.

Key words: Alga springs, Alga lakes, Transbaikalia, ecosystem, biota, ways of conservation.

Баргузинская котловина – один из крупных водосборных бассейнов озера Байкал, относящийся к Байкальской рифтовой зоне. Формирование химического состава вод котловины связано с геологическими и геоморфологическими структурами, гидрологическими характеристиками, деятельностью биоты водной толщи и донных отложений минеральных источников, родников, рек, болот, озер и антропогенным влиянием на водоемы и прибрежные ландшафты.

Алгинский источник выходит на северной окраине села Алга, в 35 км от п. Баргузин. По химическому составу вода источника сульфатная кальциево-натриевая горячинского типа. Температура воды 23°C, минерализация 0,6 г/дм³. Дебит источника составляет около 1.3 л/сек. Источник выходит на берег полностью заросшего и заболоченного озера. Хотя вода Алгинского источника имеет невысокую температуру. Она обладает значительным бальнеологическим эффектом, благодаря высокому содержанию радона (15 эман), широкому набору микроэлементов в высоких концентрациях (литий, рубидий, стронций, алюминий, титан, никель) и значительного запаса лечебной грязи. Родниковая воронка хорошо выраженная, изометричная, диаметром около 1 м и глубиной 0.7 м. Дно воронки сложено песком, перемешанным с илом черного цвета из-за обильных органических остатков.

О площадной разгрузке свидетельствует также ряд источников, расположенных в пределах болота между оз. Бол. Алгинским и коренным юго-западным бортом. Температура воды этих источников 17-20°C, состав воды сульфатный кальциево-натриевый. Аналогичный состав и минерализацию имеет и вода Алгинского источника, газонасыщенность ее 38.7 об. %, состав растворенного газа преимущественно азотный (85.1 об. %). В ней содержатся водород (0.007 об. %), аргон (1.42 об. %), гелий (0.013 об. %) и несколько повышенное содержание кислорода (13.3 об. %), что свидетельствует о разбавлении термальных вод грунтовыми.

Алгинские озера натриевые по своему составу. Площадь их распространения приурочена к одноименной впадине неогенового возраста, отделенной от основной Баргузинской впадины продолжением Алгинского отрога Икатского хребта. В настоящее время происходит тектоническое опускание фундамента впадины, разбитого на мелкие блоки, о чем свидетельствуют рисунок рельефа, конфигурация, расположение озер и наличие болот.

Алгинское Большое озеро находится в 3 км севернее с. Алга, у восточного склона горы Кладовой. Площадь озера составляет 108.4 га, глубина достигает 1.5 м. Температура воды в летний период около 21°C, pH – 9.6. Вода сульфатно-гидрокарбонатная натриевая. Минерализация 45-50 г/дм³. В юго-восточной части озеро соединено проливом с Малым Алгинским озером. Берега озера открытые. С юго-запада к озеру вплотную примыкают болота, в которых берут начало ключи, обеспечивающие устойчивый приток воды в озеро. На севере и северо-западе болота отделены от озера песчаными увалами, возвышающимися на 2-3 м над уровнем воды. Дно озера в северо-западной его части устлано песком и только в западной его части имеются небольшие отложения ила, мощностью 0.5 м. Вода солоноватая.

Алгинское малое озеро отделено от оз. Большого Алгинского перемычкой. Высота перемычки до 1 м и ширина 70-80 м. Площадь озера 2,9 га. Вода сульфатно-натриевая. Окружающая местность во время дождей превращается в болото, а в засушливое время покрывается выцветами солей. Режим озера неустойчив. В засушливое время оно обычно пересыхает и, лишь, в южной его части остаются две лагуны, наполненные высокоминерализованной рапой, а дно пересыхающей части водоема обычно покрывается слоем рыхлой новосадки мирабилита, который с поверхности обезвоживается и сдувается ветром. Под слоем рыхлой новосадки залегает слой ила и перемешанный песок с кристаллами мирабилита. В дождливое время количество воды в озере сильно увеличивается.

Алгинские озера, окружающие их болота и заболоченные земли, термальные источники представляют единый гидроминеральный комплекс общей площадью около 15 км². Формирование сульфатного натриевого состава солоноватых и рапных озер обусловлено сочетанием трех факторов – тектонических условий впадины, климата и состава термальных вод. На юго-западе этот комплекс ограничен Алгинским отрогом, на юге – подножием Икатского хребта. Сток горной реки Алги на предгорной равнине поглощается рыхлыми отложениями и переходит в подземный, питающий болота.

Концентрация углеводородных соединений в воде озер составляет в среднем 0,10 мг/л. Максимальная их величина 0,14 мг/г отмечены в оз. Большое Алгинское, в донных отложениях наибольшие концентрации определены в оз. Большое Алгинское 0,20 мг/г.

Исследуемые содово-соленые озера невелики, мелководны и имеют относительно малые площади (табл. 1). Вода озер имеет высокие показатели рН и минерализации.

Значения минерализации воды озер в период исследований (октябрь, 2010 года) варьировали от 12 г/л до 26 г/л. В период отбора проб показатели температуры воды в озерах колебались от +10 до +12⁰С. Значения рН воды в исследованных озерах находились в щелочной области и варьировали от 8,9 до 9,4.

Таблица 1.

Морфометрические и физико-химические показатели воды исследуемых озер

Озеро	Местоположение	Дата анализа	h, м	S, км ²	t ⁰ С	рН	М, г/л
Алгинское Большое	Баргузинский р-н, Республика Бурятия	октябрь, 2010	1,5	1,08	+12	8,9	12
Гуджирганское	Баргузинский р-н, Республика Бурятия	октябрь, 2010	0,8	0,30	+10	9,4	26

Примечание. h – глубина озера; S – площадь озера в момент исследования; М – минерализация; прочерк - нет данных

Изучение ионно-солевого состава исследуемых озер показало, что их характерной особенностью является преобладание в них ионов натрия (табл. 2). В водах озер Алгинское Большое и Гуджирганское содержание ионов калия составляло 45 и 5709 мг/дм³, ионов кальция 104 и 48 мг/дм³, ионов магния 57,6 и 283 мг/дм³, соответственно.

Таблица 2.

Катионно-анионный состав воды исследуемых озер, мг/дм³

Озера	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl
Алгинское Большое	45	684	104	57,6	2,4	73,2	1260	108,45
Гуджирганское	5709	17600	48	283	600	2074	18900	3795,62

По анионному составу в обоих исследуемых озерах установлено преобладание сульфат-ионов, их концентрации были равны 1260 мг/дм³ (оз. Алгинское Большое) и 18900 мг/дм³ (оз. Гуджирганское). Хлориды - постоянный компонент воды. Содержание хлорид-ионов в озерах колебалось от 108,45 до 3795,62 мг/дм³. Концентрация гидрокарбонатов в водах исследуемых озер варьировала от 73,2 до 2074 мг/дм³. Содержание карбонат-ионов в озерах колебалось от 108,45 мг/дм³ (оз. Алгинское Большое) до 3795,62 мг/дм³ (оз. Гуджирганское).

В настоящее время рассолы этих озер используются местным населением для лечения различных заболеваний, особенно заболевания кожных покровов и желудочно-кишечных болезней.

В результате проведенного 2010-2011 гг. исследования выявлена достаточно полная структура населения животного населения, характерная для экстремальных водных систем, включающая следующие экологические группы живых организмов: продуценты – рдест (*Potamogeton sp.*), камыш

(*Scirpus sp.*), тростник (*Phragmites australis*), пузырчатка обыкновенная и средняя (*Utricularia vulgaris* & *Utricularia intermedia* Hayne.); консументы I порядка – волосатик обыкновенный (*Gordius aquaticus*), прудовик (*Limnaea sp.*), катушка завернутая (*Anisus vortex*), бокоплав озерный (*Gammarus lacustris*), мухи-береговушки (*Ephydra sp.*), плавунец окамленный (*Dytiscus marginalis*), водяной скорпион (*Nepa cinerea*), гамарус (*Gammarus sp.*); консументы II порядка – голянь речной (*Phoxinus phoxinus*), консументы III порядка – чернозобая гагара (*Gavia arctica*), большая поганка (*Podiceps cristatus*), чирок-свистунок (*Anas crecca*), гоголь (*Bucephala clangula*), луток (*Mergus albellus*), горная трясогузка (*Motacilla cinerea*), белая трясогузка (*Motacilla alba*). Среди редуцентов выявлены три физиологические группы бактерий (табл. 3):

Таблица 3.

Максимальная численность бактерий-деструкторов в Алгинских озерах (кл/мл)

Озеро	Проба	амилолитики		целлюлолитики		протелитики	
		аэробы	анаэробы	аэробы	анаэробы	аэробы	анаэробы
Алгинское	Вода	10 ⁵	10 ⁷	10 ⁹	10 ⁷	10 ⁵	10 ⁶
	Ил	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁷	10 ⁷		
Гуджирганское	Вода	10 ⁵	10 ⁴	10 ⁸	10 ⁶	10 ⁵	10 ⁶
	Ил	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁷	10 ⁷		

Таким образом, подобные экосистемы отличаются невысоким таксономическим и экологическим разнообразием составляющей биоты, подверженностью влиянию как абиотических, так и антропогенных факторов. Биотические экологические факторы в таких экстремальных экосистемах играют второстепенную роль. Для сохранения этой уникальной системы мы предлагаем проведение следующих природоохранных мероприятий:

1. С целью организации ежегодного мониторинга за состоянием изучаемой экосистемы создать сезонный (на весенне-осенний период) школьный микрозаказник с привлечением к исследовательской и природоохранной работе школьников.
2. Придать данной территории статус ключевой орнитологической территории республиканского масштаба, учитывая пролегание через эту озерную системы пролетного пути северных видов.
3. Регулярно проводить эколого-просветительскую работу среди местного населения с приглашением научных сотрудников разных ведомств.

Другим важным направлением является организация лечебно-оздоровительного туризма и включение в туристические маршруты минерального источника и лечебного озера Алгинское.

ТУНКИНСКИЙ ПРИРОДНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК: ОСНОВНЫЕ ПРИРОДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ СОХРАНЕНИЯ

©Елаев Э.Н.¹ (elaev967@yandex.ru), Елаева Н.Г.¹, Рудых С.Г.², Турунхаев А.В.¹

¹Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ, Россия

²Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия

TUNKA NATIONAL NATURAL PARK: MAIN NATURAL LANDSCAPES, BIOTA AND THE PROSPECTS OF THEIR CONSERVATION

©Yelayev E.N.¹ (elaev967@yandex.ru), Yelayeva N.G.¹, Rudykh S.G.², Turunkhayev A.V.¹

¹Buryat State University, Ulan-Ude, Russia

²Institute of the General and Experimental Biology SB RAS, Ulan-Ude, Russia

Abstract: The work provides characteristics of the main landscape, biota (insect and vertebrate animals) in the Tunka national park. It raises the question of creating a boundary protected natural area.

Key words: landscape, biota, spatial differentiation, conservation, Tunka national natural park, East Sayan

Тункинский природный национальный парк (ТПНП) организован в 1991 г. в пределах административного района в долине р. Иркут, окаймленной с юга Хамар-Дабаном и с севера Восточным Саяном, на юго-западе граничит с Монголией. Площадь парка - 1 183 622 га. Функциональные зоны: заповедного режима - 247 608 тыс.га.; познавательного туризма и рекреационного использования – 605 232 тыс. га; хозяйственного назначения – 218 969 тыс.га.

Растительность представлена горно-тундровыми, горно-луговыми, горно-таежными и таежными сообществами в сочетании с горно-степными (рис. 1). Площадь, покрытая лесами - 1 076 тыс. га, преобладающие хвойные породы: сосна, ель, пихта, лиственница, кедр (650 521,0 га), лиственные: береза, осина, тополь, ива древовидная (83 075,0 га). Основной лесообразующей породой является кедр. Кедровые леса занимают 51,9% от площади лесов, 25,8% лесной площади приходится на долю лиственничников, сосновые насаждения составляют 8,1%, еловые - около 1%, незначительные площади занимает пихта. Флора отличается исключительным разнообразием. По предварительным оценкам на территории парка произрастает не менее 900 видов сосудистых растений, среди которых наиболее многочисленны лесные и луговые травянистые растения. В парке произрастает более 10 редких и исчезающих видов растений, ранее занесенных в Красную книгу СССР (1984) и Красную книгу РФ (1988), в т.ч.: венерин башмачок настоящий, венерин башмачок крупноцветковый, рябчик дагана и др. На территории парка отмечено 11 памятников природы, где сохраняются уникальные ботанические объекты.

Животный мир парка до сегодняшнего времени остается мало изученным. Первое обобщение имеющих литературных и отрывочных собственных материалов по фауне этого края было представлено некоторыми авторами этого сообщения (С.Г. Рудых – насекомые; Э.Н. Елаев – позвоночные) в Информационном отчете по обоснованию создания национального парка [11]. Позднее эти сведения были уточнены и дополнены целым рядом исследователей. Так, в основу написания раздела «Биота» легли оригинальные и литературные данные: по совкам (*Noctuidae*) [15, 24, 25]; пяденицам (*Geometridae*) [3]; медведицам (*Arctiidae*) [8, 9], наземным позвоночным животным [1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 12, 16, 20, 21, 22, 30]. Все рассматриваемые группы вошли в работы обзорного характера [14, 18, 26, 28, 29]. Номенклатура дается в соответствии с новейшими сводками [13, 17, 23].

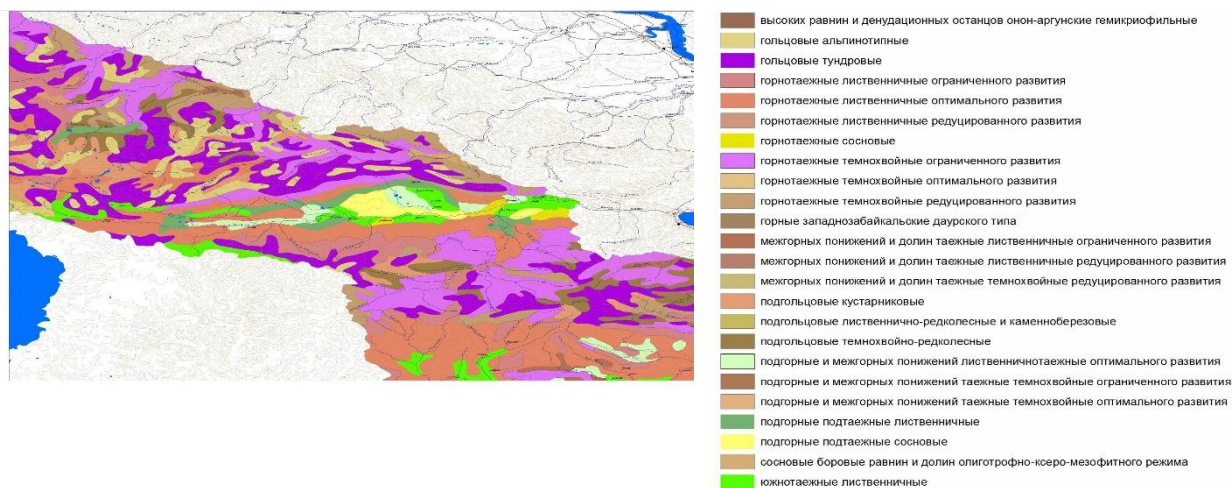


Рис. 1. Ландшафтная карта Тункинского природного национального парка

В результате проведенных исследований выявлено 442 вида высших чешуекрылых (из них высших разноусых (кроме пядениц и совков) – 34 вида, пядениц – 93 вида, совок – 219 видов, булавоусых и толстоголовок – 96 видов). Позвоночные насчитывают более 300 видов. Рыбы представлены 13 видами из 5 отрядов. Земноводные и пресмыкающиеся немногочисленны – 4 и 5 видов соответственно. Птиц отмечено более 240 видов, относящихся к 17 отрядам и 46 семействам. По характеру пребывания гнездящихся и вероятно гнездящихся - 207, пролетных - 17, зимующих - 5, летующих - 2, залетных - 6. Известно обитание 54 видов млекопитающих, принадлежащих 6 отрядам. Распределение некоторых из них по высотным поясам представлено в таблице 1.

Лесостепной пояс в долине р. Иркут включает остепненные светлохвойные, вторичные мелколиственные (березовые) леса, долинные разнотравно-злаковые луга. Учетными маршрутами и сборами охвачены окрестности сс. Монды, Туран, Шимки, Дархи, Бадар, Кырен, Зактуй, Зун-Мурино, Торы, Тибельты.

Отмечено 240 видов чешуекрылых. Экологические условия наиболее благоприятны для мезоксерофилов. Обычны *Hesperiiidae*: *Erynnis tages*, *Pyrgus maculatus*, *Pyrgus speyeri*, *Carterocephalus*

argyrostigma, *Ochlodes sylvanus*; Pieridae: *Leptidea morsei*, *Colias hyale*, *Colias chrysotheme*; Nymphalidae: шашечницы *Mellicta ambigua*, *Melitaea diamina*, перламутровки *Mesoacidalia aglaja*, *Argynnis paphia*; Satyridae: *Triphysa nervosa*, *Boeberia parmenio*, *Oeneis sculda*, *Oeneis urda*. Многочисленны Lycaenidae: голубянки *Callophris rubi*, *Cupido minimus*, *Scolitantides orion*, *Glaucopsyche lycormas*, *Lycaeides argyrognomon*, *Eumedonia eumedon*, *Albulina orbitulus*, *Plebicula amanda*, *Polyommatus erotides*. Из птиц (41 вид) обычны Non-Passeriformes: *Streptopelia orientalis*, *Dendrocopos major*; Passeriformes: *Parus montanus*, *Phylloscopus trochiloidea*, *Anthus hodgsoni*, *Phoenicurus phoenicurus*, *Erberiza citrinella*, *E. leucocephala*, *Carpodacus erythrinus*, *Luscinia cyane*, *Parus major*, *Sitta europaea*, *Corvus corone*. Из млекопитающих (15 видов) в доминирующую группу входят *Sorex caecutiens*, *S. vir*, *Vulpes vulpes*, *Mustela sibirica*, *Microtus gregalis*, *Alticola argentatus*, *Citellus undulatus*, *Lepus timidus*, *Capreolus capreolus*. Встречаются *Bufo raddei* и *Agkistrodon halys*.

Таблица 1.

Распределение высших разноусых, булавоусых и крючкоусых чешуекрылых и наземных позвоночных по высотным поясам в Тункинском природном национальном парке

Таксономическая группа	Лесостепной пояс	Нижне-таежный пояс	Верхне-таежный пояс	Подгольцовый и гольцовый пояса
Нетероцега (кроме пядениц и совки)	19	20	10	6
Пяденицы	76	75	25	12
Совки	90	150	93	Нет данных
Булавоусые и толстоголовки	55	58	62	34
Чешуекрылые	240	303	190	52
Земноводные	1	2		Нет данных
Пресмыкающиеся	1	4		1 (?)
Птицы	41	137		27
Млекопитающие	15	32		6

Нижне-таежный пояс представлен склоновыми лиственнично-кедровыми кустарничково-зеленомошными лесами (с. Аршан), склоновыми низкотравно-осоковыми лугами в берёзово-лиственничных, лиственничных лесах оптимального развития (с. Хулагайша). Для всех групп животных здесь наблюдается постоянное взаимопроникновение из соседних высотных поясов, за счет чего достигается значительный уровень видового разнообразия.

Чешуекрылых 303 вида. Довольно обычны здесь представители небольших семейств разноусых (20 видов). Комплекс включает в себя Thyatiridae: *Tethea ocularis*, *Tethea or*, *Ochropacha duplaris*; Sphingidae: *Hyloicus morio*; Lasiocampidae: *Trichiura crataegi*, *Cosmotriche lunigera*; Lymantriidae: *Orgyia antiqua*, *Teia recens*, *Calliteara abietis*, *Lymantria dispar*; Arctiidae: *Dodia diaphana*, *Epimydia dialampra*, *Parasemia plantaginis*, *Arctia caja*, *Arctia flavia*, *Hyphoraia aulica*, *Pericallia matronula*, *Grammia obliterated*, *Phragmatobia fuliginosa*; Drepanidae: *Drepana falcataria*.

В **верхне-таежном поясе** выражены увлажненные зеленомошно-брусничные с багульником болотным (*Ledum palustre*) лиственничники, закустаренные ивово-рододендроновые (*Rhododendron parvifolium*) разнотравные луга (местность Хулагайша).

Видовое разнообразие чешуекрылых снижается до 190 видов. Преобладают мезофилы, среди которых следует отметить Pieridae: желтушек *Colias palaeno*, *Colias tyche*, *Colias thisoa*, *Colias meadii*, *Colias hecla*; Nymphalidae: малых перламутровок *Clossiana euphrosyne*, *Clossiana oscarus*, *Clossiana frigga*, *Clossiana freija*, *Clossiana thore*, *Clossiana angarensis*, *Boloria napaea*; Lycaenidae: голубянок *Lycaena helle*, *Vacciniina optilete*, *Agriades glandon*, *Albulina orbitulus*.

В обоих поясах среди птиц (137 видов) преобладают Non-Passeriformes: *Tetrastes bonasia*, *Actitis hypoleucos*, *Cuculus saturatus*, *Apus pacificus*; Passeriformes: *P. montanus*, *A. hodgsoni*, *Motacilla flava*, *M. cinerea*, *Nucifraga caryocatactes*, *S. europaea*, *C. erythrinus*, *Fringilla montifringilla*, *P. ater*, *L. cyane*, *Ph. aureus*, *Ph. proregulus*, *Ph. trochiloides*, *Ph. inornatus*, *Ficedula parva*, *Leucosticte nemoricola*. Среди млекопитающих (32 вида) – *S. caecutiens*, *M. erminae*, *M. sibirica*, *Clethrionomys rufocanus*, *C. rutilus*, *M. oeconomus*, *Tamias sibiricus*, *L. timidus*, *Ochotona alpina*, *Moschus moschiferus*, *Cervus elaphus*, *C. capreolus*. Обитают *Hynobius kayserlingi*, *Rana amurensis*, *R. arvalis*.

Для **подгольцового и гольцового поясов** характерны ерниково-ивовые заросли в разреженных, угнетённых лиственничниках, разнотравно-осоковые, местами закустаренные (*Salix* sp., *Betula rotundifolia*), луговины среди мелкокаменистых развалов, лишайниковые тундры, местами в сочетании с альпинотипными луговинами (местность Хулагайша, верховья рр. Ехэ-Гэр, Булык).

Всего здесь обнаружено 52 вида высших чешуекрылых. Характерны преимущественно горные виды: *Arctiidae*: *Dodia kononenkoi*, *Pararctia lapponica*, *Acerbia alpina*, *Platarctia atropurpurea*, *Holoarctia puengeleri*; *Geometridae*: представители рода *Dysgnophos*; *Papilionidae*: аполлоны *Driopa evermanni*, *Sachaia tenedius*. Наибольшего разнообразия достигают *Satyridae*: чернушки *Erebia kefersteinii*, *Erebia rossi*, *Erebia discoidalis*, *Erebia fletcheri* и энеисы *Oeneis urda*, *Oeneis tunga*, *Oeneis norna*. Позвоночных животных также немного: птиц – 27 видов, млекопитающих – 6, возможны встречи редкой *Vipera berus*. Фоновыми птицами здесь являются *Pyrrhocorax graculus*, *M. cinerea*, *E. buchanani*, *Ph. erythrogaster*, *L. nemoricola*, *L. arctoa*. Млекопитающие представлены *S. caecutiens*, *M. erminea*, *A. macrotis*, *O. alpina*, *Capra sibirica*, *Ovis nivicola*.

Особый режим охраны, в целом, обеспечивает выживание популяций 10 редких видов чешуекрылых *Parnassius apollo*, *Sachaia tenedius*, *Driopa evermanni* (*Papilionidae*), *Neolycaena davidi* (*Lycaenidae*), *Acerbia alpina*, *Sibirarctia buraetica*, *Sibirarctia kindermanni*, *Pararctia lapponica*, *Holoarctia puengeleri*, *Platarctia atropurpurea* (*Arctiidae*). В Красную книгу Республики Бурятия [14] входят 1 вид земноводных, 3 пресмыкающихся, 11 птиц и 8 млекопитающих, отмеченных на территории ТПНП. Это *R. arvalis*, *Elaphe dione*, *Natrix natrix*, *Vipera berus*, *Ciconia nigra*, *Hieraetus pennatus*, *Aquila chrysaetos*, *Tetraogallus altaicus*, *Pyrrhocorax graculus*, *Regulus regulus*, *Ph. erythronotus*, *L. nemoricola*, *C. roseus*, *C. rubicilla*, *Pinicola enucleator*, *Talpa altaica*, *Myotis bombinus*, *Cuon alpinus*, *Lutra lutra*, *Uncia uncia*, *Rangifer tarandus*, *C. sibirica*, *O. nivicola*. Такое разнообразие редких, уязвимых видов диктует разработку специальных мер их охраны, сохранения мест их обитания. Необходимо ведение мониторинга за редкими видами, строгий учет численности, гнездовой, мест обитания, соблюдение требований экологического зонирования ТПНП. Учитывая, что большинство видов, особенно птиц и млекопитающих, имеют обширные территории обитания, кочевок, устоявшиеся пути пролетов ряда видов, прежде всего хищных птиц (Хубсугул – долина р. Иркут – Байкал), испытывают возрастающий антропогенный пресс в связи с усилением туристического потока и рекреации, назревает необходимость создания трансграничной охраняемой территории на базе ТПНП (Россия) и национального парка «Хевсгел» (оз. Хубсугул, Монголия) [19, 27].

Reference

1. Адамцевич Э.А. Изменение веса тела и упитанности чирка-свистунка в Тункинской долине (БМАССР) в связи с осенним отлетом // Материалы Всесоюз. конф. по миграциям птиц. - М., 1975. - Ч. 1. - С. 169-171.
2. Васильев Г.И., Жовтый И.Ф. Наблюдения за условиями перезимовки длиннохвостого суслика и его эктопаразитов // Докл. Иркут. противочум. ин-та. - 1974. - Вып. 10. - С. 218-221.
3. Васильева Т.Г. К фауне пядениц (Lepidoptera, Geometridae) Южного Прибайкалья // Насекомые и паукообразные Сибири. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 1989. - С.104-115.
4. Гагина Т.Н. Птицы Восточной Сибири // Тр. Баргузинск. гос. заповедн. - М., 1961. - Вып. 3. - С. 99-123.
5. Доржиев Ц.З. О зимней фауне птиц предгорных сел Тункинских гольцов (на примере с. Аршан) // Состояние и проблемы особо охраняемых природных территорий Байкальского региона. - Улан-Удэ: Изд-во Бурят. гос. ун-та, 1996. - С. 97-100.
6. Доржиев Ц.З., Елаев Э.Н. Новые сведения к фауне птиц Тункинского национального парка // Состояние и проблемы особо охраняемых природных территорий Байкальского региона. - Улан-Удэ, 1996. - С. 100-102.
7. Доржиев Ц.З., Дурнев Ю.А., Сони́на М.В. Систематическое разнообразие орнитофауны Восточного Саяна (бассейны рек Иркут и Ока) // Вестник БГУ. Сер. Биология, География. - Улан-Удэ: Изд-во Бурят. гос. ун-та, 2011. - Вып. 14а. - С.216-225.
8. Дубатов В.В. Высшие медведицы (Lepidoptera, Arctiinae) гор Южной Сибири. Сообщение 1 // Членистоногие Сибири и Дальнего Востока. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1985. - С. 134-159.
9. Дубатов В.В. Высшие медведицы (Lepidoptera, Arctiinae) гор Южной Сибири. Сообщение 2 // Членистоногие и гельминты. - Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1990. - С. 139-167.
10. Ешеев В.Е., Елаев Э.Н. К орнитофауне Тункинских гольцов и их предгорий // Вопросы изучения биоразнообразия и мониторинг состояния наземных экосистем Байкальского региона. - Улан-Удэ, 2000. - С. 118-124.
11. Животные // Информационный отчет комплексной экспедиции Байкальского института рационального природопользования СО АН СССР по обоснованию создания национального парка в Тункинском районе Бурятии: рукопись. - Улан-Удэ, 1990. - С. 50-64.

12. Карпухин И. Длиннохвостый суслик Тункинской котловины // Сел. хоз-во Сибири. - 1962. - № 12. - С. 71-72.
13. Каталог чешуекрылых (Lepidoptera) России / под ред. С.Ю. Синева. - СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. - 424 с.
14. Красная книга Республики Бурятия. Животные и растения / редкол.: А.И.Плотников (пред.) и др. - Улан-Удэ, 2005. - 416 с.
15. Кононенко В.С. Материалы по фауне совок (Lepidoptera, Noctuidae) Тункинского хребта, Восточный Саян // Насекомые Монголии. - Л.: Наука, 1990. - Вып.11. - С. 340-352.
16. Литвинов Н.И., Тарасов М.П., Швецов Ю.Г. Материалы по фауне наземных позвоночных Тункинской и Мондинской котловин // Изв. Вост.-Сиб. отд. Геогр. о-ва СССР. - 1969. - Т. 66. - С. 65-69.
17. Млекопитающие России. Систематико-географический справочник / ред. И.Павлинов, А.Лисовский. - М.: КМК, 2012. - Т. 52. - 608 с.
18. Природный парк «Шумак» / А.Б.Иметхенов и др. - Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2012. - 120 с.
19. Оюунгэрэл Б. Эколого-географические основы функционирования и перспективы развития особо охраняемых природных территорий Северной Монголии: автореф. ... д-ра геогр. наук. - Улан-Удэ, 2011. - 48 с.
20. Садков В.С. Пролет и современное состояние численности водоплавающих в Тункинской котловине (Бурятская АССР) // Пути повышения эффективности охотничьего хозяйства: материалы III конф. охотоведов Сибири. - Иркутск, 1971. - Ч.2. - С. 6-8.
21. Скалон В.Н. Материалы к познанию фауны южных границ Сибири // Изв. науч.-исслед. противочум. ин-та Сибири и Дальнего Востока. - 1936.- Т. 3. - С. 106-118.
22. Сониная М.В. Экологические аспекты формирования фауны и населения птиц бассейна реки Иркут (Байкальский регион): автореф. ... канд. биол. наук. - Улан-Удэ, 2005. - 23 с.
23. Степанян Л.С. Конспект орнитологической фауны России и сопредельных территорий (в границах СССР как исторической области). - М.: Академкнига, 2003. - 808 с.
24. Тармаева А.В. Видовой состав совок (Lepidoptera, Noctuidae) в горных поясах Южного Прибайкалья // Фауна гельминтов и членистоногих Сибири. - Новосибирск, 1976. - С. 358-363.
25. Тармаева А.В. Видовой состав совок (Lepidoptera, Noctuidae) Южного Прибайкалья // Фауна и экология насекомых Забайкалья. - Улан-Удэ: БФ СО АН СССР, 1980. - С. 30-53.
26. Чешуекрылые Бурятии / [А.А. Шодотова и др.]; отв. ред. Л.Л. Убугунов, В.В. Дубатов; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т общ. и эксп. биол. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. 250 с.
27. Шагжиев К.Ш., Елаев Э.Н., Елаева Н.Г. Трансграничные особо охраняемые природные территории (Россия – Монголия): современное состояние и перспективы // Россия – Монголия. Сто лет дипломатического сотрудничества: материалы междунар. науч.-практ. конф. (Улан-Удэ, 28-29 ноября 2012 г.). – Улан-Удэ: Бэлиг, 2013. – С. 43-47.
28. Эпова В.И. Конспект фауны хвоегрызущих насекомых Байкальской Сибири. - Новосибирск: Наука. Сиб. изд. фирма РАН, 1999. - 96 с.
29. Юдин Б.С. Насекомоядные млекопитающие Сибири. - Новосибирск: наука, Сиб. отд-ние, 1989. - 360 с.
30. Юдин Б.С., Галкина Л.И., Потапкина А.Ф. Млекопитающие Алтае-Саянской горной страны. - Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1979. - 293 с.

СЕЛЕНГИНСКОЕ СРЕДНЕГОРЬЕ (СЕЛЕНГИНСКАЯ ДАУРИЯ) КАК НОВАЯ ЭКОТОННАЯ ПРОВИНЦИЯ В ЗООГЕОГРАФИЧЕСКОМ РАЙОНИРОВАНИИ БАЙКАЛЬСКОЙ СИБИРИ

©Елаев Э.Н. (elaev967@yandex.ru), Турунхаев А.В. (avt195809@yandex.ru)

Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ, Россия

SELENGA UPLAND (SELENGA DAURIA) AS A NEW EKOTONE PROVINCE IN ZOOGEOGRAPHIC ZONING OF THE BAIKALIAN SIBERIA

©Yelayev E.N. (elaev967@yandex.ru), Turunkhayev A.V. (avt195809@yandex.ru)

Buryat State University, Ulan-Ude, Russia

Abstract: The work justifies the designation of the Selenga upland as a new ekotone province in zoogeographical zoning of the Baikal Siberia. It provides a comparison of the studied region with cross-border territories.

Key words: zoogeography, ekoton, province, Selenga upland.

Байкальская Сибирь, включающая обширную область водосборного бассейна оз. Байкал как на территории России, так и в северной Монголии, занимает весьма специфическое географическое положение на евразийском континенте. Она представляет собой яркую модель экотонной территории, находящейся на границе таежной и степной природных зон, которые определяют биогеографический фон контакта так называемых «субконтинентов» центральной и северной Азии, а также на трансконтинентальном долготном рубеже влияний основных генераторов климата Евразии - Тихого и Атлантического океанов. Эти обстоятельства определили особое положение региона в хронологической структуре биогеографических выделов. Здесь стыкуются три биофилотические

области Палеарктики – восточно-, центрально-азиатская и ангарская [5]. Поэтому видовая структура фауны и сообществ животных Байкальской Сибири, особенно ее центральной части – Селенгинского среднегорья - заметно отличается от соседних территорий своей систематической и экологической гетерогенностью, динамичностью и активным участием элементов разных фаунистических комплексов.

Существуют различные типы физико-географического районирования исследуемой территории. Среди них выделяются округа, провинции, местности [22, 24]; геосистемы, геомы, группы фаций [16] и другие.

Одной из составных частей комплексного физико-географического районирования является зоогеографическое районирование. Попытки проведения зоогеографического анализа фауны Байкальской Сибири с последующим выделением зоогеографических единиц высокого ранга (на уровне областей и провинций) предпринимались зоологами неоднократно.

Так, териологи Ю.Г.Швецов, М.Н.Смирнов и Г.И.Монахов [25] предложили следующую схему зоогеографического районирования бассейна Байкала (рис. 1).

Проведя сравнительный анализ выделенных районов, авторы выявили значительное сходство между районами южной части бассейна – Хангай, Селенгинское среднегорье, Хэнтэй и Хэнтэй-Чикойское нагорье. При этом прослеживаются связи между фаунами Селенгинского среднегорья и Хэнтэй-Чикойского нагорья, Хангая и Монголо-Даурской области. Подобное сходство определяется проникновением сухостепных элементов. Также большое сходство проявляют нагорья Южной Сибири и Северной Монголии в силу своеобразной мозаичности сообществ в горных условиях, когда широко перекрываются ареалы степных, таежных и высокогорных видов. Однако границы какой-либо особой зоогеографической области они не выделили, хотя приведенные коэффициенты сходства исследованных териофаун об этом наглядно свидетельствуют.

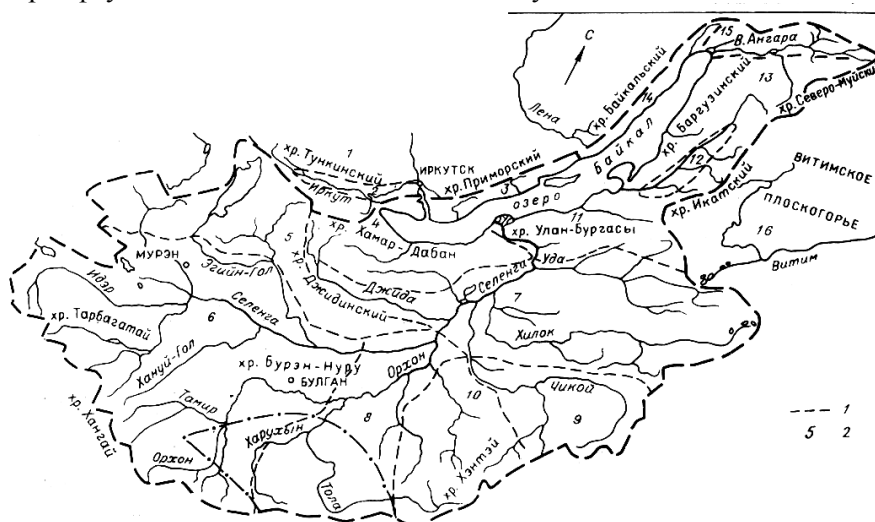


Рис. 1. Зоогеографическое районирование территории бассейна оз. Байкал. 1 – границы районов; 2 – районы: 1 – Восточный Саян; 2 – долина р. Иркут, 3 – хр. Приморский; 4 – хр. Хамар-Дабан; 5 – Прихубсугулье; 6 – Хангай (его северо-восточная часть); 7 – Селенгинское среднегорье; 8 – Монголо-Даурский округ (также незначительная его часть); 9 – Хэнтэй-Чикойское нагорье; 10 – Хэнтэй; 11 – хр. Улан-Бургасы; 12 – Баргузинская котловина; 13 – хр. Баргузинский; 14 – хр. Байкальский; 15 – Верхнеангарская котловина; 16 – Витимское плоскогорье [25]

Подобная карта-схема физико-географических областей Бурятии представлена Ц.З.Доржиевым, Г.М.Хабаевой и Б.О.Юмовым в специальной работе «Животный мир Бурятии» [8]. Однако, в ней использованы крупные географические области без их описания, такие как: Восточный Саян, Северо-Байкальское нагорье, Восточное Прибайкалье, Озеро Байкал, Становое нагорье, Витимское плоскогорье, Селенгинское среднегорье.

В фундаментальной работе орнитологов И.В.Измайлова и Г.К.Боровицкой [15] Юго-Западное Забайкалье отнесено к рангу ландшафтного района - Забайкальский горный лесолугостепной, включающий четко разграниченные зонально-ландшафтные подразделения - южно-забайкальский отрезок лесолуговой зоны, забайкальские степи и хребты юго-западного Забайкалья с их высотной поясностью (рис. 2).

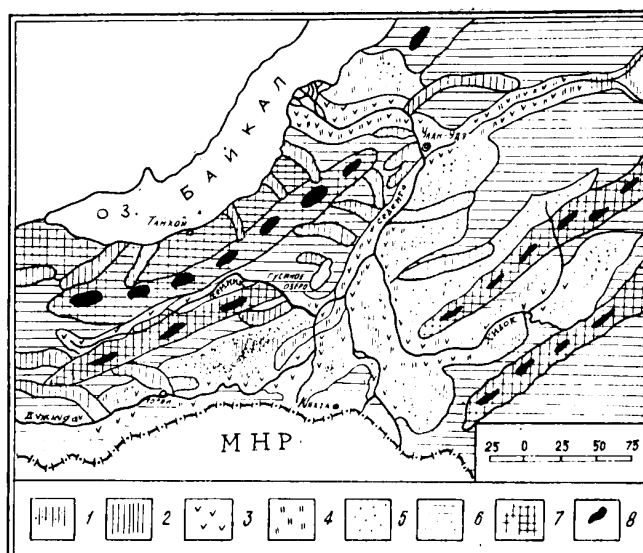


Рис. 2. Орнитогеографическая карта-схема Юго-Западного Забайкалья: 1 – сосновое лесостепье; 2 – смешанные леса; 3 – приречная растительность; 4 – луга; 5 – степи; 6 – сосновые леса; 7 – горная темнохвойная тайга; 8 – горное редколесье [15].

По факторной классификации летнего населения птиц Прибайкалья и Забайкалья В.М.Ануфриев и Г.В.Кельберг [2], не относя к определенным зоогеографическим категориям, выделяют Верхнечарскую котловину, Витимское плоскогорье, Баргузинский хребет, восточный участок Хамар-Дабана и Юго-Западное Забайкалье с 12 природными режимами:

- ✓ лиственничные леса Верхнечарской котловины (кроме прирусловых мохово-лишайниковых) и Витимского плоскогорья;
- ✓ прирусловые мохово-лишайниковые лиственничники Верхнечарской котловины;
- ✓ сосновые, темнохвойные, смешанные леса и их производные (гари, вырубки) Витимского плоскогорья, Верхнечарской котловины, восточного участка Хамар-Дабана и Юго-Западного Забайкалья;
- ✓ леса Баргузинского хребта;
- ✓ приречные кустарниковые заросли Юго-Западного Забайкалья;
- ✓ горные редколесья, кедровые стланики, ерниковые среднегорья Верхнечарской котловины, восточного участка Хамар-Дабана и Юго-Западного Забайкалья;
- ✓ кедровые стланики Верхнечарской котловины;
- ✓ лесостепи Юго-Западного Забайкалья;
- ✓ степи Юго-Западного Забайкалья;
- ✓ увлажненные приречные комплексы Витимского плоскогорья и лугово-болотные Верхнечарской котловины;
- ✓ лугово-болотные комплексы и поля Витимского плоскогорья и Юго-Западного Забайкалья;
- ✓ гольцы.

Выделение этих режимов авторы связывают не с характером преобладающих ландшафтов, а с климатическими особенностями. К примеру, более южные сосняки Восточного Хамар-Дабана и Юго-Западного Забайкалья отличаются от таковых Байкальской котловины не только за счет северного расположения, но и вследствие гидротермического влияния Байкала [6]. В режиме полей Юго-Западного Забайкалья проявляется влияние распашки [2].

Как видно, Юго-Западное Забайкалье, несмотря на четкое разграничение выделенных районов, стоит «особняком» среди других выделов. Не случайно в работе А.Болд с соавторами [3] приводится карта-схема бассейна озера Байкал с делением уже на отдельные зоогеографические провинции (рис. 3). При этом Селенгинское среднегорье (в тексте Удино-Гусиноозерская провинция) обозначено в ранге провинции.

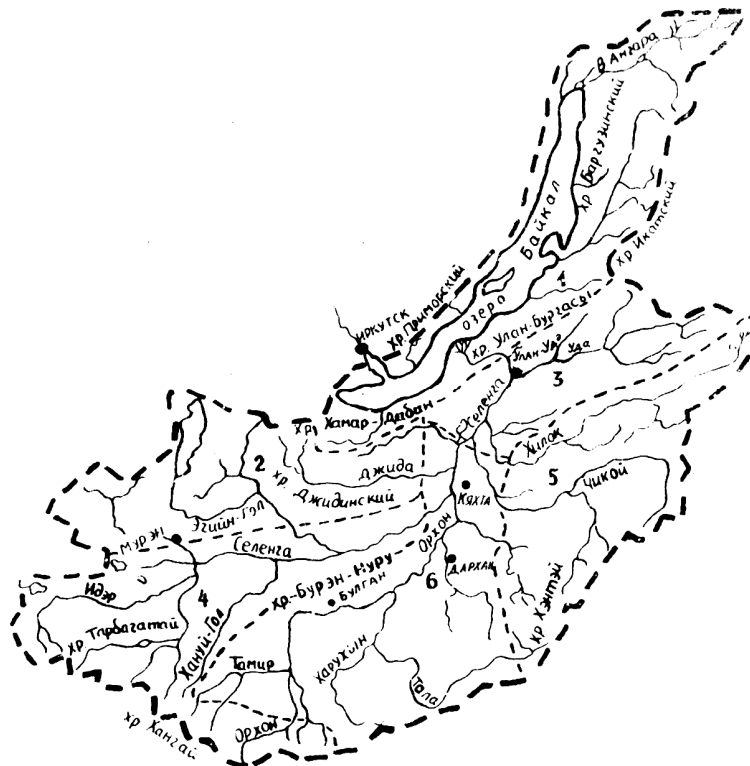


Рис. 3. Карта-схема бассейна озера Байкал с делением на зоогеографические провинции: 1 – Прибайкальская, 2 – Прихубсугульско-Джидинская, 3 – Удино-Гусиноозерская, 4 – Северо-Хангайская, 5 – Хэнтэй-Чикойская, 6 – Орхон-Селенгинская [цит: 3]

Проведенный нами зоогеографический анализ орнитофауны исследуемого региона [11, 12] также свидетельствует о специфичности Селенгинского среднегорья, что подтверждается коэффициентом фаунистического сходства Жаккара (см. табл. 1). При этом в бассейне оз. Байкал нами выделены следующие районы: Восточный Саян, Восточное Прибайкалье, Селенгинское среднегорье, Витимское плоскогорье, Орхон-Селенгинский, Хэнтэй-Чикойское нагорье.

Таблица 1.

Сходство орнитофаун разных районов юга Восточной Сибири

	В.С.	В.Пр.	С.С.	В.П.	О.-С.	Х.-Ч.Н.
В.С.						
В.Пр.	78,7					
С.С.	62,3	62,2				
В.П.	50,0	49,8	50,5			
О.-С.	59,0	55,8	66,5	42,1		
Х.-Ч.Н.	70,3	69,4	66,0	45,7	67,3	

Примечание: аббревиатура районов указана в тексте. В расчетах использованы данные: Восточный Саян – [7, 9, 10, 23]; Восточное Прибайкалье – [1, 4, 13; наши данные]; Селенгинское среднегорье – [15; наши данные]; Витимское плоскогорье – [14]; Орхон-Селенгинская провинция – [3]; Хэнтэй-Чикойское нагорье – [3, 17, 18].

При анализе коэффициентов Жаккара выявились в целом средние показатели сходства фаун. Максимальные значения (69,4-78,7) характерны для районов, где в наличие имеются все высотные пояса и выражено высокогорье. Наименьшие показатели (42,1-50,5), что свидетельствует о явных различиях в видовом составе фаун, относятся к Витимскому плоскогорью. Селенгинское среднегорье занимает некое промежуточное положение (50,5-66,5), причем наибольшие показатели фаунистического сходства наблюдаются между сопредельными (стыковыми) районами – Орхон-Селенгинский, Хэнтэй-Чикойское нагорье, Восточное Прибайкалье. Незначительное сходство рассматриваемого района с Восточным Саяном объясняется прежде всего своеобразной мозаичной структурой сообществ в горных условиях, за счет проникновения сюда степных и таежных видов.

В последнее время геоботанические исследования Южной Сибири [20, 21] позволяют рассматривать этот регион как экотон планетарной значимости, где прослеживается рубеж между бореальной и аридной областями Евразии. Так, сухостепные ландшафты Селенгинского среднегорья вплоть до предгорий Хамар-Дабана несут элементы экосистем Центральной Азии, это ковыльковые (*Stipa klemenzii*), сообщества с участием ряда замечательных представителей флорценокомплексов Внутренней Азии - *Helictotrichon altaicum*, *Allium vodopjanovae*, *Astrogalus brevifolius*, *Eremogone meyeri*, *Artemisia schrenkiana* и другие.

Учитывая все приведенные выше данные, мы выделяем Селенгинское среднегорье как новую экотонную провинцию в зоогеографическом районировании Байкальской Сибири. Она в целом совпадает с геоморфологическими границами [19] и физико-географическим районированием [22, 24]. Однако данную экотонную провинцию можно сравнить и с ландшафтами юга Восточной Сибири [16].

Так, как видно на рис. 4, большую часть этой территории занимают следующие ландшафты: южнотаежные лиственничные днища котловин крупнозлаковые ковыльно-житняковые; южнотаежные лиственничные склоновые каменистые низкотравные и полынные литофильные; южнотаежные лиственничные террас и шлейфов мелкодерновинно-злаковые литофильные; южнотаежные лиственничные пологосклоновые мелкодерновинно-злаковые типчаковые; южнотаежные лиственничные склоновые каменистые низкотравные и полынные литофильные; горнотаежные сосновые склоновые травяные с подлеском из рододендрона даурского остепненные; подгорные подтаежные сосновые подгорных равнин кустарниково-травяные остепненные; горнотаежные лиственничные оптимального развития склоновые с примесью сосны и подлеском из рододендрона даурского и др. Выделяемые ландшафты в иерархической структуре представляют группы фаций, которые показаны на карте границами внутри классов фаций. Последние отражены в легенде.

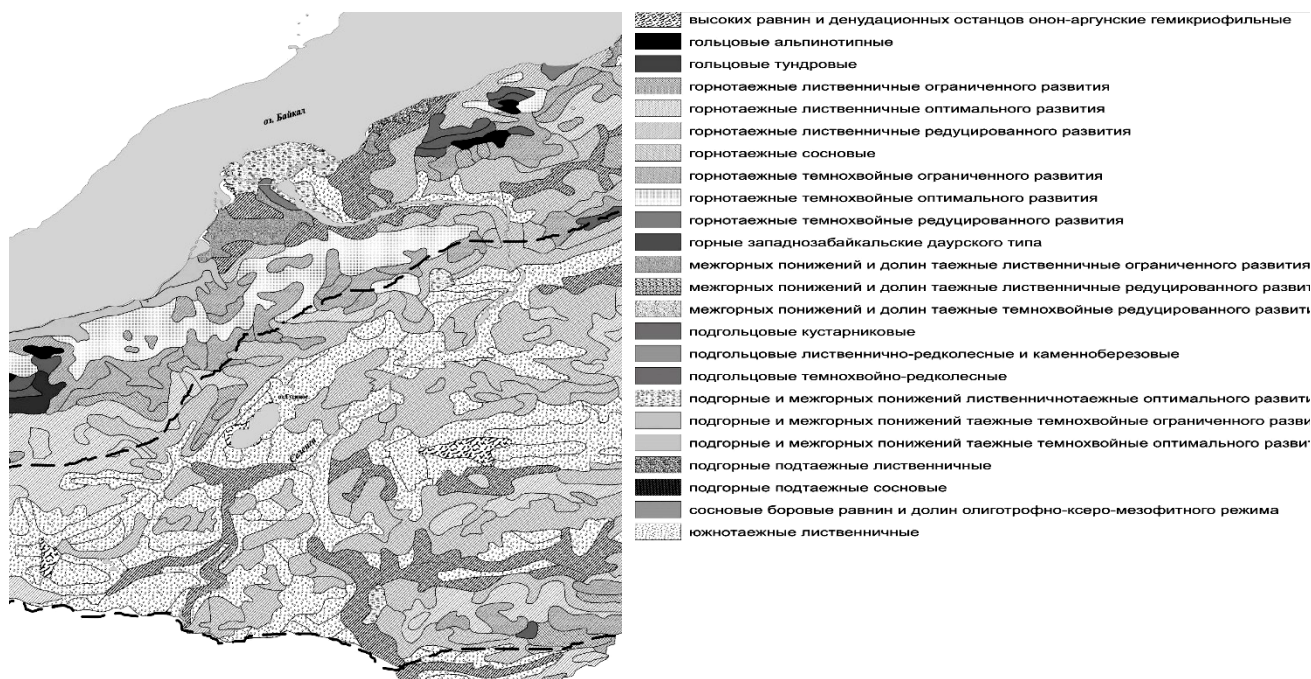


Рис. 4. Карта ландшафтов Селенгинского среднегорья, составленная по «Карте ландшафтов юга Восточной Сибири» [16]. Пунктирная линия – границы зоогеографического района Селенгинского среднегорья.

Reference

1. Ананин А.А. Птицы Северного Прибайкалья: динамика и особенности формирования населения. - Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2010. - 296 с.
2. Ануфриев В.М., Кельберг Г.В. Пространственная организация летнего населения птиц Прибайкалья и Забайкалья // Фауна, таксономия, экология млекопитающих и птиц. - Новосибирск: Наука, 1987. - С. 170-181.
3. Фауна птиц бассейна озера Байкал / А. Болд и др. // Экология и фауна птиц Восточной Сибири. - Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО АН СССР, 1991. - С. 3-24.

4. Васильченко А.А. Птицы Хамар-Дабана. - Новосибирск: Наука, 1987. - 104 с.
5. Второв П.П., Дроздов Н.Н. Биогеография. – М.: ВЛАДОС-ПРЕСС, 2001. – 304 с.
6. Гвоздецкий Н.А., Михайлов Н.И. Физическая география СССР. - М., 1970.
7. Доржиев Ц.З., Дурнев Ю.А., Сони́на М.В. Систематическое разнообразие орнитофауны Восточного Саяна (бассейны рек Иркут и Ока) // Вестник БГУ. Сер. Биология, География. - 2011. - Вып. 14 а. - С. 216-225.
8. Доржиев Ц.З., Хабаева Г.М., Юмов Б.О. Животный мир Бурятии. Иркутск: Изд-во ИГПИ, 1986. - 203 с.
9. К фауне птиц реки Оки (Восточный Саян) / Ц.З. Доржиев и др. // Вестник БГУ. Сер. Биология. - 1998. - Вып. 1. - С. 56-86.
10. Гнездовая орнитофауна и ландшафтное распределение птиц в долинах рек Самарга и Китой (Восточный Саян) / Ц.З. Доржиев и др. // Орнитологические исследования в России. - Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2000. - Вып. 2. - С. 41-53.
11. Елаев Э.Н. Зоогеографические аспекты формирования современного облика орнитофауны зоны контакта тайги и степи в бассейне оз. Байкал // География и природные ресурсы. – 2004. - № 2. - С. 51-52.
12. Елаев Э.Н. Пространственно-временная организация сообществ птиц в зоне контакта тайги и степи (юг Восточной Сибири): автореф. ... д-ра биол. наук. – Улан-Удэ, 2005. – 47 с.
13. Материалы к фауне позвоночных заповедника “Джержинский” / Э.Н. Елаев и др. // Биоразнообразие экосистем Прибайкалья: тр. заповедника “Джержинский”. - Улан-Удэ, 1995. - Вып. 1. - С. 70-90.
14. Измайлов И.В. Птицы Витимского плоскогорья. - Улан-Удэ, 1967. - 303 с.
15. Измайлов И.В., Боровицкая Г.К. Птицы Юго-Западного Забайкалья. - Владимир, 1973. - 315 с.
16. Ландшафты юга Восточной Сибири (карта). М-б 1:1 500 000 / сост. В.С. Михеев, В.А. Ряшин, ред. В.Б. Сочава. - М.: ГУГК, 1977. - 4 л.
17. Малков Е.Э. К орнитофауне бассейна р. Хилок // Вестник БГУ. Сер.2: Биология. - 1998. - Вып. 1.- С. 113-118.
18. Малков Е.Э. Структура населения и экология птиц Хэнтей-Чикойского нагорья: автореф. ... канд. биол. наук. - Улан-Удэ, 2000. - 19 с.
19. Нагорья Прибайкалья и Забайкалья. - М.: Наука, 1974. - 360 с.
20. Намзалов Б.Б. Фитогеографический феномен бассейна р. Селенги: К проекту нового геоботанического районирования Байкальской Сибири // Научные основы сохранения водосборных бассейнов: междисциплинарные подходы к управлению природными ресурсами. - Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2004. - Т. 2. - С. 29-31.
21. Намзалов Б.Б., Ершова Э.А. О некоторых важнейших рубежах евразийских степей в горах Южной Сибири // Степи Северной Евразии: стратегия сохранения природного разнообразия и степного природопользования в XXI веке. - Оренбург, 2000. - С. 268-270.
22. Преображенский В.С., Фадеева Н.В., Мухина Л.И., Томилов Г.М. Типы местности и природное районирование Бурятской АССР. - М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 219 с.
23. Сони́на М.В. Экологические аспекты формирования фауны и населения птиц бассейна реки Иркут (Байкальский регион): автореф. ... канд. биол. наук. - Улан-Удэ, 2005. - 23 с.
24. Фадеева Н.В. Селенгинское среднегорье (Природные условия и районирование). - Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во, 1963. - 171 с.
25. Швецов Ю.Г., Смирнов М.Н., Монахов Г.И. Млекопитающие бассейна озера Байкал. - Новосибирск: Наука, 1984. - 258 с.

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СБРОСНЫХ ВОД ОСУШИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ В ДЕЛЬТЕ РЕКИ СЕЛЕНГИ

©Жамбалова Д.И. (dachima@mail.ru)

Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия

FEATURES OF CHEMICAL COMPOSITION OF WASTEWATERS OF THE OF DRAINAGE SYSTEM IN SELENGA RIVER DELTA

©Jambalova D.I. (dachima@mail.ru)

Geological Institute SB RAS, Ulan-Ude, Russia

Abstract: The paper provides the results of research on the influence of land-reclamation measures on the surface runoff in the Ust-Selenga depression. In the period of drainage and irrigation, peat oxidation had intensified, which induced the input of decomposition products (i.e., ammonium, nitrite and nitrate ions, as well as soluble organics) to surface water.

Key words: Lake Baikal, Ust-Selenga depression, drainage and irrigation system, surface water, chemical composition, microelements.

Первая очередь КООС (площадь - 2260 га) инженерного типа двойного регулирования сдана в эксплуатацию в 1977 г. Построен магистральный осушительный коллектор от с. Закалтус до оз. Байкал, длиной 26 км. Объем водопотребления составляет - 6,5 млн. м³/год. Магистральный канал

для питания первой очереди построен в 1977 г. с расчетным расходом 5,6 м³/с с водозабором на реке Кабанья. Водопотребление второй очереди (площадь - 3410 га) КООС составляет 21,1 млн.м³/год.

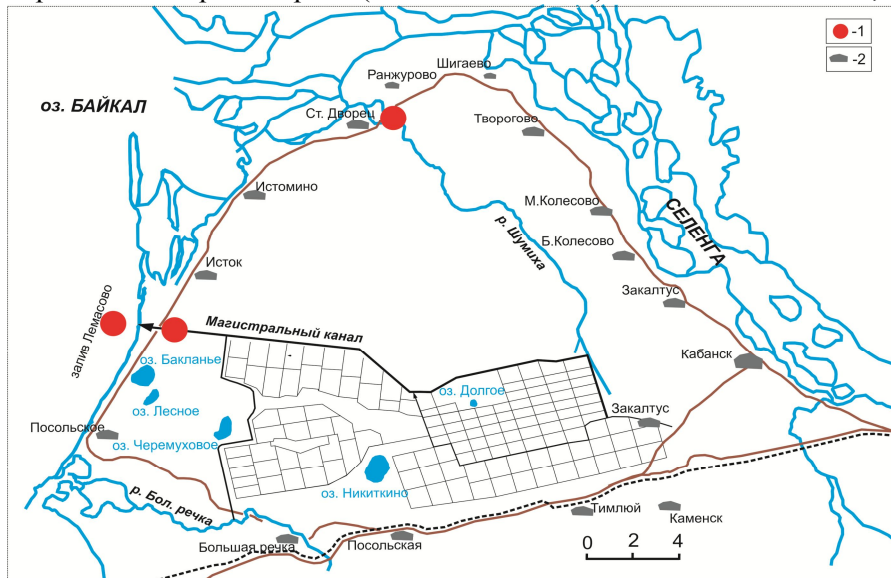


Рис. 1. Схема расположения магистрального канала (МК) Кабанской осушительно-оросительной системы (КООС). 1 – точки отбора проб, 2 – населенные пункты

Таблица 1.

Химический состав вод, мг/л													
точка отбора	минерализация	окисляемость, мгО ₂ /л	рН	жесткость, мг/экв	СО ₂ , мг/л	Na ⁺ +K ⁺ , мг/л	Fe ³⁺ , мг/л	Cl ⁻ , мг/л	NH ₄ ⁺ , мг/л	SO ₄ ²⁻ , мг/л	HCO ₃ ⁻ , мг/л	NO ₃ ⁻ , мг/л	NO ₂ ⁻ , мг/л
МК*	113,3	5,8	6,8	1,31	2,2	3,7	0,5	2,8	0,1	4,0	79,3	0,11	0,004
МК 16.05.09г	144,3	5,98	7,1	1,19	4,4	11,04	2,41	2,13	0,03	12,5	82,39	7,83	0,06
МК 22.05.10г	122,6	11,73	7,56	1,15	1,1	5,75	1,88	1,77	0,35	9,87	70,15	0,52	0,05
МК 14.05.11г	209,3	12,70	7,01	2,10	5,50	10,07	1,45	2,48	0,37	26,96	115,93	1,25	0,06
МК 14.07.12г	256,8	8,08	7,65	2,25	5,5	15,80	0,6	3,90	0,20	3,95	164,75	1,71	0,02
Р.Шумиха 16.05.09г	338,9	6,36	7,82	3,21	13,2	15,63	2,26	1,42	0,26	1,67	236,4	3,71	0,02
Р.Шумиха 22.05.10г	323,4	4,73	8,41	3,30	0	15,18	1,25	2,13	0,57	2,05	224,48	2,03	0,43
Р.Шумиха 14.07.12г	356,4	5,01	8,25	3,05	4,4	14,65	1,88	2,43	0,51	3,41	196,4	3,51	0,28
З. Лемасово*	82,4	-	7,8	0,94	-	5,1	0,46	3,7	0,15	5,15	58,1	0,06	0,004
З.Лемасово 14.05.2011г	162,5	10,93	8,43	1,45	4,40	12,46	1,51	3,55	0,07	7,40	103,79	0,20	0,02
ЦДК рыбохоз.	100	2,0	6,5	12,2	-	120	0,3	300	0,5	100	250	40	0,08

Примечание: «*» - по данным (Отчет..., 1981г)

С осушенной территории сток поверхностных вод происходит в оз. Байкал, р. Селенгу, в озера Никиткино, Черемуховое, Бакланье и др. Наибольший естественный водосбор имеет р. Шумиха, которая берет начало в урочище Дровяная Грива, огибает Кабанский болотный массив с северо-востока и впадает в р. Селенгу в ее устьевой части. Протяженность этой реки составляет около 30 км, расход воды в летнее время в среднем составляет 20 л/с. Но основной сток с осушенной территории происходит по магистральному каналу, который пересекает болотный массив в субширотном направлении и впадает в залив Лемасово озера Байкал. Расход воды в канале в летнее время в среднем составляет 350 л/с.

Нами проведен мониторинг выноса растворенных веществ с осушенных земель болотного массива в 2009 - 2012 гг. Полученные данные наблюдений сравнены с результатами исследования Дунаева С.И., Нохоева Ю.П. и др., которые проводились в 1980 г. Проведенные опробования вод магистрального канала в его устье и реки Шумихи, дренирующей болотный массив (рис. 1), показали существенные изменения в химическом составе вод (табл. 1).

Из данных приведенных в таблице 1 видно, что сбросные с площадей КООС воды и в 1980 г. содержали повышенные концентрации железа, которые превышали ПДК для вод рыбохозяйственных водоемов в 1,5 раза. Сброс сточных вод с болотного массива оказывало влияние на качество воды в оз. Байкал. После смешения вод магистрального канала с байкальскими, в заливе Лемасово оставалась высокая концентрация железа. Последние данные подтверждают загрязнение вод железом и рядом других ингредиентов.

Химический состав воды МК за 30 лет значительно изменился. Произошло увеличение общей минерализации вод, содержания железа и нитрат-ионов, наблюдается рост сульфат и нитрит-ионов, превышен ПДК железа и окисляемости для вод рыбохозяйственного назначения. По сравнению с результатами 1980 г., в сточных водах осушительно-оросительной системы возросло содержание нитрата, нитрита, железа, сульфата. В воде реки Шумиха отмечаются высокие содержания аммония, железа, нитритов и органических веществ, которые превышают ПДК для вод рыбохозяйственных водоемов в несколько раз.

Таблица 2.

Микроэлементный состав вод, мкг/л,

место отбора пробы	Cu	Zn	Pb	As	Ni	Cd	Sr	Mo	Mn	Li	B	Al	Ba	U
МК-устье 16.05.2009г	0,46	5,8	0,081	1,58	0,38	0,011	81	2,04	86	1,91	6,3	4,26	25	0,13
МК-устье 07.07.2009г	2,32	8,8	0,21	3,27	1,53	0,059	138	3,94	87	2,32	12,9	71	34	0,078
МК-устье 14.05.2011г	3,09	7,2	0,55	2,39	0,83	0,48	133	1,98	2,26	2,56	22	13,4	33	0,24
МК-устье 14.07.2012г	0,69	3,10	0,20	2,40	0,37	0,11	143	1,29	1,20	2,04	8,7	5,4	23	0,18
Р.Шумиха- 16.05.2009г	0,25	2,31	0,016	1,70	0,20	0,0008	262	0,65	276	2,27	9,0	1,13	89	0,06
Р.Шумиха- 07.07.2009г	4,22	4,17	0,26	1,09	0,75	0,022	309	2,10	74	3,57	12,2	5,3	98	0,061
З. Лемасово- 07.07.2009г	0,43	5,8	0,068	1,50	0,79	0,028	134	2,65	18	2,09	8,7	4,06	29	0,12
ПДК рыбохоз. назначения	1,0	10,0	10,0	50,0	10,0	0,5	-	1,2	10,0	0,7	500,0	40,0	100,0	-

Примечание: «-» нет данных

Проанализирован микроэлементный состав стекающих с болотного массива вод современным методом анализа, позволяющим определить широкий круг химических элементов (ISP MS), результаты представлены в таблице 2. В сточных водах обнаружены высокие содержания марганца, которые в десятки раз превышают ПДК установленные для водоемов рыбохозяйственного назначения. Высокие содержания этого элемента обнаруживаются и в принимающем водоеме – заливе Лемасово. В стекающих с болотного массива водах обнаружены высокие содержания таких токсичных элементов как литий, молибден, медь, концентрация которых превышает ПДК установленные для рыбохозяйственных водоемов. Эти воды характеризуются и повышенными содержаниями цинка, редких щелочноземельных элементов – стронция и бария. Их концентрация

близка ПДК для рыбохозяйственных водоемов. Поступление этих элементов в сточные воды, вероятно, связано с интенсификацией разложения торфов на осушенной территории, изменением геохимической обстановки на обширной территории, интенсификацией взаимодействия в системе вода - горные породы.

Проведенные нами исследования подтверждают ухудшение качества вод сбрасываемых осушительной системой Кабанского болотного массива. Интенсифицировалось окислительное разрушение торфов, в результате чего в поверхностные воды интенсивнее стали поступать продукты их разложения – аммоний-, нитрит-, нитрат – ионы, растворимые органические вещества. По данным исследований предыдущих лет [1, 2] грунтовые воды также содержат большое количество органического вещества, поэтому во многих местах господствует восстановительная глеевая обстановка. Стекающие с болотного массива поверхностные воды благоприятны для интенсивной миграции в растворенном состоянии железа, марганца, лития, молибдена, меди. Эти элементы обнаруживаются в концентрациях превышающих ПДК, установленных для рыбохозяйственных водоемов и представляют опасность для биоты залива Лемасово, озера Байкал и реки Селенга. Факт негативного влияния осушения земель на формирование загрязненных поверхностных вод не вызывает сомнения.

Reference

1. Плюснин А.М., Кислицина Л.Б., Жамбалова Д.И., Перязева Е.Г., Удодов Ю.Н. Особенности формирования химического состава грунтовых вод в дельте реки Селенга // Геохимия. - 2008. - № 3. - С. 243-252.
2. Дельта реки Селенги – естественный биофильтр и индикатор состояния озера Байкал / отв. ред. А.К. Тулохонов, А.М. Плюснин. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. - 314 с.

КОМПОНЕНТЫ ЭФИРНОГО МАСЛА *ARTEMISIA FRIGIDA* WILLD. И *ARTEMISIA ADAMSII* BESS. БУРЯТИИ И МОНГОЛИИ И ИХ РОЛЬ В АДАПТАЦИИ РАСТЕНИЙ

©Жигжитжапова С.В.^{1,2} (Zhig2@yandex.ru), Соктоева Т.Э.², Раднаева Л.Д.^{1,2}, Тараскин В.В.²

¹ Байкальский институт природопользования СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия

² Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ, Россия

COMPONENTS OF ESSENTIAL OIL *ARTEMISIA FRIGIDA* WILLD. AND *ARTEMISIA ADAMSII* BESS. BURYATIA AND MONGOLIA AND THEIR SIGNIFICANCE IN PLANT ADAPTATION

©Zhigzhitzhapova S.V.^{1,2} (Zhig2@yandex.ru), Soktoeva T.E.², Radnaeva L.D.^{1,2}, Taraskin V.V.²

¹ Baikal Institute of Nature Management SB RAS, Ulan-Ude, Russia

² Buryat State University, Ulan-Ude, Russia

Abstract: Chemical constituents of essential oil of *Artemisia frigida* Willd. and *Artemisia adamsii* Bess. from Buryatia, Mongoliya were studied by GC-MS. The role of the individual components of the oil in the adaptive processes of plants, in the defense of plants against insects, attracting pollinators, role in Plant-Plant, Plant- Pathogens interactions are discussed. *Artemisia* has an advantage in the competition for resources due to the essential oil. Antioxidant, antifungal, antibacterial oil components contribute to a better adaptation to the environmental conditions. Allelopathic compounds, ecological flexibility and the ability for rapid vegetative propagation explains the high level of competitiveness in the pasture degression

Key words: *Artemisia frigida* Willd., *Artemisia adamsii* Bess., essential oil, chemical constituents, ecological role, adaptation, Buryatia, Mongolia.

Растительный покров - единственный источник первичной биологической продуктивности, определяющий возможность существования всего живого. Одной из главных проблем современности является разумное природопользование и охрана естественной растительности. Известно, что в XX веке степные экосистемы Евразии подверглись интенсивному антропогенному воздействию. Нарушение естественных фитоценозов Бурятии и Монголии связана в первую очередь с выпасом. В литературе накоплен достаточно обширный материал, содержащий сведения о влиянии пастбищной нагрузки на степные экосистемы. В частности, установлено, что при длительном и чрезмерном выпасе происходит их ксерофитизация и обеднение видового состава, а также упрощение структуры сообществ. На разных стадиях пастбищной дигрессии отмечена положительная реакция на выпас у полыней (род *Artemisia*) и их доминирование на стадии сильной пастбищной дигрессии. Для Бурятии

и Монголии это виды – полынь холодная *Artemisia frigida* и п. Адамса *A. adamsii*. На залежных землях характерно преобладание полынных сообществ, на территории Бурятии, в основном, образуют почти чистые заросли полынь Сиверса *Artemisia sieversiana* и п. однолетняя *A. annua*. Если полынь Сиверса и п. однолетняя рудеральные (сорные) растения, то п. холодная и п. Адамса - это растения, которые входят в состав коренных сообществ. П. холодная характерна для степей Бурятии, п. Адамса для Монголии. *A. frigida* принимает участие в сложении растительности разных подтипов (флороценотивов степей), особенно большое ценоценотическое значение имеет в сухих и опустыненных степях, *A. adamsii* в настоящих степях. Для характеристики роли компонентов эфирного масла в адаптации растений более интересны представители коренных сообществ.

Химический состав эфирных масел полыней, в особенности *A. frigida*, изучен, описан состав масла из различных регионов России, Монголии, Казахстана, Канад, показано применение в медицине, биологическая активность, но экологическая роль компонентов масла не обсуждается [1-5]. В то же время накоплен обширный материал о значении летучих органических соединений в адаптационных процессах растений, в обороне растений от насекомых, привлечении опылителей, во взаимоотношениях растения – растения, растения – патоген [6,7].

Цель исследования – выделить и исследовать компонентный состав эфирного масла *A. frigida*, *A. adamsii*, оценить вклад компонентов масла в процесс адаптации растений к аридным условиям Бурятии и Монголии.

Сбор материала проводили в местах естественного произрастания на территории Бурятии и Монголии (1999-2012гг.). Образцы для исследования были собраны в фазе полного цветения. Эфирное масло получали методом гидродистилляции из воздушно-сухого сырья. Эфирное масло исследовали методом хромато-масс-спектрометрии на газовом хроматографе Agilent Packard HP 6890 N с квадрупольным масс-спектрометром (HP MSD 5973) в качестве детектора. Использовалась 30-метровая кварцевая колонка HP-5 MSD с внутренним диаметром 0,25 мм. Процентный состав эфирного масла вычислялся по площадям газо-хроматографических пиков без использования корректирующих коэффициентов. Качественный анализ основан на сравнении времен удерживания, полных масс-спектров, библиотеки хромато-масс-спектрометрических данных летучих веществ растительного происхождения [8]. Количественный анализ выполняли методом внутренней нормировки по площадям пиков без использования корректирующих коэффициентов.

Для растений рода *Artemisia* L. характерна высокая конкурентоспособность и устойчивость в экстремальных аридных условиях, благодаря эффективным морфофизиологическим адаптациям [9]. На молекулярном уровне процесс адаптации затрагивает биосинтез как веществ основного обмена (новообразование антифризных белков при низких температурах, белки теплового шока и т.д.), так и вторичного обмена (терпенов, фенольных соединений и т.д.).

В резкоконтинентальном климате Бурятии с большой амплитудой температур даже в течение одного дня растения испытывают и холодовой, и тепловой стресс. Так, *A. frigida*, являясь петрофитным видом [10], обладает жаростойкостью сопоставимой с типичными пустынными растениями до 56 – 57⁰С [11]. Синтез эфирных масел, является одним из механизмов защиты от перегрева, поскольку монотерпены увеличивает термотолерантность растений [7]. К тому же эфирные масла обладают антиоксидантными и антирадикальными свойствами [12], поэтому способствуют адаптации растений к условиям продолжительной инсоляции.

При изучении состава эфирных масел *A. frigida* идентифицировано 134 соединения. Компоненты эфирных масел полыни холодной можно разделить на две группы – констатные и спорадически появляющиеся. Первая группа – это соединения, обнаруженные во всех или в большинстве изученных популяций. Их содержание в эфирном масле варьирует, но в большинстве случаев они являются макрокомпонентами - 1,8-цинеол, камфора, борнеол, терпинеол-4, α-пинен, камфен, борнилацетат, гермакрин D. Сравнение с литературными данными показывает, что для полыни холодной из других регионов Сибири (Алтайский край, республика Алтай, Хакасия, Тува), а также Казахстана, Монголии и Канады [1-5] характерен схожий набор доминирующих компонентов, что указывает на их генетическую детерминированность. К группе спорадически появляющихся компонентов мы отнесли соединения, которые обнаружены в эфирных маслах до 40% изученных популяций. Соединения данной группы обеспечивают структурное разнообразие компонентов масла, их биосинтез может быть индуцирован как абиотическими, так биотическими факторами среды

произрастания. В эфирном масле п. Адамса идентифицировано около 30 соединений. Для эфирного масла характерно доминирование в составе эфирного масла монотерпеновых соединений типа ментана (терпинен-4, α - γ -терпиненов), типа камфана (камфора, борнеол) и изокамфана (камфен).

Полынь холодная в зеленом состоянии хорошо поедается овцами и удовлетворительно крупным рогатым скотом и характеризуются хорошей отавностью. Стравленные побеги быстро и хорошо отрастают, несмотря на частые скусывания в связи с хорошей поедаемостью [13], но растения в условиях Забайкалья обладают слабой устойчивостью к многократному отчуждению побегов, выдерживает не более двух отчуждений [14]. И тем не менее, в леймусовой степи *A. frigida* появляется как четвертый доминант при легкой, как второй – при умеренной и как первый при сильной нагрузке. В ковыльной степи этот вид присутствует в травостое заповедного участка в качестве третьего доминанта, поднимаясь на второе место при легком и умеренном выпасе и становится основным доминантом при перевыпасе. По мере усиления пастбищной нагрузки *A. frigida*, а также *Caragana mycrophylla*, и *Potentilla acaulis* – наращивают свое участие в травостое и на IV стадии вместе составляют 60% зеленой фитомассы [15,16]. *A. adamsii* наряду с *Agropyron cristatum*, *Potentilla acaulis* усиливает свои позиции при выпасе и выходит на в ранг доминанта в луговых и настоящих степях Монголии на стадии сильной дигрессии [17]. Усиление позиций *A. frigida*, *A. adamsii* при повышенной пастбищной нагрузке также может найти объяснение в составе эфирного масла. Полыни оказывают фитотоксический эффект на растущие рядом растения, наибольшей активностью отличаются камфора и 1,8-цинеол [18]. С увеличением выброса 1,8-цинеола поврежденными растениями *A. adamsii* связывают и медленное восстановление растительных сообществ в сухих пастбищах Монголии [19]. Показано, что летучие соединения *A. frigida* (в особенности 1,8-цинеол, камфора, α -пинен), выделяемые поврежденными растениями, ингибируют рост *Elymus dahuricus*, *Agropyron cristatum* and *Leymus chinensis* на пастбищах Внутренней Монголии [20].

Таким образом, синтез эфирных полыньями дает им преимущества в адаптации к условиям сухих степей. Антиоксидантные, фунгицидные, бактерицидные свойства компонентов масла способствуют лучшему взаимодействию полыни холодной как биотическими, так абиотическими факторами среды. Синтез аллелопатически активных соединений в сочетании с экологической пластичностью и способностью к быстрому вегетативному размножению объясняет высокую конкурентоспособность полыней при усилении пастбищной дегрессии.

Reference

1. Химический состав эфирного масла полыни холодной (*Artemisia frigida* Willd.), произрастающей в Забайкалье / Н.В. Бодоев и др. // Химия растительного сырья. - 2000. - № 3. - С. 41–45.
2. Королюк Е.А., Ткачев А.В. Химический состав эфирного масла двух видов полыни: *Artemisia frigida* и *Artemisia argyrophylla* // Химия растительного сырья. - 2009. - № 4. - С. 63–72.
3. Шатар С., Алтанэцэг Ш. Монгол нутгийн шарилжны эфирийн тосны химийн бурэлдэхееун, технологи чанар ач холбогдол. - Улаанбаатор, 2011. - 225 с.
4. Состав эфирных масел *Artemisia radicans* и *A. frigida* / Г.А. Атажанова и др. // Химия природных соединений. - 1999. - № 4. - С. 478–480.
5. Lopes-Lutz D., Alviano D.S., Alviano C.S., Kolodziejczyk P.P. Screening of chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Artemisia* essential oils // Phytochemistry. - 2008. - Vol. 69. - P. 1732–1738.
6. Dudareva N., Negre F., Nagegowda D.A., Orlova I. Plant Volatiles: Recent Advances and Future Perspectives // Critical Reviews in Plant Sciences. - 2006. - Vol. 25. - P. 417–440.
7. Loreto F., Schnitzler J.P. Abiotic stresses and induced BVOCs // Trends in Plant Science. - 2010. - Vol. 15. - P. 154–166.
8. Ткачев А.В. Исследование летучих веществ растений. - Новосибирск: Офсет, 2000. - 969 с.
9. Муратчаева П.М.-С., Хабибов А.Д. О закономерностях стадий проявления дигрессии в эфемерово-полынных сообществах Терско-Кумской низменности // Аридные экосистемы. - 2013. - Т. 19. - С. 67–77
10. Мирошниченко Ю.М. О распространении *Artemisia frigida* Willd. в МНР // Ботанический журнал. - 1965. - Т.50. - С.420–424
11. Зверева Г.А. К характеристике жаростойкости степных и пустынных растений Центральной Тувы // Степная растительность Сибири и некоторые черты ее экологии. - Новосибирск: Наука, 1982. - С. 62–68.
12. Влияние смесей эфирных масел на их антиоксидантные и антирадикальные свойства / Т.А. Мишарина и др. // Прикладная биохимия и микробиология. - 2012. - Т. 48. - С. 117–123.
13. Горшкова А.А., Гринева И.Ф. 1977. Изменение экологии и структуры сообществ под влиянием пастбищного режима // Экология и пастбищная дигрессия степных сообществ Забайкалья. - Новосибирск: Наука. - С. 153–179.
14. Полошкин Ф.П., Горшкова А.А. Способность степных пастбищных растений к повторному отрастанию // Биоморфология и продуктивность степных растений Забайкалья. - Новосибирск: Наука, 1979. - С.50–119.

15. Савченко И.В. Влияние выпаса на растительность степных пастбищ Забайкалья // Эколого-биологическая и хозяйственная характеристика степных и луговых растительных сообществ Забайкалья. - Улан-Удэ, 1973. - С.104-114.
16. Степи Центральной Азии / И.М. Гаджиев и др. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. - 299 с.
17. Данжалова Е. В. Пастбищная дигрессия растительных сообществ степных экосистем Центральной Монголии: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2008. – 27 с.
18. Halligan, J. P. Toxic Terpenes from *Artemisia Californica* // Ecology. - 1975. - Vol. 56. - P. 999–1003.
19. Plant volatiles inhibit restoration of plant species communities in dry grassland / M. Tsuboa et. al. // Basic and Applied Ecology. - 2012. - Vol. 13. - P.76–84
20. Allelopathic effects of *Artemisia frigida* Willd. on growth of pasture grasses in Inner Mongolia, China / Z. Zhao-Jiang et.al // Biochemical Systematics and Ecology. - 2011. - Vol. 39. - P. 327-383

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ГЕОХИМИЧЕСКИХ БАРЬЕРАХ ДЛЯ ОЧИСТКИ РУДНИЧНЫХ ВОД

©Зонхоева Э. Л. (elis@geo.stbur.ru), Санжанова С.С., Дампилова Б.В.
Геологический институт СО РАН, г.Улан-Удэ, Россия

APPLICATION OF NATURAL MATERIALS IN GEOCHEMICAL BARRIER MINING FOR CLEANING WATER

©Zonkhoeva E.L. (elis@geo.stbur.ru), Sanzhanova S.S., Dampilova B.V.
Geological Institute SB RAS, Ulan-Ude, Russia

Abstract: In the course of the research, we used mass spectrometry with inductively coupled plasma to expand the list to 64 elements determined in acidic mine waters stored at Dzhidinsky tungsten-molybdenum plant. The study of filtration properties of various porous materials has shown that scoria is most suitable for the creation of the mechanical barrier. The highest degree of purification from dissolved heavy metal ions is achieved by the application of mordenite tuff, clay, vermiculite, coal and ashes.

Key words: waste water purification, heavy metals, suspended solids, rocks

Охрана водных объектов от загрязнения ионами тяжелых металлов в зоне влияния горнодобывающих предприятий представляет собой сложную задачу, решение которой требует значительных затрат. Особенно трудно она выполнима в случае законсервированных предприятий, как это видно на примере недействующего ныне Джидинского вольфрамо-молибденового комбината (ДВМК). Рудничные воды штольни Западная ДВМК в результате естественного выщелачивания выносят часть рудных компонентов в р. Модонкуль, приток р.Джиды, являющейся водной артерией бассейна озера Байкал.

Наиболее экономичным, простым и доступным технологическим решением данной проблемы представляется создание искусственных геохимических барьеров на пути миграции загрязнителей [1]. Искусственные геохимические барьеры создают с использованием материалов природного (глины, цеолиты, торф, карбонаты, опоки и др.) и техногенного происхождения (древесные опилки, золошлаки), а также растительности и микроорганизмов [2-4]. Особенно высокий экономический и экологический эффект достигается при применении щелочных отходов, подлежащих утилизации, для нейтрализации кислых стоков. Так, Р.Г.Максимовичем для нейтрализации самоизливающихся кислых стоков шахты им. 40 лет Октября Кизеловского угольного бассейна было предложено использовать щелочные отходы производства кальцинированной соды ОАО “Березниковский содовый завод” [4]. На практике расчетное количество щелочных отходов добавлялось в поток шахтной воды, на пути которого был установлен каскад отстойников для сбора образовавшегося осадка.

Рудничные воды штольни Западная ДВМК представляют собой кислые стоки (рН ~ 2-5), существенно сульфатные (SO_4^{2-} - 1603 мг/дм³), кальциево-магниевые, с общей минерализацией до 2,0-2,5 г/л, с высоким содержанием взвешенных веществ - 0,14 г/л и ионов металлов, Расход воды непостоянный: в 2009 году составлял 0,025 м³/ч, в 2012 г. увеличился до 144 м³/час; непостоянен также ее химический состав, зависящий от сезонности. Методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой, осуществленным на приборе Element XR, удалось расширить перечень определяемых элементов до 64. В пробе штольневой воде, отобранной в летнее время, было найдено, мг/л : марганца - 42,03, меди - 16,95; стронция – 1,506, кадмия – 1,02, кобальта - 0,96, лития - 0,91, бериллия - 0,73, свинца – 0,49, урана – 0,31. Увеличение содержания в воде марганца объясняется

образованием растворимых комплексов $Mn(II)$ с сульфат-ионами. Кроме того, в рудничной воде отмечается повышенное содержание легких редкоземельных элементов вследствие образования устойчивых сульфатных комплексов в кислой среде: соотношение La_n/Yb_n между легкими и тяжелыми РЗЭ составило 568820. Спектр распределения легких РЗЭ характеризовался преобладанием Ce (0,429), Y (0,3370), Nd (0,2125), La (0,1934). Вынос рудных элементов W и Mo незначительный.

Для удаления из воды взвешенных веществ в качестве материалов для механического барьера были исследованы фильтрующие свойства местных (Закаменский район, Бурятия) природных материалов: известняка Нарынского месторождения вулканического шлака Хурай-Цакирского месторождения, серпентинита Оспинского массива, а также кварцита Черемшанского месторождения, морденитового туфа Мухор-Талинского месторождения, клиноптилолитового туфа Холинского месторождения, керамзита. При содержании в исходной воде взвешенных веществ в количестве 78 мг/л остаточное содержание в очищенной воде после ее пропускания через загрузку: из вулканического шлака составило, мг/л - 2,48; кварцита - 5,77; серпентинита - 5,50; керамзита - 3,42; известняка - 19,02. Наибольшей задерживающей способностью из них обладает вулканический шлак. Экспериментально установлено, что на степень очистки от взвешенных веществ несколько влияет гранулометрический состав вулканического шлака: для фракции зерен 0,5-1 мм она достигает 99%, для фракции 2-5 мм - 95,1%. Более заметное влияние на степень очистки оказывает увеличение скорости фильтрования: при скорости потока 0,3 м/ч остаточное содержание взвешенных веществ в воде составило 0,6 мг/л; при скорости 1,2 м/ч - 2,8.

Определены показатели механической прочности и химической устойчивости, характеризующие долговечность и эксплуатационные свойства фильтрующих материалов - серпентинита, кварцита, известняка, дунита, природно-горелой породы, вулканического шлака, каменного угля, клиноптилолитового и морденитового туфов. Механически прочным считается материал, истираемость которого не превышает 0,5%, а измельчаемость - 4 %. Эти показатели соответствуют требованиям у дунита (соответственно 0,1 и 1,0), морденитового туфа (0,1 и 3,1), кварцита Черемшанского месторождения (0,3 и 2,6), серпентинита (0,03 и 1,8), известняка (0,3 и 2,8), вулканического шлака (0,06 и 2,7). Каменный уголь и горелая порода не соответствуют требованиям, предъявляемым к фильтрующим материалам.

Химическая устойчивость фильтрующих материалов устанавливается по результатам прироста кремнекислоты (норма <10 мг/л), перманганатной окисляемости (<10 мг/л), сухого остатка (<20 мг/л). По данным показателям выбранные породы соответствуют требованиям, кроме известняка. Для известняка показатели прироста кремнекислоты и перманганатной окисляемости находятся в пределах нормы, а показатель прироста сухого остатка в кислой среде равен 81,2 мг/л. Таким образом, при выборе материала для механического фильтра следует отдать предпочтение вулканическому шлаку и серпентиниту, обладающим высокой фильтрующей способностью, характеризующимся необходимой механической прочностью и химической устойчивостью. Преимуществом использования данных пород для механической очистки рудничных вод является непосредственная близость расположения соответствующих месторождений к источнику загрязнения, что позволит значительно сократить транспортные расходы.

Подбор материалов для щелочного барьера проводился исходя из сочетания достаточной глубины очистки с невысокой стоимостью. Проведена оценка нейтрализующей способности 16 проб природного материала и отходов производств - известняка и кальцита Нарынского месторождения, вулканического шлака Хурай-Цакирского месторождения (Закаменский район, РБ), серпентинита Оспинского массива, дунита Йоко-Довыренского дунит-троктолит-габбрового массива, доломитизированного известняка (образец из района Озернинского полиметаллического месторождения), кварцита Черемшанского месторождения, морденитсодержащего туфа и монтмориллонитовой глины Мухор-Талинского месторождения, клиноптилолитового туфа Холинского месторождения, природно-горелой породы Гусиноозерского месторождения бурого угля, каменного угля Тугнуйского месторождения, вспученного вермикулита, керамзита, золошлака ТЭЦ-2 (г. Улан-Удэ), отходов обогащения сульфидно-вольфрамовых руд с ДВМК, а также синтетического цеолита NaA. Дробленные образцы пород зернением 1-2 мм контактировали со сточной водой с pH 3,8 при соотношении твердой и жидкой фаз 1:10. Анализ сточной воды на содержание ионов металлов

проводился методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой на приборе OPTIMA 2000 DV.

Наибольшее повышение до pH 5,4 достигнуто при контакте с известняком, доломитизированным известняком, красно-бурым образцом горелой породы; при контакте со вспученным вермикулитом pH повышается до 5,2. Значение pH сточной воды при контакте с вулканическим шлаком повышается до 4,9, кварцита, серпентинита, керамзита, глины до 4,8, морденитового туфа до 4,6. Нейтрализующее действие остальных пород менее значительное.

Подщелачивание сточной воды до значения pH 5,4, при котором только начинается процесс осаждения гидроксидов металлов, оказалось недостаточным для их удаления. Ионы цинка, кадмия не удаляются известняком, доломитизированным известняком, красно-бурым образцом горелой породы; ионы меди удаляются данными породами на 10-13%, свинца – на 50-95%. Наиболее высокая эффективность (%) очистки из перечисленных материалов достигнута при использовании вспученного вермикулита: по ионам меди – на 95; цинка – на 73; свинца – 99, кадмия – 62.

Как известно [4], на щелочном геохимическом барьере осуществляются не только процессы осаждения, но и адсорбции. Так, присутствующие в сточной воде ионы Fe^{3+} , Ca^{2+} и Mg^{2+} образуют золи гидроксидов $Fe(OH)_3$, $Ca(OH)_2$ и $Mg(OH)_2$, которые способствуют полноте удаления ионов металлов в результате коагуляции и адсорбции. Согласно ожиданиям, свыше 90% примесей металлов удаляется ионообменным методом на синтетическом цеолите NaA. На природном сорбенте – морденитовом туфе достигнута меньшая степень очистки: по ионам цинка и меди – на 55%, ионам свинца – на 92%, ионы кадмия не удаляются туфом. Глиной задерживаются ионы цинка на 60%, меди – на 43%, свинца – на 78%, кадмий не задерживается глиной. С помощью каменного угля и золы достигнута более высокая степень очистки не только от ионов цинка – на 47%, меди и свинца – на 88-96%, но и от высокотоксичных ионов кадмия – на 50-55%. Таким образом, из изученных материалов самыми перспективными для очистки сточных вод от растворенных примесей ионов тяжелых металлов, оказались, не считая синтетический цеолит, морденитовый туф, глина, вспученный вермикулит, каменный уголь и зола ТЭЦ.

Reference

1. Алексеев В.А., Алексеев Л. П. Геохимические барьеры: учеб. пособие. - М.: Логос, 2003. - 144 с.
2. Варданян М.А., Синегибская А.Д., Варфоломеев А.А. Поиск сорбентов на основе природных материалов и отходов производства для очистки сточных вод производства сульфатной целлюлозы // Труды Братск. гос. техн. ун-та. - 2006. - №1. - С. 17-23.
3. Калюкова Е.Н., Письменко В.Т., Чемаева О.В. Исследование процесса сорбции катионов Zn^{2+} с использованием природного сорбента (Опока) // Реактив - 2006 : материалы 19 междунар. науч.-техн. конф. "Химические реактивы, реагенты и процессы малотоннажной химии". Уфа, 2-4 окт., 2006. - Уфа, 2006. - Т. 1. - С. 190-193
4. Максимович Н.Г., Хайрулина Е.А. Геохимические барьеры и охрана окружающей среды: учеб. пособие. - Пермь: Изд-во Перм.гос.ун-та, 2011. - 248 с.

К ВОПРОСУ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ХОЛБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА ПЕРИФЕРИИ МОНГОЛЬСКОГО ПЛАТО

©Иванова О.А. (oksaliv@yandex.ru), Хертуев В.Н.

Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ, Россия

TO THE QUESTION OF ANTHROPOGENOUS INFLUENCE OF HOLBINSKY OF THE FIELD ON THE PERIPHERY OF THE MONGOLIAN PLATEAU

©Ivanova O.A. (oksaliv@yandex.ru), Khertuev V.N.

Buryat State University, Ulan-Ude, Russia

Abstract: East Sayan Mountains as the part of the Mongolian plateau represents asymmetrically folded structure of the northwest pro-declining adjoining southwest edge of the Siberian platform. The Zun-Holbinsky gold field is located in East Sayan's east part. Landscape features of an upper course of the river of China and Urik, define biological diversity of mountain geosystem. Further development of the Holbinsky field can put negative impact to this unique system of fauna.

Key words: Mining industry, anthropogenic impact, atmosphere, geographic location.

Горная система Восточного Саяна, где расположен Холбинский рудник имеет сложное

орографическое строение. Длина ее составляет более 1000 км, а преобладающее направление хребтов – с севера-запада на юго-восток. Наиболее высокие горные системы Восточного Саяна образуют главный водораздельный хребет, от которого отходят многочисленные отроги, разделенные глубокими речными долинами. Хребты осевой части Восточного Саяна представляют собой плосковершинные белогорья (Манское, Канское и др.), над которыми местами поднимаются гольцовые вершины.

В Восточном Саяне хорошо сохранились древние поверхности выравнивания, расположенные на высоте от 1200-1300 до 2700-2800 м, которые расчленены неглубокими речными долинами, где и находится объект нашего исследования рудник «Холбинский».

С юга Окинское плоскогорье ограничено Тункинскими и Китойскими гольцами. Они представляют собой мощные хребты, горные вершины которых поднимаются на 2800-3200 м. Вершины остроскалистые, труднодоступные [5].

Зун-Холбинское золоторудное месторождение расположено в восточной части Восточного Саяна. Долина р. Китой ограничена с севера Китойскими гольцами, а с юга – Тункинскими гольцами. Основными орографическими единицами района являются вытянутые в широтном направлении Урунгольский хребет и Китойские гольцы, здесь же проходят водоразделы основных рек Восточного Саяна (Китой, Иркут, Урик, Ока). Для данного района характерны альпинотипные формы рельефа с современными ледниками и абсолютными отметками вершин 2000-3000 м (г. Улан-Сарьдаг, абс. отм. 3017 м) [3].

В геологическом отношении Восточный Саян, как периферия Монгольского плато представляет собой асимметричную складчатую структуру северо-западного простирания, примыкающего к юго-западному краю Сибирской платформы. По возрасту главной складчатости эта горная страна делится на две части, разделенные зоной глубинного разлома: позднекембрийскую (рифейскую или байкальскую) на северо-востоке и раннекаледонскую (кембрийскую) на юго-западе.

Верхове р. Китоя входит в область континентальной восточно-сибирской области умеренного климатического пояса. Климат здесь резко континентальный. Условия атмосферной циркуляции существенно изменяются в зависимости от сезона. В холодный период года преобладает область высокого давления – сибирский антициклон и его гребень приходится на январь, поэтому зимой превалирует малооблачная погода, при которой широкое развитие получают процессы выхолаживания атмосферы.

Циклоническая деятельность проявляется зимой слабо. Весной преобладают факторы зональной циркуляции, определяющие северо-западный перенос воздушных масс, усиливающий циклоническую деятельность [2].

Циклоны обычно движутся с запада и северо-запада. Последние приносят холодный арктический воздух и вызывают значительные похолодания, сопровождающиеся сильными ветрами. Наибольшая повторяемость смещения циклонов на территорию Восточного Саяна наблюдается летом. Во второй половине лета с южными и юго-западными циклонами изредка поступает влажный тропический воздух, что вызывает резкое ухудшение погоды с сильными дождями и усилением ветра. При выходе южных циклонов количество осадков может достигать опасных значений (30 мм и более за 12 ч.). Осенний период характеризуется развитием общего северо-западного и восточного переноса, который прерывается вторжениями холодных воздушных масс с севера.

Среднегодовая температура воздуха в районе Холбинского рудника составляет (-6,5 °С). Самый холодный месяц года – январь (- 21,2 °С), самый теплый – июль (+10 °С). Абсолютный минимум (- 46 °С), абсолютный максимум – (+27 °С). Средняя относительная влажность изменяется в течение года мало, минимальных значений она достигает в мае (60%), максимальных – в июле-августе (72-73%).

За год в районе Холбинского рудника выпадает в среднем 497 мм осадков. Максимальное количество осадков выпадает в июле (126 мм), минимальное – в декабре-январе (6 мм). В течение всего года преобладают ветры северо-западного направления, которые имеют повторяемость летом 15% и зимой 19%. В летнее время возрастает повторяемость ветров восточного, юго-восточного, южного направлений (до 8-12%). Средняя скорость ветра достигает максимальных значений (3,9 м/с) в апреле, минимальных – в июле (2,0 м/с). Наибольшую повторяемость в течение года имеют малые скорости ветра (от 0 до 3 м/с), являющиеся неблагоприятными для рассеивания выбросов. В среднем за год в районе Холбинского рудника отмечается 13 дней с туманом, чаще всего туманы

наблюдаются в июле-августе (3-4 дня), а в зимнее время (ноябрь-апрель) в сумме составляют 1 день. Общая повторяемость температурных инверсий в течение года составляет 80-90%. Антициклонический характер погоды в зимний период обуславливает наличие большого числа штилей [4].

В районе Холбинского рудника распространение имеют реки, озера и выходы грунтовых вод. Сам рудник «Холбинский» находится в зоне сплошного развития многолетней мерзлоты. Нижняя граница мерзлых пород проходит на глубине 300 м.

Из рек, прямо или косвенно подвергающихся антропогенному воздействию Холбинского рудодобывающего комплекса, являются р. Самарта и Зун-Холбо (Хойто-Сала). Река Самарта протекает по широкой долине, расположенной на южных склонах Оспинского хребта, и впадает в р. Китой, а затем в Ангару. Длина ее составляет 23 км. Основными притоками Самарты в пределах Холбинского месторождения являются ручьи Золотой (10,4 км) и Скалистый (6,3 км). Река Зун-Холбо (Хойто-Сала) протекает по долине, расположенной на северных склонах зоны, длина реки 14 км. Основной приток р. Урда-Сала (9,5 км). Длина притока 4,7 км. Водосборная площадь приурочена к склонам крупных сводовых поднятий, и для них в истоках рек характерны слабое развитие гидрографической сети и неглубокие эрозионные врезы.

Ландшафтные особенности верховья р. Китоя и Урика, где располагается Холбинское месторождение предопределяют и биологическое многообразие этой горной геосистемы. Из-за своего географического положения данная территория всегда была коридором для миграций животных из северной Монголии в бассейн озера Байкал, а по причине своей некоторой изолированности от человека, в восточной части Восточного Саяна сохранились виды, особи которых в бассейне озера Байкал практически исчезли; красный волк, снежный барс (ирбис), архар или аргали (горный баран), тувинский бобр и др.

Построенный здесь в верховье р. Самарты и Урика рудник «Холбинский», имеет три промышленные площадки: промплощадка Самарта с вахтовым поселком, промплощадка Зун-Холба с вахтовым поселком и участки горных работ.

Основной площадкой по переработке руды и извлечению золота является промплощадка Самарта, которая включает в себя золотоизвлекательную фабрику, цех гидрометаллургии, гараж с открытой автостоянкой, бетонорастворный узел, столярный цех, склады руды и угля, отвал шлака от котельной, дизельную электростанцию, вспомогательное производство – кузница, сварочные участки, хвостохранилище хвостов флотации и хвостохранилище хвостов сорбции. В вахтовом поселке Самарта действуют баня и пекарня. На промплощадке Зун-Холба размещается вспомогательное производство, а также отопительные котельные.

На участках горных работ производится выдача на поверхность горной массы (руды и породы), складирование породы в отвалы. Руда автопогрузчиком грузится на самосвалы и вывозится на ЗИФ и во временный склад руды на площадке штольни 12. Загрязненный воздух при штилевой погоде может спровоцировать образование смога за счет инверсных процессов в атмосфере.

Расчеты рассеивания вредных веществ в атмосфере показали, что на промплощадке Самарта в настоящее время наблюдается высокое загрязнение атмосферы выбросами оксидов азота, свинца пыли древесной, пыли неорганической и других веществ. Кроме того, фактором суммации вредного воздействия обладают диоксиды азота и серы, фтористый водород, пыль цементная, оксид углерода, серная кислота, дополнительными источниками, определяющими степень загрязнения, являются котельные на промплощадке, дробильное отделение золотоизвлекательной фабрики (ЗИФ) и столярный цех. Ввиду увеличения выбросов в атмосферу от перечисленных источников в связи с ростом производительности рудника предусмотрены мероприятия по пылеочистке. Для уменьшения выбросов вместо трех котельных установок (две в поселке и одна на фабрике) вводится в эксплуатацию одна котельная с последующим увеличением высоты трубы для улучшения условий рассеивания вредных примесей. Предусматриваемые мероприятия позволяют снизить загрязнение атмосферы перечисленными выше вредными веществами.

На промплощадке Зун-Холба предполагается увеличение антропогенного характера, что приведет к большему загрязнению атмосферы поселка и промплощадки.

Общеизвестно, что от степени воздействия выбросов вредных веществ в атмосферу от деятельности горнорудного производства, определяется прежде всего размерами зоны влияния

предприятий, а также интенсивностью загрязнения атмосферного воздуха на данной техногенной территории. Кроме того, нужно учесть направление розы ветров, метеорологический потенциал рассеивающей атмосферы (МПА) и массу выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ. Под метеорологическим потенциалом рассеивающей способности атмосферы нами подразумевается комплекс метеорологических условий, характерных для данной местности и способствующих как накоплению примесей в атмосфере, так и самоочищению атмосферного воздуха. Как известно, одним из основных факторов, способствующих накоплению вредных примесей в приземном слое атмосферы, является скорость ветра не более 0-1 м/с. Эффект накопления загрязняющих примесей усиливают туманы. Одновременно с осадками выпадают вредные вещества попадающие со стоками в реки. Установлена прямая зависимость от количества дней с сильным ветром, способным вынести вредные примеси из очага загрязнения, а также количество дней с осадками, которые путем вымывания очищают атмосферный воздух. Установлено, что скорость ветра, способная вынести вредные вещества из очага загрязнения не менее 6 м/с [1].

Видовой состав и количественные бентосные организмы р. Самарты и р. Зун-Холбо свидетельствуют, что наблюдаемые в настоящее время антропо- и техногенные параметры прессы на рассматриваемые водотоки пока не носят резко отрицательный характер, а их воздействие можно оценить как локальное и умеренно негативное.

Reference

1. Гальперин В.Н. Защита атмосферы от пылегазовых выбросов горнохимических предприятий. - М.:Недра, 1984.
2. Жуков В.М. Климат Бурятской АССР. - Улан-Удэ, 1960.-187 с.
3. Забелин И.М. О характере последнего оледенения в верховьях рек Иркутга и Китоя // Вестник ИГУ. -1950.- №12.
4. Картушин В.М, Агроклиматические ресурсы юга Восточной Сибири.- Иркутск: Вост.Сиб. кн. изд-во, 1969.-99 с.
5. Логачев Н.А. Саяно-Байкальское Становое нагорье. - М.: Наука, 1974. – С.4-162.

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛАНДШАФТОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ МОНГОЛИИ ПРИ ДОБЫЧЕ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА (МЕСТОРОЖДЕНИЕ ЗААМАР)

©Касимов Н.С., Кошелева Н.Е. (nataalk@mail.ru), Алексеенко А.В.

Московский государственный университет им.М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

GEOCHEMICAL TRANSFORMATION OF LANDSCAPES IN CENTRAL MONGOLIA DURING THE PLACER GOLD MINING (ZAAMAR GOLDFIELD)

©Kasimov N.S., Kosheleva N.E. (nataalk@mail.ru), Alekseenko A.V.

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Abstract: The paper characterizes a geochemical transformation of the Tuul river valley landscapes in the Zaamar goldfield, providing a landscape-functional zoning and defining the levels of accumulation of chemical elements in the soils of the designated zones as compared to the background conditions. It also considers the changes in the chemical composition of bottom and suspended sediment within the 100-km section of the river and settling ponds as well as identifies the main factors determining the geochemical heterogeneity of the study area by the multivariate regression analysis.

Key words: placer gold mining; soil pollution; bottom and suspended sediments pollution; riv. Tuul.

Введение

Добыча полезных ископаемых в Монголии является в настоящее время одним из наиболее динамично развивающихся секторов экономики. Особо выделяется добыча золота, которая относится к наиболее деструктивно влияющим на окружающую среду видам хозяйственной деятельности. Это определяет актуальность геохимических исследований, направленных на оценку характера техногенной трансформации и степени загрязнения ландшафтов в районах месторождений золота и разработку практических рекомендаций по улучшению экологической обстановки.

Объектом данного исследования является территория месторождения россыпного золота Заамар в долине р. Туул, притока р. Селенги, впадающей в оз. Байкал. В предшествующих работах на данной территории изучалось в основном экологическое состояние речных экосистем [1-5].

Использованный нами эколого-геохимический подход к изучению воздействия антропогенной деятельности предполагает анализ особенностей миграции и аккумуляции химических элементов в элементарных ландшафтах месторождения. Исследования были проведены в составе Совместной комплексной российско-монгольской биологической экспедиции РАН и АН Монголии в аймаке Туве, сомон Заамар, летом 2012 г. Цель работы – комплексная оценка геохимической трансформации ландшафтов долины р. Туул на территории месторождения Заамар. Решались следующие задачи: изучение процессов поступления, миграции и концентрации химических элементов в различных ландшафтах долины; оценка уровней техногенной трансформации территории; выявление основных факторов геохимических изменений при разработке месторождения.

Объекты и методы

Долина р. Туул относится к Орхон-Селенгинскому среднегорью с абс. высотами 900–1600 м. Относительные высоты обрамляющих речную долину хребтов варьируют от 100 до 200 м. Для данной территории характерны умеренно засушливое, прохладное лето (средняя температура воздуха в июле +18°C) и суровая зима (-27°C в январе), за год выпадает в среднем около 220 мм осадков, коэффициент увлажнения – 0,6. Преобладающие природные ландшафты – умеренно-сухая ковыльно-полынная степь на тёмно-каштановых мучнисто-карбонатных почвах [6, 7].

Месторождение россыпного золота Заамар разрабатывается с 1994 г. гидромеханизированным методом с использованием экскаваторов-драглайнов и драг, т.е. плавучих горно-обогажительных комплексов. Нелегальными старателями активно ведётся вторичная промывка отвалов. Площадь затронутой промышленной золотодобычей территории составляет более 4000 га. В соответствии с проведённым нами *ландшафтно-функциональным районированием*, исследованный участок речной долины состоит из 5 основных зон.

1. *Зона современной разработки россыпного золота* на участках бывшей поймы р. Туул представляет собой территорию техногенных «бедлендов». Здесь размещены отвалы вскрыши и промывки, пруды-отстойники, полигоны современной отработки, пруды-накопители, отсыпки подъездных путей и другие промышленные звенья. Полному уничтожению подвергаются почвы, растительный покров, нарушается система поверхностного и грунтового стока. Рельеф этой зоны представляет собой сочетание гребневидных, конусообразных и платообразных положительных форм отвального комплекса высотой до 25 м, разделённых речными выемками и техногенными временными водотоками.

2. *Зона старых отвалов вскрышных пород и хвостов промывки* находится в пределах долины основной реки и впадающих в нее притоков и примыкает к площади разработки. Это промышленные отвалы 10–20-летней давности со слабоволнистой поверхностью и высотой 5–6 м. Все отвалы сложены утрамбованным галечным материалом с малым содержанием мелкозёма. Процесс самовосстановления растительного покрова на отвалах происходит крайне медленно.

3. *Зона рекультивации* занимает меньшие площади по сравнению с двумя описанными выше и приурочена к разровненным отвалам пойм, которые по абс. отметкам совпадают с ненарушенными ландшафтами. Биологическая рекультивация заключается в линейной посадке вяза, тополя и некоторых других древесных пород.

4. *Зона ненарушенных и слабонарушенных участков* занимает автономные и практически все склоновые позиции, а также незначительную часть поймы р. Туул. Эти территории заняты преимущественно ковыльно-полынными степями.

5. *Аквальная зона* испытывает наряду с прямым наибольшее опосредованное техногенное воздействие. Вдоль поймы р. Туул ведётся выемка грунта, что обуславливает изменение гидродинамических характеристик водного потока и увеличение стока наносов. В соответствии с технологией освоения россыпей производится водозабор – на каждый проходимый кубометр перерабатываемой горной массы расходуется 10-15 м³ воды. После прохождения участка разработки использованные воды сбрасываются в небольшие разделённые между собой запруды, выполняющие функции водоотстойников и являющиеся основным местом вторичной добычи золота из хвостов промывки нелегальными старателями.

В ходе геохимической съёмки были отобраны образцы почв и отвалов из верхнего (0-10 см) горизонта, где депонируется основная часть загрязняющих веществ. Систематическое опробование было проведено по методике заложения поперечных профилей на обоих бортах долины р. Туул,

которая наиболее репрезентативна в условиях речной долины. Расстояние между профилями составляло около 1 км, а их общее число – 25. На одном профиле в различных ландшафтно-функциональных зонах получено в среднем 5-6 проб, общее число проб из поверхностных горизонтов почв и отвалов составило 129. На каждом втором поперечнике отбирались донные отложения р. Туул и запруд в пределах речной долины. Число проб донных отложений составило 11.

В 50 образцах, отобранных из поверхностных почвенных горизонтов, донных отложений, отвалов и хвостохранилищ, определены концентрации около 50 элементов-примесей, в 30 образцах – содержание ртути. Для подробного анализа были выбраны наиболее вовлечённые в техногенные геохимические циклы микроэлементы (21 элемент). Анализ проведен методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS) на масс-спектрометре Elan-6100 ("Perkin Elmer", США) во ВНИИ минерального сырья. Диапазон измеряемых концентраций элементов данным прибором составляет 8 порядков, чувствительность достигает величины от $1 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^{-7}$. Величины pH и содержания гумуса методом Тюрина определены в Эколого-геохимическом научно-образовательном центре Географического факультета МГУ. Данные о расходах взвешенных наносов и содержании химических элементов во взвешенных и донных наносах р. Туул были любезно предоставлены авторам М.Ю. Лычагиным и С.Р. Чаловым.

Статистическая обработка аналитического материала проводилась в программных пакетах Statistica 8 и Excel. Он включал вычисление средних, средних квадратичных отклонений, коэффициентов вариации, максимальных и минимальных значений и др. показателей. С помощью многомерного метода регрессионных деревьев в пакете SPLUS выявлены основные ландшафтно-геохимические факторы, контролирующие накопление элементов в почвогрунтах и донных отложениях. Построение решающего дерева основано на многократном разбиении исходного массива данных с наблюдениями за результирующим признаком и его факторами на две части. Факторы могут быть представлены не только количественными, но и качественными переменными. Данный метод позволяет прогнозировать уровни содержания металла и его вариабельность при различных сочетаниях факторов, а также оценить значимость последних [8].

Также был рассчитан ряд геохимических показателей и коэффициентов. Для рассматриваемых химических элементов в фоновых почвах были вычислены кларки концентрации $KK = C_{\phi}/K_l$ и рассеяния $KP = K_l/C_{\phi}$, где C_{ϕ} – содержание элемента в фоновых почвах; K_l – кларк в литосфере (по А.П. Виноградову и по С.Р. Тейлору) или кларк глини и сланцев (по Н. Тюрекиан и К. Wedepohl). Для образцов, отобранных на отвалах вскрышных пород и хвостах дражной промывки, были рассчитаны коэффициенты концентрации элементов относительно фоновых почв: $K_c = C_{ome}/C_{\phi}$; где C_{ome} – содержание элемента в образцах, отобранных из техногенно нарушенных почвогрунтов.

Результаты и их обсуждение

Региональные особенности химического состава поверхностного горизонта фоновых почв в зоне ненарушенных и слабонарушенных ландшафтов оценивались путем сопоставления средних концентраций 21 химического элемента с глобальными кларками. Относительно кларков литосферы А.П. Виноградова в фоновых почвах Заамара накапливаются **Bi_{25,5}Cd_{23,3}As_{7,8}W_{3,0}Sb_{2,1}V_{1,6}Sc_{1,3}Pb_{1,2}Sn_{1,2}** (нижние индексы – *KK*), кларков литосферы С.Р. Тейлора – **As_{7,3}Sb_{5,2}W_{2,6}Pb_{1,6}Sn_{1,5}Bi_{1,5}Li_{1,5}Ba_{1,4}Ga_{1,2}**, кларков глини и сланцев Н. Тюрекиан, К. Wedepohl – **Bi_{25,5}Pb_{2,8}As_{2,0}W_{2,0}Sc_{1,3}**. Таким образом, для фоновых почв можно выделить ассоциацию элементов **Bi-As-W** с повышенными (*KK* > 1,5) относительно всех трех кларков концентрациями.

В техногенно измененных ландшафтно-функциональных зонах в повышенных относительно кларка литосферы А.П. Виноградова концентрациях находятся **Bi_{23,2}Cd_{15,1}As_{8,6}W_{2,7}Sb_{2,1}V_{1,5}Sc_{1,3}**. По сравнению с кларком литосферы С.Р. Тейлора этот список выглядит следующим образом: **As_{8,1}Sb_{5,2}W_{2,4}Li_{1,5}Sn_{1,4}Bi_{1,4}Ba_{1,4}Pb_{1,3}Ga_{1,2}**, по отношению к кларку глини и сланцев Н. Тюрекиан, К. Wedepohl – **Bi_{23,2}Pb_{2,4}As_{2,2}W_{1,8}Sc_{1,3}**. Обобщённая ассоциация элементов с *KK* > 1,4 относительно любого из трех кларков имеет вид: **Bi-As-W**, т.е. и в фоновых, и техногенных ландшафтах в повышенных концентрациях находятся одни и те же элементы.

Геохимическая трансформация техногенных отвалов, хвостохранилищ и зон рекультивации определялась путём расчёта коэффициентов K_c относительно фоновых почв. Выделена ассоциация **Co-As-W-Li-Ni-Zn-Sr**, концентрации которых в рассматриваемых зонах превышают фоновые (K_c в отдельных точках до 2,8). Анализ диаграмм размаха концентраций элементов, построенных для

природных и трансформированных ландшафтов, позволяет утверждать, что в последних с учётом границ типичных значений (25 %- и 75 %-ный квартили) повышенные концентрации имеют только Zn, Ni, Sr, Li. Наибольшее содержание Zn, Ni и Li характерно для зоны современной разработки, тогда как в старых отвалах и особенно на участках рекультивации их средние концентрации уменьшаются и даже становятся ниже фоновых, что свидетельствует об эффективности восстановительных мероприятий (табл. 1). Исключение составляет Sr, концентрации которого в зоне рекультивации наиболее высоки, что, возможно, обусловлено внесением удобрений и мелиорантов, содержащих Sr в виде примеси.

Таблица 1.

Средние концентрации (мг/кг) химических элементов в различных ландшафтно-функциональных зонах месторождения Заамар

Ландшафтно-функциональная зона	Li	Ni	Zn	Sr	As	Co	W
Современная разработка	32,8	32,9	76,3	345	15,7	15,3	3,4
Старые отвалы	31,0	30,3	66,3	302	15,7	12,9	3,8
Рекультивация	28,3	29,0	61,7	447	12,7	11,9	4,4
Ненарушенные территории	29,8	31,4	72,2	336	13,2	14,2	3,9

В *аквальных ландшафтах*, судя по значениям K_c , концентрации 6 элементов (**Sr, Ba, Sn, Be, Ga, Sb**) близки к фоновым, а 15 остальных рассматриваемых (**Pb, Cr, W, V, Ni, Co, Bi, Mo, Cu, Zn, Li, Sc, As, Y, Cd**) – ниже фоновых в 1,1–1,4 раза. Изменение состава донных седиментов на обследованном участке р. Туул определено по данным о концентрациях химических элементов в 17 пробах, 3 из которых отобраны выше по течению разработок золота, 13 – в зоне современной добычи и 1 – в 60 км ниже по течению реки (рис. 1). Анализ графиков свидетельствует о нарастании концентраций **Cr, Zn, V, Y, Cu, Ni, Li** в донных отложениях вниз по течению. На этом фоне выделяются пики максимальных концентраций **Cd, Bi, Y, Cu, Ni, Li, Sc, Co, As, Ga, Pb, Sn, Sb, Mo, Cr, Zn, V, Ba** (K_c 1,5–3), приуроченные к донным отложениям запруд (III, VI и XX поперечные профили), представляющих собой механические геохимические барьеры. Данные запруды являются водоотстойниками, сохранившимися после прохождения участка долины драгой. Нелегальные старатели используют их для вторичной добычи золота из хвостов промывки. В условиях бессточного режима запруд причиной загрязнения этих аквальных ландшафтов служат сразу два фактора техногенного влияния – промышленная добыча и вторичная промывка золота.

В аквальных ландшафтах также изучался химический состав взвешенных речных наносов. Их основным источником на территории разработок россыпного золота в долине р. Туул являются размываемые отвалы вскрышных пород и хвостов дражной промывки. К взвешенным наносам относится переносимый речным потоком материал, имеющий преобладающую размерность 0,01–0,05 мм. Изменения состава взвешенных наносов в различных частях долины р. Туул показаны на рис. 2. Распределение концентраций 16 рассматриваемых элементов во взвешенных наносах отличается максимальными значениями (K_c 1,5–2) на территории месторождения и резким падением на участке в 60 км ниже по течению, перед впадением в р. Орхон.

Было выявлено загрязнение ртутью аквальных ландшафтов на территории месторождения в результате амальгамации при нелегальной добыче золота. Hg аккумулируется во взвешенных наносах р. Туул (KK 1,2–2), а также в донных отложениях пруда, в котором велась разработка золота ($KK=59$). Известно [9], что в составе взвесей переносится в среднем не более 20 % от общего содержания Hg. Таким образом, можно предположить, что значительная доля металла, поступающая в речные воды при добыче золота, мигрирует в растворённой форме. Накопление Hg в ненарушенных почвах речной долины, а также в отвалах вскрышных пород и хвостах дражной промывки не обнаружено.

В группе элементов **Pb, Cr, V, Ni, Co, Sr, Mo, Sn, Cu, Zn, As, Cd** имеют повышенные содержания в техногенно нарушенных ландшафтах относительно установленных в Монголии для суглинистых почв ПДК только **As** (в среднем в 3,7 раза, в отдельных точках до 9,3) и **V** (1,1, до 1,5).

Для выявления основных факторов, определяющих геохимическую неоднородность изучаемой территории, был проведён многофакторный регрессионный анализ. Были построены дендрограммы, характеризующие уровни содержания **As, Co, Cu, Mo, W** в зависимости от ландшафтных факторов (степени автономности ландшафта, принадлежности к функциональной зоне) и свойств почв

(содержания Fe_2O_3 , MnO и гумуса, величины pH). Анализ распределения Co (рис. 3) показал, что содержание оксидов Fe является ведущим фактором, контролирующим накопление этого и всех других рассматриваемых элементов. Вторым по значимости фактором оказалась величина pH, варьирующая в пределах от 7,3 до 9,9. Положение в катене влияет на содержание Co и Mo, которые аккумулируются в автономных позициях, а Mo – также в аквальных ландшафтах. Оксиды Mn способствуют накоплению только As. Ненарушенные территории отличаются пониженными концентрациями As, Co, Cu, W. Влияния содержания гумуса на накопление рассматриваемых элементов не выявлено.

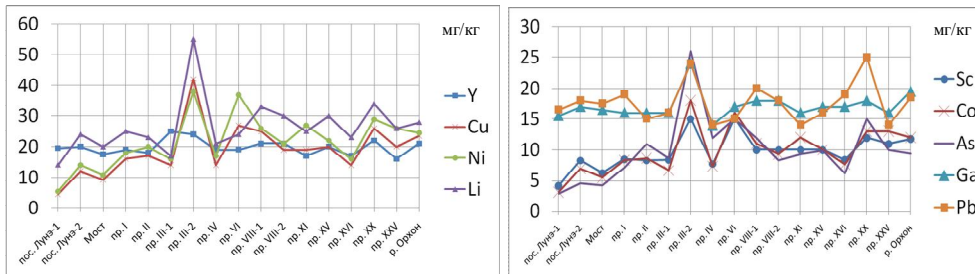


Рис. 1. Изменение концентраций (мг/кг) химических элементов в донных отложениях реки и запруд вниз по течению р. Туул

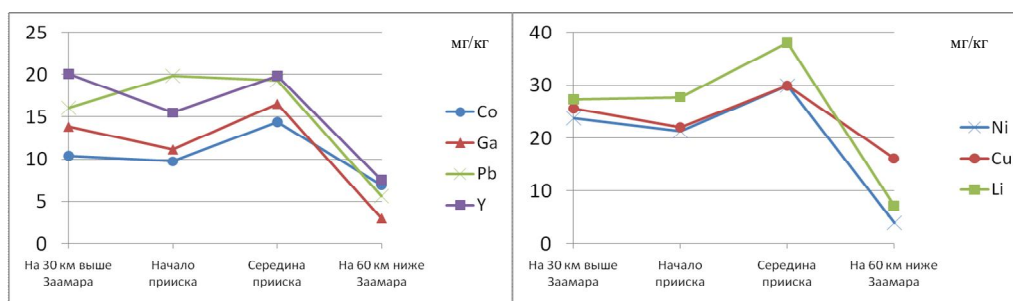


Рис. 2. Концентрация химических элементов (мг/кг) во взвешенных наносах в различных частях долины р. Туул

Выводы 1. Фоновые почвы исследуемой территории характеризуются ассоциацией элементов $Bi-As-W$ с повышенными относительно кларков литосферы Виноградова и Тейлора и кларков глин и сланцев Turekian, Wedepohl концентрациями. Техногенные ландшафты отличаются несколько повышенным по сравнению с глобальными кларками содержанием тех же химических элементов. Таким образом, повышенные относительно кларков горных пород концентрации элементов в техногенных ландшафтах обусловлены региональным геохимическим фоном.

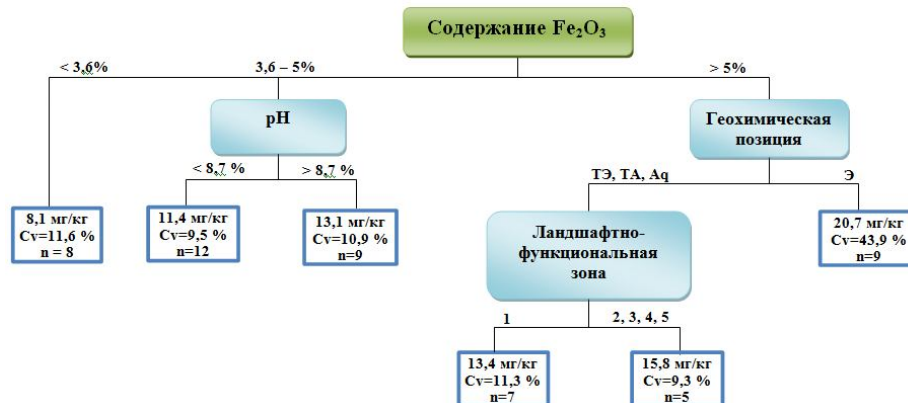


Рис. 3. Регрессионное дерево содержания Co в поверхностных горизонтах почв, отвалов и донных отложений месторождения Заамар. В овальных фигурах приведены факторы разных уровней значимости, на соединительных линиях указаны градации факторов. В прямоугольниках даны: среднее содержание элемента в верхних горизонтах почв, отвалов и донных отложений при данном сочетании факторов; коэффициент вариации (Cv); количество точек (n). Геохимические позиции: Э – элювиальная; ТЭ – трансэлювиальная; ТА – трансаккумулятивная; Аq – аквальная. Ландшафтно-функциональные зоны: 1 – ненарушенные и слабонарушенные; 2 – рекультивации; 3 – старых отвалов; 4 – современной разработки; 5 – речная экосистема.

2. По сравнению с фоновым содержанием в почвах на территории отвалов накапливается ассоциация Zn–Ni–Sr–Li. При максимальных значениях K_c этих элементов до 2,8 геохимические изменения в техногенных ландшафтах можно считать незначительными, несмотря на интенсивный механогенез, проявляющийся в разрушении природных компонентов и формировании отвалов вскрышных пород, хвостов промывки и прудов-отстойников.

3. Создаваемые при промышленной и кустарной разработке россыпного золота аквальные ландшафты прудов-отстойников представляют собой механические геохимические барьеры, на которых осаждаются широкая ассоциация элементов с коэффициентами K_c в нескольких запрудах по отношению к среднему содержанию в донных отложениях всех аквальных ландшафтов от 1,3 до 3. Во взвешенных наносах р. Туул аккумулируются Sn, Sc, As, Co, Ga, Pb, Y, Ni, Cu, Li, Cr, Zn, V, Sr, Ba, коэффициент K_c которых относительно среднего содержания во взвеси составляет до 2,7. На территории месторождения выявлено загрязнение Hg взвеси и донных отложений.

4. Основными параметрами почв, отвалов и донных отложений, контролирующими концентрации As, Co, Cu, Mo, W, являются содержание оксидов Fe и величина pH. В меньшей степени проявляется влияние положения в катене и нарушенности ландшафта.

Reference

1. Khazheeva Z.I., Tulokhonov A.K., Urbazaeva S.D. Distribution of metals in water, bottom silt, and on suspensions in the arms of the Selenga delta // Chem. Sustainable Dev. – 2006. - № 14. - P. 279–285.
2. Altansukh O. Surface Water Quality Assessment and Modeling. A Case Study in the Tuul River, Mongolia. International Institute for Geo-information Science and Earth Observation. Enschede, Netherlands, 2008.
3. Zandaryaa S., Aureli A., Merla A., Janchivdorj L. Transboundary Water Pollution in Baikal Lake Basin: The Role of Surface–Ground Water Interactions and Groundwater // International Conference «Uncertainties in Water Resource Management: Causes, Technologies and Consequences». – 2008. - P. 94–105.
4. Byambaa B., Todo Y. Technological Impact of Placer Gold Mine on Water Quality: Case of Tuul River Valley in the Zaamar Goldfield, Mongolia // WASET Journal. - 2011 (www.waset.org/journals/waset/v51/v51-27.pdf).
5. Thorslund J., Jarsjo J., Chalov S.R., Belozerova E.V. Gold mining impact on riverine heavy metal transport in a sparsely monitored region: the upper Lake Baikal Basin case // Journal of Environmental Monitoring. – 2012. - Vol. 14. - P. 2780-2792.
6. Экосистемы Монголии: Распространение и современное состояние / Е.А. Востокова и др. - М.: Наука, 1995. - 223 с.
7. Экосистемы бассейна Селенги. - М.: Наука, 2005. - 359 с.
8. Эколого-геохимическое состояние почв г. Улан-Батор (Монголия) / Н.С. Касимов и др. // Почвоведение. - 2011. - №7. - С. 771-784.
9. Башкин В.Н., Касимов Н.С. Биогеохимия. - М.: Научный мир. - 648 с.

ТЯЖЁЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ЭМБРИОЗЕМАХ ПРОМЗОНЫ ДЖИДИНСКОГО ВОЛЬФРАМ - МОЛИБДЕНОВОГО КОМБИНАТА

©Кожевникова Н.М. (nicas@binm.bscnet.ru)

Байкальский институт природопользования СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия

HEAVY METALS IN EMBRYOZEM IN THE INDUSTRIAL AREA OF THE TUNGSTEN-MOLYBDENUM PLANT

©Kozhevnikova N.M. (nicas@binm.bscnet.ru)

Baikal Institute of Nature Management SB RAS, Ulan-Ude, Russia

Abstract: The technogenic landscapes of the Western Transbaikalia (Republic of Buryatia) are complicated by the large geographic size and ecological variety of the territory. As an example of the technogenic landscapes, located on the territories of the Dzhidinsky sulfide-hubnerite ore field we provide complex comparative characteristics of the dynamics of accumulation of mobile forms of cadmium, lead, molybdenum, copper, zinc, cobalt, nickel and rare-earth elements of a cerium subgroup in the micro zones of a radical layer of the technogenic-polluted soils, in elevated and underground phytomass of the pasturable and haying coenosis. It reveals a high level of pollution and dusting of the long-seasonal-frozen alluvial meadow, grey forest, frozen-meadow-chernozem soils by a waste of mining manufactures, by technogenic sands of the tailings storehouses of the concentrating factories, representing eluvium of a technogenic origin. The soils contain a significant amount of sandy particles, ore minerals and enrichment products.

Key words: Dzhidinsky tungsten-molybdenum concern, technogenic-polluted soils, high level of pollution and dusting of the landscapes, technogenic sands.

В промзоне Джидинского вольфрам-молибденового комбината (ДВМК) в течение 60-летней деятельности комбината накоплено более 40 млн. т отходов горнодобывающей, перерабатывающей промышленности, «хвостов» обогатительных фабрик – техногенных песков, которые являются источниками техногенных воздействий, способствующих возникновению опасной экологической ситуации в Закаменском районе республики. Содержание ряда тяжёлых металлов (ТМ): Pb, Cd, Cu, Zn, Ni, Mo многократно превышает ПДК (5-39). На примере техногенных ландшафтов, расположенных на территории Джидинского сульфидно-гюбнеритового рудного поля дана комплексная сравнительная характеристика динамики накопления подвижных форм кадмия, свинца, молибдена, меди, цинка, кобальта, никеля и редкоземельных элементов цериевой подгруппы в микроразонах прикорневого слоя техногенно-загрязнённых почв, в надземных и подземных фитомассах пастбищных и сенокосных ценозов.

Выявлен высокий уровень загрязнения и запыления сезонномерзлотных аллювиальной луговой, серой лесной почв отходами горнорудных производств, техногенными песками хвостохранилищ обогатительных фабрик, представляющих собой элювий техногенного происхождения. Загрязнённые почвы содержат значительное количество песчаных частиц, рудных минералов, продуктов обогащения при неравномерном их распределении по профилю. Содержание пылеватых частиц увеличивается в верхних, нижележащих горизонтах и почвообразующей породе, которые подвергаются эрозионному смыву и переотложению в поймы, русла и донные отложения рек и озёр.

В техногенных почвах, прилегающих к хвостохранилищам ДВМК, почвообразование не протекает в течение 20-30 лет и почвы не достигают стадии формирования гумусо-аккумулятивного горизонта и остаются эмбриоземами. В гумусовых кислотах загрязнённых почв фиксируется снижение содержания углерода и увеличение содержания водорода, отношение Н:С выше 1, что связано с разрушением не только периферической части молекул, но и ароматических структур. Периферические углеродные цепочки характеризуются неустойчивыми химическими связями, а также деформацией и ослаблением связей в конденсированных структурах, уменьшается доля ароматических фрагментов в молекулах гуминовых и фульвокислот. Уровень загрязнения почв тяжёлыми металлами под пастбищными и сенокосными угодьями превышает: Cd – 11-13ПДК, Pb – 8-11ПДК, Mo – 10-11ПДК, Cu – 4-6ПДК, Zn – 6-8ПДК, Ni – 0.7-0.8ПДК, Co – 0.6-0.8ПДК. Содержание редкоземельных элементов (РЗЭ) цериевой подгруппы: La, Ce, Nd, Sm не превышает оптимально допустимых концентраций (18-39 мг/кг почвы) для этой группы химических элементов.

Подвижность металлов за 2009-2011 гг возросла на загрязнённых почвах на 3-17 %. В наибольшей мере эти изменения проявляются при загрязнении почв Cd, Pb, Cu, Zn, что обусловлено способностью указанных металлов образовывать неустойчивые комплексы с органическими веществами техногенных почв.

Уменьшение содержания гумуса в длительно загрязнённых почвах обусловлено не только по причине уменьшения продуктивности фитоценозов и сокращения массы поступающих растительных остатков, но и вследствие деградации его в результате мобилизации тяжёлыми металлами. Растительная продукция техногенно-загрязнённых сенокосов и пастбищ, представленная маловидовыми растительными осоками, разнотравьем, хвощами, становится непригодной для кормления животных, вызывая функциональные нарушения обменных процессов.

Коэффициенты аккумуляции ТМ для различных фитоценозов составляли: Cd – 1.5-2.7; Pb – 2.8-5.1; Mo – 2.5-5.9; Cu – 2.4-3.8; Zn – 2.7-4.6; Co – 1.5-1.9; Ni – 2.0-5.6; РЗЭ – 1.2-1.8, максимальное поглощение характерно для полыни холодной, мятлики, лапчатки бесстебельной, осоки стоповидной. В корневой массе аккумуляция ТМ была в 1.5-9.7 раза выше их накопления в надземной фитомассе, что предполагает наличие защитных барьеров у фитоценозов загрязнённых почв, сдерживающих значительное поступление ТМ в надземную часть растений.

Складированные отходы горно-обогатительных фабрик ДВМК располагаются в непосредственной близости от сенокосов, пастбищ, дачных участков и жилых кварталов. В хранилищах при складировании протекают процессы окислительного выщелачивания, растворения, переотложения веществ дренажных растворов и техногенных песков с поверхности в ореолах рассеяния ДВМК. Выявлены закономерности миграции ТМ по мере удаления от источников загрязнения. Установлено, что складирование высокосульфидных отходов в виде незакрепленных

пластов привело к разному материалу хвостохранилищ, отвалов карьеров с формированием ореолов рассеивания. Дренажные воды хвостохранилищ минерализуются, подкисляются и при впадении в р. Модонкуль, смешиваются с пресными кальций-магний-натриевыми и гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридными водами реки, возрастает содержание ТМ в воде, наблюдается гравитационная дифференциация токсических веществ. Изучение кислотности почвенных суспензий техногенно-загрязненных серой лесной и аллювиальной луговой почв под пастбищем, расположенном на территории обогатительных фабрик ДВМК, показало увеличение кислотности по профилю до значений pH - 5.2-4.9. Увеличение уровня кислотности приводит к повышению миграционной активности кадмия – в 1.2, свинца – в 1.6, меди – 1.3, цинка – 1.4, кобальта -1.5, никеля – 1.9, молибдена – 1.1 раз. На техногенно-загрязненных территориях Закаменского района, прилегающих к отвалам, отмечена деградация гумусного горизонта, нарушение минерализации органического вещества, выщелачивание карбонатов, трансформация силикатной части, заключающейся в оглинивании почвы, закреплении железа в профиле в виде аморфных форм, увеличение уровня ТМ в микрозонах прикорневого слоя почв пастбищного ценоза.

Техногенные пески, отходы обогатительных фабрик, обширные отвалы вскрышных пород минерально-сырьевых комплексов препятствуют восстановлению в техногенных ландшафтах разрушенных экосистем при проведении горных работ. Анализ группового и фракционного состава гумуса различных типов почв в техногенных экосистемах позволил сделать вывод, что наибольшей подвижностью обладает гумус техногенных серой лесной и аллювиальной луговой почв на отвалах обогатительных фабрик ДВМК. По содержанию гумуса – 1.43 % и общему азоту 0.11 % почва характеризуется как низкообеспеченная с пониженной трансформацией органического вещества. Уровень обменного кальция в верхних горизонтах увеличивается в 2.2-3.6 раза, обменного магния в 1.3-1.7, подвижного натрия в 2.4-3.8 раз. Криогенные процессы приводят к растрескиванию нижележащих горизонтов и их перемешиванию с почвообразующей породой. Для техногенных почв характерно высокое содержание негидролизованного остатка ((43-46 %). Различия группового состава гумуса изучаемых эмбриоземов по соотношениям ГК, ФК и негидролизованного остатка обусловлено свойствами техногенного элювия, на котором развивается эмбриозем. Установлено, что ТМ проявляют высокий уровень аккумуляции в верхнем гумусовом горизонте, отмечено выщелачивание их вниз по почвенному профилю, что указывает на выраженное нарушение цикла биогенных элементов и сильное загрязнение почв ТМ.

Остепненные пастбища и сенокосы на техногенно-загрязненных почвах представлены разнотравно-осочково-мелкозлаковыми сообществами. Проективное покрытие сообществ составляет 30-50 %, характерно отсутствие в составе видов бобовых. Доминирует низкий травостой, отмечена некоторая «приземленность» травостоя, величина надземной фитомассы достигает максимума в 20-30 - сантиметровом слое. В слое 0-30 см сконцентрировано 90-92 % от всей подземной фитомассы, преобладают фракции мелких корней (40-50 %) и низкое содержание фракций средних корней (15-17.5 %). Содержание подвижных форм ТМ определяли в микрозонах прикорневого слоя техногенной почвы, взятой из ризосферы, почвенно-корневой поверхности, а также из почвы в целом. На естественном пастбище в условиях микрополевого опыта на загрязненной аллювиально-луговой почве изучена динамика содержания подвижных форм Cd, Ni, Pb, Mo, Co в прикорневой зоне лапчатково-мелкозлакового сообщества. Учетная делянка составляла 1 м², доминантами были житняк гребенчатый (*Agropyron*), осока твердоватая (*Carex diriuscuba*), лапчатка бесстебельная (*Potentilla acaulis*) с проективным покрытием 40-50 %. Повторность опыта четырехкратная. Аллювиально-луговая почва имеет слабощелочную реакцию среды 7.2, содержание гумуса 2.26, с глубиной резко уменьшается до 0.24-0.13 %, обогащенность гумуса азотом низкая – 0.12 %. Сумма обменных катионов по профилю варьирует от 10.5 до 16.4 мг-экв/100 г почвы. Подвижные P₂O₅ и обменного K₂O (по Мачигину) 21.2 и 95.8 мг/кг почвы. Содержание (мг/кг почвы) валового кадмия в аллювиальной луговой почве опытного участка составляла 5.5-6.8, что превышает 11-13 ОДК по этому металлу, никеля 27.8-34.4, свинца 34.7-38.9, молибдена 21.4-33.7, кобальта 18.6-21.5. Динамика накопления подвижной формы ТМ изучена в прикорневом слое житняка гребенчатого, осоки твердоватой и лапчатки бесстебельной. Содержание подвижной формы соединений ТМ в почве прикорневой зоны пастбищного ценоза варьировало 2.5-2.8 мг/кг почвы, что было в 1.3-1.4 раза выше относительно почвы в целом. Концентрации подвижных соединений (мг/кг почвы) никеля 6.7-10.3,

свинца 7.9-8.2, молибдена 5.4-6.8, кобальта 3.9-4.6 в микроразонах прикорневого слоя пастбищных культур были выше в 1.2-1.7 раза по сравнению с почвой в целом. Содержание ТМ в пастбищном травостое составляло 3.7-16 % от концентрации в корнях, что подтверждает действие защитных барьерных механизмов в техногенных ландшафтах.

Содержание подвижных (мг/кг почвы): La – 6.8-7.4, Ce – 8.8-9.7, Nd – 2.7-3.4. Максимальное содержание подвижных форм РЗЭ зафиксировано в микроразонах разнотравья в фазе цветения. Валовое содержание элементов менялось незначительно в пределах (мг/кг почвы): La – 38.7-39.2, Ce – 46.4-46.7, Nd – 18.5-18.9 и не превышало ОДК. Изучена кинетика поглощения Cd, Pb, Mo, Ni, Co техногенно-загрязненными серой лесной и аллювиальной луговой почвами. Был использован пахотный горизонт, для исследования сорбционной способности почвы в Ca – форму не приводили, в качестве сорбатов применяли нитраты указанных металлов. Сорбционная способность серой лесной почвы возрастает в ряду Mo→Cd→Pb→Co→Ni, аллювиальной луговой в ряду Pb→Cd→Co→Ni→Mo. Сорбционная способность почв по отношению к ТМ составляет 3.3-5.9 ммоль/кг почвы, максимальная сорбционная емкость зафиксирована для аллювиальной луговой почвы. Константы сорбции имеют значения от 1.89 до 3.75 л/моль и характеризуют достаточно прочную связь исследуемых ТМ с техногенно-загрязненными почвами. Определена видовая толерантность и эффективность барьерных механизмов растений к высоким концентрациям Cd, Pb, Mo при произрастании на разных по степени загрязнения и плодородия почвах.

Таблица 1.

Содержание валового количества и подвижных форм лантана и церия в почве прикорневой зоны осоки стоповидной в период вегетации

Форма соединений	Лантан			Церий		
	Ризосфера	Почвенно-корневая поверхность	Почва в целом	Ризосфера	Почвенно-корневая поверхность	Почва в целом
Всходы						
Валовое содержание	39.3 ± 0.24	39.5 ± 0.22	39.0 ± 0.23	47.4 ± 0.37	47.8 ± 0.34	47.2 ± 0.33
Кислотораствор. форма	4.5 ± 0.13	4.7 ± 0.12	4.2 ± 0.12	5.4 ± 0.13	5.5 ± 0.13	5.2 ± 0.12
Ионообменная форма	2.8 ± 0.11	3.1 ± 0.11	2.6 ± 0.11	3.5 ± 0.12	3.8 ± 0.11	3.3 ± 0.11
Водораствор. форма	0.7 ± 0.02	0.8 ± 0.02	0.5 ± 0.02	1.4 ± 0.03	1.5 ± 0.03	1.3 ± 0.03
Кушение						
Валовое содержание	39.5 ± 0.25	39.7 ± 0.24	39.1 ± 0.22	47.5 ± 0.34	47.6 ± 0.31	47.1 ± 0.33
Кислотораствор. форма	4.7 ± 0.13	4.8 ± 0.13	4.4 ± 0.12	5.6 ± 0.13	5.8 ± 0.13	5.3 ± 0.13
Ионообменная форма	3.2 ± 0.09	3.4 ± 0.08	3.0 ± 0.08	3.7 ± 0.08	3.9 ± 0.09	3.5 ± 0.09
Водораствор. форма	0.8 ± 0.02	0.9 ± 0.02	0.06 ± 0.02	1.5 ± 0.03	1.6 ± 0.03	1.3 ± 0.03
Цветение						
Валовое содержание	39.5 ± 0.24	39.6 ± 0.23	39.2 ± 0.22	47.6 ± 0.32	47.6 ± 0.33	47.2 ± 0.32
Кислоторастворимая форма	4.8 ± 0.12	4.9 ± 0.12	4.5 ± 0.13	5.8 ± 0.13	6.0 ± 0.14	5.4 ± 0.14
Ионообменная форма	3.4 ± 0.09	3.6 ± 0.09	3.2 ± 0.09	3.9 ± 0.09	4.1 ± 0.09	3.7 ± 0.09
Водорастворимая форма	0.9 ± 0.02	1.1 ± 0.02	0.07 ± 0.02	1.8 ± 0.02	1.9 ± 0.02	1.4 ± 0.02

Изучение динамики содержания подвижных форм лантана и церия в почве прикорневой зоны осоки стоповидной и полыни холодной на естественном пастбище зоны гипергенеза г. Закаменска в период вегетации (табл. 1,2).

Исследования проводились в полевых условиях с размером делянки 2 м² на естественном пастбище (юго-восточная часть г. Закаменска в 400 м от отвалов - хвостов обогатительной фабрики ДВМК). Повторность опыта четырехкратная. На опытном участке осокоразнотравного пастбища растительный покров разреженный (проективное покрытие 40-60%), видовой состав немногочисленный, по возрастной структуре это многолетники с преобладанием осоки стоповидной (*Carex pediformis*), полыни холодной (*Artemisia frigida*), лапчатки бесстебельной (*Potentilla acanlis*). Почва на опытном участке - легкосуглинистая серая лесная неоподзоленная со следующими исходными характеристиками (слой 0-20 см): pH-7.1, содержание гумуса - 2.2%, валового азота -

0.12%, подвижных (по Мачигину) форм P_2O_5 и K_2O 2.27 и 14.65 мг/100г почвы соответственно, емкость катионного обмена 23 мг-экв/100г почвы. Валовое количество лантана и церия (мг/кг почвы) составляло La - 39, Ce – 47. Содержание подвижных форм металлов составляло (мг/кг почвы): La -7.2, Ce -8.1.

Таблица 2.

Содержание валового количества и подвижных форм лантана и церия в почве прикорневой зоны полыни холодной в период вегетации

Форма соединений	Лантан			Церий		
	Ризосфера	Почвенно-корневая поверхность	Почва в целом	Ризосфера	Почвенно-корневая поверхность	Почва в целом
Всходы						
Валовое содержание	39.1 ± 0.24	39.3 ± 0.22	39.0 ± 0.22	47.2 ± 0.32	47.5 ± 0.34	47.1 ± 0.31
Кислотораствор. форма	4.4 ± 0.12	4.6 ± 0.12	4.1 ± 0.12	5.2 ± 0.13	5.4 ± 0.13	5.1 ± 0.11
Ионообменная форма	2.7 ± 0.11	2.9 ± 0.11	2.6 ± 0.11	3.4 ± 0.12	3.6 ± 0.11	3.3 ± 0.11
Водораствор. форма	0.6 ± 0.02	0.7 ± 0.02	0.5 ± 0.02	1.3 ± 0.03	1.4 ± 0.03	1.3 ± 0.03
Кущение						
Валовое содержание	39.2 ± 0.23	39.6 ± 0.24	39.1 ± 0.22	47.4 ± 0.34	47.5 ± 0.31	47.0 ± 0.32
Кислотораствор. форма	4.5 ± 0.13	4.6 ± 0.12	4.3 ± 0.12	5.4 ± 0.13	5.6 ± 0.12	5.2 ± 0.13
Ионообменная форма	2.9 ± 0.09	3.2 ± 0.08	2.8 ± 0.08	3.5 ± 0.08	3.7 ± 0.09	3.4 ± 0.09
Водораствор. форма	0.7 ± 0.02	0.8 ± 0.02	0.6 ± 0.02	1.4 ± 0.03	1.5 ± 0.03	1.3 ± 0.03
Цветение						
Валовое содержание	39.4 ± 0.23	39.5 ± 0.23	39.2 ± 0.22	47.5 ± 0.32	47.6 ± 0.33	47.1 ± 0.32
Кислоторастворимая форма	4.6 ± 0.12	4.8 ± 0.12	4.4 ± 0.13	5.6 ± 0.13	5.8 ± 0.13	5.3 ± 0.14
Ионообменная форма	3.2 ± 0.09	3.4 ± 0.09	3.0 ± 0.09	3.7 ± 0.09	4.1 ± 0.09	3.6 ± 0.09
Водорастворимая форма	0.8 ± 0.02	0.9 ± 0.02	0.6 ± 0.02	1.6 ± 0.02	1.7 ± 0.02	

Валовое содержание лантана и церия незначительно изменялось в течение вегетационного периода и было практически одинаково с содержанием элементов в «общей» почве (табл.1,2). Вероятно, за короткий период времени корни растений не оказали значительного влияния на общее количество лантана и церия в почве. Аккумуляция валового церия 47.1-47.8 мг/кг в 1.2 раза превышала уровень накопления валового количества лантана (39.0-39.7 мг/кг почвы).

В зоне контакта корневой системы осоки стоповидной и полыни холодной с почвой отмечено возрастание всех подвижных форм элементов, причем максимум характерен для водорастворимой формы (1.2-1.6 раза).

Содержание кислоторастворимой, обменной и водорастворимой форм соединений лантана и церия в почве прикорневой зоны осоки стоповидной было выше в 1.2-1.7 раза, чем в обычной почве. В прикорневом слое почвы наблюдается накопление кислоторастворимой формы соединений лантана и церия, концентрация церия была выше концентрации лантана. Кислоторастворимая форма соединений лантана и церия включает ионы, связанные с оксидами железа, алюминия, марганца, глинистыми минералами, гумусовыми соединениями [5,6], содержание которой в почвенных образцах ризосферы и в ПКП растений превышала их содержание в обычной почве в 1.1-1.2 раза.

Концентрация ионообменной формы соединений лантана и церия, извлекаемых экстракцией АББ, в почве микрозон увеличилась в 1.1 раза относительно почвы в целом. Подвижная форма исследуемых элементов включает ионы, перешедшие в вытяжку буферного раствора, а также некоторого количества лантана и церия, ранее прочно связанных с почвой и перешедших в более подвижное состояние под влиянием почвенно-корневого взаимодействия, и специфически сорбированные. Содержание подвижных форм церия в периоды всходов, кущения и цветения было в прикорневом слое почвы выше, чем лантана.

Концентрация водорастворимой формы соединений лантана и церия в почве прикорневой зоны растений выросла в 1.1-1.6 раза по сравнению с ее содержанием в обычной почве. Уровень накопления водорастворимой формы в прикорневом слое полыни холодной выше по сравнению с уровнем накопления в почве микронизон прикорневого слоя осоки стоповидной. Такая же закономерность в уровнях накопления лантана и церия характерна также для кислоторастворимой и ионообменной форм.

Накопление подвижных форм соединений исследуемых элементов в почве микронизон прикорневого слоя почв обусловлено в значительной степени выделяемыми корнями в окружающую среду органическими соединениями: аминокислоты, ароматические и алифатические кислоты, углеводы, стиролы, энзимы, клеточные вещества. Корневые выделения создают в прикорневой почве условия, при которых разрушается структура минералов, изменяется состав растворимых соединений, увеличивается емкость катионного обмена, что способствует переходу части валового количества в подвижные формы [2,3]. Необходимо отметить вклад в увеличение подвижных форм элементов сосущей силы корня, вызывающей массовый поток вещества к корневой поверхности и способствующей накоплению водорастворимых соединений элементов в почве прикорневой зоны [5,6]. Определенный вклад в накопление подвижных форм лантана и церия в почве микронизон корневой системы растений вносят прикорневые микроорганизмы, количество которых на поверхности корня в сотни раз больше, чем в почве в целом [2].

Количество всех подвижных форм лантана и церия в почве прикорневой зоны изменялось в зависимости от фазы развития осоки стоповидной и полыни холодной. Максимальное содержание подвижных форм элементов в почве микронизон наблюдается в период цветения. Концентрация кислоторастворимых соединений лантана в период цветения осоки стоповидной повышалась на 4.3 - 4.5%, полыни холодной - 4.4 - 6.7 % по сравнению с начальной фазой развития - всходы, церия - на 7.3 - 7.6% для осоки стоповидной, 7.4 - 9.1% - для полыни холодной. Содержание соединений лантана, извлекаемых АББ, в почве микронизон в период цветения возрастало на 17.2 – 18.5% - для осоки стоповидной, 16.1 - 21.4% - для полыни холодной. Содержание ионообменных соединений церия в почве микронизон возрастало соответственно: осока стоповидная – на 8.8 -13.9 %, полынь холодная - на 7.9 – 11.4%.

Количество водорастворимых соединений лантана в почве прикорневой зоны в период цветения осоки стоповидной возрастало на 22.6 - 25.3%, церия – 21.4 – 28.6 %, полыни холодной – на 22.2 - 27.5% (лантан) и 26.7 - 28.6 % (церий). Вследствие наличия в составе корневых выделений большого количества органических кислот в этот период развития растений осоки стоповидной и полыни холодной наблюдалось интенсивное накопление водорастворимых форм лантана и церия, поскольку органические кислоты способны образовывать растворимые комплексы с ионами этих элементов [5,6].

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 12-05-00020).

Reference

1. Ходанович П.Ю., Смирнова О.К., Яценко Р.И. Состояние природных сред и экосистем территории, прилегающей к промплощадкам Джидинского ГОКа // Закамна в XXI веке. – Улан-Удэ: Изд-во Вост.-Сиб. гос. технологической академии, 2002. - С. 122-131.
2. Gobran G.R., Gleegg S.A. Conceptual model for nutrient availability in the mineral soil – root system // Can.J.Soil Sci. - 1996. - V.76. - P.125-131.
3. Ефимов М.В. Физиология растений в криоаридном климате. - Новосибирск: Сиб. отд-ние, 1988. - 159 с.
4. Ринькис Г.Я., Рамане Х.К., Куницкая Т.А. Методы анализа почв и растений. - Рига: Зинайтне, 1987. - 174 с.
5. Ильин В. Б. Тяжелые металлы в системе «почва-растение». - Новосибирск: Наука, 1991. - 151с.
6. Саэт Ю.Е., Алексинская Л.Н., Янин Е.П. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения поверхностных водотоков химическими элементами. - М.: Изд-во ИМГРЭ, 1982. - 72 с.

**ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ ЛИТОГЕНЕЗА ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩ
БАССЕЙНА Р. ИХ-ТУЛБЭРИЙН-ГОЛ (БУЛГАН АЙМАК, МОНГОЛИЯ)**

©Коломиец В.Л.

Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия

**PALEO GEOGRAPHY OF SEDIMENTARY STRATALITHOGENESIS
OF DRAINAGE BASIN OF THE IKH-TULBERIIN-GOL RIVER (BULGAN AYMAK, MONGOLIA)**

©Kolomiets V.L.

Geological Institute SB RAS, Ulan-Ude, Russia

Abstract: Lithological analysis at the Tolbor-4 site in Mongolia suggests that the entire sedimentary sequence belongs to the terminal Upper Pleistocene. The lowermost portion of the profile is attributed to the late Ermakovo period, the middle portion to the Karga period, and the upper portion, Layers 2 and 3, to the Sartan period. Palynological analysis of samples from the Tolbor-4 profile suggests a gradual and continuous desiccation of the local climate, a regime that was beneficial for human habitation, without any catastrophic changes throughout the period of human occupation of the site.

Key words: Ikh-Tulberiiin-Gol River, Tolbor-4 site, Tolbor-15 site, Late Pleistocene, lithological analysis, palynological analysis

История формирования и развития неоплейстоценовых ландшафтов как среды обитания первобытного человека является одной из наиболее актуальных тем современных исследований квартера. Особенно востребованным в этом контексте выступает изучение динамики окружающей среды при исследовании палеолитических культур Монголии, так как в связи со специфическими природными условиями этой страны большинство палеолитических объектов, обнаруженных на ее территории, имеют поверхностное залегание культурного слоя [1]. В результате работ, проведенных в рамках многолетнего проекта совместной российско-монгольско-американской археологической экспедицией по изучению каменного века Монголии, были изучены многослойные палеолитические стоянки Толбор-4 и Толбор-15 в бассейне р. Их-Тулбэрийн-Гол, правого притока р. Селенги [2; 3].

Район изысканий относится к Орхон-Селенгинской среднегорной области, входящей в состав Хангай-Хэнтэйской горной страны и занимающей ее центральную, депрессионную часть между крупными сводово-глыбовыми поднятиями Хангая и Хэнтэя. Основными орографическими элементами региона являются положительные (средневысотные хребты – от 1400 до 2000 м) и отрицательные (межгорные впадины и долины крупных рек – от 900 до 1100 м) морфоструктуры. В общем плане развитие рельефа предопределено зонами протяженных глубинных тектонических разломов длительного существования, что и повлияло на преимущественно северо-восточную ориентировку главных хребтов и разделяющих их впадин. Так как эта территория является наиболее увлажненной, то в Орхон-Селенгинском среднегорье развита густая эрозионно-речная сеть, которая целиком принадлежит бассейну р. Селенги. Положительными морфоструктурами являются два водораздельных северо-западных боковых отрога хребта Бурэнгийн-Нуруу, обрамляющих долину р. Их-Тулбэрийн-Гол.

Разрез Толбор-4 находится на подгорном шлейфе, примыкающем к крутому, левому коренному склону долины р. Их-Тулбэрийн-Гол. Мощность пройденной выработки составляет 4,3 м. По фракционному составу, сочетанию статистических и динамических показателей процесса осадконакопления толща подразделяется на 14 разновозрастных слоев, 12 из которых охарактеризованы гранулометрически [4].

Детально изученной его толще свойственен в целом склоновый генезис осадков. Венчающий разрез почвенно-растительный слой мощностью 0,2 м имеет голоценовый возраст. Верхние горизонты лессовидного облика – слои 2-5 (интервал 0,2-1,45 м), сложенные белесоватыми, бестекстурными дресвянисто-песчаными алевритами с хаотичным наполнением обломками щебнистой размерности, могли накапливаться в условиях холодного аридного климата сартанской эпохи, в период которого они претерпели воздействие лессового типа выветривания [5]. Перенос материала осуществлялся коллювиальным, делювиальным и, возможно, ветровым путями. Тектоно-климатическая составляющая процесса аккумуляции испытывала при этом усиление вектора дестабильности с периодичным ослаблением, что нашло отражение в постепенном росте с глубиной разреза эрозионно-денудационных явлений и укрупнении средневзвешенного размера частиц осадка.

Относительный максимум был достигнут при образовании слоя 6 (серый, плотный щелнисто-дресвяный мелкозернистый алевропесок на интервале 1,45-1,8 м), на наш взгляд реперного слоя, от которого можно наблюдать некую цикличность протекания процессов эндо- и экзогенеза при образовании слоев 6-8 (серый, плотный щелнисто-дресвяный мелкозернистый алевропесок, 1,45-2,35 м) и 10-12 (серовато-коричневатый и коричневый щелнисто-дресвяный мелкозернистый алевропесок, 2,6-3,65 м): минимум, затем рост и снова небольшой спад. Наиболее же яркое проявление данных процессов было достигнуто при формировании слоя 9 (щелнисто-дресвяно-песчаная смесь темно-коричневого цвета, 2,35-2,6 м), для которого характерна самая большая размерность частиц в разрезе и, как следствие, участие в кумуляции свободно текущей воды, что можно связать с оптимумом каргинской фазы позднего неоплейстоцена, характеризующейся в целом климатическим потеплением и увеличением обводненности данной территории. Слой 13 (дресвянистый песчаный алевролит, 3,65-4,0 м), залегающий в основании толщи, по всей общности показателей, кроме облессованности, можно соотнести с верхами разреза. Он образовался, по всей видимости, либо в финале ермаковского, либо в начале каргинского времени.

Изменения в общем составе пыльцы и спор и вариации относительного обилия отдельных пыльцевых таксонов позволили выделить в разрезе Толбор-4 четыре пыльцевых зоны [1]. В спорово-пыльцевом спектре зоны Tbr4 (интервал 3,25-3,3 м) господствует пыльца группы травянистых растений, среди которых доминируют ксерофиты – полыни, маревые, эфедра, присутствуют и мезоксерофиты – сложноцветные, злаки, осоковые. В группе древесных растений есть пыльца сосны обыкновенной, сосны кедровой, лиственницы, ели. Сравнение состава спектра этой зоны с составом рецентных спектров поверхностных проб из разогенетических отложений в бассейне р. Селенги предполагает преимущественное распространение на территории исследуемого района растительности сухих, полынно-маревых с эфедрой степей и возможным участием лишь в долинах водотоков редкостойных лиственничников [6; 7]. Ель могла существовать в виде редкой примеси к лиственнице в долинах. Характер изменения шкалы индексов увлажнения и температуры указывает на климатические условия с более низким, чем современный, уровнем тепла и близким к сегодняшним дням, пониженным уровнем влажности.

Пыльцевая зона Tbr3 объединяет восемь пыльцевых спектров в интервале 1,25-2,4 м [1]. В общем составе большего числа (в шести из восьми) спектров господствует пыльца травянистых растений. Причем, если в спектрах из нижней и верхней части зоны преобладают травы из семейств Asteraceae, Poaceae, то в спектрах из средней ее части доминирует род *Artemisia*. Исключение составляют спектры с глубины 2,0-2,05 м и 2,4-2,45 м.

В первом из них (глубина 2,0-2,05 м) господствуют споры кровяно-красного плаунка *Selaginella sanquinolenta* (L.) Spring. и пыльца лиственницы. Во втором, на глубине 2,4-2,45 м, основной является пыльца древесных растений – лиственницы, сосны обыкновенной, сосны сибирской, в меньшей мере – березы. Соответственно, последовательность изменений состава растительных ассоциаций и динамики климата района в период формирования спектров зоны Tbr3 представляется следующим образом.

В период аккумуляции отложений слоя 2,4-2,45 м в районе преобладала лесная растительность, в составе которой доминировали лиственничные леса с участием кедра, сосны и березы. Причем, относительно низкое обилие пыльцы кедра и березы предполагает присутствие в виде примеси в составе лесов или же их существование на довольно далеком от археологической стоянки расстоянии. Местная растительность могла быть представлена лиственничными лесами, осветленными, преимущественно злаковыми. Уровень доступной для растений влаги был существенно выше современных значений, а температурный режим несколько ниже таковых. Позже, в период формирования слоя 2,3-2,35 м, в составе локальной растительности преобладала преимущественно злаковая мезофитная степь, а на наиболее прогреваемых участках – сухая степь с участием эфедры. Климат стал значительно холоднее и ариднее.

Еще позже (2,15-2,2 м) мезофитные злаковые степи были замещены мезоксерофитными полынными степями, которые достаточно быстро уступили место преимущественно ксерофитным разнотравно-полынно-маревым степям. Лиственница присутствовала на более высоких гипсометрических уровнях, где режим обеспечения почвенной влагой был выше за счет низких летних температур и небольшого испарения. Это подтверждается невысокими значениями доступной влаги и тепла на шкалах индексов влажности и температуры.

Малая теплообеспеченность, но значительно возросший уровень доступной для растений влаги способствовал распространению лиственничных редколесий с травянистым покровом из злаков и папоротников на следующем этапе развития природной среды этого района. О разреженности лиственничников времени формирования слоя на глубине 2,0-2,05 м свидетельствует и явно локальное расширение куртин кровяно-краснополаунка. Куртины его характерны для каменистых разнотравных степей и связаны с сообществами незалесенных скальных обитаний [8].

Появление моховых, сфагновых группировок, кустарниковой березки, а также одновременно березы древовидной отмечено в период аккумуляции отложений на глубине 1,8-1,6 м. Возможно, в долине реки, близко к разрезу начался процесс заболачивания в условиях холодного климата и расширения слоя мерзлоты.

Некоторое улучшение климатических условий было характерно для времени формирования слоя 1,2-1,25 м. В результате, вблизи разреза, снова появились лиственничные группировки, а в региональном плане расширился ареал сосны.

Характер природной среды накопления спектров зоны Tbr2 может быть описан лишь условно вследствие слабой репрезентативности пыльцевого спектра. Согласно составу пыльцы и спор из этого спектра рядом со стоянкой преобладали лиственничные редколесья и мезофитные, преимущественно злаковые степные сообщества [1]. В региональном плане усилилась роль лесной растительности, в частности сосны и березы, что свидетельствует о повышении уровня и увлажненности и теплообеспеченности.

В период формирования рецентного спорово-пыльцевого спектра с глубины 0,0-0,05 м (зона Tbr1) растительность исследуемого района была представлена лиственничными лесами с редким участием сосны, березы [1]. По долинам распространились ильмовые группировки. Возросший уровень тепла (температурный индекс), но относительно низкий уровень доступной влаги препятствовали появлению в районе сосны сибирской, хотя довольно высокое обилие пыльцы кедра в спектре этой зоны индицирует расширение темнохвойных лесов в горно-лесном поясе севера Монголии в позднем голоцене. Не исключено, что повышенное содержание здесь же пыльцы маревых, лилейных может отражать и воздействие антропогенной нагрузки на локальный ландшафт.

Полученная пыльцевая запись отражает довольно существенные изменения природной среды, в частности растительности и климата исследованной территории, как на локальном, так и на региональном уровне. Состав спектров позволяет оценить возраст изученной толщи лишь в самом общем плане – неоплейстоценовый. Пыльцы и спор плейстоценовых растений нет [1].

Таким образом, образование на коре выветривания (интервал 4,0-4,3 м) подстилающего слоя 13 в разрезе Толбор-4 происходило на разделе ермаковского – каргинского времени, на что указывают и палинологические данные, залегающая несколько выше по разрезу зона Tbr4 все еще характеризуется как холодная и сухая. Слои 12-6 аккумуляровались в каргинскую эпоху. Этому периоду были свойственны резкие климатические вариации, что подтверждается результатами литолого-фациального и спорово-пыльцевого анализов. Древний человек впервые появился на стоянке Толбор-4 во время накопления слоя 6 (вторая половина каргинского интерстадиала), сопоставимого с пыльцевым спектром интервала 1,2-1,25 м, который свидетельствует о незначительном улучшении природной обстановки в окрестностях стоянки и о расширении ареала лесов. По микрофлористическим материалам следует, что самым благоприятным периодом, своеобразным климатическим оптимумом стоянки было время, когда формировалась спорово-пыльцевая зона Tbr2. В дальнейшем, при седиментации верхних слоев разреза происходит постепенная аридизация климата. В целом, имевшие место глубокие вариации уровней увлажнения и тепла приводили к довольно резким сменам растительности, следовательно, и животного мира, что, несомненно, оказывало влияние на доступность пищевых и водных ресурсов для человека [1].

Разрез памятника Толбор-15 вскрыт на выступе подгорного шлейфа у левого, западного склона долины р. Их-Тулбэрийн-Гол в 2 км к югу от стоянки Толбор-4. Глубина выработки северо-восточной ориентировки составила 2,4 м, при этом было зафиксировано 6 литологических горизонтов.

Накопление низов толщи (слой 6 – валунно-галечно-гравийная смесь с супесчаным заполнителем без видимой текстуры русловой фации аллювиального генезиса, интервал 2,0-2,4 м) осуществлялось в условиях, близких к современным. Основанием этому может служить высокая степень схожести морфологических и морфометрических параметров обломочного вещества

галечной размерности данного слоя с одной стороны и современного аллювия р. Их-Тулбэрийн-Гол с другой. В итоге, это обстоятельство однозначно указывает на сохраняющуюся принадлежность к той же самой области денудации и сноса – питающей провинции, северо-восточное, селенгинское направление стока, общность в распределении водоразделов и близкий порядок относительных высот между положительными и отрицательными структурами изучаемого региона [4].

Параметры аккумуляции перекрывающего 5 слоя (гравийно-галечный мелкозернисто-песчаный алеврит и алевропесок сероватой, светло-серой окраски, интервал 1,35-2,0 м) склонового генезиса еще сохраняли черты динамичности, характеризовавшейся сохранением «живости» тектоно-климатической обстановки, ее температурной и влагообеспечивающей составляющей, что свойственно периодам относительных потеплений, к примеру, каргинскому межстадиалу. Формирование облессованных верхов разреза (слои 2-4 – белесоватый песчаный алеврит на интервале 0,25-1,35 м) смешанного эолово-делювиального генезиса с наименьшей крупностью зерна осадка можно соотнести с маловлажной климатической эпохой Сартана.

Таким образом, литологический анализ разреза Толбор-15 позволяет сделать вывод о принадлежности всей толщи рыхлых отложений памятника ко второй половине позднего неоплейстоцена.

Reference

1. Природная среда и человек в позднем неоплейстоцене Северной Монголии / В.Л. Коломиец и др. // Археология, этнография и антропология Евразии. – 2009. – №1 (37). – С. 2-14.
2. Полевые исследования многослойных палеолитических памятников в бассейне реки Их-Тулбэрийн-Гол (Монголия) / С.А. Гладышев и др. // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий: материалы годовой сессии Института археологии и этнографии СО РАН, 2007 г. – Новосибирск: Изд-во Института археологии и этнографии СО РАН, 2007. – Т. XIII. – С. 43-48.
3. Реконструкция среды обитания палеолитического человека Северной Монголии / В.Л. Коломиец и др. // Эволюция жизни на Земле: материалы IV Междунар. симпозиума, 10-12 ноября 2010 г. / отв. ред. В.М. Подобина. – Томск: ТМЛ-Пресс, 2010. – С. 613-616.
4. Коломиец В.Л., Гладышев С.А. Литологическая характеристика отложений и палеообстановки седиментации бассейна р. Их-Тулбэрийн-Гол в позднем неоплейстоцене (Северная Монголия) // Актуальные вопросы литологии: материалы 8 Уральского литологического совещания. – Екатеринбург: Изд-во ИГГ УрО РАН, 2010. – С. 143-145.
5. Сравнительная инженерно-геологическая характеристика лессовых грунтов Приангарья, Забайкалья, Западной Монголии и Северо-Западного Китая / Т.Г. Рященко и др. // Современная геодинамика и опасные природные процессы в Центральной Азии. – Иркутск, 2006. – Вып. 4. – С. 140-150.
6. Савина Л.Н., Буренина Т.А. Сохранность пыльцы лиственницы в лесных почвах и отражение состава лиственничных лесов Монголии в рецентных спектрах // Палеоботанические исследования в лесах Северной Азии. – Новосибирск: Наука, 1981. – С. 62-83.
7. Тенденции развития лесной растительности Монгольской Народной Республики (по данным спорово-пыльцевого анализа лесных почв) / Л.Н. Савина и др. // Палеоботанические исследования в лесах Северной Азии / отв. ред. Л.Н. Савина. – Новосибирск: Наука, 1981. – С. 83-158.
8. Моложников В.Н. Растительные сообщества Прибайкалья. – Новосибирск: Наука, 1986. – 270 с.

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФОРМИРОВАНИЯ РЫХЛЫХ ОТЛОЖЕНИЙ УРОЧИЩА САЛХИТ (ХЭНТЭЙ, МОНГОЛИЯ)

©Коломиец В.Л.

Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия

PALEOGEOGRAPHIC DESCRIPTION OF FORMING OF LOOSE DEPOSITS IN NATURAL BOUNDARY SALKHIT (KHENTEI, MONGOLIA)

©Kolomiets V.L.

Geological Institute SB RAS, Ulan-Ude, Russia

Abstract: At implementation of the International project “Becoming and evolution of Paleolithic cultures of North, Central and South-West Asia” (Russia, Mongolia, USA) the complex study of geoarchaeological object Salkhit was first conducted. He is located in the east offspurs of Khentei upland. Before was here found out a world sensational find is a cranial lid of ancient Hominid – Archanthrope (ape-man) (age is 0.8 – 1.2 million BP). The Salkhit-1 section (S-1) is located on the right slope of valley of rather narrow ravine that is technogenic changed by the booty of placer gold. Unsealed to the depth a 4.25 m a layer on the structural and textural features of deposits is subdivided into five layers. The Salkhit-2 section (S-2; depth 2.2 m) is from the left, northeastern side and consists of four horizons.

Key words: Khentei, natural boundary Salkhit, sections of loose deposits, sandy rock, statistical parameters, genesis of sediments, Paleogeography.

По геоморфологическому районированию район исследований находится на стыке двух геоморфологических регионов – Северо-Востока Монголии и Восточно-Монгольской равнины (рис. 1), и входит в Керулен-Ульдзинский район [1]. Это восточные отроги Хэнтэйского нагорья, которые являют собой совокупность всхолмленных поверхностей, мелкосопочников, массивов низких гор, разделенных областями денудации и плоскими впадинами с озерными котловинами.

В общих чертах рельеф данной территории характеризуется мягкими сглаженными очертаниями. Эрозионные формы и разделяющие их водораздельные гряды, небольшие хребты с незначительными колебаниями относительных высот имеют линейно-вытянутую субмеридиональную ориентировку, обусловленную отражением тектонической структуры и петрографического состава пород сложноустроенного фундамента [2].

Одинокие горы, сопки представляют собой конические, куполовидные постройки с примыкающими к ним грядами, имеющими несколько отдельных вершин при постепенном уменьшении высоты водораздельной линии по направлению к подножью склона (г. Салхит). Самим вершинам свойственен округлый в плане и выпуклый в разрезе профиль, они покрыты сплошным, панцирным слоем элювия и выходами более твердых коренных пород в виде грибок, щеток, слагающих пласты и жилы. Преобладают обломки мало-средне-глыбовой, а также щебеночно-дресвяной размерности. Для крупных глыб характерна эоловая обработка (ветрогранники). Мелкозема мало или она практически отсутствует, что можно объяснить выборочной дефляцией. Здесь же встречаются антропогенные формы рельефа высотой до 1 м культового назначения (обо).

Склоны в привершинной части слегка выпуклые, от нижележащих – большей частью прямолинейных, отделены перегибами. Перекрыты дезинтегрированным плащеобразным материалом различной крупности, частыми свалами, небольшими каменными россыпями, присутствуют обнажения скальных пород. По мере снижения угла наклона количество каменного субстрата убывает, склоны становятся задернованными, преобладает мелко- и тонкодисперсное вещество. В одной из разведочных канав глубиной до 1,5 м в седловине вскрыт несортированный бестекстурный неокатанный псефитовый материал с алевритово-глинистым желтовато-коричневым заполнителем. С глубиной происходит увеличение размеров обломков и уменьшение их выветрелости. В приповерхностном слое отмечается некоторая концентрация дресвы и щебня.



Рис. 1. Район исследований (черный квадрат)

Склоны не обнаруживают зависимости протекания внешних формирующих процессов от их экспозиции, моделированы осыпными явлениями в самой крутой, приводораздельной, денудационной части. На средних, транзитных участках превалируют дефлюкционный снос, делювиальный смыл и эрозионный размыв. Ветвящиеся вверху склонов эрозионные борозды, сливаясь, образуют эрозионные рытвины, оформленные ярко-зеленой растительностью. Некоторые рытвины в приподошвенном секторе формируют мелкие овраги с глубиной вреза 2-3 м,

выположенными бортами и V-образным растянутым поперечным профилем. Неширокие днища и устья их техногенно изменены проходкой горных выработок и отработанной россыпью. В нижней, аккумулятивной части склонов присутствуют широкие, выровненные делювиальные и делювиально-пролювиальные шлейфы, покрытые преимущественно тонким матриксом и хорошо задернованные.

Более крупные эрозионные формы – неширокие сухие лога и долинообразные суходольные западины с озерами имеют выположенные лоткообразный или трапециевидный поперечные профили, склоны малой крутизны, выровненное днище с незначительными углами наклона продольной оси.

Для лога Салхит практически на всем протяжении характерна техногенная проработка, приведшая к образованию ямно-бугристой донной поверхности (планировка склонов, выбор рыхлого материала (воронки и карьеры глубиной 2-2,5 м), складирование отработанного вещества). Крупный отвал в виде насыпной гряды, примыкающей к коренному склону, имеет место в северо-восточном борту лога. В настоящее время в этой местности ведет добычу золота компания «Баян-Эрдэс».

Разрез **Салхит-1** расположен на правом склоне долины неширокого выположенного лога лоткообразной формы по поперечному профилю с мягкими очертаниями, техногенно измененного добычей россыпного золота. Вскрытую толщу до глубины 4,25 м по структурно-текстурным особенностям отложений можно подразделить на 5 слоев [3].

Слой 1 мощностью 0,25 м сложен почвами темного цвета с карманообразными расширениями и включениями дресвяно-щебнистого материала, отчетливо выраженным простиранием по периметру описываемой стенки и четкой разделительной границей.

Слой 2 мощностью 0,4 м (интервал 0,25-0,65 м) представлен светло-серым неслоистым мелко-крупно-среднезернистым алевритистым песком, интенсивно карбонатизированным, с белесоватыми субвертикальными трещинами шириной до 10-15 см, находящимся в плотном, сцементированном агрегатном состоянии, хорошо прослеживающимся по разрезу. Осадкам свойственна плохая сортировка (коэффициент сортировки Траска $S_0=2,11$, стандартное отклонение $\sigma=0,87$ – показатели незначительной длины транспортировки частиц перед их отложением). Мода осадка положительна (статистический коэффициент асимметрии $\alpha>0$) и по отношению к медиане находится в левой его части (коэффициент асимметрии Траска $S_k<1$, преобладание грубодисперсных частиц с улучшенной их отсортированностью). Эксцесс также положителен, значения его не столь большие, и не превышают порога первой сотни единиц, что указывает на некую тектоническую стабильность, поступление небольших порций обломочного субстрата в седиментационный бассейн, а также превышение скорости его обработки над приносом. Кроме того, пески имеют параметры коэффициента вариации осадков ($v=1,34$), которые можно было бы сопоставить с флювиальным характером среды аккумуляции (стационарные однонаправленные водотоки с поступательным движением воды и сезонным колебанием водности). Но, учитывая внешний облик породы – непромытость отложений, лессовидность, пылеватость, наличие глинистых «рубашек» на крупных частицах, плохую сортировку материала – можно установить комплексный характер седиментогенеза (смещение склонового и водного парагенетических рядов континентальных осадочных образований из групп коллювия смыывания и временных русловых потоков), а именно – делювиально-пролювиальный с квазипостоянным перемещением вещества и обязательным участием в этом процессе текучей воды.

Слой 3 мощностью 0,7 м (интервал 0,65-1,35 м) сформирован светло-серым, белесоватым алевритисто-дресвянистым мелко-среднезернистым песком, плотным, сцементированным с включением мелких и средних глыб и преимущественно хаотичным залеганием обломков, а также отдельным линзовидным их распределением, оформленным более темной окраской. Горизонт рассечен субвертикальными трещинами с интенсивной карбонатной проработкой. Практически по всей толще отмечаются темно-серые, темно-коричневые и зеленоватые прослои мощностью от 0,5-3 см, невыдержанные по простиранию (прерывистые ленты), субгоризонтального и наклонного залегания (глубина 0,7; 0,85; 0,9; 1,1 м), напоминающие дериваты почв. Нижняя граница слоя в целом отчетливая, слабоволнистая, он хорошо отбивается по простиранию.

По статистическим параметрам осадки характеризуются очень плохой сортировкой ($S_0=2,68$; $\sigma=4,25$) (недалекий перенос в турбулентной среде без должной динамической обработки). Мода ($\alpha>0$, $S_k>1$) сдвинута в сторону мелких частиц (условно повышенный энергетизм среды седиментации, живых сил которой было явно не достаточно, чтобы обрабатывать грубозернистую часть

гранулометрического спектра). Уменьшение числовых показателей эксцесса в пределах двух десятков единиц свидетельствует все еще продолжающейся относительной стабильности протекания неотектонических явлений на данной территории, но уже с наметившейся тенденцией в сторону усиления процессов эндо- и экзогенеза. Происхождение этих осадков преимущественно склоновое, так как значения коэффициента вариации ($v=2,14$) выходят за рамки акумулятивного парагенетического ряда и могут соотноситься с делювиально-коллювиальным характером осадконакопления.

Слой 4 мощностью 0,45 м (интервал 1,35-1,8 м) сложен коричневато-серо-песчанодресвяно-щебнистой смесью. По нижней границе горизонта наблюдается прослой мощностью до 10 см схожего литологического состава интенсивно карбонатизированного с отдельными обломками 1-го класса окатанности (оттерты углы и ребра). На интервале 1,75-1,8 м отмечен прослой темного цвета мощностью 2-3 см прерывистого залегания. Возможно, это погребенная почва, указывающая на некоторый перерыв в процессе осадконакопления.

Коэффициенты сортировки осадков Траска S_0 , а также стандартное отклонение σ находятся в пределах 5,88 и 20,31 соответственно, характеризуют осадки как абсолютно несортированные, что отражает предельно малое расстояние транспортировки в довольно динамичной среде седиментации ($\alpha > 0$). Судя по значению коэффициента вариации ($v=1,66$) участие свободно текущей воды в этом процессе было довольно значимым, что подтверждается слабой окатанностью отдельных обломков, но полное отсутствие текстурных качеств отложений и вышеуказанные свойства определяют делювиально-пролювиальное происхождение данного слоя. Для эксцесса характерно очень малое его значение ($\tau=3,13$), прямо указывающее на очень подвижный характер аккумуляции, обусловленный, в первую очередь, внутрикоровой, а возможно и внешней (климатической) составляющей, которые в совокупности привели к усилению эрозионно-денудационных процессов в исследуемом районе. Разрушенного материала становилось все больше, склоновые литопотоки, а также перегруженные дезинтегрированным веществом эпизодические водные потоки не успевали должным образом обрабатывать его, и он быстро аккумуляировался под новыми порциями субстрата – и, как следствие, доминированием в разрезе абсолютно несортированных осадков.

С этим интервалом разреза связано присутствие в правой части стенки линзовидного эпигенетического вложения мощностью 0,17-0,25 м и шириной до 1,5 м, состоящее из серого, серовато-коричневого мелко-среднезернистого песка со слабовыраженной наклонной слоистостью. Нижняя граница слоя совпадает с поверхностью коры выветривания, верхней является гумусированная лента. Осадки имеют недостаточную сортировку ($S_0=1,84$; $\sigma=0,80$), что, в первую очередь, следует связать с удлинением пути переноса. Тектоническая составляющая процесса накопления была однозначной – вариация ее в сторону стабильности при формировании данного горизонта (заметный рост τ до первой сотни единиц) привела к тому, что седиментогенез успел среагировать на это изменением зернистости частиц и улучшением их структурированности. Значения коэффициента вариации соответствуют флювиальным турбулентно-поступательным условиям аккумуляции ($v=1,60$) в постоянных или временных однонаправленных водотоках с сезонным колебанием водности. Суммируя вышесказанное, можно достаточно уверенно установить происхождение осадков – аллювиально-пролювиальное.

Поскольку наибольшее значение в руслоформирующих фракциях играют мелко-среднезернистые пески, то, следовательно, доминантная транспортировка обломочных частиц осуществлялась качением и волочением частиц по дну, а также способом «пушечного ядра» (сальтацией) в вертикальной толще водотока. Динамика его имела главным образом переходный тип между турбулентным и ламинарным режимом осаждения ($0,1 < x < 1,0$). Палеоводоток характеризовался небольшими уклонами русла 1,35 м/км, скоростями доставки частиц 0,37 м/с, придонными скоростями аккумуляции 0,23 м/с, поверхностными скоростями течения 0,54 м/с, межвенными максимальными глубинами 0,3 м и шириной потоков на стадии их наибольшего заполнения водой 28,4 м. По числу Фруда им был свойственен полугорный (число Фруда, $Fr=0,1-0,3$) тип устойчивых, разработанных русел, с беспрепятственным течением воды в обычных ситуациях положения ложа (коэффициент шероховатости, $n=37,4$). Значения ϕ -критерия устойчивости русел менее 100 единиц конкретизируют их слабоподвижный характер. В фациальном отношении осадки принадлежат русловой группе фаций.

В основании разреза Салхит-1 (интервал 1,8-4,25 м) развита массивная кора выветривания темно-серого цвета по интрузивным породам (*слой б*), разбитая системой субвертикальных, наклонных и субгоризонтальных трещин различного азимута простирания, оформленных разной степенью и интенсивностью ожелезнения. На интервале 2,6-2,7 м прослеживается резко выраженный по всему периметру стенки прослой мощностью 0,05-0,10 м слабоволнистого залегания, состоящий из супесчано-суглинистого материала, имеющего, в свою очередь, включения коры выветривания, с богатым содержанием соединений железа, образовавшихся в окислительной геохимической среде. В левом углу стенки он линзовидно расширяется (мощностью до 0,3 м) с углом наклона 60-65°. К низу толщи кора становится более плотной.

Разрез **Салхит-2** расположен на левом, северо-восточном склоне лога и вскрывает 4 слоя, резко отличающихся по структурно-текстурным особенностям.

Первый горизонт переменной мощности 0,7-0,8 м являет собой почвенно-растительный слой темного цвета, перекрытый в верхней части линзой насыпного материала из отработанного отвала толщиной до 0,15 м. К низу его на интервале 0,4-0,7 м отмечаются следы интенсивной карбонатизации в виде пятен и точек, здесь же присутствуют пятна желтоватого оттенка, литологически однородные основному слою. По всей пачке имеются включения щебнисто-дресвяного материала в карбонатной «рубашке», содержание которых на границе обильное. Раздел с нижележащим горизонтом местами не резкий, затечного характера, карманообразный.

Слой 2, изменяющийся по мощности от 0,45 до 0,75 м (интервал 0,7 (0,8) – 1,15 (1,45) м), выполнен облессованным, плотным, цементированным, серовато-коричневым алевритово-дресвянистым средне-мелкозернистым песком, с включением обломочного материала в виде глыб небольшого размера. Характер распределения обломков хаотичный, толщина в целом массивная, бестектурная. Развита отдельные трещины субвертикального залегания малой мощности. В верхней и средней части горизонта отмечены поноры с затеканием материала из слоя 1. Нижняя граница отчетливая, с колебанием его ширины до 0,3 м, вызванного размывом нижележащего горизонта и заполнением рывтины материалом описываемого слоя.

Вещество из данной пачки характеризуется недостаточной сортировкой ($S_0=1,79$; $\sigma=3,37$), что отражает укороченный путь его перемещения перед отложением. Кроме того, оно имеет несимметричное распределение со сдвинутой в сторону мелких ($S_k>1$, $\alpha>0$) частиц модой. Энергетизм живых сил седиментации при его образовании обладал некоторым динамизмом, тектонические условия осадконакопления были относительно стабильными с определенным дефицитом поступающего материала ($\tau=35,19$). Коэффициент вариации определяет происхождение данных осадков ($v=2,84$), как склоновое с незначительным участием однонаправленно-текучей свободной воды (парагенетическая группа коллювия смывания) и возможной последующей сингенетической или эпигенетической эоловой трансформацией материала, нашедшей отражение в некотором улучшении его сортировки.

Слой 3 мощностью до 0,6 м (интервал – 1,15 (1,45)-1,75 (2,0) м) сложен плотной, цементированной, интенсивно карбонатизированной (пятна и точки) песчано-дресвяно-щебнистой смесью коричневато-сероватого, белесого цвета. Характер распределения псефитов преимущественно хаотичный, отмечаются отдельные их линзовидные концентрации. В левой части описываемой стенки на интервале 1,2-1,7 м наблюдается щебнисто-дресвянистый горизонт, обогащенный мелко-среднезернистыми серыми, темно-серыми песками в виде прерывистых прослоев с флюидальной текстурой (текстурой течения), которые, в свою очередь, содержат неокатанный и слабоокатанный мелкообломочный материал. Здесь же отмечены линзы слоистых невыдержанных по простиранию зеленовато-сероватых крупнозернистых песков, линзы гравийных частиц с включением карбонатизированного суглинка белого цвета и слойками того же вещества мощностью 2-2,5 см, имеющих резкий наклон и выклинивающихся в сторону долины. Нижняя граница горизонта резкая, ломаная.

Несмотря на некоторые различия в абсолютных значениях, характерно сходство основных статистических параметров осадков этого слоя с таковыми из перекрывающих его толщ. Отличны только показатели коэффициента асимметрии Траска ($S_k>1$), описывающие сдвиг моды осадка в сторону тонкозернистых частиц и лучшую их сортировку, указывающую на динамическую

дифференциацию основной среды седиментации, например, чередование двух порядков скоростей в обстановке, отличающейся резким усилением регионального тектоно-климатического фона.

Как и в разрезе Салхит-1, подстилающим горизонтом выступает кора выветривания по мелкокристаллическим породам серого, темно-серого цвета на интервале 1,75 (2,0) – 2,20 м. Элювий преимущественно разборный, мелкоглыбово-щебнистый. Кроме того, для всех крупных обломков также характерна карбонатная «рубашка». В левой части стенки кора выветривания приобретает кирпично-красный цвет.

Таким образом, представленные разрезы из обоих склонов лога в целом имеют сходное строение. В основании толщи находится кора выветривания. Выше ее залегает горизонт, выполненный из песчано-древяно-щебнистой смеси с примерно равными характеристиками процесса осадконакопления, определяющим моментом которого является его нестабильность, вызванная усилением как эндогенной, так и экзогенной составляющих морфогенеза. Причиной изменения последней могли быть вариации климата в сторону потепления (каргинская эпоха позднего неоплейстоцена), что привело к росту увлажненности и обводненности данной территории, способствовавших более интенсивному протеканию эрозионно-денудационных явлений, лежащих в основе накопления обломочных, абсолютно несортированных осадков делювиально-пролювиального генезиса. Достаточное количество свободной воды привело к формированию на этом уровне аллювиально-пролювиального вложения, представляющего собой бывшее русло небольшого водотока, заполненное наклонно-слоистым песчаным материалом.

Следующими горизонтами, перекрывающими каргинскую толщу, являются слои 3 (разрез Салхит-1) и 2 (Салхит-2). Они также имеют определенную степень корреляции между собой – залегают почти на одном гипсометрическом уровне, имеют близкую мощность, сложены осадками с примерно равными (не в абсолютном исчислении, а по смысловому значению) статистическими параметрами. Что наиболее характерно – так это схожие обстановки седиментации, особенно по числовому выражению коэффициента вариации, констатирующему их склоновый генезис ($v > 2,0$). Что касается времени формирования, то, по всей видимости, это сартанское время, для которого было свойственно понижение общего температурного фона, недостаток количества свободно-движущейся воды (неаквальное происхождение данных слоев) и прогрессирующая аридность.

Особняком является слой 2 из разреза Салхит-1, аналог которого не обнаружен в разрезе Салхит-2. Объяснением этому может быть, к примеру, различная экспозиция склонов лога – разрез Салхит-2 находится на солнечной стороне северо-восточной экспозиции. Таким участкам дневной поверхности свойственны преобладание инсоляции и невозможность произрастания и закрепления растительности, и, как следствие, дальнейшая абляция, интенсивный делювиальный смыл и эрозионный размыв. Генезис отложений слоя делювиально-пролювиальный, период накопления – голоценовый. С голоценом связано и формирование венчающих разрезы почвенно-растительных горизонтов.

Reference

1. Геоморфология Монгольской Народной Республики // Труды совместной советско-монгольской научно-исследовательской геологической экспедиции / отв. ред. Н.А. Флоренсов, С.С. Коржуев. – М.: Наука, 1982. - Вып. 28. - 249 с.
2. Геоморфологические и стратиграфические исследования в пади Салхит (Монголия) / А.П. Деревянко и др. // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий: материалы годовой сессии Института археологии и этнографии СО РАН 2007 г. – Новосибирск: Изд-во Института археологии и этнографии СО РАН, 2007. – Т. XIII. – С.89-93.
3. Коломиец В.Л., Гладышев С.А. Геоморфология и литологический анализ четвертичных отложений урочища Салхит (Восточная Монголия) // Актуальные проблемы современной геологии и минерагении Казахстана: материалы междунар. науч.-практ. конф. «Сатпаевские чтения», приуроч. к Дню работника науки, 12-14 апреля 2012 г. – Алматы: Тип. Волкова Н.А., 2012. – С. 43-55.

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ И МЕТАЛЛОИДАМИ ПОЧВ Г. ДАРХАНА (МОНГОЛИЯ)

©Кошелева Н.Е. (nataalk@mail.ru), Киселёва Т.М., Бажа С.Н., Энх-Амгалан С.
Московский государственный университет им.М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

ASSESSMENT OF SOIL POLLUTION WITH TRACE ELEMENTS IN DARKHAN CITY (MONGOLIA)

©Kosheleva N.E. (nataalk@mail.ru), Kisselyova T.M., Bazha S.N., Enkh-Amgalan S.
Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Abstract: The paper analyzes trace element composition of Darkhan soils and determines the content of 16 trace elements in the soils of the functional zones of the city. While providing a compilation of maps for the distribution of main pollutants (As, W), which display technogenic anomalies in the soils confined to the industrial (W, As) and unbuilt-up (As) areas, the paper also defines the leading factors of their accumulation in the urban soils.

Key words: soil pollution, heavy metals, metalloids, Darkhan, Mongolia.

Введение

Монголия является одной из самых малонаселенных стран мира (2,875 млн. чел.) с плотностью 1,67 чел/км². Тем не менее, уровень урбанизации достаточно высок, около 60 % населения проживает в городах – в столице Улан-Баторе (1,24 млн.) и двух других крупных городах: Эрдэнэте (86850) и Дархане (74500 чел.). В настоящее время состояние природной среды в значительном числе промышленных городов имеет выраженную негативную динамику. Причины ухудшения их экологического состояния обусловлены как чрезмерной нагрузкой со стороны интенсивно эксплуатируемых производств, загрязняющих окружающую среду, так и значительным повышением интенсивности транспортных потоков и увеличением объемов отходов и стоков, включая особо токсичные. В промышленных городах формируется особая техногенная среда, нередко неблагоприятная для горожан. Это делает актуальным исследование качества городской среды на основе ее эколого-геохимической оценки.

Цель работы – выявление техногенных геохимических аномалий в ландшафтах одного из крупных промышленных центров Монголии – г. Дархана и анализ основных закономерностей их формирования. Основными задачами являются: 1) изучение ландшафтно-функциональной структуры урбанизированной территории; 2) установление качественных и количественных характеристик геохимических полей элементов-загрязнителей в почвенном покрове города; 3) выявление природных и антропогенных факторов, определяющих их пространственную неоднородность.

Объекты и методы

Исследуемая территория расположена в пределах бассейна р. Селенги между Хангайским и Хэнтейским хребтами. Рельеф – равнинно-мелкосопочный, характеризующийся сглаженностью форм. Абсолютные высоты в пределах города варьируют от 665 до 860 м. Почвообразующие породы представлены четвертичными аллювиально-пролювиальными отложениями суглинистого и супесчаного состава с включениями щебня, гравия и гальки. Климат в районе города континентальный, летний сезон характеризуется средними температурами 18-20°C, средняя зимняя температура колеблется от -18 до -25°C. Количество солнечных дней в году превышает 260. Ежегодная норма осадков 300 мм. Основной водной артерией г. Дархана является р. Хара (Хара Гол) – приток реки Орхон. Город расположен в пределах подзоны ковыльных, змеевково-ковыльных и полынно-ковыльных степей на темно-каштановых остаточно-карбонатных почвах [4].

Дархан был основан в 1961 г. как промышленный центр северных территорий Монголии. Около 86 % горожан проживает в многоэтажных домах, остальное население – в юртах на окраинах города. В Дархане расположены предприятия черной металлургии, строительного комплекса, пищевой и легкой промышленности. Город является также крупным транспортным узлом Монголии, он связан с главными железнодорожными магистралями России и Китая благодаря ветке, проходящей с севера на юг Монголии через Дархан и Улан-Батор. Автомобильная дорога соединяет Дархан с Россией, со столицей Монголии Улан-Батором и Эрдэнэтом.

Город вытянут с севера на юг на 12 км вдоль долины р. Хары, с этим связаны особенности его пространственной структуры. На основе космического снимка из Google Earth составлена схема

функционального зонирования города и выделены следующие функциональные зоны: промышленная, селитебная (многоэтажная и частный сектор), транспортная и незастроенная (рис. 1).

Промышленная зона охватывает расположенную на севере старую часть города с железнодорожной станцией и элеватором, там же находятся водоочистные сооружения и поля аэрации, предприятия по производству кирпича и др. строительных материалов, нефтебаза и локомотивное депо. Другая часть зоны расположена на юге и юго-востоке, где размещены ТЭЦ, цементный, лесоперерабатывающий, кожевенный и электрометаллургический заводы. Она отделена от центральной жилой части города отрогом мелкосопочника.

Селитебная зона с современной застройкой занимает центральную часть города, здесь расположены несколько высших учебных заведений, административных и офисных зданий, учреждений культуры. С востока, севера и запада город окружают *юрточные районы*.

Транспортная зона включает крупные дороги с асфальтовым покрытием, а также железную дорогу, протянувшуюся с севера на юг через весь город.

Значительную часть города занимают условно ненарушенные территории, отнесенные к *незастроенной* функциональной зоне.

Опробование почв на территории г. Дархана проводилось экспедиционной группой географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова в 2011 г. Смешанные почвенные пробы в 3-х повторностях отбирались из верхнего (0-10 см) дерново-гумусового горизонта с шагом 500-800 м. Общее количество проб составило 69, в том числе в промышленной зоне – 17, селитебной (многоэтажной) – 8, селитебной (частный сектор) – 13, транспортной – 12, в незастроенной – 19 (рис. 1).

Во всех отобранных почвенных образцах методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (приборы Elan-6100 и Optima-4300 DV фирмы "Perkin Elmer", США) определены концентрации более 50 элементов. Анализ проведен во ВНИИ минерального сырья.

Величина pH и содержание гумуса в образцах определены методом Тюриня в Эколого-геохимическом научно-образовательном центре Географического факультета МГУ.

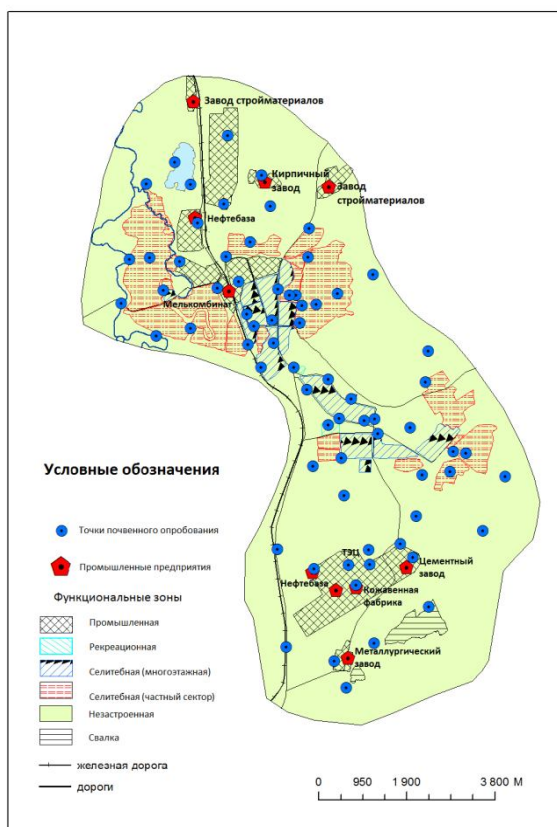


Рис. 1. Карта функционального зонирования города и точки опробования почв

Для подробного анализа были выбраны 16 наиболее технофильных и экологически опасных тяжелых металлов и металлоидов (ТМ) [2]. Для них были рассчитаны кларки концентраций КК (отношение содержания элемента в конкретном объекте к его кларку в литосфере) и кларки рассеяния КР (отношение кларка элемента в литосфере к содержанию элемента в конкретном объекте), расчет проводился относительно глобальных кларков литосферы А.П. Виноградова [1].

Обработка аналитических данных включала вычисление средних, средних квадратичных отклонений, коэффициентов вариации, максимальных и минимальных значений в программном пакете Statistica 8. Влияние почвенных параметров, условий рельефа и антропогенных факторов на уровни содержания элементов в поверхностных горизонтах почв оценивалось путем многомерного регрессионного анализа в пакете S-PLUS. Метод регрессионных деревьев позволяет разбить исходную выборку с концентрациями элемента на подвыборки, имеющие близкие значения содержания элемента и характеризующиеся определенным сочетанием физико-географических условий и техногенных факторов.

Результаты и их обсуждение

Геохимическая специализация почв г. Дархана была определена на основе средних значений КК и КР для валового содержания 16 химических элементов в поверхностных горизонтах. Среди накапливающихся ТМ – $W_{6,14}As_{3,6}Cd_{1,92}Sb_{1,88}Pb_{1,58}Mo_{1,37}Sn_{1,27}$ (нижние индексы – КК), рассеиваются Ni, Cu, Cr, Co, Ti и Mn (КР от 3,61 до 1,85), остальные элементы (V, Zn, Ba) имеют околосларковые содержания. Отдельные функциональные зоны города характеризуются близкими геохимическими спектрами (рис. 2) с максимальным накоплением W и As (КК от 2,7 до 10) и умеренным – Sb, Cd и Pb (1,3-2,6). Далее более подробно рассмотрены приоритетные для почв города поллютанты с наибольшими КК, а именно мышьяк и вольфрам.

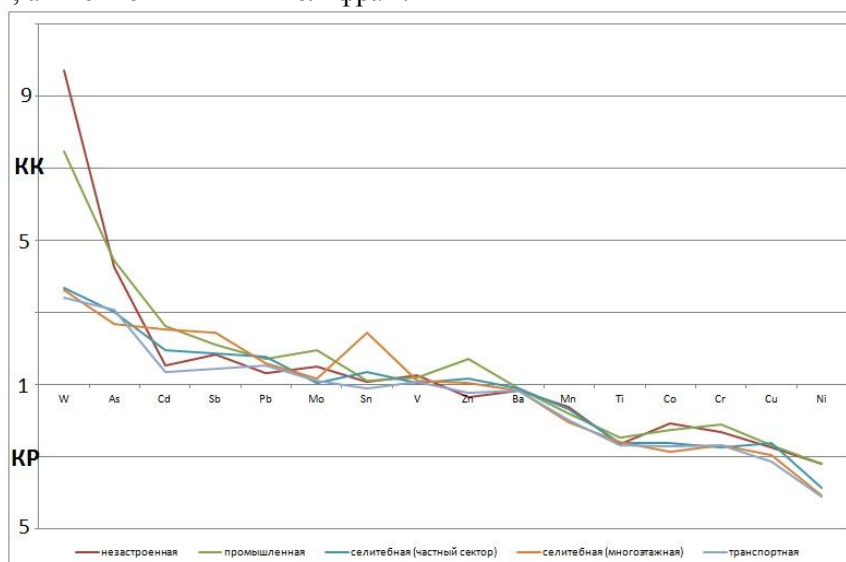


Рис. 2. Геохимические спектры почв разных функциональных зон

Условия миграции и аккумуляции As и W в почве. Мышьяк (As) – слабоподвижный анионогенный элемент, поливалентен. Является одним из приоритетных токсикантов, относящимся к I классу опасности. Источниками его техногенного поступления в ландшафты служат металлургические заводы, сжигание угля, нефти, моющие средства. Поведение As в почвах в значительной мере зависит от степени его окисления. В аридных ландшафтах As слабо-подвижен, но в содовых водах его подвижность как анионогенного элемента возрастает. As концентрируется на сорбционных геохимических барьерах, с которыми связаны его повышенные содержания в глинах, гидроксидах железа и органических веществах [5]. Установлено, что темпы сорбции арсенита во многом контролируются содержанием оксидов железа и величиной Eh среды, а количество As, абсорбированного на поверхности оксидов, зависит от pH. Наиболее низкие уровни содержания мышьяка характерны для песчаных почв, в частности, для разновидностей, формирующихся на гранитах. Его максимальные концентрации, как правило, связаны с аллювиальными почвами и почвами, обогащенными органическим веществом [3].

Вольфрам (W) – металл с очень высокой технофильностью, который активно используется в металлургии, электронике и других областях техники. Является компонентом жаропрочных сверхтвердых сталей и сплавов (победит, стеллит). Относится к 3 классу опасности. Все минералы W слаборастворимы и поэтому отличаются низкой мобильностью в гипергенных условиях [3]. В отличие от As, в биосфере многие аспекты геохимии этого металла не изучены.

В перераспределении ТМ в ландшафтах важную роль играет рельеф, миграция может осуществляться путем водного стока и механического сноса рыхлого материала вниз по склону. Поэтому на территорию Дархана по данным SRTM [7] в программном пакете SAGA нами была построена карта крутизны склонов, для которых выделены следующие градации: 0-1°, 1-2,5°, 2,5-5° и 5-7,5°. Территория города занимает в основном субгоризонтальные поверхности и склоны с уклоном менее 2,5-3°. Наиболее крутые участки приурочены к отрогу мелкосопочника, отделяющего селитебную часть города от южной промышленной зоны, они являются незастроенными.

Аккумуляция ТМ в почвах во многом определяется физико-химическими характеристиками почв. На сорбционную способность почв влияет наличие коллоидов, с химической точки зрения они представляют собой самую реакционноспособную часть почвы, которая наиболее важна при оценке поведения ТМ в ландшафтах. Выделяют минеральные, включающие преимущественно филлосиликаты и разное количество оксидов Fe и Mn, и органические коллоиды, представленные гумусовыми субстанциями [6]. Содержание гумуса в поверхностных горизонтах почв Дархана варьирует в пределах от 0,48 до 4,49 %, его пространственное распределение отличается значительной изменчивостью. Большая часть городской территории характеризуется значениями гумуса менее 2 %, однако существует ряд почвенных ареалов, где содержание увеличено в 2 раза. Процентное содержание оксидов Mn в поверхностном горизонте почв составляет 0,05 до 0,16, а оксидов Fe варьирует в широких пределах – от 1,9 до 8,0 %.

Интенсивность миграции соединений ТМ в почвах контролируется щелочно-кислотными и окислительно-восстановительными условиями. Распределение pH в почвах Дархана отличается однородностью (7-7,5). Максимальные величины pH 9-9,5 приурочены к полям фильтрации, а также к незастроенной зоне на северо-западе от южной части промзоны. Ввиду глубокого залегания уровня грунтовых вод в городских почвах господствуют окислительные условия. Однако в пределах поймы р. Хары можно выделить территорию с переменным режимом увлажнения в разные сезоны.

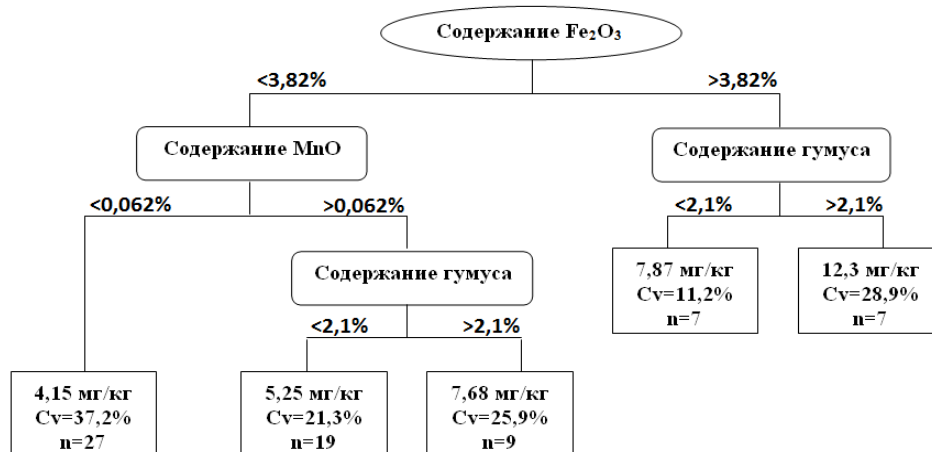


Рис. 3. Регрессионное дерево содержания As в поверхностных горизонтах почв. В овальных фигурах отражены факторы дифференциации показателя, на линиях указаны их градации, в прямоугольных - среднее содержание элемента в верхних горизонтах почв; Cv – коэффициент вариации; n – количество точек.

Уровни содержания и пространственное распределение As и W в почве. Микроэлементный состав почв наследуется от материнских пород, который в условиях города трансформируется под воздействием техногенных источников, приуроченных к определенным функциональным зонам. Их дальнейшая судьба определяется комплексом ландшафтных и почвенных факторов, которые могут способствовать миграции или аккумуляции ТМ в почвах. Для оценки их значимости нами были построены регрессионные деревья, отражающие вклад различных факторов в пространственную изменчивость содержания As и W в городских почвах. В качестве группирующих переменных

использованы: функциональное назначение территории, крутизна склонов и свойства почв (величина pH, содержание гумуса, MnO, и Fe₂O₃).

Анализ полученных результатов показал, что основными факторами, контролирующими накопление As, является содержание Fe₂O₃, MnO и гумуса (рис. 3). Наибольшие концентрации As (2,3-18 мг/кг) характерны для почв промышленной и незастроенной зон Дархана (рис. 4а), а наименьшие (2,4-9,1 мг/кг) – для селитебной многоэтажной зоны.

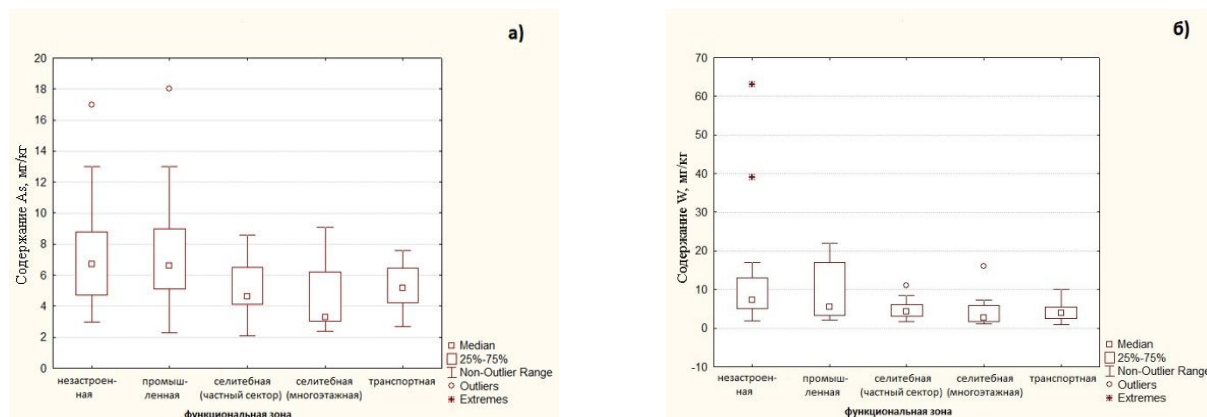


Рис. 4. Диаграммы размаха содержания As (а) и W (б) в почвах функциональных зон г. Дархана

Другая картина наблюдается при выявлении факторов распределения W в почве (рис. 5). Уровень его содержания определяется принадлежностью к функциональной зоне, т.е. техногенными источниками. Почвенные факторы (содержание оксидов Fe, Mn и гумуса) могут либо усиливать, либо ослаблять аккумуляцию W в поверхностном горизонте почв. Влияния ландшафтного фактора (крутизна склонов) не обнаружено. Максимальная концентрация W в почвах Дархана зафиксирована в незастроенной зоне (63 мг/кг), при значительных колебаниях (2,1–22 мг/кг) в промышленной зоне содержание W также повышено (рис. 4б). Наименьшее валовое содержание W в поверхностных горизонтах городских почв отмечается в селитебной зоне с многоэтажной застройкой (0,2-8 мг/кг).

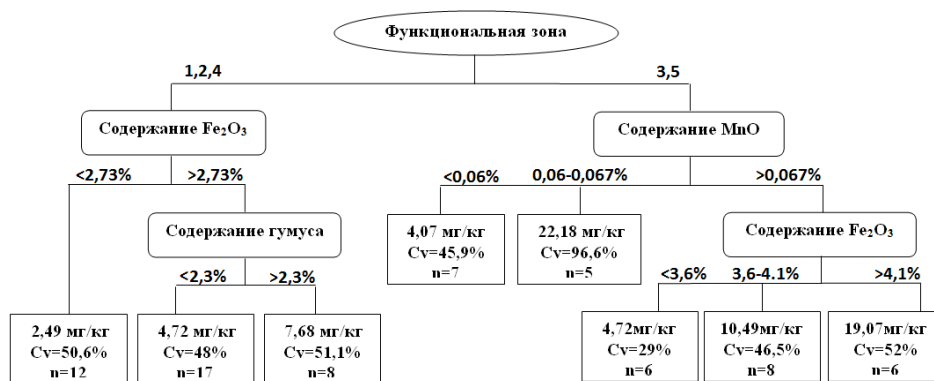


Рис. 5. Регрессионное дерево содержания W в поверхностных горизонтах почв. Функциональные зоны: 1-селитебная (многоэтажная), 2-селитебная (частный сектор), 3-промышленная, 4-транспортная, 5-незастроенная.

Интерполяция по сети точек нерегулярного почвенного опробования осуществлялась в программном пакете SAGA методом Ordinary Kriging. Для построенных геохимических карт (рис. 6а, б) были рассчитаны стандартные отклонения (ошибка интерполяции) метода, которые варьируют для As в пределах от 1,84 до 2,72 мг/кг, для W – от 6,2 до 7,4 мг/кг (рис. 6в). На моноэлементных картах выделяются две аномалии с наибольшими концентрациями W и As, которые приурочены к промышленной зоне. В северной части промзоны, где расположен Мелькомбинат, валовые содержания W варьируют в пределах 17-23 мг/кг, As – до 13 мг/кг. В южной части промзоны, где сосредоточен ряд промышленных предприятий, аномалия загрязнения вытянута на север и имеет более высокие концентрации W (17-39) и As (17-18 мг/кг).

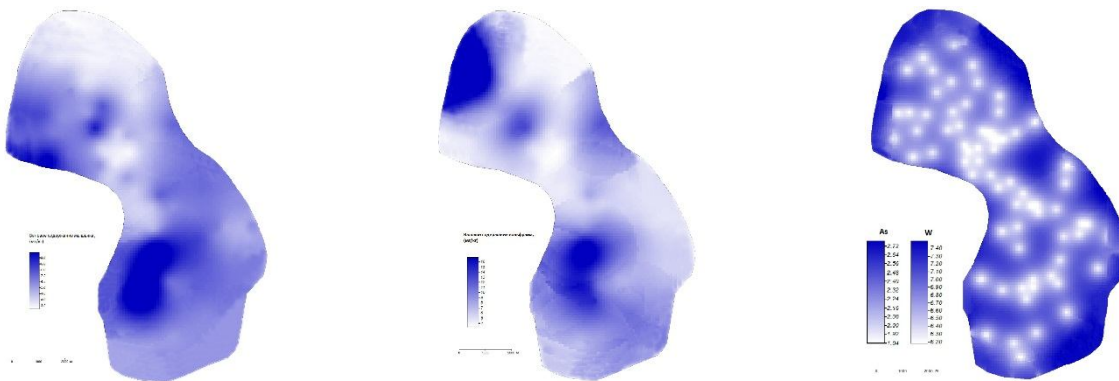


Рис. 6. Распределение As (а), W (б) и стандартное отклонение (в) их валового содержания (мг/кг) в поверхностных горизонтах почв г. Дархана

Анализ карты (рис. 6в), характеризующей точность построенных геохимических карт, позволяет установить участки, на которых целесообразно провести дополнительное опробование почв. К ним относятся главным образом восточные окраины города.

Выводы

Геохимическая специализация почв г. Дархана характеризуется следующей формулой: $W_{6,14}As_{3,6}Cd_{1,92}Sb_{1,88}Pb_{1,58}Mo_{1,37}Sn_{1,27}$, при этом повышенные концентрации над общегородским фоном наблюдаются в промышленной зоне, пониженные – в многоэтажной селитебной зоне. Аномалии W и As приурочены к промзоне, где валовые содержания W и As достигают максимума (39 и 18 мг/кг соответственно). Ведущая роль в аккумуляции As в почвах принадлежит оксидам Fe, выступающим в роли сорбирующих компонентов; содержание W обусловлено близостью к его техногенным источникам. Повышение точности моноэлементных карт требует отбора дополнительных почвенных проб на востоке города.

Reference

1. Виноградов А.П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных пород земной коры // Геохимия. – 1962. - № 7. - С. 555-472.
2. Водяницкий Ю.Н. Тяжелые и сверхтяжелые металлы и металлоиды в загрязненных почвах. - М.: Изд-во Почвенного ин-та им. В.В. Докучаева РАСХН, 2009. - 184 с.
3. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. - М.: Мир, 1989. - 439 с.
4. Национальный атлас: Монгольская Народная Республика. - Улан-Батор; М., 1990.
5. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. - М.: Астрель-200, 1999. - 610 с.
6. Пинский Д.Л. Ионобменные процессы в почвах. - Пуцдино, 1997. - 164 с.
7. URL: <http://srtm.csi.cgiar.org/>

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ МОНГОЛЬСКОГО ПЛАТО И БИОТЕХНОЛОГИЯ ВОДОПОДГОТОВКИ

©Намсараев Б.Б.¹ (bair_n@mail.ru), Гармаев Е.Ж.², Намсараев З.Б.³, Бархутова Д.Д.¹, Данилова Э.В.¹, Лисин Ванг⁴, Шугин Бай⁴

¹ Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия

² Байкальский институт природопользования СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия

³ Институт микробиологии РАН, г. Москва, Россия

⁴ Университет Внутренней Монголии, г. Хух-Хото, Китай

WATER RESOURCES OF MONGOLIAN PLATEAU AND BIOTECHNOLOGY OF WATER TREATMENT

©Namsaraev B.¹ (bair_n@mail.ru), Garmaev E.², Namsaraev Z.³, Barkhutova D.¹, Danilova E.¹, Lixin Wang⁴, Shuqin Bai⁴

¹ Institute of the General and Experimental Biology SB RAS, Ulan-Ude, Russia

² Baikal Institute of Nature Management SB RAS, Ulan-Ude, Russia

³ Institute of Microbiology RAS, Moscow, Russia

⁴ Inner Mongolia University, Hohhot, China

Abstract: Sustainable development of the population, the industry and agriculture of Mongolia plateau depends on water resources. The arid climate and landscape conditions of the central and south part of the Mongolia plateau determine non-uniform distribution of water resources. The basin of Selenga river, relative provided with water, covers 8 ayimaks Mongolia and makes more than 19 % of territory of the country. In Northern Mongolia there is the largest lake Khubsugul which contains up to 380 км³ fresh water. The river Onon concerning to Pacific system, are located in mountains Khenteja. In the Zabaikalye, southern Mongolia and Inner Mongolia fresh, salt and soda lakes are located many. In southern and in some areas of the central Mongolian plateau essential lack of water is observed. Here many the dried up rivers, soda and salt lakes which waters are unsuitable for drink and economic use.

In connection with a problem of deterioration of water there is a necessity of use of modern methods of preparation and clearing of waters (physical, chemical, mechanical and biological) in view of features of territory of Mongolian plateau. The geographical position of this region - high mountains, active solar insolation and the big percent of days with winds - allows to use an environment for preparation and clearing of waters.

Aerobic and anaerobic microorganisms participate in processes the purification of waters. Proteins, polysaccharides, lipids and nucleic acids decay aerobic and anaerobic hydrolytic bacteria. In aerobic conditions they are oxidized up to carbonic acid, water and a biomass of bacteria, in anaerobic conditions - up to low-molecular organic substances. These substances serve as a substrates for gas-forming bacteria - methanogens and sulphatereduces. Therefore the most effective processes of clearing of waters now are use psychrophilic, mesophilic and thermophilic aerobic and anaerobic bioreactors.

Alongside with these special clearing constructions recently the increasing development is received with biological ponds with plants and stones on which develop aerobic and anaerobic bacteria. These perifiton bacteria form effectively functioning biofilm. A perspective direction of biological clearing of waters is use microbial mats. These stratified microbial mats usually develop in thermal sources, sea lagoons and soda-salty lakes. In biological ponds develop also planktonic and bentic filtration organisms.

The high-mountainous arrangement of Mongolia allows to use solar batteries, mini hydroelectrostations and wind-driven generators for preparation and clearing of waters by means of a filtration and a distil. In protection of waters struggle against cutting down of woods in upper the rivers, ploughing up the grounds and excessive pasture cattle in river valleys has great value. Quality of waters depends and on functioning marsh systems. On some sites of the rivers and lakes it is possible to carry out special works on bioremediation.

Use of a complex of modern methods will allow to carry out qualitatively preparation of potable water for the population and cattle, clearing of waste industrial and household waters for an irrigation, power, extractions of minerals, processing of a wool and a skin.

The increase of population, development of the industry and agriculture of Mongolian plateau require maintenance of high water quality. For the decision of this vital purpose the Government and scientists are necessary to elaborate the complex program of rational use of water resources of Buryatia, Mongolia and Inner Mongolia.

Key words: water resources, Mongolian plateau, aerobic and anaerobic microorganisms.

Аридный, резкоконтинентальный климат и ландшафтные условия Монгольского плато определяют неравномерное распределение водных ресурсов. В центральной и восточной части плато расположены бассейны рек Сэлэнгэ, Онон и Хэрлэн. Бассейн реки Сэлэнгэ, относительно обеспеченный водой, охватывает 8 аймаков Монголии и составляет 19 % территории страны. В Северной Монголии находится самое крупное озеро Хубсугул, которое содержит около 380 км³ пресной воды. Верховья реки Онон, относящейся к тихоокеанскому бассейну, расположены в горах Хэнтэя. В бессточной Центрально-Азиатской зоне расположено много пресных, соленых и содовых озер [1, 10]. В южной, восточной и в некоторых районах центральной Монголии, на севере Внутренней Монголии и юге Забайкалья наблюдается недостаток воды. Здесь много пересыхающих рек, содовых и соленых озер, воды которых непригодны для питья и хозяйственного использования.

Между тем, устойчивое развитие населения, промышленности и сельского хозяйства Монгольского плато зависит от водных ресурсов и его качества. Природные воды являются сложной системой, состоящей из воды, взвешенных, коллоидных и растворенных примесей. Содержание отдельных примесей определяет качество воды. При определении качества воды используют физические, химические, биологические и бактериологические показатели. Мониторинг качества вод последних лет показывает увеличение загрязнения поверхностных и подземных вод Монголии и России [2, 7, 8, 9]. Это связано с увеличением водопотребления в городах, промышленности, добыче полезных ископаемых и орошении. Антропогенное загрязнение наблюдается в водных объектах в непосредственной близости городов Улаанбаатар, Эрдэнэт и Дархан (Монголия), населенных

пунктов Приононья (Забайкалье) и городов Шилин-Хот и Уляастай (Внутренняя Монголия) при добыче золота в верховьях многих рек, а также в местах интенсивного выпаса скота в речных долинах и вблизи озер. Современное состояние обеспеченности населения качественной питьевой водой в бассейне реки Сэлэнгэ, а также вклад трансграничного переноса в загрязнение озера Байкал, рассмотрены в работе [1].

В связи с проблемой ухудшения качества воды возникает необходимость использования современных методов подготовки и очистки вод (физических, химических, механических и биологических) с учетом особенностей территории Монголии. Географическое положение Монголии – высокогорье, активная солнечная инсоляция и большой процент дней с ветрами – позволяет использовать природные условия для подготовки и очистки вод.

Биотехнологические процессы издавна используются для очистки сточных и промышленных вод. Для улучшения качества естественных водотоков предлагается использовать на реках искусственные биологические пруды (возможны каскады) и создавать специальные болотные системы для подготовки и очистки вод. Эти биотехнологические сооружения по очистке вод с использованием микроорганизмов, растений и гидробионтов с успехом применяются в настоящее время во многих странах мира [4]. Это связано с тем, что биологическое сообщество водной толщи и донных отложений, в первую очередь микробное, эффективно очищает воду. Участие микроорганизмов в формировании химического состава вод выявлено при изучении микробных сообществ вод и донных осадков по цепочке: прибрежные болота - озеро Уляансуу – исток из этого озера (табл. 1).

Важнейшей функцией микроорганизмов водных систем является их участие в круговороте химических элементов, процессах продукции и деструкции органического вещества, образовании и потреблении газов, синтезе минералов и изменении физико-химических параметров водных систем. Широкое распространение микроорганизмов, их способность функционировать в аэробных и анаэробных условиях, адаптация к экстремальным условиям среды позволяет им участвовать в биогеохимических процессах в пресных, соленых и содовых озерах, холодных и термальных минеральных источниках, реках и болотах [4, 5]. В свою очередь, геолого-географические особенности местности, физические условия и химический состав вод во многом определяют структурно-функциональную организацию биоты водоема, в том числе и микробного сообщества.

Таблица 1.

Численность микроорганизмов в донных осадках прибрежного болота, истока и озера Уляансуу (Внутренняя Монголия)

Место отбора	Т° С	рН	М, г/л	Аэробы протеолики	Анаэробы протеолики	Аэробы целлюлолитики	Анаэробы целлюлолитики
Болото	26,3	8,0	2,12	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁴	10 ⁶
Озеро	24,7	9,0	1,79	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁵	10 ⁶
Исток	24	8,9	1,75	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁴	10 ⁴

Аэробные и анаэробные микроорганизмы участвуют в процессах самоочищения вод. Высокополимерные соединения – белки, полисахариды, липиды и нуклеиновые кислоты разлагаются аэробными и анаэробными гидролитическими бактериями. В аэробных условиях они окисляются до углекислоты, воды и биомассы бактерий, в анаэробных условиях – до низкомолекулярных органических веществ. Эти вещества служат субстратом для газообразующих бактерий, в первую очередь метаногенов. Поэтому наиболее эффективными процессами очистки вод в настоящее время являются использование психрофильных, мезофильных и термофильных аэробных и анаэробных биореакторов.

Наряду с этими специальными очистными сооружениями в последнее время все большее развитие получают биологические пруды с растениями и камнями, на которых развиваются аэробные и анаэробные бактерии. Эти перифитонные бактерии образуют активную биопленку. На открытых площадках доминантами этих биопленок являются фототрофные окислительные и анаэробные бактерии. В очистке воды принимают участие планктонные и бентосные фильтраторы – беспозвоночные животные. Высокогорное расположение Монголии, Забайкалья и Внутренней Монголии позволяет использовать солнечные батареи и ветряки для подготовки и очистки вод при помощи фильтрации и опреснения. Перспективным направлением биологической очистки вод является использование микробных обрастаний или матов [3]. Эти стратифицированные микробные

маты (толщиной до 5 см) выявлены на выходе термальных и холодных источников, в прибрежных зонах озер и руслах рек Монгольского плато (табл. 2 и 3).

Таблица 2.

Скорость микробных процессов в матах гидротерм Хангай и Восточного Саяна

Источник	T°C	S ²⁻ , мг/л	Оксигенный фотосинтез г С/м2 сут	Анокси фотосинтез гС/м2 сут	Сульфат редукция S/кг сут	СН4 окисление Мкл /кг сут
Источник Цэнхэр, Хангай	84	10	1,5	0,34	1,1	0,008
Источник Шиверт, Хангай	56	11	0,85	0,28	0,62	0,004
Хойто-Гол, Саяны	34	8,3	0,18	0,09	2,4	-
Жойгон, Саяны	38	8	0,50	0,43	3,9	-

Таблица 3.

Скорость микробных процессов в микробных матах озер Онон-Керуленской группы

Озеро	pH	M, г/л	Оксигенный фотосинтез Mg С/м2 сут	Анокси фотосинтез MgC/м2 сут	Сульфат редукция S/кг сут	Метан Окисление мкл/кг сут
Озеро Хилганта	9,5	46	3860	3284	38,3	0,063
Озеро Дабаса нуур	9,4	17,4	805	230	67,9	0,051
Озеро Шара Бурдийн нуур	10,3	210	32	-	3,03	0,037
Озеро Цайдам нуур	9,1	20	328	215	1,16	0,009

Количественная оценка геохимической активности микробных сообществ этих матов показала, что продуценты и деструкторы активно участвуют в трансформации вулканогенных флюидов в минеральных источниках и продуктов анаэробной деструкции органического вещества в донных осадках озер [4, 5]. Оксигенные фототрофы используют солнечную энергию для синтеза органического вещества из углекислоты. Аноксигенные фотобактерии удаляют биогенный и вулканогенный сероводород. Метанотрофы являются основой биофильтра для снижения эмиссии метана. Высокие скорости микробных процессов, измеренные в гидротермах и озерах Монгольского плато, показывают, что прокариоты способны с высокой эффективностью участвовать в процессах очистки и подготовки воды при экстремальных значениях pH, минерализации и температуры.

Большое значение в охране вод имеет борьба с вырубкой лесов в верховьях рек, особенно в водоохраных зонах, а также распашкой земель, чрезмерным выпасом скота в речных долинах и защитой болотных систем – естественных регуляторов качества и количества воды.

Использование комплекса современных методов позволит качественно провести подготовку питьевой воды для населения и скота, очистку сточных промышленных и бытовых вод для орошения, энергетики, добычи полезных ископаемых, обработке шерсти и кожи.

Технологии водоподготовки позволяют организовать добычу полезных металлов и веществ в промышленных масштабах. Из содовых и соленых озер в настоящее время возможно получение «жидкой руды» с высоким содержанием редких металлов.

Увеличение численности населения, развитие промышленности и сельского хозяйства Монголии, Забайкалья и Внутренней Монголии нуждаются в обеспечении водой высокого качества. Для решения этой жизненно важной проблемы необходимо более широко использовать новейшие биотехнологии для очистки воды и разработать комплексную программу рационального использования водных ресурсов Монгольского плато.

Работы проведены при финансовой поддержке грантов РФФИ № 12-04-98079р, РФФИ № 13-05-92227 Монг_а и Президиума СО РАН № 5.

Reference

1. Гармаев Е.Ж., Христофоров А.В. Водные ресурсы рек бассейна озера Байкал: основы их использования и охраны. – Новосибирск : Гео, 2010. – 231 с.
2. Некоторые проблемы по охране водных ресурсов бассейна р. Селенга / Л. Жанчивдорж, Ч. Жавзан, Д. Одонцэцэг, Д. Томерсух // Селенга – река без границ: материалы международн. конф. – Улан-Удэ: Изд-во Бурят. гос. ун-та, 2002. – С.10-11.
3. Заварзин Г.А. Лекции по природоведческой микробиологии. – М. : Наука, 2003. - 348 с.
4. Солоноватые и соленые озера Забайкалья / Б.Б. Намсараев и др.. – Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2009. - 340 с.
5. Геохимическая деятельность микроорганизмов гидротерм Байкальской рифтовой зоны / Б.Б. Намсараев и др. – Новосибирск : Гео, 2011. - 302 с.

6. Ножевникова А.Н. Биологическая обработка органических отходов // Экология микроорганизмов. – М. : Академия, 2004. – С. 175-198.
7. Basarova J., Dorzhieva S., Basarov B. et.al. Hydrochemical characteristics of Selenga River and its tributaries on the territory of Mongolia // Mongolian Journal of Biological Sciences. - 2004.- Vol. 2(1). - P. 39-42.
8. Jang Min Chu, Ick Hwan Ko, Janchivdorj L., Gomboev B., Chang Hee Lee, Sang In Kang and others. Integrated Water Management Model on the Selenge River Basin – Phase II. Basin Assessment and Intergrated Analysis. – Publisher: Tae Joo Park, Published by Korea Environment Institute, Seoul, Republic of Korea, 2009. – 367 p.
9. Namsaraev B., Barkhutova D., Danilova E. et.al. Structure and functioning of microbial community of mineral springs in Central Asia // Mongolian Journal of Biological Sciences. - 2003. - Vol. 1(2). - P. 37-42.
10. Sorokin D., Gorlenko V., Namsaraev B. et.al. Prokaryotic communities of the north-eastern Mongolian soda lakes // Hydrobiologia. - 2004. - Vol. 522. - P. 235-248.

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ С ПОМОЩЬЮ ГИС ТЕХНОЛОГИИ (НА ПРИМЕРЕ ДАРХАТСКОЙ КОТЛОВИНЫ)

©Нямхуу Мянганбуу (nyamhuu@mail.ru)

Институт географии МАН, г. Улан-Батор, Монголия

MORPHOMETRIC ANALYSIS OF THE DARKHAD BASIN ON THE BASIS OF GIS TECHNOLOGY

©Nyamkhuu Myanganbuu (nyamhuu@mail.ru)

Institute of Geography MAS, Ulaanbaatar, Mongolia

Abstract: The paper provides basic data for the morphometric analysis of the Darkhad basin, demonstrating the significance of morphometric analysis for the economic development of the area.

Морфометрический анализ – один из методов геоморфологических исследований, в котором количественные характеристики форм рельефа изучаются с помощью специальных измерений. Обычно измеряют абсолютную и относительную высоту отдельных форм рельефа или их комплексов, углы наклона склонов и их экспозицию, площади, занятые положительными и отрицательными формами рельефа, и некоторые другие. Полученные данные обрабатываются по определенной программе, после чего вычисляется ряд морфометрических показателей и коэффициентов, описывающих рельеф изучаемой территории. Измерения обычно проводят по топографическим или иным тематическим картам. Широкие возможности для дальнейшего развития морфометрического анализа предоставляют входящие в употребление цифровые модели местности. Для их использования и обработки созданы специальные процедуры анализа географически привязанных данных, получившие название ГИС-технологий [1].

В истории морфометрических исследований можно выделить два этапа:

1. До проявления ГИС-технологий.
2. После проявления ГИС-технологий.

На первом этапе использованы в основном традиционные методы, которые характеризуются низкой точностью и требуют очень много времени и труда. Второй этап начинается с 60-х гг. XX в. Он характеризуется широким применением ГИС-технологий. ГИС-технология позволяет за короткий промежуток времени провести картометрические и морфометрические работы с большой точностью, их обработку, составление соответствующих карт, их визуализацию и печать. Морфометрическое исследование, проведенное с применением ГИС-технологий, нами названо неморфометрией. Морфометрические карты, составленные с применением ГИС-технологий, отличаются большой точностью, привлекательностью и красотой. Основным достоинством карт является возможность разложения их на составляющее, т.е. выделение отдельных слоев [2].

В данной работе проведены морфометрические исследования Дархатской котловины. Она расположена в бассейне среднего и нижнего течения р. Шишхид-Гол, площадь котловины 3320 км². В орографическом отношении котловина относится к Западному Прихубсугулю – части Саяно-Тувинского нагорья. В пределах Дархатской котловины развиты разнообразные в генетическом отношении отложения – озерные, озерно-ледниковые, ледниковые, аллювиальные, дельтовые, золовые, коллювиальные, а также базальты [3, 4].

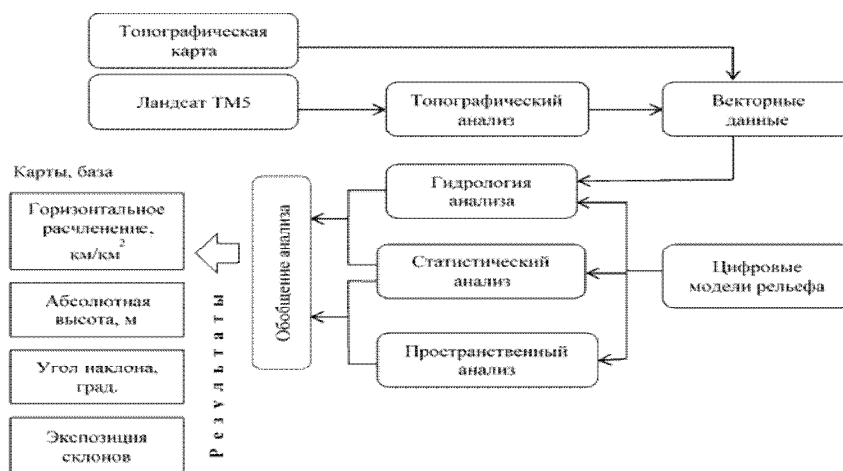


Схема 1 Алгоритм исследования

Автором проведен морфометрический анализ рельефа Дархатской котловины на основе цифровой модели рельефа (ЦМР). Предложена методика расчёта средних уклонов геосистем с использованием ГИС-технологий, в том числе инструментов дополнительных модулей ArcGIS 3DAnalyst, SpatialAnalyst, ArcHydroTools, Hawth'sTools и ErdasImagine. Выявлены закономерности в распределении средних уклонов в зависимости от абсолютной высоты участков речной долины р. Шишхид-Гол (Схема 1). Подготовка материалов для морфометрического анализа изучаемой территории проведена в следующей последовательности: сканирование топографических карт, спутник Landsat 5 TM (30 сен 2011), построение цифровой модели высоты (SRTM 90м), их векторизация.

На основе ЦМР впервые для Дархатской котловины построена серия крупномасштабных карт 1:100000 масштаба ключевых показателей рельефа: гипсометрическая карта, карты крутизны и горизонтального расчленения рельефа (рис. 1-3), что позволило провести углубленный морфометрический анализ территории. Для этого полученные карты были конвертированы в растры формата GRID, представляющие собой регулярные сетки с шагом 20м. В результате стала доступна «алгебра» растровых карт, детальный анализ рельефа по ячейкам 90x90м.

Анализ гипсометрической карты (рис. 1) показал, что наибольшие площади в котловине (40.1%) занимают участки с абсолютными высотами 1540-1580м (табл. 1), которые расположены в центре, на востоке и севернее востоке котловины. Севернее озера Доод-Цаган-Нур и на левобережье р. Шишхид-Гол преобладают горы с высотами 1700-2100м. Эти горы занимают 20% от общей площади Дархатской котловины. Существенная доля участков выше 1740м (2.6%) объясняется тем, что ЦМР захватила часть склона хр. Улан-Тайга и хр. Хорьдол-Сарьдаг. Относительные превышения в котловине изменяются от первых метров до 600 м.

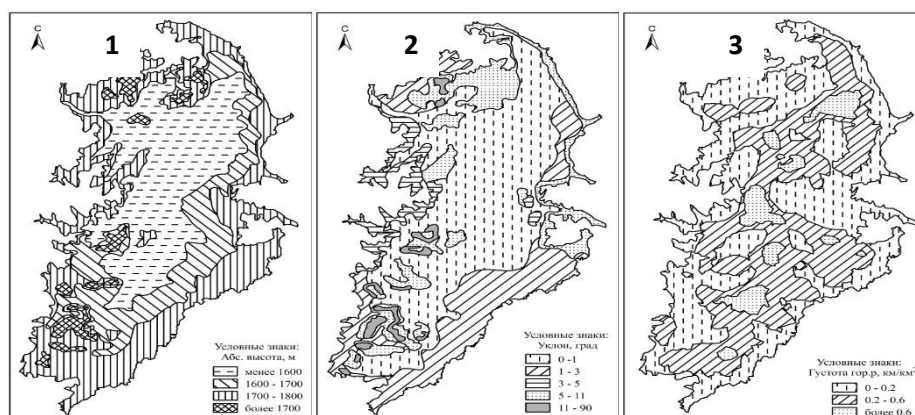


Рис. 1. Гипсометрическая карта; 2. Карта крутизны; 3. Карта горизонтального расчленения

Соотношение площадей участков котловины Дархатской с разными морфометрическими показателями

Абсолютная высота, м	Доля в % от общей площади	Угол наклона, град.	Доля в % от общей площади	Экспозиция склонов	Доля в % от общей площади	Горизонтальное расчленения, км/км ²	Доля в % от общей площади
менее 1540	9.32	0-0.3	9.32	Равнина (уклон < 0.1)	4.55	менее 0.2	17.64
1540-1580	40.13	0.3-1	36.5	Север	11.97	0.2-0.4	34.75
1580-1620	17.52	1-3	29.17	Северо-восток	10.09	0.4-0.6	26.37
1620-1660	13.66	3-5	7.32	Восток	10.34	0.6-0.8	13.64
1660-1700	12.35	5-11	12.15	Юго-восток	10.32	0.8-1.0	5.03
1700-1740	4.42	11-30	5.54	Юг	10.95	более 1.0	2.58
более 1740	2.59	более 30	0.00486	Юго-запад	11.98		
				Запад	14.15		
				Северо-запад	15.63		

Более трети Дархатской котловины (36.4%) составляют практически плоские участки с углами наклона 0,3-1,0° (рис. 2). Доля участков с крутизной склонов более 30° крайне мала (0.004%). Останцовые горы, хр. Хорьдол-Сарьдаг и хр. Улан-Тайга, расположенные на окраине котловины, имеют уклон более 5°, а на остальной территории крутизна меньше 5°.

Согласно классификации А.Ф. Тимофеева [4] можно прогнозировать эрозионную опасность склонов в Дархатской котловине при распашке земель; а также перевыноса скота на пастбищах 0,30° – почти нет опасности; 0,50° – незначительная; 1–3° от слабой до выше средней; 3–5° от выше средней до большой, 7° – очень большая; 11° и более – чрезмерная опасность развития эрозии.

В котловине преобладают склоны северо-западной (15.6%) и западной (14.1%) экспозиции (табл. 1).

Горизонтальное расчленение поверхности Дархатской котловины реками, балками, оврагами изменяется от 0–0,2 км/км² до 0,8 км/км² (рис. 3). Наибольшее расчленение характерно для районов слияния рек Шарга, Ходон, Хугэйн и озера Доод-Цаган с р. Шишхид-Гол (до 0,8 км/км²). Преобладает значение 0,2–0,4 км/км² и 0,4–0,6 км/км² (рис. 3, табл. 1).

При морфологическом анализе использование ГИС-технологии всегда возможно. В дальнейшем улучшение метода анализа может сэкономить время изготовления карт крупных масштабов.

Reference

1. Симонов Ю. Г. Морфометрический анализ рельефа. - М.; Смоленск.: Изд-во СГУ, 1998. – 272 с.
2. Берлянт А. М. Картография. - М.: КДУ, 2010.– 325 с.
3. Геоморфология Монгольской Народной Республики. - М.; Наука, 1982. – 255 с.
4. Нямхуу М. Рельеф Дархатской котловины // Вестн. Том. гос. ун-та. - 2012. - № 356. - С. 179–182.
5. Тимофеев А.Ф. Особенности защиты почв от водной эрозии почв в нечерноземной зоне // Земледелие. - 2003. - №3. - С.12-13.

ТРАНСФОРМАЦИЯ, ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ И РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЛАНДШАФТОВ НА ПРИГРАНИЧНОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ И МОНГОЛИИ

©Плюснин В.М. (plyusnin@irigs.irk.ru), Вyrкин В.Б., Белозерцева И.А., Шеховцов А.И.,
Енущенко И.В., Захаров В.В.

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, Россия

TRANSFORMATION, NATURAL RESTORATION AND RECULTIVATION OF LANDSCAPES ON THE FRONTIER TERRITORY OF RUSSIA AND MONGOLIA

©Plyusnin V.M. (plyusnin@irigs.irk.ru), Vyrkin V.B., Belozertseva I.A., Shekhovtsov A.I.,
Enushchenko I.V., Zakharov V.V.

V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia

Abstract: In 2012, landscape-geographical works were conducted in the Onon river basin within the Akshinskii and Kyrinskii administrative districts of Zabaikalskii Krai. The paper characterizes the modern landscapes of the Middle Prionie and specific features of their transformation. In environmental terms, the main attention was paid to the territories modified by human activity, namely: gold ore field "Lyubov", fluorspar deposit in the Khurultei river basin, and tin deposits of the sites "Bylyra" and "Khapcheranga". Produced is the overall assessment of surface water and soil of the region. Submitted are several ways of recultivation of disturbed soils.

Летом 2012 г. авторами были проведены комплексные полевые исследования на приграничной территории России и Монголии (бассейн р. Онон в пределах Акшинского и Кыринского административных районов Забайкальского края). Дана оценка современного состояния природно-антропогенной среды Юго-Восточного Забайкалья. Особое внимание уделялось антропогенным ландшафтам у рудника Любовь, у Хапчерангинского месторождения оловянных и полиметаллических руд и в районе добычи россыпей олова Былыринской группы (участки Кузьмин, Надежный, Арашантуй). Естественно, что в результате довольно длительного освоения, эти территории утратили свою первоначальную природную и хозяйственную ценность, а некоторые из них стали источниками вредного воздействия на окружающую среду. Нарушение рельефа, почвенного и растительного покрова, гидрологического режима и утилизация отходов производств на рассматриваемых участках привели к значительным изменениям в химическом составе вод и почв.

Среднее Приононье расположено в пределах двух природных округов: Хэнтэй-Чикойское нагорье и Онон-Ингодинское среднегорье [1]. Рельеф и климат территории, специфика их взаимодействий определили особенности природной структуры региона. Для него характерно богатое ландшафтное разнообразие, представленное уникальным сочетанием северо- и центрально-азиатских таежных и степных геосистем.

Наиболее распространенными ландшафтами рассматриваемой территории являются горнотаежные. Значительно развиты подгольцовое редколесье и гольцы. Основную роль в составе лесов играют лиственницы (даурская и сибирская) – до 60 % и сосна обыкновенная – 10 %. Важную роль в облике региона играют также степные ландшафты. Как правило, степи приурочены к Среднеононской и Кыринской котловинам и нижним частям обрамляющих их гор. В долине Онона распространены ковыльные, вострцовые или леймусовые степи, на горных склонах формируются житняковые, кустарниково-степные сообщества. Танацетовые участки степи в долине Онона, эндемичны, и нигде, кроме Забайкалья и Монголии, не наблюдаются.

Лиственничной тайгой (преимущественно из лиственницы даурской) с подлеском из рододендрона и багульниковым покровом заняты нижние части склонов хребтов. Леса с травяным покровом встречаются лишь на сухих южных склонах, где встречаются также лугово-степные лужайки. На хорошо дренированных территориях речных долин, заболоченных территориях и склонах, на которых существует многолетняя мерзлота распространена лиственница сибирская. Особенностью светлохвойных лесов является сильная изреженность их древостоев в результате лесных пожаров.

Роль кедра как лесобразующей породы относительно невелика. Лишь в верхних частях склонов хребтов (выше 1200-1300 м) и в более влажных местообитаниях лиственничники сменяются бадановыми, багульниковыми или рододендроновыми кедрово-лиственничными лесами. Чистые кедрачи встречаются довольно редко на верхнем пределе распространения горной тайги, а также по

северным склонам, верховьям распадков и седловинам. Локальное распространение имеют ель и пихта сибирские. Для подгольцов типичны заросли кедрового стланика.

В горной тайге произрастают и мелколиственные породы: осина, береза плосколистная и растопыренная. В долинах встречаются тополь, береза карликовая и круглолистная, свидина белая, боярышник, черемуха, красная смородина, яблоня ягодная, а также виды маньчжуро-даурской флоры, такие как абрикос сибирский, ильм низкий и крушина даурская.

Резко континентальный климат играет важную роль в формировании степного природного комплекса. Как правило, степи приурочены к днищам и нижним частям склонов котловин и долин. Степные участки локально распространены также в низкогорьях. На более высоких участках (выше 980-1000 м) иногда встречается горная степь. По речным долинам степи вклиниваются вглубь тайги, а в низовьях рек они зачастую переходят и на склоны речных долин, где формируется лесостепь. Лес произрастает лишь в складках рельефа, в небольших понижениях и в пойме.

Луговые равнины поймы и первой надпойменной террасы довольно сильно различаются по облику вследствие неодинаковой увлажненности. Среди более влажных пойменных лугов (кровохлебковых, разнотравных и др.) встречаются участки осоковых заболоченных лугов. Луга первой надпойменной террасы несут следы значительного остепнения.

В бассейне р. Онон встречаются реликтовые, эндемичные и узкоареальные виды растительности, находящиеся под непосредственной угрозой исчезновения.

Почвы территории исследования весьма разнообразны по своему составу, происхождению и свойствам. Здесь можно встретить черноземы, каштановые, солонцы, солончаки, аллювиальные темногумусовые и торфяно-глеевые и подзолистые почвы.

В горно-таёжном поясе преобладают подзолистые маломощные суглинисто-хрящевые почвы, а также песчаные и песчано-хрящеватые почвы сосновых боров. В горных долинах распространены аллювиальные темногумусовые, аллювиальные торфяно-глеевые и подзолистые почвы. Эти почвы развиты до абс. высот 1000-1200 м. В нижних частях склонов долины р. Онон встречаются боровые песчаные почвы и развеваемые пески. Здесь горная тайга постепенно сменяется лесостепями и горными степями с черноземами и каштановыми почвами. Также широко распространены серые и каштановые гидрометаморфизованные почвы. Среди черноземов нередко распространены хрящеватые и щебнистые разновидности. Встречаются черноземы выщелоченные, свойственные более для луговых степей. Каштановые почвы представляют собой несолонцеватые уплотненные суглинки, большей частью хрящеватые с характерным сплошным слоем выделений карбонатов, малым содержанием гумуса и небольшой мощностью гумусового слоя. Среди них в отрицательных формах рельефа (долинах и западинах) встречаются солонцы и солончаки. Солонцы часто охватывают края солончаковых лугов, а иногда и подгорные шлейфы среди черноземов и каштановых почв и характеризуются наличием галофитной растительности (например, чий блестящий). В пределах низких пойм рек распространены аллювиальные серогумусовые, темногумусовые, торфяно (минерально)-глеевые почвы.

Часть площади территории долины р. Онон была распахана под посевы зерновых культур, которая сейчас заброшена и используется под пастбища. Развивается традиционное пастбищное скотоводство. Пастбищные угодья представляют собой участки степных ландшафтов средней и сильной степени нарушенности. Степи представлены ковыльно-типчачково-полынной растительностью. Почвенный покров пастбищ в основном представлен черноземами (около 33 % площади) и каштановыми почвами (37 %). Почвы региона являются высоко чувствительными к антропогенному воздействию вследствие их маломощности, щебнистости, легкого гранулометрического состава и наличия многолетнемерзлых пород. Неконтролируемое использование под выпас пастбищ с чрезмерной нагрузкой (более 4 гол./га) может привести к значительным нарушениям структуры и продуктивности растительных сообществ, механическому разрушению дернины, эрозии и уплотнению верхнего горизонта почв, микротеррасированию склонов, вплоть до образования бесплодных песчаных почв. На сегодняшний день пастбищные угодья Среднего Приононья представляют собой участки средней и сильной степени нарушенности степных ландшафтов из-за их низкой устойчивости.

В процессе экспедиционных исследований было выполнено гидрохимическое опробование многих водотоков бассейна среднего течения р. Онон. При этом на реках отмечалось прохождение

паводка и затопление низких пойм. Поэтому в воде большинства рек были отмечены низкие значения электропроводности и, соответственно, малая минерализация.

Результаты полевого обследования и химического анализа показали, что вода большинства рек изучаемой территории имеет низкий уровень загрязненности и обладает хорошим питьевым качеством. Вода большинства водотоков имеет суммарную минерализацию менее 100 мг/дм³ и по классификации О. А. Алекина относится к водам гидрокарбонатного класса группы кальция III и II типа. Исключение составляет р. Дунда-Хонгорун, воды которой относятся к сульфатному классу группы кальция II типа и имеют минерализацию 689,9 мг/дм³. Также повышенной минерализацией отличается вода р. Хурултей (417,5 мг/дм³). Она хоть и относится к классу гидрокарбонатных вод группы кальция II типа, но имеет более высокое содержание сульфат-ионов относительно остальных рек (кроме р. Дунда-Хонгорун).

Микроэлементный состав вод изучаемых рек в основном достаточно ровный – большинство микроэлементов (хром, никель, кобальт, свинец, бериллий, кадмий, серебро и мышьяк) показали содержания, не превышающие пределов их обнаружения. Но некоторые из них все же имеют более высокие концентрации. Так, например, по ванадию наблюдается стабильное превышение ПДК_{вр} от 3 до 7, меди – от 2 до 7 раз. Подобные высокие содержания этих элементов отмечаются практически во всех опробованных водотоках и, по-видимому, являются региональной особенностью химического состава вод. У отдельных рек отмечается значительное превышение содержания стронция: Дунда-Хонгорун (1580 мкг/дм³), Хурултей (603), Учирка (308) и Тырин (164 мкг/дм³). Кроме того, вода рек Дунда-Хонгорун и Хурултей имеет относительно более высокое содержание бария, а р. Тырин – цинка (до 2,1 ПДК_{вр}).

Значительные отличия химического состава рек Дунда-Хонгорун, Хурултей и Тырина, по-видимому, связаны с антропогенным загрязнением. Так, в верховье р. Дунда-Хонгорун расположен рудник Любовь, где в настоящее время добыча золота не ведется, но поступление загрязняющих веществ происходит из отвалов и прудов, образовавшихся при добыче в прошлом. В долине р. Хурултей возле пос. Верхний Стан велась разработка оловянных россыпей и флюорита шахтным способом. В долине р. Тырин и на его притоке Хапчеранге также находилось горнодобывающее производство, отходы которого негативно влияют на качество вод этих рек.

Кроме ухудшения качества вод горнодобывающие предприятия оказывают влияние на русловые процессы. Отмечено, что разработка россыпных месторождений зачастую приводит к полному уничтожению естественного русла и водоток выработывает новое русло в днище долины. Примером этого может служить р. Кузьмина в районе бывшего участка прииска Былыра.

Опасные природные явления (засухи, активная ветровая эрозия, снижение уровня грунтовых вод, засоление почв, деградация растительного покрова, лесные и степные пожары) вместе с воздействием антропогенных факторов играют значительную роль в трансформации ландшафтов Среднего Приононья.

В Среднем Приононье процессами усыхания затронуты в основном березняки островного типа. Часть березняков погибла в подножьях склонов и в предгорьях хребтов Становик, Онон-Бальджинский и Эрмана. Их усыхание свидетельствует о нарушении сложившегося гидрогеологического режима и изменении экологического состояния ландшафтов вследствие засух, когда прервался процесс накопления осенних и позднелетних запасов почвенной влаги [2].

В 2011 г. большая часть территории лесов бассейна р. Онон была подвержена пожарам. Лесные пожары являются существенным фактором, влияющим на формирование и развитие лесных экосистем. Уничтожение лесного полога ведет к повышению нагрева поверхности и ускорению оттаивания мерзлоты, в результате чего в отрицательных формах рельефа усиливается заболачивание. В лесостепных ландшафтах после полного выгорания древесной растительности наблюдаются процессы остепнения. Природную обстановку на территории исследования в лесопожарном отношении можно считать экстремальной. Сильные ветры весенне-летнего периода, преобладание лесов с легковоспламеняющимися подлеском и опадом усугубляют пожароопасную ситуацию.

Летом 2012 г. нами были проведены работы по оценке экологических условий в юго-восточной части Забайкальского края. В ряде районов края на положительных формах рельефа нами отмечались усохшие березняки. Основания стволов несут на себе следы пожара. Вероятнее всего, истинной

причиной усыхания были прошедшие засухи и, связанное с ними, понижение уровня грунтовых вод. На момент обследования территории (июль-август) нами отмечена активная вегетация степной растительности, что свидетельствует о достаточном количестве выпавших атмосферных осадков этого года. Однако осадки несколько не снизили пожароопасность на территории Забайкальского края.

Значительные площади горелого леса были отмечены нами в Кыринском районе. Древоостой, которые вследствие пожаров, неблагоприятных погодных и почвенно-климатических условий, характеризуются неудовлетворительным санитарным и лесопатологическим состоянием, требуют проведения санитарно-оздоровительных мероприятий. Накопление в древоостое мертвой и фауной древесины может стать причиной возникновения очагов вредителей и болезней леса. Согласно сведениям краевого министерства сельского хозяйства Забайкальского края от 2010 г., из последних 13 лет девять были засушливыми. Благоприятными для растениеводства были 2004, 2008 и 2009 гг. Летом 2010 г. в десяти районах Забайкалья (Кыринском, Ононском и др.) синоптики констатировали почвенную засуху как опасное явление. Здесь дневные температуры доходили до +40 °С, а почва прогревалась до +61 °С. В середине июля при температуре воздуха +31 °С и низкой влажности температура почвы составляла около +40 °С. В 2011 г. в связи с засухой был объявлен режим чрезвычайной ситуации в Акшинском и других районах. Самая серьезная ситуация сложилась на юго-востоке края, где за лето выпало наименьшее количество осадков. Атмосферная и почвенная засуха стали причиной снижения уровня грунтовых вод. Так, в большинстве населенных пунктов на юго-востоке Забайкалья из колодцев ушла вода. Последний раз подобная засуха отмечалась в Забайкальском крае в 2007 г. с июня по август. Так, по сравнению с 2006 г. уровень Торейских озер снизился на метр. Понизился, хоть и незначительно, также уровень Ивано-Арахлейских озер, в частности Арахлея.

По результатам исследования физико-химических свойств почв в приграничной с Монголией территории бассейна р. Онон выявлено их подщелачивание в почво-грунтах после добычи золота и олова. Обнаружено повышенное содержание в грунтах отвалов после добычи олова (около пос. Хапчеранга) железа, марганца, меди, свинца, кадмия и цинка. Содержание марганца здесь превышает ПДК в 1,8 раз, а свинца – в 11. Концентрации цинка превышают ОДК в 7,8 раз, а меди – в 2,5 раза их фоновые значения. В районе отвалов после добычи золота (рудник Любовь) наблюдается повышенное содержание марганца и бария, превышающее их фоновые концентрации в 1,6 - 3 раза. Около с. Верхний Стан (р. Хурултей) в районе месторождения флюорита и олова в грунтах отвалов наблюдается повышенное содержание свинца, превышающее ПДК в 1,7 раза.

Очевидно, что рекультивация на отработанных участках не проводилась. Естественное же восстановление растительности в следствие выше указанных причин, к которым можно добавить также почвенную засуху, идет здесь чрезвычайно медленно. Так добыча олова на месторождениях участка «Былыра» была прекращена в 70-е годы. На сегодняшний день заброшенные участки представляют собой территории с бугристо-западинным рельефом и практически лишены растительности. Лишенная растительного покрова поверхность отвалов очень сильно прогревается на солнце, а сыпучие, крупнозернистые грунты не способны удерживать влагу в достаточном для развития растительности количестве. Лишь на границе леса и отвалов, в понижениях между отвалами, вблизи ручьев, где формируются более благоприятные условия, отмечается редкий подрост сосны, лиственницы и тополя лавролистного. Пятнами встречаются пионерные группировки мхов с лишайниками среди которых также могут расти грибы (*Hygrocybe* spp.), ивовые заросли и небольшое число травянистых растений. На золоторудном месторождении пос. Любовь ситуация осложняется тем, что территория расположена в степной зоне, где в условиях открытых, сухих пространств естественное возобновление растительности происходит еще медленнее.

На наш взгляд, наиболее удачным растением для рекультивации, в данном случае может служить облепиха. Достоинства этого кустарника как рекультиванта в условиях атмосферной и почвенной засухи заключаются в следующем. Во-первых, в экологическом отношении, согласно многим литературным источникам, облепиха считается сравнительно пластичной и не требовательной к почвенным условиям культурой. Она может произрастать и на довольно бедных песчаных почвах, но успешно развивается и ежегодно плодоносит лишь на богатых супесчаных с достаточным увлажнением. Во-вторых, облепиха обильно плодоносит, и ее ягоды используются

особым успехом у птиц. Семена переносятся птицами на значительные расстояния, где из них могут формироваться новые насаждения. Облепиха также способна размножаться вегетативно, образуя поросль от корней, что позволяет ей лучше осваивать занимаемые пространства. Кроме того, на ее корнях формируются клубеньки, как у бобовых растений. С их помощью облепиха усваивает атмосферный азот и обогащает им почву. В результате всего этого создаются более благоприятные условия для формирования травянистой растительности.

Золоотвалы у пос. Хапчеранга утратили свое назначение, вероятнее всего, чуть позже прекращения добычи оловянной руды. Здесь в пределах видимости количество растений (не видов) едва ли достигает десяти.

На всех рассмотренных нами участках было отмечено значительное участие рудеральных и синантропных видов (*Chenopodium album*, *Lepidum ruderales*, *Eragrostis pilosa* s.l. и др.) в растительном покрове. Это лишнее подтверждает то, что естественные фитоценозы еще не успели восстановиться, а антропогенное влияние на них, пусть уже не такое сильное, еще осталось.

Особенно трудно восстанавливаются почвы. Учитывая потенциальные природные возможности ландшафтов человеческие усилия должны быть направлены на помощь в восстановлении нарушенных природных комплексов с помощью рекультивации. С этой задачей наиболее успешно справляется лесная рекультивация, поскольку лес является единственным компонентом природных комплексов, который, взаимодействуя с окружающей средой, оказывает на нее трансформирующее влияние, поддерживая её качественные и количественные параметры на оптимальном для любых форм жизни уровне. Процесс естественного лесовосстановления протекает медленно, поэтому на нарушенных землях следует сочетать самовосстановление аборигенной растительности и создание искусственных фитоценозов. При этом создание лесных культур желательно проводить саженцами местных пород, учитывая биоэкологические характеристики древесных растений. Лесопосадки необходимо проводить полосами (грядами) против стока эродированного материала с поверхностными водами. Целесообразно создание волнистого рельефа за счет отсыпки невысоких параллельных гряд, расположенных перпендикулярно направлению господствующих горно-долинных ветров, что позволит сохранить часть влаги в межрядовых понижениях, оградить подрост растений и семенной материал от выдувания и создаст благоприятные условия для аккумуляции растительного опада и отходов жизнедеятельности организмов. В связи с отсутствием гумусового горизонта почвы необходимо удобрить. Например, внести мульчу из компоста в межрядовые понижения для лучшего роста посаженных растений. Также можно ввести в состав насаждений растения-азотонакопители. В местной флоре они представлены травянистыми видами из семейства бобовых. Под культурами с их примесью в грунтах возрастает содержание гумуса, азота, увеличивается ферментативная активность грунта.

Располагаясь на границе двух государств – России и Монголии, Среднее Приононье имеет важное природоохранное значение. В наиболее возвышенной части Хэнтэй-Чикойского нагорья с гольцовым массивом Сохондо расположен Сохондинский государственный биосферный заповедник. В Монголии на границе с Россией (Кыринский район) организован Онон-Бальджинский национальный парк. На северо-востоке Среднее Приононье граничит с Даурским государственным биосферным заповедником, который является частью совместного с Монголией и Китаем заповедника. И все же, в настоящее время меры, принимаемые для сохранения ландшафтов Среднего Приононья, оказываются недостаточно эффективными на фоне взаимодействия природной среды с активной хозяйственной деятельностью человека на этой территории. Особенно это касается ландшафтов долин рек, подвергающихся разработке россыпных месторождений золота.

Итоги проведенных в 2012 г. комплексных географических исследований в Акшинском и Кыринском районах Забайкальского края показали неоднозначность сложившейся экологической ситуации в Среднем Приононье в целом, вследствие чего целесообразно более тщательно и в большем объеме провести здесь в будущем комплексные ландшафтно-экологические исследования, в том числе и на территории бассейна Онона, расположенного в Монголии. Работа проведена в рамках выполнения партнерского *интеграционного проекта СО РАН № 23 «Трансграничные речные бассейны в азиатской части России: комплексный анализ состояния природно-антропогенной среды и перспективы межрегиональных взаимодействий».*

Reference

1. Типы местности и природное районирование Читинской области. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 158 с.
2. Малых О.Ф. Итоги исследования процессов усыхания березняков на территории трансграничных геосистем Забайкальского края // Природоохранное сотрудничество в трансграничных экологических регионах: Россия – Китай – Монголия. – Чита: Поиск, 2012. – Вып. 3. - Ч. 2. – С. 42-45.

ЮРСКИЕ И МЕЛОВЫЕ ДИНОЗАВРЫ ЗАБАЙКАЛЬЯ

©Синица С.М. (sinitsa-sm@rambler.ru)

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита, Россия

JURASSIC AND CRETACEOUS DINOSAURS OF TRANSBAIKALIA

©Sinitsa S.M. (sinitsa-sm@rambler.ru)

Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, Chita, Russia

Abstract: Today, two places in Transbaikalia Novopavlovka and Kulinda are known by us as having the remains of dinosaurs as well as one place Mirsanovo having remains of the Early Cretaceous period. The most examined occurrence is Kulinda discovered in 2010. Dinosaurs' remains were identified in two "dinosaur beds" of Ukureyskaya Upper Jurassic suite and consist of limb bones, bones of pelvic and shoulder girdles, phalanxes, vertebrae, ribs, jaws with teeth, clusters with claws, fragments of plumage, knobby skin, scaly tails. Dinosaurs' remains of Kulinda occurrence were identified as o herbivorous and carnivorous species by different paleontologists, or only as herbivorous ones with feathers and scaly covering.

Key words: herbivorous and carnivorous dinosaurs, Novopavlovka, Kulinda, Mirsanovo, ukureyskaya suite, Late Jurassic.

В Забайкалье известно два местонахождения юрских динозавров -Новопавловка и Кулинда и одно раннемеловое - Мирсаново. Местонахождения были открыты в разное время и изучены с разной степенью детальности. Первым местонахождением остатков динозавров в России и в Забайкалье считается Новопавловка, установленное в угольном Тигнинском карьере Тарбагатайской впадины. В 1908 г. в этом карьере К.Ф. Егоровым была найдена кость задней конечности динозавра, которую палеонтолог А.Н. Рябинин в 1915 г. определил как кость хищного юрского динозавра *Allosaurus sibiricus* Riab.[1]. Такое определение по крайне ничтожному материалу вызывало сомнения у специалистов, однако повторить находку и провести дополнительные сборы не представлялось возможным, так как не было надежной географической и геологической привязки местонахождения. На долгие годы местонахождение было забыто, и только в 2000-2003 гг. нами было установлено, что отдельные небольшие кости динозавров приурочены к сидеритовым конкрециям, встречающихся в надугленосной безугольной части разреза. Совместно с остатками динозавров в конкрециях часты фрагменты скелетов крупных рыб *Salmo* и древесина.

Вторая находка остатков динозавров была произведена в 1937 г. Б.А. Ивановым в керне скважины, вскрывающей угленосные отложения Арбагарского месторождения у с. Мирсаново на левобережье р. Шилка. По определению А.Н. Рябинина остаток представлен дистальным концом метаподия растительноядного раннемелового динозавра, возможно, ящера-попугая *Psittacosaurus*. Работы на месторождении давно приостановлены и не предвидится их возобновление. Поэтому местонахождение раннемеловых растительноядных динозавров Забайкалья считается утраченным.

Следовательно, местонахождения остатков юрских динозавров - Новопавловка и раннемеловых динозавров - Мирсаново представлены весьма скудным костным материалом, их определение крайне условное и необходимы детальные палеонтологические исследования для подтверждения или уточнения наличия данных родов динозавров и их захоронений.

Третье местонахождение было открыто С.М. Синицей в 2010 г. при проведении геологических работ Вершино-Дарасунской партией «Читагеолсъёмка» в Оловской впадине по пади Кулинда. Работы были продолжены в 2011-2012 годах за счет ассигнований администрации и Министерства природных ресурсов и экологии Забайкальского края и ИПРЭК СО РАН [2].

На левом борту пади Кулинда магистральными канавами были вскрыты туфогенно-осадочные отложения укурейской верхнеюрской свиты, охарактеризованные остатками позднеюрских стрекоз изофлебиид, домиков ручейников, жуков, щитней, конхострак и растений, так называемого позднеюрского ундино-даинского комплекса [3]. В канаве 3, если считать от контакта с

гранитоидами, установлено несколько прослоев (5-40 см) туфоалевролитов с остатками динозавров, так называемые «динозавровые слои» (общая мощность до 1,15 м). В коллекции определены: разобщенные кости конечностей, тазового и плечевого поясов, фаланги, позвонки, челюсти с зубами растительноядных динозавров, оперения, гастролиты. Редки фрагменты кожи. В рассеянных захоронениях присутствуют домики ручейников *Terrindusia* sp., отдельные панцири щитней *Prolepidurus* sp., единичные створки конхострак *Paleoleptestheria* sp. Встречены напластования талломов печеночных мхов *Hepaticites* sp., веточек плаунов *Lycopodium* sp., семян *Palaeovoitia jurassica* Ignatov и следы жизнедеятельности илоедов.

В 120 м от канавы 3 пройдена канава 4, вскрывающая осадочные отложения: песчаники, алевролиты с редкими слоями туффитов. Всего установлено 4 прослоя (до 10 см) с остатками динозавров. Общая мощность «динозавровых слоев» - 40 см. Коллекция органических остатков из отложений канавы 4 резко отличается от таковой из канавы 3. Среди костей конечностей, поясов, фаланг, позвонков появляются сочлененные кости: лопатка-ребра-оперение, позвонки-ребра, кисти с коготками и кисти с фрагментами кожи, оперение возле костей, отдельные фрагменты кожи и оперение, многочисленные отдельные и в цепочках чешуи, часто покрывающие позвонки хвостов, челюсти с зубами растительноядных динозавров, единичные черепа. В единственном слое туффитов захороняются фрагменты талломов печеночных мхов *Hepaticites* sp., домики ручейников *Terrindusia* sp., *Folindusia* sp., надкрылья жуков и панцири щитков щитней *Prolepidurus* sp. (биофрагмент). В песчаниках и алевролитах без остатков костного материала встречаются игольчатые листья хвойных *Pityophyllum* sp. и семена-крылатки *Schizolepis* sp., часты напластования талломов печеночных мхов *Hepaticites* sp. и домиков ручейников *Terrindusia* spp.

Общим для «динозавровых слоев» обеих канав по сборам 2012 г. является присутствие разобщенных костей конечностей, тазового и плечевого поясов, фаланг, позвонков, напластования талломов печеночных мхов, игольчатые листья хвойных *Pityophyllum* sp. и домиков ручейников *Terrindusia*, которые могли захорониться в прибрежном мелководье Кулиндинского озера. Отличия проявлены в литологическом составе «динозавровых слоев» канав: туфопесчаники и туфоалевролиты замещаются дресвяниками в канаве 3 и песчаники и алевролиты с редкими маломощными слоями туффитов в канаве 4. Для «динозавровых слоев» канавы 4 характерно замещение костей лимонитом и их выщелачивание, частая встречаемость сочлененных костей, большое количество фрагментов кожи, их приуроченность к костям, разнообразное оперение, отдельные чешуи и чешуйчатое покрытие хвостовых позвонков, фациальная приуроченность остатков (в песчаниках захороняются челюсти с зубами, в алевролитах – разнообразный костный материал, чешуйчатое покрытие и чешуи, напластования биофрагмента костей, талломов печеночных мхов, домиков ручейников *Terrindusia*; в туффитах - панцири щитней и их биофрагмент, остатки жуков, домики ручейников *Folindusia*, следы илоедов). Замещение костей лимонитом или марганцевыми соединениями в канаве 4 объясняется наличием тектонического нарушения - подводящего канала железо-марганцевых соединений.

После работ 2012 г. произведена первая попытка палеорекострукции обстановки обитания и формирования местонахождения динозавров местонахождения «Кулинда». Кулиндинское позднеюрское озеро располагалось в вулканической зоне и занимало междуречье Куэнги и Нерчи. Палеовулканы Оловской впадины продуцировали лавы средне-основного состава, а эоловый пирокластический материал распространялся по всему озеру в виде тонкой горячей примеси. Привносы этого материала были эпизодическими, что сказывалось на кислой среде озера и скудной беспозвоночной биоте, представленной щитнями, единичными конхостраками и насекомыми. Прибрежные пляжные зоны озера покрывала гранитная дресва (в разрезе дресвяники), состоящая из продуктов разрушения гранитов фундамента. На пляжных участках произрастали редкие хвощи, в прибрежной зоне озера - печеночные мхи и плауны. Если судить по наличию редких семян-летучек и биофрагмента иголок, то хвойный лес располагался на значительном удалении. Одиночные или стадные скопления небольших хищных и растительноядных динозавров проживали в пляжных зонах озера, могли питаться ракообразными, насекомыми и скудной растительной пищей. Погибшие их трупы подвергались поеданию и расчленению. В зоне озерного приобья скелеты претерпевали биодеструкцию и захоронялись в виде разобщенных костей. Присутствие кожи, оперений и чешуйчатого покрова среди костного материала свидетельствует о быстром, почти лавинном, их погребении тонким эоловым пирокластическим материалом. Сочлененные кости редки. Костеносные

слои маломощные (не более 10 см), невыдержанные, часто в виде линз. Рассмотренное захоронение относится к озеро-прибрежному (аквальному) типу, приуроченному к туфопесчаникам, туфоалевролитам, песчаникам и алевролитам. Захоронение отдельных костей в дресвяниках-уникальное явление, поскольку в грубообломочных породах остатки, как правило, не встречаются (субаквальный тип захоронений).

Коллекции по сборам 2010 и 2011гг предварительно были изучены палеонтологом В.Р.Алифановым (Палеонтологический институт РАН, г. Москва), который пришел к выводу о наличии в захоронениях мелких хищников, близких к Compsognathidae, а также растительноядных динозавров, близких к семейству Psittakosauridae (новые таксоны).

Коллекции динозавров по сборам 2012 г. просмотрели палеонтологи Болотский Ю.Л., Болотский И.Ю. (ИГиП ДВО, г. Благовещенск), А.В. Сизов (Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск) и П. Гodefруа (Бельгия, г. Брюссель, БКИЕН) и пришли к выводу, что в них преобладают остатки только растительноядных птиценогих динозавров, близких к Jecholosaurus из нижнемеловых местонахождений Китая и отнесенных к новому роду Kulindradromeus. Если следовать такому заключению, то оперение и чешуйчатые хвосты были характерными для растительноядных динозавров, а не для хищных, что установлено в Китае (формация Исянь).

Отличие состава коллекций динозавров по сборам трех лет и расхождение в определении разных палеонтологов обусловлены скорее всего методикой проводимых работ, когда ежегодно в небольших расчистках вскрывались новые захоронения остатков динозавров в слоях мощностью до 5-10 см, разобщенностью костей, небольшим количеством сочлененных, отсутствием целых скелетов, сохранностью (уплощенные или замещенные лимонитом кости), затруднениями в препарировании (вмещающие плотные туфогенно-осадочные породы) и незначительным общим количеством остатков. Присутствие кожи, оперений и чешуйчатых покровов отличает местонахождение динозавров Кулинда от наиболее близких юрских местонахождений компсогнат как Золенгофен (Германия) и Франция, а также китайских местонахождений Бейпяо (формация Исянь провинции Ляонин Китая) с остатками растительноядных динозавров джехолозавров, возраст которых дискутируется от позднеюрского до переходного от юрского до раннемелового или только раннемелового. Мнение палеонтологов, просмотревших коллекции местонахождения Кулинда, одинаково: совместные находки оперенных и чешуйчатых динозавров и сохранение кожи, соединенной с костями, уникальное и не имеющее в мире явление, требующее детальных дальнейших ежегодных исследований.

В перспективе основной задачей дальнейших палеонтологических работ на местонахождении Кулинда является соединение «динозавровых слоев» канав 3 и 4, которые находятся в 120 м друг от друга, для сборов остатков по латерали слоев с целью находки целого скелета динозавра, дополнения имеющейся коллекции динозавров, сопутствующей фауны и флоры для надежной палеореконструкции обстановок обитания и захоронения.

Reference

1. Колесников Ч.М. Стратиграфия континентального мезозоя Забайкалья // Стратиграфия и палеонтология мезозойских и кайнозойских отложений Восточной Сибири и Дальнего Востока. – М.: Наука; Л., 1964. - Т. IV (XXIV).- С.5- 138.
2. Синица С.М. Новые данные о динозаврах Забайкалья // Природоохранное сотрудничество в трансграничных экологических регионах: Россия-Китай-Монголия. – Чита, 2011. – С. 173-176.
3. Синица С.М. Переходные горизонты в стратиграфии верхнего мезозоя Забайкалья // Вестник ЧитГУ. - 2011. - № 33 (70). - С.98- 103.

УРБООКОСИСТЕМЫ Г. УЛАН-БАТОРА: ЛАНДШАФТНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ И ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ*

©Сорокина О.И. (olga.i.sorokina@gmail.com)

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. Москва, Россия

URBAN ECOSYSTEMS OF ULAANBAATAR CITY: LANDSCAPE-FUNCTIONAL ZONING OF THE TERRITORY AND POLLUTION CHARACTERISTICS

©Sorokina O.I. (olga.i.sorokina@gmail.com)

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Abstract: As a way to characterize the contemporary natural-technogenic structure of Ulaanbaatar city and to assess the level of technogenic impact on the natural environment, the paper provides an example of landscape-functional zoning, based on the classification of urban geochemical landscapes. In the course of the research, 19 urban ecosystems were designated within Ulaanbaatar city. It has been determined that migration and accumulation features of 11 of them can be attributed to pollution sources and variation of soil properties within landscape-functional zones. The strongest technogenic impact on the urban ecosystems which evidenced in the highest levels of snow, soils and *Populus laurifolia* trees contamination was found in the eastern part of the city: the upper Tuul, Selbe and Uliastai river valleys.

Key words: urban ecosystems, Ulaanbaatar, landscape-functional zoning, urban pollution, mapping

Один из возможных путей общей эколого-географической оценки территории города – это ландшафтно-функциональное зонирование, т.е. выделение относительно однородных участков городской территории (урбоекосистем). Городские ландшафты возникают, как правило, на месте одной или нескольких смежных геосистем, в которых естественные условия среды претерпели существенные изменения. Если в естественных ландшафтах потоки вещества и энергии в большинстве случаев сбалансированы, то в городских они часто однонаправлены. Это приводит к аномально высоким концентрациям рассеянных элементов или накоплению органического вещества в почвах, не сбалансированным процессами разложения, выноса и т.п. В городских ландшафтах ведущим геохимическим фактором является техногенез, усиливающий пространственную неоднородность территории, по сравнению с исходным природным каркасом внутренняя структура ландшафта города усложняется под воздействием техногенных факторов. Поэтому городская территория представляет собой сложную эколого-геохимическую систему, в которой техногенные процессы «наложены» на унаследованные природные ландшафты. Таким образом, при выделении урбоекосистем на территории Улан-Батора принимались во внимание особенности функционального зонирования и техногенных факторов в различных частях города, а также трансформированные природные компоненты городских ландшафтов [1, 2].

Улан-Батор – крупный столичный центр с населением более 1 млн. человек. Город испытывает комплексное воздействие промышленных предприятий, топливной энергетики, работающей на бурых углях, коммунально-бытовых отходов и более 300 тыс. автомобилей, использующих этилированный бензин. Отличительной региональной особенностью Улан-Батора является активное развитие районов юрточной застройки, в которых проживает половина городского населения. Улан-Батор расположен в широтно вытянутой Ургинской межгорной котловине, сложенной архейскими гранитами, каменноугольными метаморфическими глинистыми сланцами и неогеновыми пестроцветными глинами, часто содержащими легкорастворимые соли, гипс, пески и конгломераты. Город находится в зоне экспозиционной лесостепи, в условиях резко континентального климата с частыми зимними температурными инверсиями и летним ливневым максимумом осадков [3-8].

Исследования ландшафтно-функциональной структуры территории Улан-Батора сочетались с опробованием в 2008-2011 гг. депонирующих сред в городе и на фоновых участках. Всего было отобрано 18 проб снега, 90 поверхностных проб почв и 82 пробы листьев тополя *Populus laurifolia* в пределах Улан-Батора; 3 пробы снега, 6 проб почв и 2 пробы листьев – в фоновых условиях. В отобранных пробах определены концентрации тяжелых металлов разных классов опасности (As, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, Sr, V, Zn), на основе которых получена оценка загрязнения ландшафтов Улан-Батора [3, 9, 10]. Для оценки степени загрязнения депонирующих сред были рассчитаны коэффициенты концентрации (K_c) и рассеяния (K_p) поллютантов для снеговой воды, взвесей, почв и

* Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки РФ, соглашение 8673.

растений в разных функциональных зонах: $Kc=Ca/Cф$ и $Kp=Cф/Ca$, где $Cф$, Ca – средние концентрации элемента в фоновых и городских образцах соответственно [11], а также интегральные коэффициенты загрязнения. Суммарную полиэлементную нагрузку на снежный и почвенный покровы отражает суммарный показатель загрязнения Zc [11]: $Zc = \sum_1^n Kc - (n-1)$, где n – количество

тяжелых металлов с $Kc > 1,5$. Изменения в микроэлементном составе растительности характеризует предложенный нами комплексный показатель – коэффициент биогеохимической трансформации Zv ,

который рассчитывается по формуле $Zv = \sum_1^{n_1} Kc + \sum_1^{n_2} Kp - (n_1 + n_2 - 1)$, где n_1 , n_2 – количество микроэлементов с $Kc > 1,5$ и с $Kp > 1,5$ соответственно [12].

При составлении карты ландшафтно-функциональных зон г. Улан-Батора (рис. 1) нами учитывалась природная и техногенная обстановка и принципы геохимической систематики городских элементарных ландшафтов [4].

Порядки и отделы городских ландшафтов определяются принадлежностью к функциональной зоне и ее особенностями. Основными функциональными зонами, выделенными на территории Улан-Батора, являются промышленная, селитебная (разделена нами на зоны многоэтажной и юрточной застройки ввиду существенных различий в характере и степени воздействия на окружающую среду) и рекреационная. Транспортная зона, распространенная повсеместно и представленная многочисленными линейными объектами, на карте нами не отображалась.

Разделы элементарных городских ландшафтов выделены по уровням их загрязнения. На карте они обозначены штриховкой. Разделы представляют собой результат техногенного воздействия – загрязнение тяжелыми металлами взвесей снеговой воды, почв, древесных растений [5, 9, 10]. Поскольку загрязнение растворенной фракции снеговой воды практически на всей территории города оценивается как очень высокое ($Zc > 128$) [10], его значения на карте не отображались.

Группа и тип городских ландшафтов определились природными особенностями [4-8]. Ургинская котловина представляет собой широтно вытянутую горно-долинную систему, расположенную в уникальной экотонной природной зоне – экспозиционной лесостепи, для которой характерно развитие таежных ландшафтов на склонах северной экспозиции, более холодных и влажных, и степных ландшафтов на склонах южной экспозиции, более теплых и сухих. Все исходные природные ландшафтные комплексы в пределах города можно разделить на 3 группы:

- таежные ландшафты склонов северной экспозиции, представленные горно-таежными кедрово-лиственничными багульниково-бруснично-зеленомошными лесами на горных дерново-таежных и горных мерзлотно-таежных почвах на архейских гранитах и горными подтаежными лиственничными разнотравно-осочковыми и злаково-разнотравными лесами на горных дерново-таежных и горных лугово-лесных почвах на каменноугольных сланцах;
- степные ландшафты склонов южной экспозиции, представленные разнотравно-осоково-мятликово-луговыми и разнотравно-злаковыми степями на горных каштановых и темно-каштановых почвах и горных черноземах на каменноугольных сланцах и неогеновых пестроцветных глинах;
- ландшафтные комплексы речных долин, представленные кустарниковой (преимущественно тополево-ивовой) разнотравно-злаковой пойменной растительностью с примесью галофитно-злаковых и осочковых видов на аллювиальных каменисто-галечниковых почвах на речном аллювии.

Преобладающие *классы* водной миграции на территории Улан-Батора – это гидрокарбонатно-кальциевый нейтральный и щелочной окислительный. В зоне влияния ТЭЦ происходит подкисление почв и смена класса водной миграции на нейтральный и даже слабокислый [9].

Роды городских ландшафтов зависят от их положения в ландшафтно-геохимических катенах. На южном борту долины преобладают трансэлювиальные элементарные ландшафты, поскольку р. Тола подмывает склоны Богдо-Улы и близко подходит к ним. Для северного борта долины характерны и трансэлювиальные, и трансаккумулятивные геохимические позиции. Долины рек относятся к трансаккумулятивно-супераккумулятивному роду.

Наконец, *виды* городских ландшафтов определялись геохимической специализацией литогенного субстрата. В основном почвы и грунты на территории города обладают хорошей проницаемостью и низкой сорбционной способностью. В пределах Улан-Батора почвы подвержены сильному антропогенному воздействию (перемешиванию, запечатыванию, уничтожению и др.),

которое уменьшается от центральной части города к районам юрточной застройки. Степень «запечатанности» грунтов зависит от принадлежности к функциональной зоне и уменьшается в ряду: промышленная и транспортная > многоэтажная > юрточная > рекреационная.

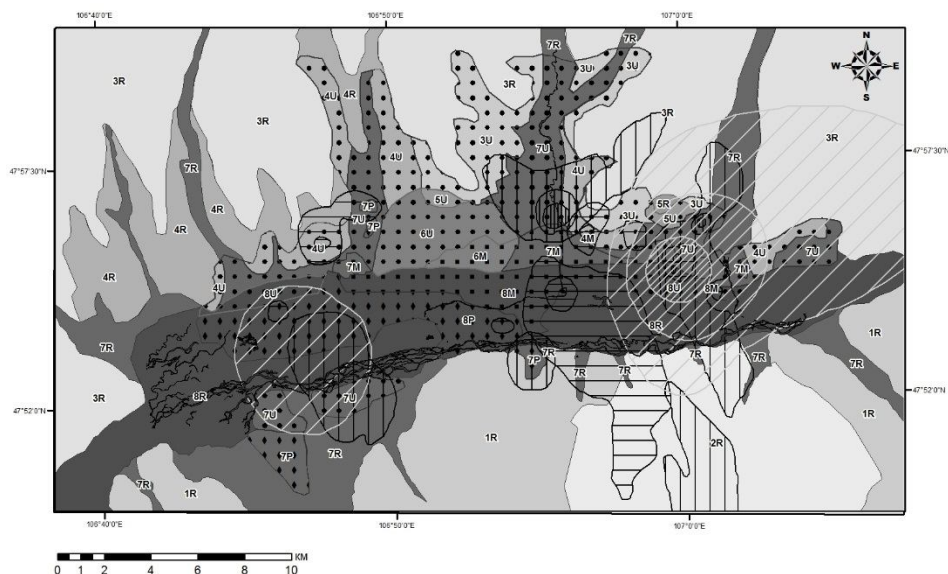


Рис. 1. Ландшафтно-функциональное зонирование г. Улан-Батора

Почвы и почвообразующие породы		горные дерново-таежные и луговые леса на каменноугольных сланцах		горные каштановые и темно-каштановые и горные черноземы на каменноугольных сланцах		горные каштановые и темно-каштановые и горные черноземы на неогеновых пестроцветных глинах		аллювиальные каменисто-галечниковые на аллювиальных отложениях		
		горные дерново-таежные и луговые леса на каменноугольных сланцах	горные каштановые и темно-каштановые и горные черноземы на каменноугольных сланцах	горные каштановые и темно-каштановые и горные черноземы на неогеновых пестроцветных глинах	аллювиальные каменисто-галечниковые на аллювиальных отложениях					
Положение в ландшафтно-геохимической катене		трансэпидальное	трансэпидальное	трансэпидальное	трансаккумулятивное	трансаккумулятивное	трансаккумулятивное-супераккумулятивное	трансаккумулятивное-супераккумулятивное		
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Функциональная зона	Рекреационная	R	1R	2R	3R	4R	5R		7R	8R
	Юрточной застройки	U			3U	4U	5U	6U	7U	8U
	Многоэтажной застройки	M				4M		6M	7M	8M
	Промышленная	P							7P	8P
Среды		Степень загрязнения снега, почв / Степень биогеохимической трансформации растений		Низкая / Слабая	средняя / Средняя	высокая / Выше среднего	высокая / Выше среднего			
Взвеси снеговой воды				$Zc < 32$	$Zc = 32-64$	$Zc = 64-128$	$Zc > 128$			
Почвы				$Zc < 16$	$Zc = 16-32$	$Zc = 32-64$	$Zc > 64$			
Листья тополя				$Zv < 15$	$Zv = 15-20$	$Zv = 20-25$	$Zv > 25$			

Под влиянием техногенеза постепенно усложняется структура городской территории Улан-Батора: природные ландшафты трансформируются в ландшафтно-функциональные зоны, в которых миграция и аккумуляция поллютантов обусловлена размещением источников загрязнения и варьированием сорбционных свойств почв. Всего в пределах города нами было выделено 19 ландшафтно-функциональных зон. Как видно из рис. 1, наибольшая техногенная нагрузка в настоящее время приходится на урбоэкосистемы восточной части города, особенно на долины рек Улиастай и Сэлбэ и верховья р. Толы, на входе в город и в местах впадения рек Улиастай и Сэлбэ (7U, 7M, 8U). Именно к этим районам приурочены участки с наибольшей степенью загрязнения всех депонирующих сред: снега, почв и древесных растений.

Локализация и интенсивность комплексных аномалий полиэлементного загрязнения снежного покрова и листьев тополя во многом совпадает: формируются обширные по площади контрастные аномалии с центрами в низовьях р. Улиастай и довольно обширные слабоконтрастные аномалии в западной части города к югу от промзоны. Так как накопление тяжелых металлов в снеге и в листьях растений зависят от их поступления из атмосферы, следовательно, мы можем охарактеризовать

данные аномалии как районы постоянной (круглогодичной) эмиссии тяжелых металлов из городской атмосферы. В летний период формируется также довольно обширная контрастная аномалия поллютантов в низовьях р. Сэлбэ и небольшие слабоконтрастные аномалии в центральной части промзоны и на склонах г. Богдо-Улы.

Аномалии загрязнения почвенного покрова приурочены к источникам загрязнения: в восточной части города они сформировались под влиянием свалок бытового мусора и автотранспорта, в районе очистных сооружений на северо-западе города – под влиянием осадков сточных вод.

Таким образом, ландшафтно-функциональное зонирование, основанное на геохимической классификации городских ландшафтов, дает нам представление о современной природно-антропогенной структуре города и степени техногенного воздействия на окружающую среду. Несмотря на антропогенное воздействие, в пределах города достаточно четко различаются таежные, степные и долинные комплексы, частично претерпевшие изменения в соответствии с их функциональным использованием: в долине р. Толы сформировался промышленно-транспортно-селитебный центр Улан-Батора, на степных склонах расположены основные массивы юрточной застройки, на таежных склонах создан заповедник (рекреационная зона). Ареалы загрязнения депонирующих сред «накладываются» на существующую ландшафтно-функциональную структуру, причем основной очаг техногенного воздействия смещен на восток города, преимущественно в долинные комплексы, и затрагивает все рассмотренные компоненты ландшафта (снег, почвы, растения).

Reference

1. Сагт Ю.Е., Ревич Б.А. Эколого-геохимические подходы к разработке критериев нормативной оценки состояния городской среды // Изв.АН СССР. Сер. Географ. - 1988. - № 4. - С. 37-46.
2. Макаров В.З., Новаковский Б.А., Чумаченко А.Н. Эколого-географическое картографирование городов. - М.: Научный мир, 2002. - 196 с.
3. Геохимия техногенных ландшафтов г. Улан-Батора / Н.Е. Кошелева, Н.С. Касимов, О.И. Сорокина, П.Д. Гунин // Геохимия ландшафтов и география почв. - М.: АПР, 2012 б. - С. 207-235.
4. Экогеохимия городских ландшафтов / под ред. Н.С. Касимова. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1995. - 336 с.
5. Мурзаев Э.М. Монгольская Народная Республика: Физико-географическое описание. - М.: Географгиз, 1952. - 472 с.
6. Национальный атлас Монгольской Народной Республики. - Улан-Батор; М.: ГУГК ГСК МНР – ГУГК СССР, 1990. - 144 с.
7. Социальные и экологические проблемы монгольского этноса в условиях урбанизированных территорий / П.Д. Гунин, А.К. Евдокимова, С.Н. Бажа, М. Сандарь. - Улан-Батор; М., 2003. - С. 61-95.
8. Экосистемы бассейна Селенги / отв. ред. Е.А. Востокова, П.Д. Гунин. - М.: Наука, 2005. - 395 с. (Биологические ресурсы и природные условия Монголии: тр. совместной Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции; Т. 44).
9. Эколого-геохимическое состояние почв г. Улан-Батор (Монголия) / Н.С. Касимов и др. // Почвоведение. - 2011. - №7. - С. 771-784.
10. Тяжелые металлы в воздухе и снежном покрове Улан-Батора / О.И. Сорокина и др. // География и природные ресурсы. - 2013 (в печати).
11. Геохимия окружающей среды / под ред. Ю.Е. Сагта, Б.А. Ревича, Е.П. Янина и др. - М.: Недра, 1990. - 335 с.
12. Эколого-геохимическая оценка состояния древесной растительности в г. Улан-Батор (Монголия) / Н.С. Касимов и др. // Аридные экосистемы. – 2011. - Т. 17, №4 (49). - С. 5-16.

СТРУКТУРА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ВЕРХНЕАНГАРСКОЙ КОТЛОВИНЫ

©Софронов А.П., Владимиров И.Н. (garisson@irigs.irk.ru), Кобылкин Д.В., Сороковой А.А., Фролов А.А.
Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, Россия

STRUCTURE OF THE VEGETATION COVER OF THE UPPER ANGARA DEPRESSION

©Sofronov A.P., Vladimirov I.N. (garisson@irigs.irk.ru), Kobylkin D.V., Sorokovoi A.A., and Frolov A.A.
V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia

Abstract: The paper presents the results of studying the vegetation cover of the Upper Angara depression, located in Northern Pribaikalie. The study area has a complex geological and geomorphological structure. The mountainous nature of the prevailing land forms determines the belt structure of vegetation of the depression and its mountain surrounding. Using the results of remote sensing data and field research materials a geobotanical map has been compiled, based on the principles of a multi-stage classification of vegetation.

Key words: structure of vegetation cover, geobotanical mapping, Upper Angara depression, Northern Pribaikalie.

Верхнеангарская котловина расположена в Северном Прибайкалье, обрамлена Северо-Муйским и Верхнеангарским хребтами. Протяжённость котловины составляет более 100 км, при средней ширине около 40 км. Днище плоское, заболоченное, с многочисленными излучинами и протоками Верхней Ангары и её притоков. Котловина характеризуется высокой сейсмичностью и сплошным распространением вечной мерзлоты. Верхнеангарская котловина относится к байкальскому типу и имеет субширотное простирание, по заложившимся в неогене тектоническим разломам внутриконтинентальной рифтовой зоны.

Исследовательский интерес к данному району обусловлен рядом важных научных и прикладных причин. Во-первых, территория Северного Прибайкалья является зоной взаимодействия (взаимопроникновения) семи крупнейших растительных фратрий формаций Северной Азии, и ее важным биогеографическим рубежом. Поэтому изучение организации растительного покрова, структурно-динамических особенностей, закономерностей строения растительных сообществ, характера динамики фитоценозов в условиях климатических и антропогенных изменений, динамических и эволюционных процессов подобных переходных зон является важной задачей выявления фундаментальных основ функционирования растительности региона. Во-вторых, данный регион в последнее время все активнее вовлекается в хозяйственный оборот и становится объектом для решения прикладных задач для установления ресурсного потенциала, прогнозирования и рационального природопользования.

Изучаемый район имеет сложное геологическое и геоморфологическое строение. Для выделения границ котловины был использован подход, предложенный В.Б. Выркиным [1]. Он заключается в выделении крутизны склонов в следующих градациях 5° , $5-10^\circ$, $10-15^\circ$ и более 15° . При этом критической для выделения границ котловины взята крутизна в 10° . Граница проводилась в диапазоне $5^\circ-15^\circ$, с использованием визуальных признаков отраженных на космическом снимке (верхние части конусов выноса, обрывы и др.). Полученный таким образом полигон имеет площадь 3638 км^2 , а общий периметр 507 км.

Днище котловины имеет неоднородный рельеф и делится на две части. Юго-западная часть представляет собой плоскую заболоченную равнину с широкими поймами рек Верхняя Ангара и Котера, с преобладанием устойчивого тектонического опускания. Северо-восточная часть более возвышена с комплексом древних озерных и речных террас [2]. Неоднородность рельефа днища связана с блоковым строением фундамента и разнонаправленными тектоническими движениями.

Рельеф окружающих хребтов резко расчлененный, преобладают высоты 1500 – 2000 м над ур. м. Граница котловины и Верхнеангарского хребта контролируется крупным тектоническим разломом, представляющая собой сбросовый уступ. Она осложнена коллювиальными шлейфами, конусами выноса, наземными «дельтами» и участками конечных морен. Хребет поднимается ступенями, обусловленными блоковым тектоническим строением. Его осевая часть имеет хорошо выработанный альпинотипный рельеф, а для рек спускающихся в котловины характерна активная селевая деятельность.

Северо-Муйский хребет, ограничивающий днище с юга имеет более сглаженные очертания. В целом борт котловины выше, чем на севере и представлен комплексом разновозрастных озерных, озерно-аллювиальных террас, поверхность которых существенно переработана эоловыми процессами, закрепленная ныне лесной растительностью.

В структуре ведущих экзогенных процессов преобладающая роль принадлежит флювиальным, в меньшей степени эоловым процессам. Широко распространены криогенные процессы [3].

Климат района резкоконтинентальный. Лето короткое, умеренно теплое; зима продолжительная, морозная. Количество осадков в год составляет от 600 мм в предгорьях до 1000 мм в горах. Мощность снежного покрова в предгорьях достигает 40 см. Вся территория расположена в зоне распространения вечной мерзлоты [4].

Горный характер преобладающего рельефа обуславливает поясную структуру растительности котловины и ее горного обрамления [5, 6, 7]. Она выглядит следующим образом. Высокогорная растительность развивается на хребтах, от 1300 – 1500 м над ур. м. и более. Рельеф высокогорных местообитаний представлен скалистыми гребнями и каменистыми россыпями. Несмотря на некоторое физиономическое однообразие, растительный покров высокогорий имеет достаточно

сложную структуру. Крутые скалистые склоны и крупноглыбовые россыпи занимают лишайниковые сообщества. На выположенных участках высокогорий, на вершинах с плавными и округлыми формами и на щебнистых субстратах располагаются вересково-лишайниковые тундры с единичными экземплярами угнетенного кедрового стланика. Задернованные берега высокогорных озер и альпинотипные луга покрыты осоково-разнотравными ассоциациями.

В нижней части высокогорного пояса широко развиты кустарничково-лишайниковые тундры перемежаются с разреженными кедровостланиковыми кустарничково-лишайниковыми сообществами с участием березки тощей.

Пояс подгольцовой растительности представлен зарослями кедрового стланика с вкраплениями лиственничных редколесий. В составе кедровостланиковых ассоциаций наиболее широко распространены стланиково-березово-кустарничково-кустарничково-лишайниковые сообщества с редкими лиственницами, в качестве примеси отмечены экземпляры сосны и кедра.

Лиственничные леса образуют основную долю таежного пояса на высотах 500 – 1100 м над ур. м.

Верхняя часть лесного пояса образована лиственничными лесами с сосной и кедром душекиево-рододендрово-кустарничково-мелкотравно-зеленомошными с редкой елью и пихтой.

В средней и нижней частях лесного пояса на склонах южной экспозиции широко распространены лиственничные и сосново-лиственничные душекиево-рододендрово-бруснично-зеленомошные леса с участием кедрового стланика. Темнохвойные сообщества из кедра ели и с единичными экземплярами пихты бруснично-мелкотравно-зеленомошные присутствуют в средней части горно-таежного пояса, в долинных лесах и в затененных подгорных местообитаниях. На крутых сухих склонах преобладают сосняки и лиственнично-сосновые с ольховником редкотравные леса с рододендром даурским в подлеске.

Растительность пойменных и прибрежных местообитаний долин горных рек, представленных большей частью чозениево-тополево-кедрово-еловыми высокотравными сообществами, в данном масштабе из за уости долин для основной части рек не отображена. Хорошо выраженная долина р. Амнунда, приток оз. Иркана, занята ерниково-травяными ассоциациями с редкими лиственницами и елями.

Значительные площади на территории занимают вторичные осиново-березовые и березово-осиновые кустарничково-травяные леса на местах гарей. Широкое распространение вторичных лесов отмечали еще первые исследователи растительности котловин В.Н. Сукачев [8] и Г.И. Поплавская [9] в 1913 г. В.А. Поварницин [10] связывал данный факт с образом жизни местного населения. Со строительством трассы БАМ антропогенный прессинг на природные экосистемы только возрос и на данный момент во многих случаях, как уже говорилось выше, достаточно затруднительно установить коренную растительность в нарушенных сообществах.

Пойменную часть котловины, подвергающуюся регулярным затоплениям в период половодья, и покрытую значительным количеством протоков, рукавов, стариц, как самой Верхней Ангары, так и крупного притока - р. Котера, а так же множеством озер, занимают переувлажненные лугово-болотные комплексы с участием сосняков, лиственничников и зарослей кустарников.

На карте растительный покров поймы разбит на комплексы по признаку преобладания растительных сообществ. Наиболее широко здесь распространены луга, являющиеся в этой части долины первичным типом растительности, а не производными от лесов, что обусловлено водным режимом реки, препятствующем развитию древесной растительности [10].

Широкая первая терраса возвышается над уровнем реки на 1,5 – 2,5 м и в паводковый период, либо в дождливые года летом и осенью заливаемая водой, что приводит к обширному переувлажнению территории, особенно в междуречьях рр. Котера – Верхняя Ангара и Верхняя Ангара – Кичера. Здесь развиваются комплексы лугов, лугово-болотных сообществ, болот и заболоченных лесов.

Пониженные местообитания с застойным увлажнением занимают почти чистые сообщества *Equisetum hyemale* и *Carex vesicata* и др. На более возвышенных местообитаниях в луговой растительности доминируют *Calamagrostis langsdorfii*, осоки появляется луговое разнотравье *Equisetum pratense*, *E. palustre*, *Ranunculus* sp. и др. Вдоль протоков нередко встречаются чистые заросли *Alnus hirsuta* и рожицы из *Chosenia arbutifolia*.

На 1-2 террасах сложенных песчаными отложениями произрастают сосновые леса с участием в кустарниковом ярусе ив, березы, ольхи, свиды белой, шиповника бруснично-разнотравные. На пылевато-супесчаных почвах развиваются лиственничные леса бруснично-моховые, местами на торфяно-болотных почвах переходящие в заболоченные низкобонитетные лиственничные леса.

Степная растительность представлена в виде небольших травяно-злаковых сообществ на крутых склонах солнечной экспозиции. Наиболее распространены они в окрестностях оз. Иркана, на склонах в окружении сухих сосновых лесов.

По результатам исследования растительного покрова Верхнеангарской котловины была составлена геоботаническая карта масштаба 1: 50 000 (рис. 1). Структура ее легенды опирается на принципы многоступенчатой классификации растительности, разработанной В.Б. Сочавой [11,12].

Классификационной единицей легенды, в основном, выступает группа ассоциаций объединяющая, за некоторым исключением, сообщества по сходству состава видов эдификаторов для выявленных в сообществе ярусов растительности. Двурядная система классификации подразумевает объединение растительных сообществ на основании, как по принципу гомогенности (схожести), так и гетерогенности (различности) [12]. Группы ассоциаций, выделенные для лесных сообществ по ряду фитоценомеров в легенде совмещены с рядом фитоценозов для высокогорных сообществ и лугово-болотных ценозов пойменной части долины Верхней Ангары. Подобным образом объединены лесные сообщества подгорного шлейфа Верхнеангарского хребта и некоторых других территорий, характеризующиеся высокой степенью нарушенности коренных сообществ и широким распространением на их месте вторичных мелколиственных лесов. Данный факт в значительной степени затрудняет типизацию растительного покрова и выделение границ коренных сообществ. В случае возможности определения коренной растительности для производных сообществ, последние вынесены в легенде соподчиненные номера.

Антропогенно-нарушенные земли с полностью или частично разрушенной естественной растительностью вынесены в легенде в отдельный номер, без указания коренной растительности.

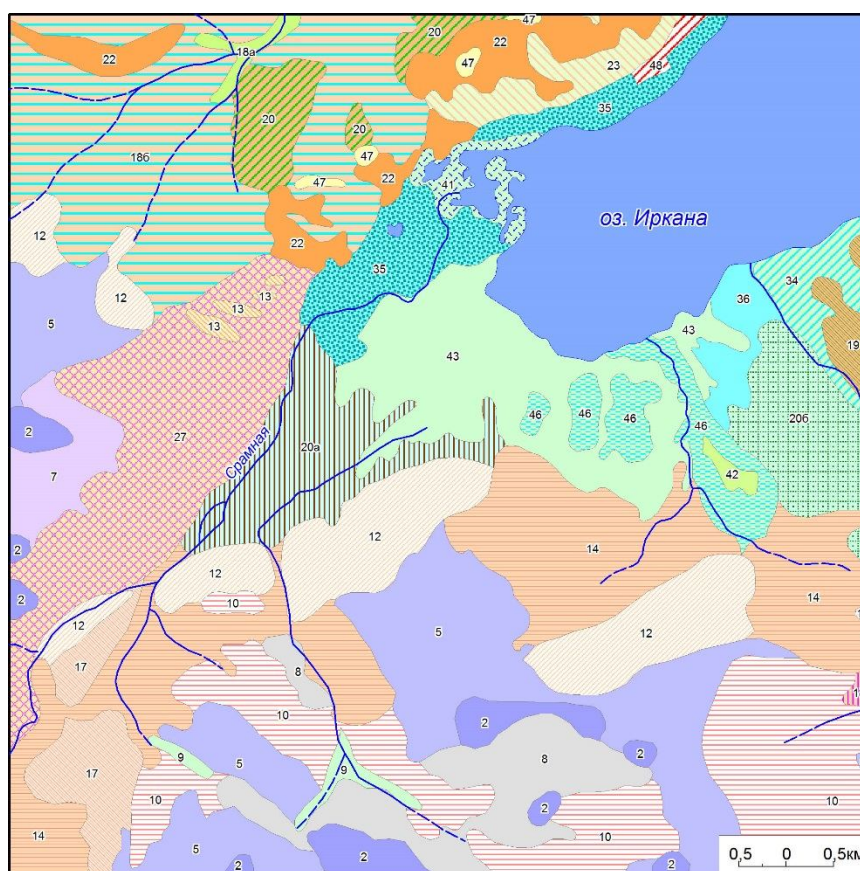


Рис. 2. Фрагмент карты растительности Верхнеангарской котловины (М: 1:50 000)

Легенда к карте растительности Верхнеангарской котловины
ВЫСОКОГОРНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

Горные тундры

1. Скалистые гребни и каменистые осыпи с лишайниковым (*Alectoria ochroleuca*, *Cetraria islandica* и др.) покровом и редкими куртинами кедрового стланика (*Pinus pumila*).
2. Каменистые россыпи с лишайниковым покровом (*Cladonia alpestris*, *C. sylvatica*) и редкими куртинами кедрового стланика и ерника (*Betula rotundifolia*, *B. divaricata*) на сглаженных вершинах.
3. Травяные (*Carex bigelowii* subsp. *ensifolia*, *Campanula dasyantha*, *Bergenia crassifolia*) – багульниково (*Ledum palustre* subsp. *decumbens*) – мохово – лишайниковые сообщества на склонах средней крутизны.
4. Кустарничково (*Betula rotundifolia*, *Salix krylovii*, *Duschekia fruticosa*, *Sorbaria pallasii* и др.) – травяные (*Bergenia crassifolia*, *Rheum compactum*) ассоциации на прибрежных участках горных ручьев в пределах тундр.
5. Кустарничково (*Rhododendron aureum*, *Cassiope ericoides*) – лишайниковые тундры с участками ерника, кедрового стланика и редкими низкорослыми лиственницами (*Larix dahurica*) на каменистых россыпях.

Альпийские луга

6. Субальпийские осоково (*Carex saxatilis* ssp. *laxa*) – разнотравные (*Trollius kytmanovii*, *Aquilegia glandulosa*, *Bergenia crassifolia*, *Veratrum lobelianum* и др.) луга.

ТАЕЖНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

Подгольцовые сообщества

7. Разреженные кедростланиковые куртины с брусничкой на каменистых и скальных выступах южных экспозиций с березой (*Betula ermanii* subsp. *lanata*) и душежкой в теневых местах.
8. Ерники (*Betula rotundifolia*, *B. divaricata*) моховые с редкими елями (*Picea obovata*) и лиственницами.
9. Прирусловые кустарничково (*Betula ermanii* subsp. *lanata*, *Salix krylovii*, *Duschekia fruticosa*) заросли разнотравные (*Aconitum rubicundum*, *Angelica saxatilis*, *Veratrum lobelianum*, *Cacalia hastata* и др.).
10. Кедростланиковые сообщества с редкой лиственницей (*Larix dahurica*) вересково (*Rhododendron aureum*, *Cassiope ericoides*, *Vaccinium vitis-idaea*) – багульниково – мохово (*Pleurozium schreberi* и др.) – лишайниковые с вкраплением ерниковых и ольховниково – березовых (*Betula ermanii* subsp. *lanata*) сообществ.
11. Березово (*Betula platyphylla*) – лиственничные редколесья ерничково – моховые с кедровым стлаником.
12. Лиственничные багульниково – бруснично – ягельниковые (*Cladonia alpestris*) редколесья на каменистых россыпях крутых склонов теневых экспозиций.
13. Редкостойные сосново (*Pinus sylvestris*) – лиственничные (*Larix dahurica*) сообщества с ксерофитным кустарничково (*Spiraea media*, *Cotoneaster melanocarpus*) – травяным (*Youngia tenuifolia*, *Alyssum lenense*, *Agropyron cristatum* и др.) покровом на каменистых россыпях южных экспозиций.

Горно – таежные сообщества

А. Леса

Леса теневых склонов

14. Лиственничники багульниково (*Ledum palustre*) – мохово – лишайниковые с кедровым стлаником и березой на теневых пологих склонах часто с присутствием бадана (*Bergenia crassifolia*).
15. Лиственнично – кедровые багульниково – бадановые (*Bergenia crassifolia*) – моховые леса с кедровым стлаником.
16. Редкостойные лиственничные сообщества ерничково – багульниково – моховые с кедровым стлаником на каменистых россыпях в средней части лесного пояса.
17. Разреженные сосново – лиственничные леса кедростланиково – бруснично – лишайниковые.
18. Кедрово – лиственничные багульниково – кустарничково – мелкотравно (*Trientalis europaea*, *Linnea borealis*, *Maianthemum bifolium*) – моховые ассоциации с кедровым стлаником в подлеске.
- 18а. Мелколиственные осиново (*Populus tremula*) – березовые кустарничково (*Duschekia fruticosa*, *Rhododendron dauricum*) – высокотравные (гари).
- 18б. Лиственничники с березой рододендрово (*Rhododendron dauricum*) – багульниково – моховые (*Polytrichum* ssp.) (гари).
19. Сосново – мелколиственно – лиственничные рододендрово – мохово – лишайниковые леса.
20. Лиственничники душежьево – рододендрово – багульниково – моховые.
- 20а. Лиственнично – березовые багульниково – моховые леса (рубки).
- 20б. Березовые рододендрово – шиповниково (*Rosa acicularis*) – разнотравные ассоциации (гари).
21. Лиственнично – осиново – березовые сообщества в сочетании с луговыми ассоциациями.

Леса освещенных и полутеневых склонов

22. Сосновые леса на южных склонах средней крутизны с редким подлеском из рододендрона даурского.
23. Сосновые душежьево – рододендровые бруснично – разнотравно (*Artemisia tanacetifolia*, *Lathyrus humilis* и др.) – моховые леса на выположенных подгорных местообитаниях.
24. Лиственнично – сосново – березовые рододендрово – бруснично – мелкотравные леса с ольховником в подлеске.
25. Лиственнично – березово – тополево – сосновые ольховниково – свидино (*Swida alba*) – травяные ассоциации.
26. Комплекс кедрово – лиственничных багульниково – моховых ассоциаций с вкраплением сосновых рододендрово – брусничных лесов.
27. Комплекс сосново – березово – осиново – лиственничных кедростланиково – рододендрово – разнотравных ассоциаций с участием кедрово – лиственничных багульниково – кустарничково – моховых сообществ с кедровым стлаником.
28. Кедрово – лиственничные кустарничково – моховые ассоциации.

29. Долинные кедрово-елово-лиственничные кедровостланниково-багульниково-бруснично-зеленомошные сообщества.
30. Лиственничные кедровостланниково-бруснично-зеленомошные ассоциации.
Горно – долинные сообщества
31. Долинные ерничково-травяные ассоциации с редкими лиственницами и елями.
Подгорно-котловинные сообщества.
А. Леса
32. Комплексы с преобладанием березово-кустарниковых (*Salix bebbiana*, *S. rorida* и др., *Alnus hirsuta*) ассоциаций в сочетании с вейниковыми и осоковыми лугами.
33. Кедрово-лиственнично-мелколиственные кустарниково-травяные леса
34. Переувлажненные березовые кустарниково-травяные леса.
35. Березовые леса в сочетании с переувлажненными лугово – болотными ассоциациями.
36. Березняки разнотравные (*Actaea erythrocarpa*, *Maianthemum bifolium*, *Aegopodium alpestre*, *Lilium pilosiusculum*, *Paris verticillata*) с лиственницей.
37. Долинные елово (*Picea obovata*) – чозениево (*Chosenia arbutifolia*) – тополевые (*Populus suaveolens*) сообщества кустарниково травяные.
38. Сосновые рододендрово-толокнянково-бруснично-лишайниковые ассоциации на песчаных буграх.
39. Комплекс прирусловых кедрово-лиственнично-еловых ассоциаций в сочетании с сосново-кустарничковыми сообществами на песчаных почвах с примесью кустарниковыми ольхово-березово-травяными ассоциациями.
40. Комплексы заболоченных лиственничников, чозениево – ольховых сообществ в сочетании с переувлажненными осоково – вейниковыми лугами.
Б. Комплексы лугов, лугово – болотных и кустарниковых сообществ поймы
41. Заболоченные переувлажненные ситовниковые (*Scirpus radicans*; *S. validus*) ассоциации.
42. Злаково (*Calamagrostis landsdorfii*, *Alopecurus arundinaceus* и др.) – разнотравные (*Geranium krylovii*, *Achillea millefolium*, *Veronica incana* и др.) луга.
43. Заболоченные луговые ассоциации с участками подбело (*Andromeda polifolia*) – багульниково – сфагновых сообществ на мерзлотных буграх.
44. Комплексы осоковых лугово-болотных ассоциаций с примесью прирусловых ивовых сообществ.
45. Сочетание вейниковых переувлажненных задернованных лугов с березовыми колками, ивовыми сообществами и ассоциациями заболоченных осоково – моховых лиственничников.
46. Комплексы кустарниково-осоково-травяно-моховых болот в сочетании с травяными ассоциациями с участием угнетенной сосны и березы.

СТЕПНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

Горносклоновые степные сообщества

47. Остепненные (*Thymus pavlovii*, *Festuca lenensis*, *Pulsatilla turczaninonii*, *Artemisia sericea*, *Youngia tenuifolia*, *Alyssum lenense*, *Agropyron cristatum* и др.) склоны.

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ АНТРОПОГЕННО ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

48. Пашни.

Reference

- Снытко В.А., Выркин В.Б., Китов А.Д. Использование ГИС-технологии при анализе границ котловин Байкальского типа // ИнтерКарто 9: ГИС для устойчивого развития территорий: материалы междунар. конф. – Новороссийск; Севастополь, 2003. – С. 202 – 205.
- Геоморфология Северного Прибайкалья и Станового нагорья / Д.-Д.Б. Базаров и др. - М.: Наука, 1981. - 199 с.
- Выркин В.Б. Пространственная структура современного экзогенного рельефообразования в котловинах Байкальской рифтовой зоны // Симметрия рельефа: Упорядоченность в рельефе и в морфогенезе – М.: Наука, 1992. – С.172-178.
- Замана Л.В. Глубокозалегающие многолетнемерзлые породы во впадинах Северного Прибайкалья // Геокриологические условия зоны Байкало-Амурской магистрали. – Якутск: Изд-во ИМ СО АН СССР, 1980. - С. 31-38.
- Белов А.В. Принципы и методы составления среднemasштабной карты растительности Северного Прибайкалья с использованием аэрокосмических материалов // Геоботаническое картографирование. - Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1984. - С. 9-20
- Софронов А.П. Некоторые вопросы картографирования растительности котловин Северо-Восточного Прибайкалья // Тематическое картографирование для создания инфраструктур пространственных данных. – Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2010. - С. 31–32.
- Софронов А.П., Белов А.В. Структура растительного покрова котловин Северо-Восточного Прибайкалья // Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы: материалы всерос. науч. конф. с междунар. участием (Санкт-Петербург, 20–24 сентября 2011 г.). - Т. 1: Разнообразие типов растительных сообществ и вопросы их охраны. География и картография растительности. История и перспективы геоботанических исследований. – СПб., 2011. – С. 424-427.
- Сукачев В.Н. 1913. Бассейн реки Верхней Ангары // Предварительный отчет об организации и исполнении работ по исследованию почв Азиатской России в 1912 г. / М-во земледелия. Переселенч. упр. – Спб., 1913. - С. 145-179.
- Поплавская Г.И. Бассейн В. Ангары. Южные открытые склоны // Предварительный отчет об организации и исполнении работ по исследованию почв Азиатской России в 1912 году / М-во земледелия. Переселенч. упр. - Спб, 1913. - С. 180-193.

10. Поварницын В.А. Почвы и растительность бассейна Верхней Ангары // Бурят-Монголия. Почвенно-ботанический и охотоведческий очерк Северо-Байкальского района: тр. Бурят-Монгольской комплексной экспедиции, 1932 г. - М.; Л.: Изд-во Акад. наук СССР, 1937. - С. 7-132.
11. Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах. - Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1978. - 319 с.
12. Сочава В.Б. Растительный покров на тематических картах. - Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1979. – 190 с.

**ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ МОНГОЛЬСКОГО ПЛАТО И ЗАБАЙКАЛЬЯ:
ЭОЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ, ЛАНДШАФТЫ, РОССЫПИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

©Тайсаев Т.Т. (taisaeв@bsu.ru)

Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ, Россия

**GEOMORPHOLOGICAL SYSTEMS OF THE MONGOLIAN PLATEAU AND TRANSBAIKALIA:
AEOLIAN PROCESSES, LANDSCAPES, PLACER DEPOSITS AND NATURE MANAGEMENT**

©Taisaev T.T. (taisaeв@bsu.ru)

Buryat State University, Ulan-Ude, Russia

Abstract: Aeolian deflation processes have been the major factors for the formation of gold, tin and gems placers under the conditions of arid and cryoarid morpholythogenesis in Central Mongolia and Transbaikalia regions. In the hollows, blowing and evaporative concentrations have been associated with the deposits of salts and mud treatments.

В настоящее время большое внимание уделяется системному анализу в геологии, геоморфологии и ландшафтов (геосистем). Системный анализ показан на примере изучении геоморфологических систем (ГМС), состоящих из взаимосвязанных элементов: рельефа, рельефообразующих процессов и связей между природными и социально-экономическими системами [1]. Рельеф ГМС самоорганизован потоками вещества, энергии и информации эндогенных и экзогенных рельефообразующих процессов.

Аридные семиаридные и криоаридные ландшафты являются областями активного россыпеобразования, связанного с эоловыми-дефляцион-ными процессами в пределах древних платформ и плит. Эти структуры подвергнуты рифтогенезу, имеют характерный для них рельеф низких и высоких равнин, котловин, плато и плоскогорий [4, 6, 12]. В этом отношении интересно россыпеобразование на Монгольском плато, Витимском плоскогорье и Прибайкалье, где проявились и продолжают процессы аридного и криоаридного морфолитогенеза в пределах определенных минерагенических структур с специализацией коренных источников.

Формирование рельефа аридных и криоаридных ландшафтов, минеральных и биологических ресурсов Центральной Азии огромна роль эоловых процессов [3]. Геологическая деятельность ветра – процессы денудации и аккумуляции усиливают дифференциацию рельефа, осадконакопления и геохимические особенности ландшафтов [4, 7, 11, 12]. В плейстоцене-голоцене в условиях холодного сухого климата с сильными ветрами в аридных и перигляциальных ландшафтах-полупустынях, степях и лесостепях преобладали процессы физического выветривания и дезинтеграции горных пород и рудных месторождений, а так же осадочных и осадочно-вулканогенных пород в рифтогенных межгорных впадинах. В этих ландшафтах характерно покровы ветрогранников, обработанных песчаными потоками.

Особый интерес представляют ландшафты, сформировавшиеся на рудоносных, геохимически специализированных породах-вулканогенных, карбонатных, фосфоритоносных, угленосных, ураносных, соленосных, нефтегазоносных, обладающих высокой геохимической специализацией. Разнообразие ландшафтов связано с процессами дефляции и аккумуляции, соленакопления и испарительной концентрации элементов, разгрузкой артезианских, трещинно-жильных вод и гидротерм, так же эффектом эоловой концентрации тяжелых минералов.

В ландшафтах Центральной Азии, Забайкалья и Прибайкалья областей эоловой денудации во впадинах и на пенебленах характерны котловины выдувания, дефляционные коридоры и останцы. Котловины выдувания развиваются по корам выветривания кристаллического фундамента и мезозойских осадочно-вулканогенных и угленосных комплексов. В областях дефляции образовались эоловые и эолово-деллювиальные россыпи на древних зонах окисления рудных полей и корях выветривания, в котловинах выдувания-соленые озера, солончаки и лечебные грязи.

Ярким примером современных дефляционных россыпей промышленного значения – являются россыпи пустыни Гоби [2, 3, 4, 6]. В Восточной Монголии сосредоточены основные месторождения ювелирных самоцветов - агата, халцедона, карнеола и карнеол-ониксов, связанных с мезозойскими халцедоносными базальтовыми плато Даринганга. К гранитному массиву Хори-Мориту приурочены оловоносные касситеритовые россыпи. Золотые россыпи с глубокой древности привлекали человека. Каменная индустрия палеолита Центральной Азии тесно связана с разработкой россыпью халцедона, агата, яшмы и др. В бронзовом, железном и средних веках человек разрабатывал золотые россыпи золота, самородной меди, касситерита, бурых железняков и др. Здесь возникли центры древней металлургии Монголии, Хакассии, Забайкалья и др. В Центральной Гоби археологи А.П. Деревянко, В.Т. Петрин (1992 г.) открыли уникальную кремниевую долину, где на протяжении раннего, среднего и позднего палеолита человек разрабатывал золотые россыпи – ветрогранники кремния. Это был один из крупных центров каменной индустрии человека. Такие центры известны на юге Витимского плоскогорья.

В таежно-мерзлотных ландшафтах на Витимском плоскогорье в Баргузинской тайге золотые россыпи разрабатываются более 160 лет, открыты коренные источники золота. В рудно-россыпных районах активно проявилась дефляция палеогеновых кор выветривания и зон окисления золотосульфидных руд [9]. Интересен Озерный рудный узел, включающий Озерное колчеданно-полиметаллическое, Назаровское золото-цинковое, Сологонго – сфалерит-бор-магнетитовое и др. месторождения. Коры выветривания и зона окисления рудного узла сохранились на пенеплене (южные склоны хр. Зусы) и подвержены в плейстоцене интенсивной дефляции. Характерно повсеместная золотоносность поверхностных слоев кор выветривания, развитие ветрогранников кварца, яшмы, бурых железняков. В шлихах преобладают округлые окатанные золотины. Здесь выявлена и обрабатывается долинная ложковая россыпь Сурхебха, связанная с золотоносной корой выветривания Назаровского золото-цинкового месторождения. В россыпи преобладает крупная (более 0,5 мм) золото. Отмечаются самородки золота в сростании с гематитом, кварцем и золота в «рубашке», а так же обилие ветрогранников кварца, яшмы и лимонитов. Источником золота россыпи была автохтонная дефляционная россыпь золотоносной зоны окисления Назаровского месторождения, откуда золото переносилось солифлюкционными потоками и временными водотоками в ложковую россыпь.

С золотой концентрацией золота над окисленными рудными залежами и переносом его ложковыми солифлюкционными потоками в долину р. Кара связываются богатейшие аллювиальные россыпи Карийского рудно-россыпного района, которые обрабатываются в течение 180 лет. Основные запасы золота были сосредоточены в аллювиальных россыпях, питающихся многочисленными ложковыми (солифлюкционными) мелко залегающими россыпями. Россыпи золота бассейна р Кара – левого притока Шилки, сформировались в перигляциальных ландшафтах расчлененного низкогорья при активном преобразовании рудных месторождений в зоне криогенеза при обогащении кор выветривания золотом в результате дефляции. В периоды потепления солифлюкционные и делювиально-пролювиальные потоки по ложбинам стока выносили золото в долину р. Кара.

В межгорных впадинах с дефляцией связано образование бессточных котловин выдувания с солеными озерами, залежами мирабилита, соды, поваренной соли и лечебными грязями. Соли – важный источник минерального питания животных и человека. На протяжении тысячелетий Центральной Азии единственным источником соли были соленые озера. В истории Нерчинских горных заводов Забайкалья в XVIII-XIX вв. большую роль сыграли соленые промыслы. Поваренную соль добывали из Селенгинского, Борзинского и др. озер. Мирабилит XIX- XX вв. добывали из Алгинских озер в Баргузинской рифтовой впадине.

В межгорных впадинах Забайкалья многочисленны залежи самоцветов. Наиболее крупное Тулдунское месторождение халцедона и агата находится на юге Витимского плоскогорья [9]. Месторождение сформировалось в перигляциальных ландшафтах, когда возникли золово-пролювиальные и пролювиально-аллювиальные россыпи. Источником россыпей были коры выветривания агатоносных мезозойских базальтов, переработанных сильной дефляцией с образованием покровов ветрогранников. Ветрогранники агата, халцедона имеют разнообразные цвета: серый, желтый, розовый, красный. Характерны разновидности голубого и синего халцедона, густо кроваво-красного цвета. Цветной халцедон - агат имеет высокие художественно-декоративные свойства

и может быть использован как ювелирно-поделочный камень. Агаты Тулдуни впервые оценил человек каменного века и использовал их для изготовления орудий. Здесь был центр каменной индустрии человека, жившего вокруг Еравнинских озер.

С разработкой россыпей халцедона, агата и яшмы связана каменная индустрия Монголии и Забайкалья. В бронзовом и железном веках разрабатывались эоловые россыпи золота, самородной меди, касситерита, бурых железняков и др. В Забайкалье, Прибайкалье, Минусинской котловине и др. возникли центры древней металлургии. На Приольхонском пенеппене в подножии приморского хребта курыкане в VI-XI вв. разрабатывали железные руды из эоловых россыпей и инфильтрационных залежей [7]. По эоловым россыпям и следам древних разработок открыты крупные рудные месторождения. Так, в Забайкалье в 1811 г открыто первое в России Ононское месторождение олова. Месторождение издавна разрабатывалось и выплавлялось олово из руд.

Во впадинах при сильной ветровой денудации продуктов выветривания на поверхности обнажились угленосные породы, залежи углей, черносланцевые породы, песчаники с ураново-рудной минерализацией. Пустынные, степные, лугово-степные, лесостепные и аквальные ландшафты на этих породах отличаются геохимическим своеобразием, связанным с биологическим круговоротом разнообразных химических элементов. Повышенная концентрация урана, фтора, селена, тяжелых металлов и редких элементов в аридных ландшафтах определили эколого-геохимические условия видо- и формообразования и особенности проживания кочевых народов. Так, повышенный радиационный фон полупустынь во впадинах Монголии с окаменевшими динозаврами занимают обширную территорию с экологическим риском. По мнению геологов ПГО «Сосновгеология», в Монголии выявлены урановые гидрогенные месторождения во впадинах, выполненных миоценовыми и нижнемеловыми осадочными угленосными породами.

В Монголии, Туве, Забайкалье в аридных ландшафтах известны эндемичные заболевания, связанные с повышенным содержанием в экосистемах фтора, селена, стронция. Нами показано, что повышенная концентрация молибдена, фтора, урана, лития в мерзлотных засоленных лесостепях на черных сланцах на Витимском плоскогорье в Зазинской впадине вызывает эндемичное заболевание животных. Геохимические особенности в аридных и криоаридных ландшафтах севера Центральной Азии определили возникновение ряда центров видообразования и формообразования флоры и фауны, диких и аборигенных животных, которыми богаты экосистемы Байкальского региона, Монголии, Тувы.

Геохимические ландшафты аридной зоны человек освоил с глубокой древности, как богатые пастбища для кочевнического животноводства. Народы Центральной Азии в результате целенаправленной многовековой селекции вывели основные виды домашних животных, адаптированных оптимальному минеральному питанию и приспособленных к резко континентальному климату. Экологически чистая продукция животных Баргинских, Монгольских, Тувинских, Боргойских, Ольхонских, Мондинских и др. степей отличается высокими питательными, вкусовыми и лечебными свойствами. Она пользуется большим спросом на внутреннем и внешнем рынках. Сегодня Монголия – главный экспортер говядины, конины, баранины на рынки Японии, Китая, Кореи и России.

Заключение. В геохимических ландшафтах севера и Центральной Азии на протяжении плейстоцен-голоцена ярко проявилась эоловая дифференциация минерального вещества. Она выражена в остаточной концентрации тяжелых минералов и засоления в областях дефляции и накопления песков и лессов в областях аккумуляции. Отсутствие четвертичных отложений или крайне малая мощность их в большинстве впадин объясняется грандиозным выносом их ветром на протяжении четвертичного времени, преобладали сильные ветры и шла интенсивная дефляция. Геохимическое поле областей дефляции дифференцировано в соответствии с исходным химическим составом горных пород и концентрацией тяжелых минералов, засоления и разгрузки гидротерм и артезианских вод. Аридные и криоаридные ландшафты севера Центральной Азии являются центрами видообразования флоры и фауны, диких и домашних животных, а также центрами кочевой цивилизации.

Reference

1. Геоморфологические системы: свойства, иерархия, организованность / отв. ред. Э.А.Лихачева. – М.: Медиа-Пресс, 2010. 288с.
2. Липовский Ю.О. Самоцветное ожерелье Гоби. - М.: Наука, 1999. – 183 с.

3. Обручев В.А. Восточная Монголия. Географическое и геологическое описание. - Ч.1.2. Обзор литературы, орографический и гидрографический очерки. - М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1947. - 351 с.
4. Патык-Кара Н.Г. Россыпеобразование в аридных обстановках // Литология и полезные ископаемые.- 1995.- №2.- С.138-150.
5. Россыпи складчатых (орогенных) областей: тез. докл. IX Всесоюзного совещания по геологии россыпей. - Бишкек, 1991. – 184 с
6. Сырнев И.П. Восточно-монгольская равнина // Священный дозор. - Рига: Виеда, 1992. - С. 247-250.
7. Тайсаев Т.Т. Эоловые процессы в Приольхонье и на о. Ольхон (Западное Прибайкалье) // ДАН. - 1982.- Т. 262, №3 – С.948-951.
8. Тайсаев Т.Т., Ширапова С.Д. История открытия и происхождение россыпей Еравнинских самоцветов // Проблемы географии Байкальского региона. - Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СЦ РАН, 1997. – С.59-65.
9. Тайсаев Т.Т., Гусев Ю.П., Кременецкая И.Г. Перспективы поисков эоловых россыпей золота на территории Прибайкалья и Забайкалья //Минералогия и геохимия ландшафтов горнорудных территорий. Современной минералообразование: тр. I Всерос. симпозиума с междунар. участием и VII Всерос. чтений акад. А.Е. Ферсмана 07-10.01.2006, г. Чита.- Чита: ИПРЭК. - С. 24-27.
10. Тайсаев Т.Т., Цыдыпова Т.Б., Юндунов Х.И. Эоловые процессы и геохимические особенности ландшафтов межгорных впадин Прибайкалья и Забайкалья // Вестник Бурятского государственного университета. Сер. 3. География и геология. – 1997. - Вып. 1. – С.145-154.
11. Филиппов В.Е., Никифорова З.С. Формирование россыпей золота под воздействием эоловых процессов. – Новосибирск: Наука, 1998. – 160 с.
12. Чичагов В.П. Эоловый рельеф Восточной Монголии. – М.: Изд-во Института географии РАН и ГК ГАН, 1999. – 270 с.

СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ДЖИДИНСКОГО ВОЛЬФРАМОВО-МОЛИБДЕНОВОГО ГОКа

©Тимофеев И.В. (vano-timofeev@yandex.ru), Кошелева Н.Е.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

MODERN ECOLOGICAL-GEOCHEMICAL STATE OF SOIL COVER IN THE CATCHMENT AREA OF DZHIDA TUNGSTEN-MOLIBDENIC MINING PROCESSING PLANT

©Timofeev I.V. (vano-timofeev@mail.ru), Kosheleva N.E.

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Abstract: Based on the soil-geochemical survey data of Zakamensk town in 2012, the research has identified the concentration of hazardous elements (Pb, Zn, Co, Ni, Cu, Cr, Cd, Mo, As and Sb) in different functional zones. It has been revealed that 55 % of the town area belongs to the soil category with an extremely dangerous pollution and 35 % – to the category of dangerous pollution. Industrial and tailing zones are characterized by the highest values of total soil pollution index ($Z_c=200-1600$). The local anomaly with $Z_c=3193$ is a result of export of sand mining wastes in 2011. This anomaly is due to outcropping buried humus horizon with maximum As, Cd, Zn, Pb, Cu, Mo, Sb concentrations.

Key words: ecogeochemistry, anthropogenic impact, heavy metals, mining landscapes, geochemical anomalies.

Введение

В последние годы большое внимание стало уделяться проблеме загрязнения бассейна р. Селенги, впадающей в оз. Байкал. Одной из горячих точек в бассейне является г. Закаменск, где находится крупное месторождение руд вольфрама и молибдена. В результате его разработки Джидинским комбинатом сформировался природно-техногенный горнопромышленный комплекс площадью 200 км², который за 70 лет работы образовал около 44,5 млн. т отходов, содержащих Pb, Zn, F, Mo, W, Be, Bi, As и др. Цель данной работы – оценить современное эколого-геохимическое состояние городских ландшафтов на основе данных о загрязнении почв.

Объект исследования

Город Закаменск расположен на территории Модонкульского вольфрамово-молибденового месторождения, разработка которого ведется с 1939 г. До 2001 г. добыча W и Mo осуществлялась Джидинским ГОКом, отходы которого размещаются в нескольких хвостохранилищах и отвалах на территории города. В настоящее время добычей вольфрама из гидроотвала и золота из Инкурского россыпного месторождения занимается ООО «Закаменск». Крупным предприятием является также ООО «Литейщик», выпускающий сталь, чугун и бронзу.

Изучаемая территория площадью 60 км² в 460 км на юго-запад от г. Улан-Удэ расположена в долине р. Модонкуль, правого притока р. Джиды, на северных отрогах Джидинского хребта с

максимальными абс. отметками 1500-1700 м. Территория относится к зоне резко континентального климата с продолжительной холодной зимой и коротким и теплым летом ($t_{\text{июля}} = +15,6 \text{ }^\circ\text{C}$) и повышенным количеством осадков (до 300 мм) в июле. Ведущими факторами дифференциации растительного покрова г. Закаменск являются горный рельеф и экспозиция склонов. На склонах южной экспозиции распространена лесостепная растительность, представленная березой и лиственницей с луговыми степями и остепненными лугами. Северные склоны заняты лиственничными лесами и производными березовыми и осиновыми сообществами. Естественные растительные ассоциации сохранились на окраинах и в северной части города, на остальной территории растительность представлена парками или придорожными посадками тополя.

В системе почвенного районирования территория относится к Восточно-Сибирской мерзлотно-таежной почвенно-биоклиматической области, Восточно-Саянской горной провинции [1], в почвенном покрове которой преобладают горные дерново-таежные и дерново-подзолистые, дерново-карбонатные и аллювиальные луговые почвы. В пределах города естественные почвы сохранились на небольших участках под лиственничными лесами, на большей части территории распространены антропогенно-измененные дерновые, дерново-карбонатные и аллювиально-луговые почвы, верхний горизонт которых диагностируется как «урбик». Через весь город с юга на север проходит шлейф техногенных поверхностных образований (ТПО) шириной от первых десятков до первых сотен метров и протяженностью около 7,5 км, образованный в результате неконтролируемого сброса хвостов Джидинского комбината. В 2011 г. часть этих отложений объемом 3,2 млн. тонн была вывезена за пределы города в верховье основного хвостохранилища.

Городские почвы имеют преимущественно средний и легкий гранулометрический состав, содержание гумуса в них колеблется от 0,2 до 16,5 %, достигая максимальных значений в парке и на автономных позициях, где отсутствует деятельность человека. Реакция среды изменяется от сильно кислой ($\text{pH} = 3-4$) в хвостохранилищах до нейтральной ($\text{pH} = 6,5-7,5$) на садовых участках.

В пределах Закаменска выделено пять функциональных зон: 1) частная усадебная застройка, 2) центр города с многоэтажной жилой и административной застройкой, 3) промышленная, 4) хвостохранилища, включая основное хвостохранилище и территорию в центре города, с которой были вывезены лежалые пески; 5) незастроенные территории (вершины холмов). В соответствии с розой ветров, в которой преобладают западные ветры, промзона и хвостохранилища, включая малое хвостохранилище, именуемое Джидинским месторождением, расположены в восточной и юго-восточной части города. Они являются основными источниками загрязнения города, поскольку подвержены ветровой эрозии.

Методы и материалы исследований

Почвенно-геохимическая съемка на территории г. Закаменска проводилась в июне 2012 г. Пробы отбирались из поверхностного (0-10 см) горизонта по сетке с шагом 500-700 м, 8 фоновых образцов отобраны на вершинах холмов. Всего было получено 140 образцов почв и материала хвостохранилищ. В 44 пробах определено содержание ТМ (Pb, Zn, Co, Ni, Cu, Cr, Cd, Mo) и металлоидов (As, Sb) I и II классов опасности масс-спектральным методом с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS) во ВНИИ минерального сырья им. Н.М. Федоровского.

Статистическая обработка данных в программных пакетах Statistica 8 и Excel 2010 включала расчет выборочных средних, ошибок средних, максимальных и минимальных значений, средних квадратичных отклонений, коэффициентов вариации C_v , коэффициентов корреляции r и др. показателей. Содержание элементов в фоновых пробах C_ϕ сравнивалось с кларками литосферы [2]: путем вычисления $KK = C_\phi/K_l$ и рассеяния $KP = K_l/C_\phi$, где K_l – кларк в литосфере. Для отдельных функциональных зон рассчитывались коэффициенты концентрации (K_c) и рассеяния (K_p) относительно фоновых почв: $K_c = C_a/C_\phi$ и $K_p = C_\phi/C_a$, где C_a – средние концентрации элемента в городских образцах.

При эколого-геохимической оценке городских почв использовались показатели, разработанные для сопряженных эколого-геохимических и санитарно-гигиенических исследований окружающей среды городов, – предельно допустимые концентрации (ПДК) (ГН 2.1.7.2041-06) и ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) (ГН 2.1.7.2511-09) элементов; коэффициент опасности $K_o = C_a/\text{ПДК}$, суммарный показатель загрязнения, учитывающий токсичность загрязнителей: $Z_c = \sum(K_c * K_T) - (n-1)$,

где n – число элементов с $K_c > 1$, K_T – коэффициент токсичности (для элементов I класса опасности равен 1,5; для II – 1,0; для III – 0,5) [3].

Результаты и их обсуждение

Содержание ТМ и металлоидов в фоновых и городских почвах. Геохимический фон почв для городской территории составляют дерново-карбонатные почвы, которые характеризуются повышенным по сравнению с кларками в земной коре содержанием Sb (в 7,2 раза), Cd (3,5), Mo (2,8), Ni (2,6), As (2,6), Co (2,5), Zn (1,9), Pb (1,6), Cu (1,4) и пониженным – Cr (в 1,9 раза).

Анализ содержания рассматриваемых элементов в поверхностном горизонте городских почв в различных функциональных зонах (табл. 1) показал, что наиболее загрязненными являются ТПО зоны хвостохранилищ. Средние концентрации As достигают здесь 10,7, Zn – 430, Pb – 454, Cu – 201, Mo – 55,5, Sb – 25,8 мг/кг. Высокие концентрации этих элементов объясняются тем, что они наиболее типичны для первичных ореолов W-Mo месторождений [4]. Коэффициенты K_c для выявленной геохимической ассоциации варьируют от 19,4 у Pb до 2,3 у As. Другие исследуемые элементы (Cd, Co, Ni, Cr) также имеют высокие значения в рассматриваемой зоне (5,4; 20,5; 44,8; 60,4 мг/кг соответственно) с максимальным превышением фонового содержания в 15,4 раза у Cd и околофоновыми концентрациями у Cr, Ni и Co.

Таблица 1.

Характеристики содержания тяжелых металлов и металлоидов в поверхностном (0-10 см) слое почв и ТПО разных функциональных зон г. Закаменска (данные 2012 г.)

Элемент	Статистические и геохимические показатели	Функциональная зона				
		Селитебная		Промышлен-ная ($n=4$)	Хвостохрани-лищ ($n=18$)	Фоновые почвы ($n=8$)
		усадебная за- стройка ($n=10$)*	центр города ($n=4$)			
As	Среднее, мг/кг	5,6	5,6	9,4	10,7	4,7
	Min-max, мг/кг	4-8,8	3,6-7,4	5,3-16	4,6-39 (120)**	4-5,5
	K_c/K_p	1,2/-	1,2/-	2,0/-	2,3/-	2,6/-***
Cd	Среднее, мг/кг	6,1	1,1	4,2	5,4	0,35
	Min-max, мг/кг	0,2-43	0,48-2,1	1,6-9,8	0,23-18 (33)	0,18-0,72
	K_c/K_p	17,5/-	3,1/-	12,0/-	15,4/-	3,5/-
Zn	Среднее, мг/кг	231,9	165,0	377,5	430,4	131,2
	Min-max, мг/кг	80-980	110-290	180-720	78-110 (1400)	85-200
	K_c/K_p	1,8/-	1,3/-	2,9/-	3,3/-	1,9/-
Pb	Среднее, мг/кг	48,1	64,5	426,5	453,6	23,4
	Min-max, мг/кг	17-130	31-130	36-1000	22-1300 (1500)	15-30
	K_c/K_p	2,1/-	2,8/-	18,2/-	19,4/-	1,6/-
Co	Среднее, мг/кг	24,7/-	18,5/-	20,8/-	20,5/-	24,5
	Min-max, мг/кг	13-28 (69)	14-24	19-24	1,2-49	15-38
	K_c/K_p	1,0/-	-/1,2	-/1,2	-/1,2	2,5/-
Ni	Среднее, мг/кг	49,5	43,8	54,0	44,8	44,8
	Min-max, мг/кг	32-70	23-53	43-79	4,9-85	20-67 (97)
	K_c/K_p	1,1/-	1,0/-	1,2/-	1,0/-	2,2/-
Cu	Среднее, мг/кг	72,9	52,5	156,3	200,8	75,6
	Min-max, мг/кг	25-240	34-94	48-320	22-1000 (1800)	18-200
	K_c/K_p	1,0/-	-/1,4	2,1/-	2,7/-	1,4/-
Mo	Среднее, мг/кг	6,9	7,2	32,8	55,5	4,2
	Min-max, мг/кг	1,1-22	4,2-13	8,3-50	3-280	1,8-8,3
	K_c/K_p	1,6/-	1,7/-	7,8/-	13,2/-	2,8/-
Sb	Среднее, мг/кг	1,9	2,7	18,0	25,8	1,4
	Min-max, мг/кг	0,71-3,7	1,8-4,4	2,3-43	0,98-140 (440)	0,99-2,5
	K_c/K_p	1,3/-	1,9/-	12,6/-	18,0/-	7,2/-
Cr	Среднее, мг/кг	65,6	60,8	56,5	60,4	52,0
	Min-max, мг/кг	49-100	39-81	49-67	7,5-110 (140)	41-79
	K_c/K_p	1,3/-	1,2/-	1,1/-	1,2/-	-/1,9

Примечание. * n – количество проб. ** В скобках указана концентрация элемента в локальной аномалии.
*** Для фоновых почв приводятся значения K_c/K_p , рассчитанных относительно кларков литосферы [2].

Второй по уровню загрязнения является промышленная зона, где помимо характерной для хвостохранилищ геохимической ассоциации As–Zn–Pb–Cu–Mo–Sb высокую среднюю концентрацию имеет Ni – 54 мг/кг. Накопление этих элементов можно объяснить наличием крупного литейного

предприятия ООО «Литейщик» и Джидинского хвостохранилища, лежалые пески которого в результате отсутствия почвенно-растительного покрова подвержены ветровому переносу и плоскостному смыву, направленному в сторону промзоны, а также использованию отходов Джидинского комбината в строительстве (например, на территории ТЭЦ ими отсыпаны понижения вокруг резервуаров с мазутом). Все элементы, кроме Co ($K_p=1,2$), Cr ($K_c=1,1$) и Ni ($K_c=1,2$) характеризуются повышенным относительно фона содержанием: Pb ($K_c=18,2$), Sb (12,6), Cd (12,0), Mo (7,8), Zn (2,9), Cu (2,1), As (2,0).

Селитебная зона с частной усадебной застройкой характеризуется максимальным содержанием Cd (6,1 мг/кг), что превышает фоновое значение в 17,5 раз и повышенными концентрациями Mo, Zn и Pb (K_c 1,6–2,1). Причина незначительного для ТМ и катастрофического для Cd уровня содержания – периодические сильные и ураганные ветры, которые развеивают лежалые пески. В 2006 г. в результате такого явления практически все участки были покрыты материалом отходов ГОКа. Накопление Cd объясняется внесением удобрений, увеличивающих содержание гумуса до максимальных значений (9,12 %) и обогащенных Cd, который связывается в органоминеральные комплексы, слабоподвижные в слабокислой среде (pH=6,4) [5].

Изменчивость содержания рассматриваемых элементов в почвах города значительная. Высокие значения коэффициента вариации C_v характерны для Sb (209 %), Mo (206), Cd (186), Pb (157), Cu (134), что говорит о неравномерном или пятнистом характере загрязнения почвенного покрова территории. Максимальные значения этих элементов (440, 280, 33, 1500, 1800 мг/кг соответственно) зафиксированы в локальной аномалии на территории рекультивированного в 2011 г. участка с отвалами. Формирование этой аномалии можно объяснить тем, что в течение нескольких десятилетий до вывоза лежалых песков ТМ и металлоиды постепенно мигрировали вниз по профилю, а затем накапливались в погребенном гумусовом горизонте на биогеохимическом барьере; после рекультивации этот горизонт оказался на дневной поверхности. Менее значительны амплитуды колебаний у As ($C_v=100$ %) и Zn ($C_v=80,7$ %); наиболее равномерный характер распределения в поверхностном слое почв г. Закаменска имеют Co (42,8 %), Ni (41,5) и Cr (40,7).

Эколого-геохимическая оценка состояния почвенного покрова г. Закаменска. Экологическая опасность изучаемых загрязнителей в различных функциональных зонах города и в фоновых пробах определялась по отношению к ПДК и ОДК, принятым в РФ. Средние значения коэффициента опасности K_o для 7 из 10 рассматриваемых элементов лежат в пределах от 1,5 до 14,2. Для валовых форм Co, Mo и Cr критические значения не установлены, поэтому коэффициент опасности для этих ТМ не рассчитывался.

Средние концентрации As, Zn, Ni и Cu в фоновых почвах в 2,2-2,4 раза превышают установленные ПДК/ОДК для этих элементов, а максимальные – в 2,8-6,1 раза. Содержание Cd, Pb составляет 70 %, а Sb – всего 30 % от норм РФ.

Близкие распределения коэффициентов опасности имеют As, Zn, Pb, Cu и Sb. Их максимальные значения отмечаются в зоне хвостохранилищ и достигают 5,4, 7,8, 14,2, 6,1 и 5,7 соответственно. Повышенные содержания этих элементов объясняются тем, что эти элементы являются наиболее типичными для первичных ореолов вольфрамово-молибденовых месторождений. Второй по загрязненности почв является промышленная зона, где K_o изменяется в пределах от 4,0 (Sb) до 6,9 (Zn) и 13,3 (Pb). Столь высокие превышения Pb и Zn относительно ОДК связаны с литейным производством, работающей на мазуте ТЭЦ, интенсивным трафиком грузового и легкового транспорта. Распределение рассматриваемого показателя в пределах селитебных зон у выделенной ассоциации элементов различно: Zn и Cu отличается большими значениями K_o в частной усадебной застройке (4,2 и 2,2 соответственно) по сравнению с центральной частью города (3,0 и 1,6), а Pb – наоборот ($K_o=2,0$ в центре города и 1,5 в усадебной застройке), As в 2,8 раз превышает установленный в РФ норматив в обеих селитебных зонах. Содержание Sb составляет всего 40-60 % от норматива.

Другая картина наблюдается в распределении Cd и Ni. Средние концентрации Ni в поверхностном слое почв г. Закаменска в 2,2-2,7 раз превышают установленные согласно законодательству РФ ОДК, причем максимальные значения коэффициента опасности отмечены в промышленной зоне ($K_o=2,7$).

Максимальные коэффициенты опасности для Cd определены в селитебной зоне с частной

усадебной застройкой ($K_o=12,2$), второй по загрязненности является зона хвостохранилищ (10,7). Высокие значения рассматриваемого показателя для этого элемента характерны и для промзоны (8,4). В центре города с жилой и административной застройкой превышение ОДК по Cd в почвах минимально: $K_o=2,2$.

При оценке полиэлементного загрязнения почв анализировался интегральный показатель загрязнения Z_c , учитывающий токсичность элементов. Его анализ обнаружил довольно сильный разброс значений – от 12,2 до 3191. Как видно из полученной карты (рис. 1), распределение Z_c повторяет конфигурацию образованных ГОКом и сброшенных на территорию города отходов. Минимальные (< 16) значения приурочены к селитебной зоне с усадебной застройкой на северо-западе города, находящейся на наибольшем удалении от комбината, а также к автономным фоновым ландшафтам. Участки, где отмечаются столь низкие значения суммарного показателя загрязнения почв, относятся к зоне с низким уровнем экологической опасности и допустимой категорией загрязнения [6]. Здесь наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимальная частота встречаемости функциональных отклонений [7]. Однако эта территория с допустимым уровнем загрязнения почв занимает всего 5 % площади города.

Всю остальную территорию можно отнести к зоне экологического бедствия. Некоторые районы частной усадебной застройки, расположенные по окраинам и на левом берегу р. Модонкуль, характеризуются в основном значениями Z_c 16÷32, что определяет категорию загрязнения почв как умеренно опасную. Эти участки занимают около 10 % от площади города. Центр города с административной и жилой застройкой, а также некоторые участки частного сектора, расположенные как на правом, так и на левом берегах реки и суммарно занимающие 35 % площади, относятся к опасной категории загрязнения почв ($Z_c=32÷64$). В пределах обеих рассмотренных зон у школьников отмечается увеличение в 1,9-2,6 раза заболеваемости органов дыхания, костно-мышечной и эндокринной систем по сравнению со среднестатистическим показателем по России [7].

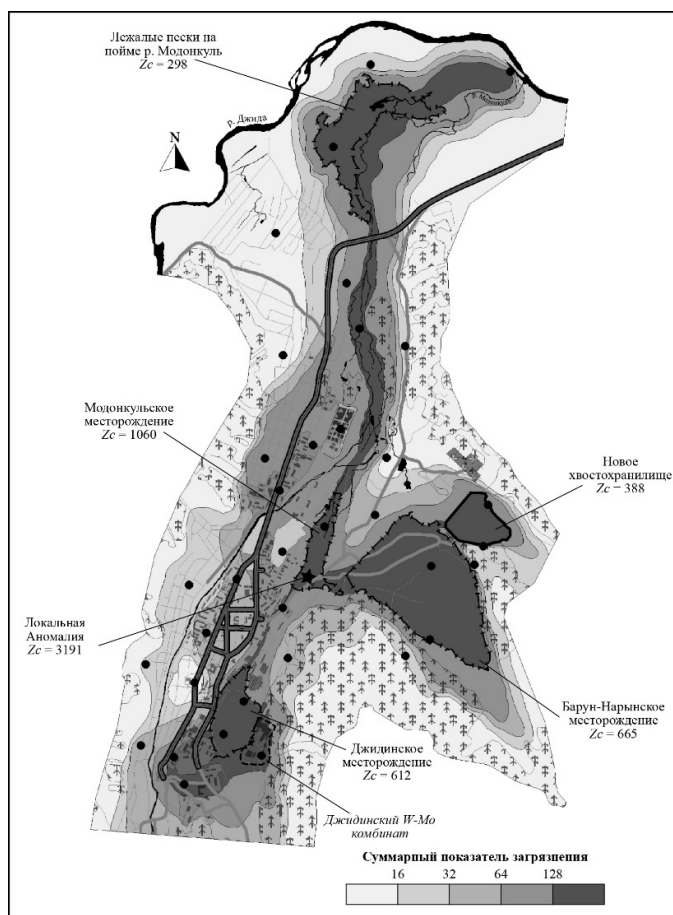


Рис. 1. Карта загрязнения почвенного покрова в г. Закаменске по показателю Z_c . Масштаб 1:35 000 (данные 2012 г.)

Промышленная зона и зона хвостохранилищ характеризуются наиболее высокими показателями Z_c – 200-1060 и наличием локальной аномалии с Z_c 3191 на территории, где в 2011 г. провели рекультивацию. Их суммарная площадь составляет 55 % от общей площади города и относится к категории чрезвычайно опасного загрязнения почв, которое сопровождается резким увеличением числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями нарушениями функционального состояния сердечно-сосудистой системы [7].

В целом загрязнение поверхностного слоя почв и ТПО г. Закаменска ТМ (Pb, Zn, Co, Ni, Cu, Cr, Cd, Mo) и металлоидами (As, Sb) I и II классов опасности можно охарактеризовать как чрезвычайно опасное (среднее по городу $Z_c=214$). Ареалы очень сильного загрязнения совпадают с контурами обоих хвостохранилищ и шлейфа загрязненных песков. Полученные результаты согласуются с ранее полученными данными: в отчете А.П. Папова [8] и работе В.М. Прусакова с соавторами [7] отмечается, что зона с показателем $Z_c=64\div 128$ охватывает около $\frac{1}{2}$ городской территории.

Выводы

1. Региональный фон в районе г. Закаменска характеризуется повышенным содержанием всех рассмотренных элементов, кроме Cr ($KP=1,9$) и образуют ряд, где элементы расположены в порядке убывания KK : Sb > Cd > Mo > Ni > As > Co > Zn > Pb > Cu. Максимальные средние концентрации As (10,7 мг/кг), Zn (430), Pb (454), Cu (201), Mo (55,5), Sb (25,8) определены в ТПО (лежалых песках ГОКа).

2. Территория исследований характеризуется превышением ПДК As, Cd, Zn, Pb, Ni, Cu, Sb ($K_o=1,5-14,2$), за исключением Sb в селитебных зонах ($K_o=0,4-0,6$). По суммарному показателю загрязнения почв г. Закаменск делится на две части: правобережье р. Модонкуль, где расположены промышленная зона и центр города с многоэтажной застройкой, а также хвостохранилища (два основных и шлейф) с опасной и чрезвычайно опасной категориями загрязнения ($Z_c=64-1060$), и левобережье, где сосредоточена частная усадебная застройка и часть центра города с допустимой или умеренно опасной категориями загрязнения ($Z_c=12,2-64,0$).

3. Рекультивация на участке Модонкульского месторождения, проведенная в 2011 г., обнажила погребенный гумусовый горизонт с максимальными для изучаемого города концентрациями As (120 мг/кг), Cd (33), Zn (1400), Pb (1500), Cu (1800), Mo (280), Sb (440) и сформировала новую аномалию, суммарный показатель загрязнения которой достигает значения 3191.

Reference

1. Добровольский В.В., Урусевская И.С. География почв. - М.: Изд-во МГУ, Колос, 2004. - 460 с.
2. Kabata-Pendias A. Trace elements in soils and plants. by Taylor and Francis Group // LLC. - 2011. - 548 p.
3. Методические рекомендации по оценке загрязненности городских почв и снежного покрова тяжелыми металлами / В.А. Большаков и др.; Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева. - 1999. - 32 с.
4. Григорян С.В. Рудничная геохимия. - М.: Недра, 1992. - 294 с.
5. Кадмий в почвах и горных породах Южного Урала / В.Н. Орешкин и др. // Геохимия. - 1988. - Т.6. - С. 857-867.
6. Проблемы экогеохимии крупных городов / Н.С. Касимов и др. // Охрана и разведка недр. – 2012. - № 7. - С.8-13.
7. Оценка риска здоровью детского населения от воздействия техногенных песков вольфрамо-молибденового ГОКа / В.М. Прусаков и др. // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2005. - № 8 (46). - С. 55-60.
8. Папов А.П. Реализация природоохранных мероприятий, связанных с закрытием Джидинского вольфрамово-молибденового комбината г. Закаменска; оценка экологической ситуации в прилегающей зоне бывшего ДВМК: Пояснительная записка. - Улан-Удэ: Изд-во БГСХА, 2007. - 259 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРЕМНИСТЫХ И РАДОНОВЫХ ВОД ЮЖНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

©Ульзетуева И.Д.

Байкальский институт природопользования СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия

PROSPECTS FOR THE USE OF SILICA AND RADON WATERS OF THE SOUTHERN BAIKAL REGION

©Ul'zetueva I.D.

Baikal Institute of Nature management SB RAS, Ulan-Ude, Russia

Abstract: The work presents the results of hydro-chemical research on the mineral springs of the southern part of Baikal region.

Key words: Southern Baikal region, silica and radon waters.

Последствия загрязнения окружающей среды наиболее негативно воздействуют на здоровье населения. Одним из основных факторов негативного воздействия является загрязнение источников питьевой воды. Для уменьшения влияния загрязненных вод, а возможно, и полного устранения следует шире использовать местные природные подземные минеральные воды питьевого качества. Одними из наиболее распространенных и целебных с уникальными лечебно-профилактическими свойствами являются кремнистые и радоновые воды.

Специфическим компонентом в их составе являются бальнеологически активные элементы кремний и радон. В Южном Забайкалье наиболее перспективными являются термальные и субтермальные кремниевые воды Енгорбойского Аршана с минерализацией до $1,2 \text{ г/дм}^3$, в которых концентрация метакремниевой кислоты достигает 110 мг/дм^3 и холодные радоновые воды Селенгинского среднегорья.

Цель работы- исследование гидрохимического состава минеральных источников Южного Забайкалья.

Исследованные нами минеральные источники по своим физическим свойствам, химическим и газовым составом относятся к азотным термальным кремнистым водам Байкальской гидроминеральной области и радоновым водам Селенгинского гидроминерального района холодных негазирующих радоновых вод Даурской (Забайкальской) гидроминеральной области [1].

Изучение гидрохимического состава минеральных источников Енгорбойского Аршана показали, что воды всех источников (кроме двух - Бурхатай и Шарын) являются слабоминерализованными, слабощелочными. К теплым термальным водам с температурой до 37°C , отнесены четыре источника и к горячим с температурой $38,5^{\circ}\text{C}$ один источник.

По анионно-катионному составу воды источников являются гидрокарбонатно-сульфатными, сульфатно-гидрокарбонатными, кальциево-натриевыми, натриево-кальциевыми, натриевыми. Из основных анионов присутствуют сульфат - ионы от 203 до 447 мг/дм^3 , гидрокарбонат – ионы от 84 до 97 мг/дм^3 , хлорид – ионы от 45 до 84 мг/дм^3 . Основные катионы представлены ионами натрия (суммарно с калием) от 146 до 370 мг/дм^3 , кальция от 22 до $34,1 \text{ мг/дм}^3$.

По наличию фтора во всех источниках отмечено его высокое содержание от 9,0 до $15,0 \text{ мг/дм}^3$. Другим привлекающим внимание элементом Енгорбойских источников является наличие в них радона. По его содержанию источники относятся к слабордиоактивным, концентрация которого достигает 30 эман (110 Бк).

Сравнение результатов показывает, что на протяжении более 60 лет химический состав вод остается стабильным по большинству источников. Стабильному гидрохимическому режиму, особенно родников, способствует проводимое в последнее время повсеместно благоустройство прилегающей территории, обеспечивая тем самым должное состояние зоны санитарной охраны для предупреждения загрязнения, особенно неглубоко залегающих, кремнистых подземных вод.

Радоновые воды исследованных минеральных источников Селенгинского среднегорья имеют низкую температуру ($0,1-10,0^{\circ}\text{C}$) и малую минерализацию (до $0,5 \text{ г/дм}^3$). Величина pH варьирует в пределах 6,5-7,7. В анионном составе повсеместно преобладают гидрокарбонаты. Катионный состав смешанный, как правило, натриево-кальциевые, кальциево-натриевые и магниевые-кальциевые, реже натриевые, кальциевые, кальциево-магниевые и магниевые-натриевые воды. Содержание радона в большинстве источников не более 300-400 эман ($1110-1480 \text{ Бк}$), что не превышает нормативов к их использованию. Радоновые воды используются для лечения желудочных, кожных, ревматических заболеваний, болезней нервной, костно-мышечной, мочеполовой систем и др.

Воды источников и илы используют для лечения заболеваний сердечно -сосудистой системы, в том числе и ревматизма, гипертонии, опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы, остаточных явлений полиомиелита у взрослых, остеохондроза. Показаны при заболеваниях печени и желчевыводящих путей, заболеваниях почек и мочевыводящих путей, заболеваниях обмена веществ, хронических интоксикациях, в том числе солями тяжелыми металлов, радионуклидами, алкогольной.

Многочисленные проявления и месторождения этих слабоминерализованных столовых минеральных вод должны еще шире использоваться наряду с кондиционными пресными подземными водами более глубоких водоносных горизонтов в питьевых целях и санитарно-курортной практике.

Минеральные воды и лечебные грязи, а также благоприятные природно-климатические условия исследуемой территории представляют определенный потенциал, достаточный для формирования рынка бальнеологических услуг для населения. Кроме того, высокий рекреационный потенциал для развития и организации курортного дела и рекреации требует создания хорошо развитой инфраструктуры, что, в свою очередь, позволит улучшить экономическую ситуацию в Республике Бурятия.

Reference

1. Борисенко И. М., Замана Л. В. Минеральные воды Бурятской АССР. – Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во, 1978. - 162 с.

СМЕНА РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ В СУХИХ СТЕПЯХ НА ТЕРРИТОРИИ СОМОНА АЛТАНБУЛАГ ЦЕНТРАЛЬНОГО АЙМАКА МОНГОЛИИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ВЫПАСА

©Уртнасан М.^{1,2} (m.urtnasan@yahoo.com), Любарский Е.Л.¹, Шийрэв-Адьяа С.²

¹Казанский (Приволжский) Федеральный университет, Россия

²Институт географии МАН, г. Улан-Батор, Монголия

CHANGE OF THE VEGETATION COMMUNITIES IN THE DRY STEPPES UNDER THE INFLUENCE OF GRAZING ON THE TERRITORY OF ALTANBULAG SOUM OF THE CENTRAL AIMAG IN MONGOLIA

©Urtnasan M.^{1,2} (m.urtnasan@yahoo.com), Lyubarsky E.L.¹, Shiirev-Adiya S.²

¹Kazan (Volga region) Federal university, Russia

²Institute of Geography MAS, Ulaanbaatar, Russia

Abstract: The article describes the materials on the effect of stress on the animals grazing land and a change in this regard, the species composition of plant communities, projective cover, composition and structure of grassland vegetation. The studies were conducted in 2009 on natural pastures of the soum Altanbulag Central aimag. Key areas are located at distances of 50 m, 500 m, 1000 m, 2000 m, 3000 m from the camp. In 2009-2010, the results of the study revealed the current state of the use of pastures and installed a variety of plant species identified in the productivity of different grassland types in varying degrees and using them in different landscapes: on the slopes of the mountains, flat plains and the river valley.

Key words: Pasture, steppe, degradation, Tuv aimag Altanbulag soum of Mongolia.

Введение

Важнейшим природным ресурсом Монголии являются естественные кормовые угодья, занимающие около 90 % земельного фонда страны. Из них 1,5 % приходится на сенокосы, а остальное составляют пастбища, пригодные для выпаса скота на протяжении всего года. Пастбища Монголии занимают 123 млн. га и являются основой существования животноводства, составляющего основу народного хозяйства страны как в прошлом, так и в настоящее время.

В настоящее время интенсивная деградация пастбищ в результате пастбищной дигрессии продолжается, что проявляется в снижении продуктивности пастбищ, в ухудшении качества травостоя, увеличении в нем доли ядовитых, непоедаемых, плохо поедаемых и сорных растений (Рэгдэл Д., Дугаржав Ч., 2010). Такое положение объясняется значительным увеличением поголовья скота (Mongolia Environment Monitor, 2003) и нерациональным интенсивным использованием пастбищ (Микляева и др., 2005).

С целью изучения влияния пастбищного использования на степную растительность мы провели в 2009 г. геоботаническое обследование степных пастбищ в сомоне Алтанбулаг Центрального аймака Монголии.

Материалы и методы исследований

Исследование растительных сообществ деградированных пастбищ в степях проводились на территории сомона Алтанбулаг вдоль трансекта длиной 3 км и шириной 100 м на расстояниях от стойбища. Ключевые участки – стойбище располагались на равнинах на высоте 1340-1462 м над уровнем моря. В направлении с запада на восток высота равнины постепенно увеличивается 1530-1540 м над уровнем моря.

По ботанико-географическому районированию сомон Алтанбулаг Центрального аймака расположен в пределах Средне-Халхасского округа Евразийской степной области (Улзийхутаг, 1989). В степной зоне преобладают мучнисто-карбонатные и бескарбонатные каштановые почвы и супесчаные светло-каштановые почвы.

Мы выбрали пункты измерения на расстоянии от стойбища: 50 м, 500 м, 1000 м, 2000 м и 3000 м, то есть от стойбища, с целью исследования изменения состава и структуры степной растительности в зависимости от интенсивности использования пастбищ. На каждом пункте проводили геоботаническое описание, делали радиоспектрометрическое измерение, отобрали укосы для проб биомассы (рис.1.)

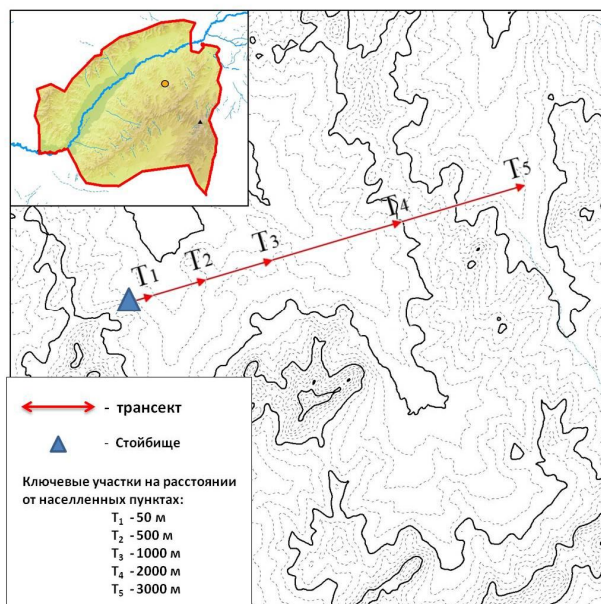


Рис.1. Территория исследований. Рельеф сомона Алтанбулаг и изучаемый трансект (красная линия)

Результаты исследований

Трансект начинается с востока на запад на расстоянии 50 м от стойбища на высоте 1340 м на равнине, где постоянно пасут скот. Здесь встречаются только сообщества полыни Адамса (*Artemisia adamsii*) с высоким обилием (сор₃). На сильно деградированных степных пастбищах. На расстоянии 500 м от стойбища на равнине на высоте 1395 м появляется разнотравно-осоково-полынное сообщество. *Artemisia adamsii* доминирует в сообществах с обилием 'сор₃', а такие виды растений как *Carex duriuscula*, *Elymus chinensis* выступают в роли субдоминантов с низким обилием (sp). Далее трансект переходит через равнину на расстоянии 1000 м от стойбища на высоте 1419 м распространено разнотравно-злаково-полынное сообщество. Довольно обильно произрастает *Artemisia frigida* с обилием 'сор₃'. Также часто встречаются *Potentilla bifurca*, *Elymus chinensis*, *Cleistogenes squarrosa*, *Chenopodium album* с обилием sol снижается роль полыни Адамса почти на 50 %, а возрастает роль осоки, разнотравья и злаков в сообществе. На участке трансекта на расстоянии 2000 м от стойбища на холмистых равнинах на высоте 1530 м преобладающими являются разнотравно-злаково-полынные сообщества. Обилие *Artemisia adamsii* снижается до 'sp', а обилие *Stipa krylovii* увеличивается до сор₁. Здесь встречаются *Carex duriuscula*, *Potentilla bifurca*, *Elymus chinensis*, *Cleistogenes squarrosa*, *Chenopodium album*. В сообществах практически на 70% снижается роль полыни Адамса и наоборот увеличивается роль *Stipa krylovii* также помимо них обильно произрастают осоки, разнотравье и злаки. На конечном участке трансекта протяженностью 3000-4000 м на холмистых равнинах на высоте 1540 м распространены осоково-полынно-злаковые сообщества. Доминантом этого сообщества является *Stipa krylovii*. Также здесь встречаются *Artemisia adamsii*, *Carex duriuscula*, *Potentilla bifurca*, *Elymus chinensis*, *Cleistogenes squarrosa*, *Poa attenuate*, *Koeleria macrantha* с обилием sol- sp. В сообществе возрастает роль ковыля Крылова, наряду с ней также

обильно произрастают полынь холодная, осоки, разнотравье и мелкодерновинно-злаковые. В общей биомассе доля полыни уменьшается до 19.1%, а доля злаков увеличивается до 70,7% (табл.1.).

Выявлено, что увеличение проективного покрытия растительного покрова связано с увеличением общей биомассы. Однако 45-100% от общего проективного покрытия сообществ составляет проективное покрытие неподаваемой полыни Адамса. На отдаленных от стойбища пастбищах (2000-3000 м) наблюдалось увеличение количества видов злаковых и увеличение общей урожайности сообществ, что говорит о возможности восстановления структуры и состава растительного покрова пастбища, если не использовать пастбища длительное время под высокой нагрузкой (табл.2, рис.2.).

Таблица 1

Средние веса по ботаническим группам					
По ботаническим группам	Злаки	Осоки	Бобовые	Полыни	Разнотравье
средние и ошибка средней арифметической	M±m	M±m	M±m	M±m	M±m
50 м	1,9±1,9	6,9±3,7	0,0	87,2±51,9	0,0
500	5,4±2,6	4,2±1,4	0,0	67,4±28,4	16,5±9,9
1000	12,9±5,5	12,0±6,0	0,3±0,1	72,6±30,1	22,0±13,28
2000	27,8±9,2	6,8±1,4	2,0±2,0	51,3±13,9	3,3±0,3
3000	11,7±4,5	8,6±4,0	0	35,4±3,0	6,4±2,9
P-точность определения средней	0,00108	0,56955	0	0,49787	0,32422

Таблица 2

Общая биомасса на деградируемых пастбищах в зависимости от удаленности от стойбища, г/м²M±m, г/м²

Название сообщества	На расстоянии от стойбища	Общая биомасса, г/м ² M±m
Адамсовое Полынное	50 м	97,4±51,7
Разнотравно-осоково-полынное	500 м	93,5±24,5
Разнотравно-злаково-полынное	1000 м	119,7±30,4
Разнотравно-злаково-полынное	2000 м	91,1±17,8
Осоково-полынно- злаковое	3000 м	62,0±1,0

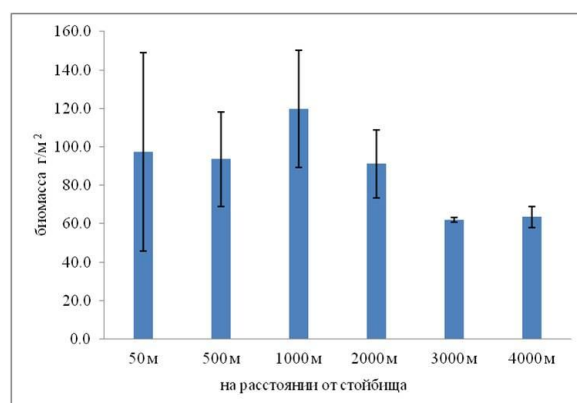


Рис 2. Общая биомасса, г/м²M±m, г/м²

Как видно, на расстоянии 50 метров от стойбища, где пастбище сильно деградировано несмотря на низкие показатели проективного покрытия (23%), количество общей биомассы в среднем составляло - 97,4 г/м². На расстоянии 1000 метров (проективное покрытие составляло - 58 %, биомасса - 119,7 г/м²). Это показывает, что объем биомассы не значительно зависит от проективного покрытия растительного покрова. Из них 89.6-60.6 % составляет полынь адамсии.

Однако при снижении степени дигрессии наоборот объем биомассы прямо зависит от проективного покрытия. Количественные показатели вегетационного индекса (NDVI) относительно

радиоспектрального измерения каждого вида растения колеблются в пределах 0,53-0,60. Это говорит о плотном проективном покрытии растительного покрова (рис. 3).

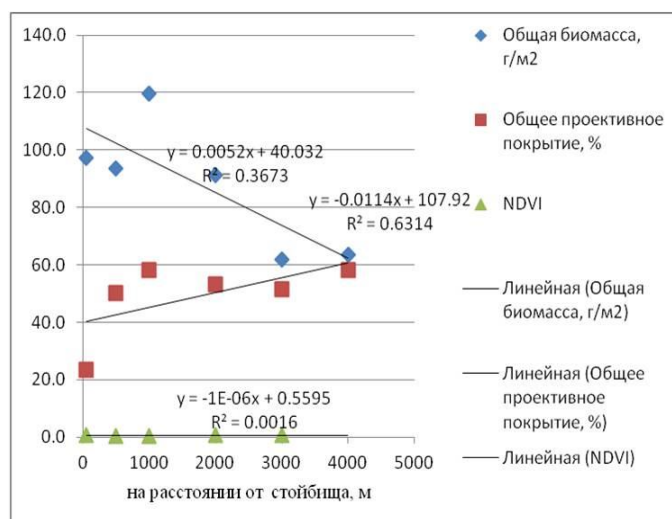


Рис 3. Соотношение среднего значения общей биомассы и проективного покрытия растительного покрова

Нами выявлена закономерность, что когда увеличивается проективное покрытие растительного покрова, также растет количество общей биомассы растительности (1000м). В адамсово-полынный, разнотравно-осоково-полынный, разнотравно-злаково-полынный сообществах биомасса полынь Адамса составляет 89,6-60,6 %. Это показывает, что на сильно деградированных пастбищах общая биомасса не сильно зависит от проективного покрытия растительного покрова.

Таким образом, чем дальше от стойбища (3000-4000 м), тем меньше биомасса и роль полыни Адамса в растительных сообществах, и наоборот наблюдается тенденция увеличения роли видов растений как злаковых и разнотравья. На расстоянии 50 и 500 метров в растительном сообществе снизилась роль видов поедаемых растений, однако преобладающую роль выполняет полынь Адамса. Также в сообществах увеличивается количество видов растений и объем биомассы злаковых достигает до 44,9 г/м², что говорит о возможности восстановления структуры и состава пастбищной растительности, если не использовать пастбища длительное время под высокой нагрузкой.

Reference

1. Василевич В.И. Статистические методы в геоботанике. - Л., 1969 а. - 231 с.
2. Улзийхутаг Н. Обзор флоры Монголии. - Улан-Батор, 1989. - С.140.
3. Даваажамц Ц. Пастбища и сенокосы северной части Убурхангайского аймака МНР: дис. ... канд. биол. наук. - Л., 1954. - 152 с.
4. Казанцева Т.И. Продуктивность зональных растительных сообществ степей и пустынь Гобийской части Монголии: тр. совместной Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции. - М.: Наука, 2009. - Т. LI. - 336 с.
5. Влияние выпаса скота на видовой состав и продукцию доминантой степных экосистем Монголии / И.М. Микляева и др. // Экосистемы Монголии и приграничных территорий соседних стран: природные ресурсы, биоразнообразие и экологические перспективы: сб. ст. - Уланбатор, 2005. - С.222-227.
6. Ким Андре Ванселов, Тобиас Краудзун и Сирус Самими. Практика содержания скота на пастбищах и пастбищепользование на Восточной Памире. Связь использования пастбищ, потенциала пастбищ и имущественных прав // Mountain Research and Development (MRD) Горные исследования. - 2012. - С.74-87.
7. URL: www.mrd-journal.org
8. Особенности трансформации растительности основных типов степей при пастбищном использовании (Монголия) / С.Н. Бажа и др. // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века: материалы всерос. конф. (Петрозаводск, 22-27 сентября 2008 г.). - Ч. 5. Геоботаника. - Петрозаводск, 2008.
9. Мусина Л.Б., Юнусбаев У.Б. Динамика фитомассы степных пастбищ Зауралья при выпасе разных видов скота // Современная динамика компонентов экосистем пустынно-степных районов России: материалы школы-семинара молодых ученых (г. Красный Кут, 20-28 июня 2001 г.) / под ред. А.А. Чибилева и др. - М.: РАСХН, 2001. - С. 95-99.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
-------------	---

ТОМ 1

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Алтансукх Очир, Мунхдаваа Мунхжаргал ВЫДЕЛЕНИЕ ВОДОСБОРНЫХ ПЛОЩАДЕЙ ОЗЕРА ХЯРГАС И РЕКИ ЗАВХАН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	9
Амарсайхан Д., Батценгел В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ И РАДАРНЫХ СНИМКОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ В МОНГОЛИИ	13
Баттогтох Д., Жамбалжав Я., Жаргалтулга Ц., Амарбаясгалан Й., Темуужин Х. ИССЛЕДОВАНИЯ БАЛАНСА ВОДНОГО ЦИКЛА НА ПРИМЕРЕ РЕКИ ХАРАА В МОНГОЛИИ	17
Батунацун, Юнфэн Ху, Чжиин Сю ИЗМЕНЕНИЕ ВИДОВОГО СОСТАВА РАСТЕНИЙ НА ТРАНСЕКТЕ ОТ УЛАН-БАТОРА ДО ШИЛИЙН ХОТ	17
Батхишиг О., Бямбаа Г., Болормаа Ц., Ихбаяр Д. ПОЧВЫ ГОРНОГО МОНГОЛЬСКОГО АЛТАЯ (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ БУЯНТ)	20
Бинчжень Ду, Линь Чжень, Рудольф де Гроот ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ НА ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В РАЙОНЕ ИСТОКА РЕКИ ХУАНХЭ	24
Чунся Лу, Чен Лун, Се Гаоди ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕЛОСТНОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ РЫБ И ИЗМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ЭКОСИСТЕМЫ ОЗЕРА БАЙЯНДЯНЬ	29
Энхтайван Д. ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ РЕЛЬЕФА ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ПРИХУБСУГУЛЬЯ	29
Хаси Баган, Тана Цянь, Цугуки Киношита, Йошики Ямагата ИЗМЕНЕНИЯ В ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИИ ВО ВНУТРЕННЕЙ МОНГОЛИИ КАК УГРОЗА СТЕПНЫМ И УВЛАЖНЕННЫМ ТЕРРИТОРИЯМ	33
Дзилигара, Масатеру Сенге, Такео Ониши, Шийрев-Адия Самдан ОЦЕНКА УЩЕРБА ОТ ДЗУДА ДЛЯ ТРАДИЦИОННОГО ЖИВОТНОВОДСТВА НА ФОНЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В АЙМАКЕ ДОРНОД (ВОСТОЧНАЯ МОНГОЛИЯ)	36
Цзюньфан Чжао, Цзеньпин Го, Цзя Му, Янхун Сю ПОСЛЕДСТВИЯ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ИЗМЕНЕНИЕ СУХОСТИ И ВЛАЖНОСТИ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ КИТАЕ	37
Меитин Хоу, Юнхун Ху РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ И ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ АЛЬБЕДО ПОД ВЛИЯНИЕМ УРБАНИЗАЦИИ: ПРИМЕР ИЗ ЮЖНОГО КИТАЯ	41
Отгонсурен Шар, Эрденесух Сумия К ОЦЕНКЕ РЕЧНОГО СТОКА: ДОЛГОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ ДЛЯ РЕКИ ОНГИ	45
Цюаньцин Шао, Цзюнь Чжай, Цзюань Лю ВЛИЯНИЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПОТЕПЛЕНИЕ КЛИМАТА НА ВНУТРЕННЕМОНГОЛЬСКОМ ПЛАТО	49
Ренчинмядаг Т. ЛАНДШАФТЫ ПОД ВНЕШНИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ В ЦЕНТРАЛЬНЫХ РЕГИОНАХ МОНГОЛИИ	53
Саруулзаяа А., Жамбалжав Я., Гансукх Я. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ LANDSAT ДЛЯ КВАНТИФИКАЦИИ ОЗЕРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ДАРХАТСКОЙ КОТЛОВИНЕ В СЕВЕРНОЙ МОНГОЛИИ	55
Сицин Билиге Ван, Йошио Ауайя ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ В ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИИ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ЭДЗИН-ГОЛ ВО ВНУТРЕННЕЙ МОНГОЛИИ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ LANDSAT TM	58
Сономдагва Ч., Батделгер Б. ИЗУЧЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В УЛАН-БАТОРЕ	60

Тунхуа У, Линь Чжао, Циньсюэ Ван, Цинбай У, Жэнь Ли, Очирбат Батхишиг ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КЛИМАТА И ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ НА ТРЕХ ОТДЕЛЬНЫХ УЧАСТКАХ С МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТОЙ НА МОНГОЛЬСКОМ И ЦИНХАЙ-ТИБЕТСКОМ ПЛАТО	63
Васильева И.Е., Шабанова Е.В., Дорошков А.А., Пройдакова О.А. Отгонтуул Ц., Хуухэнхуу Б., Бямбасурэн Ц. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКСИЧНЫХ И ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ ГОРОДА УЛАН-БАТОР. ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ	67
Вэньли Цян ВИРТУАЛЬНОЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ТОРГОВЛЕ ЗЕРНОВЫМИ В КИТАЕ И СВЯЗАННАЯ С НЕЙ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ	71
Сяогуан Ян, Чжицзюань Лю, Фу Чен ВОЗМОЖНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА НА СЕВЕРНЫЕ ПРЕДЕЛЫ СИСТЕМЫ РАСТЕНИЕВОДСТВА И ПОЛУЧЕНИЯ УРОЖАЯ В КИТАЕ	72
Сяомин Цао, Цзюаньле Ван ИЗУЧЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ MODIS NDVI НА ТЕРРИТОРИИ МОНГОЛЬСКОГО ПЛАТО В ПЕРИОД 2000-2012 ГГ.	76
Юншен У, Жуйпин Ин, Синь Чжан, Цзе Жень, Сюминь Тянь, Цзень Ван, Цзекунь Ли, Хэнлу Мяо ВЕТЕР КАК ФАКТОР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЧВЕННОЙ КОРКИ НА ПОВЕРХНОСТИ ПЕСЧАНЫХ ДЮН	80
Чженцзя Лю РЕАКЦИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА	85
Чжиган Сун, Цинсюэ Ван, Матасака Ватанабе, Очирбат Батхишиг ВЗАИМОСВЯЗЬ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА СТЕПНЫХ ВЫСОКОГОРИЙ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЫ В МОНГОЛИИ	89
Чжиин Сю, Юнфэн Ху, Цзюань Лю, Линь Чжэн АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ МАСШТАБА ДЛЯ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА И ВЕГЕТАЦИОННОГО ИНДЕКСА NDVI НА МОНГОЛЬСКОМ ПЛАТО	92
Цзуган Чен ОБЗОР МОНГОЛЬСКОГО ПЛАТО	97
Абдульмянов С.Н. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ДОСТОПРИМЕЧАТЕЛЬНОСТИ МОНГОЛИИ	98
Авирмэд Э. ПЕЩЕРЫ СЕВЕРНОЙ МОНГОЛИИ	103
Алымбаева Ж.Б., Аюржанаев А.А., Цыдыпов Б.З. ОПЫТ СОСТАВЛЕНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ КАРТЫ РАСТИТЕЛЬНОСТИ БАСЕЙНА Р. СЕЛЕНГИ НА ОСНОВЕ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ LANDSAT	106
Ананин А.А. ФОРМИРОВАНИЕ НАСЕЛЕНИЯ ПТИЦ В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ ЮГА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ	110
Ананина Т.Л. ОСОБЕННОСТИ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ ЖУЖЕЛИЦ (<i>COLEOPTERA</i>, <i>CARABIDAE</i>) НА КАТЕНЕ БАРГУЗИНСКОГО ХРЕБТА (СЕВЕРНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ)	115
Андреев С.Г., Гармаев Е.Ж., Аюржанаев А.А. РЕКОНСТРУКЦИЯ РАСХОДА ВОДЫ РЕК БАСЕЙНА Р. СЕЛЕНГИ ПО ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ	118
Ариунсанаа Бат-Эрдэнэ, Алтансүх Очир ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА МАЛЫХ ОЗЕРАХ В ЮГО-ВОСТОЧНЫХ РЕГИОНАХ МОНГОЛИИ (НА ПРИМЕРЕ О. ГАНГА)	122
Атугова Н.А., Филенко Р.А., Нармандах Ч. ВОДОРАЗДЕЛЬНЫЕ ТОЧКИ ЗАБАЙКАЛЬЯ И МОНГОЛИИ	126
Ахметзянова М.Р. ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЛЕСА РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ	128
Бадмаев Н.Б., Цыдыпов Б.З., Куликов А.И., Гончиков Б.-М.Н. ПРОСТРАНСТВЕННО- ВРЕМЕННАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КЛИМАТА МЕРЗЛОТНЫХ ПОЧВ МЕТОДАМИ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И НАТУРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ	131
Батоев В.Б., Батоева А.А. ПОСТУПЛЕНИЕ И ТРАНСФОРМАЦИЯ СТОЙКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В БАСЕЙНЕ ОЗЕРА БАЙКАЛ	136

Баярмаа Вандангомбо	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС И ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ СОМОНА БАРУУНБУРЭН СЕЛЕНГИНСКОГО АЙМАКА)	137
Бешенцев А.Н.	ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ РОССИЙСКО-МОНГОЛЬСКОЙ ТРАНСГРАНИЧНОЙ ТЕРРИТОРИИ	140
Бобринев В.П., Пак Л.Н.	ФИТОМЕЛИОРАТИВНЫЕ НАСАЖДЕНИЯ НА КОЧЕВЫХ ПАСТБИЩАХ В МОНГОЛИИ И ЗАБАЙКАЛЬЕ	144
Борисова Т.А., Гармаев Е.Ж.	РИСК ОТ НАВОДНЕНИЙ В ТРАНСГРАНИЧНОМ БАССЕЙНЕ Р. СЕЛЕНГИ	149
Быбин Ф.Ф., Задорожный В.Ф.	ЦЕОЛИТЫ ЗАБАЙКАЛЬЯ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АГРАРНОГО ПОТЕНЦИАЛА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА БАЙКАЛО-МОНГОЛЬСКОГО РЕГИОНА	152
Волошин А.Л., Цыдыпов Б.З., Батуева Д.Ж., Чимэддорж Ц.	ЛАНДШАФТНО-ДИНАМИЧЕСКАЯ ИНДИКАЦИЯ NDVI-АРЕАЛОВ ЗЕМЕЛЬ АРИДНОЙ И СЕМИАРИДНОЙ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОН МОНГОЛИИ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ДЕГРАДАЦИИ И ОПУСТЫНИВАНИЮ	153
Гармаев Е.Ж.	ОЦЕНКА МНОГОЛЕТНЕГО СТОКА РЕК МОНГОЛЬСКОГО ПЛАТО	158
Данилин И.М., Цогт З.	ФОРМИРОВАНИЕ ЛИСТВЕННИЧНЫХ ЛЕСОВ СЕВЕРНОЙ МОНГОЛИИ	160
Джаналеева Г.М., Инкарова Ж.И., Озгелдинова Ж.О., Мукаев Ж.Т., Асылбеков К.М.	ЭТНОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ГЕОЭКОСИСТЕМ	164
Дубовикова С.В.	СОСНОВЫЕ БОРЫ НА ПЕСКАХ МЕЖДУРЕЧЬЯ СЕЛЕНГИ И ЧИКОЯ	170
Елаев Э.Н., Дондупова Н.Б., Жалсараева М.А.	АЛГИНСКАЯ СИСТЕМА ОЗЕР КАК УНИКАЛЬНАЯ ЭКОСИСТЕМА ЗАБАЙКАЛЬЯ И ЕЕ СОХРАНЕНИЕ	172
Елаев Э.Н., Елаева Н.Г., Рудых С.Г., Турунхаев А.В.	ТУНКИНСКИЙ ПРИРОДНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК: ОСНОВНЫЕ ПРИРОДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ СОХРАНЕНИЯ	174
Елаев Э.Н., Турунхаев А.В.	СЕЛЕНГИНСКОЕ СРЕДНЕГОРЬЕ (СЕЛЕНГИНСКАЯ ДАУРИЯ) КАК НОВАЯ ЭКОТОННАЯ ПРОВИНЦИЯ В ЗООГЕОГРАФИЧЕСКОМ РАЙОНИРОВАНИИ БАЙКАЛЬСКОЙ СИБИРИ	178
Жамбалова Д.И.	ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СБРОСНЫХ ВОД ОСУШИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ В ДЕЛЬТЕ РЕКИ СЕЛЕНГИ	183
Жигжитжапова С.В., Соктоева Т.Э., Раднаева Л.Д., Тараскин В.В.	КОМПОНЕНТЫ ЭФИРНОГО МАСЛА <i>ARTEMISIA FRIGIDA</i> WILLD. И <i>ARTEMISIA ADAMSII</i> BESS. БУРЯТИИ И МОНГОЛИИ И ИХ РОЛЬ В АДАПТАЦИИ РАСТЕНИЙ	186
Зонхоева Э. Л., Санжанова С.С., Дампилова Б.В.	ПРИМЕНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ГЕОХИМИЧЕСКИХ БАРЬЕРАХ ДЛЯ ОЧИСТКИ РУДНИЧНЫХ ВОД	189
Иванова О.А., Хертуев В.Н.	К ВОПРОСУ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ХОЛБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА ПЕРИФЕРИИ МОНГОЛЬСКОГО ПЛАТО	191
Касимов Н.С., Кошелева Н.Е., Алексеенко А.В.	ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛАНДШАФТОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ МОНГОЛИИ ПРИ ДОБЫЧЕ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА (МЕСТОРОЖДЕНИЕ ЗААМАР)	194
Кожевникова Н.М.	ТЯЖЁЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ЭМБРИОЗЕМАХ ПРОМЗОНЫ ДЖИДИНСКОГО ВОЛЬФРАМ - МОЛИБДЕНОВОГО КОМБИНАТА	199
Коломиец В.Л.	ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ ЛИТОГЕНЕЗА ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩ БАССЕЙНА Р. ИХ-ТУЛБЭРИЙН-ГОЛ (БУЛГАН АЙМАК, МОНГОЛИЯ)	205
Коломиец В.Л.	ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФОРМИРОВАНИЯ РЫХЛЫХ ОТЛОЖЕНИЙ УРОЧИЩА САЛХИТ (ХЭНТЭЙ, МОНГОЛИЯ)	208
Кошелева Н.Е., Киселёва Т.М., Бажа С.Н., Энх-Амгалан С.	ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ И МЕТАЛЛОИДАМИ ПОЧВ Г. ДАРХАНА (МОНГОЛИЯ)	214

Намсараев Б.Б., Гармаев Е.Ж., Намсараев З.Б., Бархутова Д.Д., Данилова Э.В., Лисин Ванг, Шугин Бай	219
ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ МОНГОЛЬСКОГО ПЛАТО И БИОТЕХНОЛОГИЯ ВОДОПОДГОТОВКИ	
Нямхуу Мянганбуу	223
МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ С ПОМОЩЬЮ ГИС-ТЕХНОЛОГИИ (НА ПРИМЕРЕ ДАРХАТСКОЙ КОТЛОВИНЫ)	
Плюснин В.М., Выркин В.Б., Белозерцева И.А., Шеховцов А.И., Енущенко И.В., Захаров В.В.	226
ТРАНСФОРМАЦИЯ, ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ И РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЛАНДШАФТОВ НА ПРИГРАНИЧНОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ И МОНГОЛИИ	
Синица С.М.	231
ЮРСКИЕ И МЕЛОВЫЕ ДИНОЗАВРЫ ЗАБАЙКАЛЬЯ	
Сорокина О.И.	234
УРБОЭКОСИСТЕМЫ Г. УЛАН-БАТОРА: ЛАНДШАФТНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ И ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ	
Софронов А.П., Владимиров И.Н., Кобылкин Д.В., Сороковой А.А., Фролов А.А.	237
СТРУКТУРА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ВЕРХНЕАНГАРСКОЙ КОТЛОВИНЫ	
Тайсаев Т.Т.	243
ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ МОНГОЛЬСКОГО ПЛАТО И ЗАБАЙКАЛЬЯ: ЭОЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ, ЛАНДШАФТЫ, РОССЫПИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ	
Тимофеев И.В., Кошелева Н.Е.	246
СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ДЖИДИНСКОГО ВОЛЬФРАМОВО-МОЛИБДЕНОВОГО ГОКА	
Ульзетуева И.Д.	251
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРЕМНИСТЫХ И РАДОНОВЫХ ВОД ЮЖНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ	
Уртнасан М., Любарский Е.Л., Шийрэв-Адьяа С.	253
СМЕНА РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ В СУХИХ СТЕПЯХ НА ТЕРРИТОРИИ СОМОНА АЛТАНБУЛАГ ЦЕНТРАЛЬНОГО АЙМАКА МОНГОЛИИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ВЫПАСА	

ТОМ 2

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Акихиро Оба, Ванлинь Янь, Матасака Ватанабе, Тогтох Чулуун, Лхамсурен Болар-Эрдане	9
МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПОГОЛОВЬЯ СКОТА ДЛЯ ОЦЕНКИ КОРМОВОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SIMSAGS В СОМОНЕ БАЯН АЙМАКА ТУВЕ, МОНГОЛИЯ	
Хуиминь Янь, Вэйна Чень	11
НАГРУЗКА НА ЭКОСИСТЕМУ СТЕПИ ВО ВНУТРЕННЕЙ МОНГОЛИИ И АДАПТИВНЫЕ СТРАТЕГИИ СКОТОВОДОВ	
Цзя Нин, Шувень Чжан, Цзюань Лю	14
ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ В ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИИ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ТРАНССИБИРСКОЙ МАГИСТРАЛИ	
Мягмарцерен Пуревцерен, Мягмарджав Индра, Эрдэнэжаргал Бальжинням	18
ИЗМЕНЕНИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В ГОРОДАХ МОНГОЛИИ	
Опп К., Гролл М., Абидуева Т.И., в сотрудничестве с Кулматовым Р., Норматовым И.	21
ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА И КОЛИЧЕСТВА ВОДЫ ТРАНСГРАНИЧНОЙ РЕКИ ЗАРАФШАН (ПРИМЕР ИЗ ТАДЖИКИСТАНА И УЗБЕКИСТАНА)	
Цинсюэ Ван, Матасака Ватанабе, Очирбат Батхишиг, Тогтохын Чулуун, Томохиро Окадера, Ванлин Янь, Тунхуа У, Цзюань Лю	26
ОЦЕНКА УЯЗВИМОСТИ И СТРАТЕГИИ АДАПТАЦИИ ДЛЯ РЕГИОНОВ С МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТОЙ В МОНГОЛИИ (ПРАКТИЧЕСКИ ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОЕКТ)	
Томохиро Окадера, Цинсюэ Ван, Очирбат Батхишиг, Матасака Ватанабе	30
ВОДА КАК ИСТОЧНИК ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ В МОНГОЛИИ	
Абидуева Т., Опп К., Рейсс М., Николаева Э.С.	32
ВОПРОСЫ АГРАРНОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БУРЯТИЯ	

Абидуева Т.И., Урозаев М.А., Опп К. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В УПРАВЛЕНИИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ	35
Бадмаев А.Г. АНАЛИЗ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ	36
Данилова З.А. К МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ ПОТРЕБНОСТЕЙ В ОБУЧЕНИИ ПЕРСОНАЛА ОРГАНИЗАЦИЙ В УПРАВЛЕНИИ ПРИРОДНЫМИ РЕСУРСАМИ ТРАНСГРАНИЧНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ БАССЕЙНА БАЙКАЛ	40
Жамьянов Д.Ц.-Д., Батомункуев В.С. ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ В РОССИИ И МОНГОЛИИ (НА ПРИМЕРЕ ТРАНСГРАНИЧНОГО БАССЕЙНА РЕКИ СЕЛЕНГИ)	43
Кондратьева Г.А. УПРАВЛЕНИЕ ПРИРОДНЫМИ РЕСУРСАМИ ООПТ (НА ПРИМЕРЕ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА)	46
Михеева А.С. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ В РОССИИ И МОНГОЛИИ	49
Мункуева В.Д., Удвалцэцэг Д. ВЫЯВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ НА СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ БУРЯТИИ И МОНГОЛИИ	53
Намжилова Л.Г. ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В БАССЕЙНЕ ОЗ. БАЙКАЛ И ФОРМИРОВАНИЕ ОЧАГОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ	58
Оюунгэрэл Б., Нарангэрэл Ш. БАЙКАЛЬСКИЙ БАССЕЙН - МЕЖДУНАРОДНАЯ ПРИРОДНАЯ СИСТЕМА И ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ТРАНСГРАНИЧНОЙ ООПТ	61
Палицына С.С., Бешенцев А.Н. ПРОБЛЕМЫ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В БАССЕЙНЕ ОЗЕРА БАЙКАЛ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ	63
Плюснин В.М., Напрасников А.Т. , Задорожный В.Ф. СИНТЕЗ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ – СОВРЕМЕННЫЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ	68
Птицын А.Б., Цыбекмитова Г.Ц. ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В БАССЕЙНЕ ТРАНСГРАНИЧНОЙ РЕКИ ОНОН (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ)	74
Пунцукова С.Д. ОЦЕНКА МЕТОДОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ЛЕСНОЙ СРЕДЫ В РЕГИОНАХ С ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ	76
Ринчинова О.Ж., Хертуев В.Н., Дмитриева А.В. АНАЛИЗ И ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ	79
Санжеев Э.Д. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕКРЕАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ (НА ПРИМЕРЕ РОССИЙСКОЙ ЧАСТИ БАССЕЙНА Р. СЕЛЕНГИ)	84
Соловова А.Т. РЕСУРСЫ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД: ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ (ТЕРРИТОРИЯ МОНГОЛЬСКОГО ПЛАТО И ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ТЕРРИТОРИИ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ)	88
Суворова А.В. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ В БУРЯТИИ	92
Тумуреева Н.Н., Батоцыренов Э.А. ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ГОРОДА УЛАН-УДЭ	95
Хахураев О.А., Сутурин А.Н., Парадина Л.Ф. ПРОБЛЕМЫ ЗОЛОТСТОЙНИКОВ ТЭЦ НА БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ	99
Шагжиев К.Ш., Елаев Э.Н., Елаева Н.Г. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОРГАНИЗАЦИИ ТРАНСГРАНИЧНОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БАЙКАЛ–ХУБСУГУЛ »	104
Шойдонова Г.Г. НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ БАЗЫ, РЕГУЛИРУЮЩЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕЧЕБНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ	111

**СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ,
ПРОБЛЕМЫ РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ**

Айминь Лю РЕГИОНАЛЬНЫЕ РАЗЛИЧИЯ И ЭВОЛЮЦИЯ ФОРМ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ В КИТАЕ	115
Батбуян Б. АДАПТАЦИЯ СКОТОВОДОВ К КЛИМАТИЧЕСКИМ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМ ИЗМЕНЕНИЯМ	115
Линь Чжень, Бинчжень Ду, Жуйцзы У, Фень Ли, Чуаньчжунь Сюн, Чао Ван, Юйшу Чжан ПЛАТА ЗА ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕУСТОЙЧИВЫХ РАЙОНАХ КИТАЯ	116
Мэндбаяр Отгонбаяр ВЛИЯНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПРОЕКТА НА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКУЮ СИТУАЦИЮ В ХАНГАЙСКОМ РЕГИОНЕ	116
Оюунгэрэл Ж. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МИГРАЦИИ И УРБАНИЗАЦИИ СРЕДИ НАСЕЛЕНИЯ МОНГОЛИИ	121
Екимовская О.А. ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ЧЕРТЫ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ХОЗЯЙСТВ НАСЕЛЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БУРЯТИЯ	123
Андреев А.Б. ИЗМЕНЕНИЕ ПРИРОДНОЙ И КУЛЬТУРНОЙ СРЕДЫ В ПОЛИЭТНИЧНЫХ РАЙОНАХ: СОЦИАЛЬНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АСПЕКТ АДАПТАЦИИ	125
Аюшеева С.Н. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ	129
Бардаханова Т.Б., Шаралдаева В.Д. НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СОЗДАНИЯ НА БАЙКАЛЕ ОСОБОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОГО ТИПА	134
Батомункуев В.С., Михеева А.С., Санжеев Э.Д., Дарбалаева Д.А., Жамьянов Д.Ц.-Д., Осодоев П.В. ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССОВ ОПУСТЫНИВАНИЯ НА КАЧЕСТВО ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ МОНГОЛИИ	138
Бешенцев А.Н., Дарбалаева Д.А., Цыренжапова У.В. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ТРАНСГРАНИЧНЫХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА МОНГОЛЬСКОМ ПЛАТО И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЯХ	142
Болданов Т.А. ПРИРОДНО-ИСТОРИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ПРОДУКТИВНОСТИ АГГРАННОЙ ЭКОНОМИКИ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА	147
Будаева Д.Г. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ В СФЕРЕ ТУРИЗМА	148
Гомбоев Б.О., Гомбоев А.Б. СТРАТЕГИЯ СБАЛАНСИРОВАННОГО РАЗВИТИЯ В РАЙОНАХ ВНУТРЕННЕЙ АЗИИ	152
Гончиков Ц.Д. ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРИСЕЛЕНГИНСКИХ РАЙОНОВ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ	155
Горюнова З.С. СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ «ФОРМИРОВАНИЕ ПОРТФЕЛЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ»	159
Гурова О.Н. К ВОПРОСУ О ПРЕОДОЛЕНИИ СОЦИАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ МОНГОЛИИ	163
Дагбаева С.Д.-Н. КАЧЕСТВО ЖИЗНИ В СИСТЕМЕ ПРИОРИТЕТОВ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА	164
Дагданова С.Ж. НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРИГРАНИЧНЫХ ТЕРРИТОРИЙ БУРЯТИИ И МОНГОЛИИ	169
Евстропова О.В. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ ТРАНСГРАНИЧНОГО ТУРИЗМА В БАЙКАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ	171
Зомонова Э.М. МЕТОДОЛОГИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПРИРОДНОГО КАПИТАЛА В КОНЦЕПЦИИ "ЗЕЛЕННОГО" РОСТА	174
Иванова А.А. ОСОБЕННОСТИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СТРАН С	178

СЫРЬЕВОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИЕЙ	
Макаров А.В. СОВМЕСТНОЕ ПОЛУЧЕНИЕ ВЫГОД В КОНТЕКСТЕ УПРАВЛЕНИЯ МЕЖДУНАРОДНЫМИ РЕКАМИ: КОНЦЕПЦИЯ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ В БАССЕЙНЕ ОЗЕРА БАЙКАЛ	180
Максарова Ю.Б. ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В МОНГОЛЬСКОМ ОБЩЕСТВЕ	184
Ойдуп Т.М., Балакина Г.Ф. СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА	187
Осодоев П.В. ВЛИЯНИЕ ПРИГРАНИЧНОГО ПОЛОЖЕНИЯ НА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНА	191
Оюунчимэг Н., Оюунгэрэл Б. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭКОТУРИЗМА В ООПТ БАССЕЙНА ОЗЕРА БАЙКАЛ	193
Садькова Э.Ц. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ СТРУКТУРЫ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНА	197
Сансеев Б.Г., Соколов А.Д., Иванова И.Ю., Борисов Г.О., Музычук С.Ю., Платонов Л.А. РОЛЬ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА В РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА РОССИИ И МОНГОЛИИ	199
Хандажапова Л.М., Лубсанова Н.Б. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОСТОЧНЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ	204
Шагжиев К.Ш. ПОСЛЕДНИЙ ПУТЬ ВЕЛИКОГО ЧИНГИС-ХАНА ПО МОНГОЛЬСКОМУ ПЛАТО	209

CONTENTS

PREFACE	7
---------	---

VOLUME 1 PHYSICAL-GEOGRAPHIC AND GEOECOLOGICAL RESEARCH

Altansukh Ochir, Munkhdavaa Munkhjargal KHYARGAS LAKE-ZAVKHAN RIVER CATCHMENT AREA DELINEATION USING SATELLITE IMAGE	9
Amarsaikhan D., Battsengel V. APPLICATION OF OPTICAL AND RADAR IMAGES FOR FOREST RESOURCES STUDY IN MONGOLIA	13
Battogtokh D., Jambaljav Ya., Jargaltulga Ts., Amarbayasgalan. Yo., Temuujin. Kh. THE ONGOING RESEARCH FOR WATER CYCLE BALANCE FOR THE KHARAA RIVER BASIN OF MONGOLIA	17
Batunacun, Yunfeng Hu, Zhiying Xu GRASS TRANSECT CHANGES IN THE NUMBER OF PLANT SPECIES FORM ULAN BATOR TO XILINHOT	17
Batkhishig O., Byambaa G., Bolormaa Ts., Ikhbayar D. SOILS OF MONGOL ALTAI MOUNTAINOUS REGION (CASE OF BUYANT RIVER BASIN)	20
Bingzhen Du, Lin Zhen, Rudolf de Groot HYDROLOGICAL RESPONSES TO CLIMATE CHANGE, AND INFLUENCES ON ITS ECO-ENVIRONMENTS IN THE SOURCE REGION OF THE YELLOW RIVER	24
Chunxia Lu, Chen Long, Xie Gaodi ASSESSMENT ON THE FISH INTEGRITY AND THE ECOLOGICAL ENVIRONMENT CHANGES OF BAIYANGDIAN WETLAND ECOSYSTEM IN CHINA	29

Enktaivan D. THE GEOMORPHOLOGICAL PECULIARITY AND MORPHOGENETIC TYPES OF WESTERN AREA OF THE KHUVSGUL MOUNTAIN REGION	29
Hasi Bagan, Tana Qian, Tsuguki Kinoshita, Yoshiki Yamagata RECENT LAND USE CHANGE IN THE INNER MONGOLIA THREATENS GRASSLANDS AND WETLANDS	33
Jiligara, Masateru Senge, Takeo Onishi, Shiirev-Adiya S. ESTIMATING DZUD DAMAGE OF FIVE LIVESTOCKS DUE TO CLIMATIC FACTOR IN DORNOD PREFECTURE OF THE EAST MONGOLIA	36
Junfang Zhao, Jianping Guo, Jia Mu, Yanhong Xu EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON DRY AND WET CONDITIONS IN NORTHEAST CHINA	37
Meiting Hou, Yonghong Hu VEGETATION COVER AND SURFACE ALBEDO CHANGE UNDER URBANIZATION: A CASE STUDY FROM SOUTH CHINA	41
Otgonsuren Shar, Erdenesukh Sumiya TO ESTIMATE STREAM FLOW: LONG TERM PREDICTION FOR ONGI RIVER	45
Quanqin Shao, Jun Zhai, Jiyuan Liu IMPACT OF LAND USE/COVER TYPE ON CLIMATE WARMING IN INNER MONGOLIA PLATEAU	49
Renchinmyadag T. LANDSCAPES OF EXTERNAL EXPOSURE TO THE CENTRAL REGION OF MONGOLIA	53
Saruulzaya A., Jambaljav Ya., and Gansukh Ya. APPLICATION OF LANDSAT SATELLITE DATA FOR THE QUANTIFICATION OF THE LAKE CHANGES IN THE DARKHAD DEPRESSION, NORTHERN MONGOLIA	55
Siqinbilige Wang, Yoshio Awaya DYNAMIC CHANGES OF LAND USE COVERAGE IN EJINA RIVER BASIN OF INNER MONGOLIA BY INTERPRETATION OF LANDSAT TM DATA	58
Sonomdagva Ch., Batdelger B. AIR POLLUTION STUDY OF ULAANBAATAR	60
Tonghua Wu, Lin Zhao, Qinxue Wang, Qingbai Wu, Ren Li, Ochirbat Batkhishig CLIMATE AND GROUND SURFACE TEMPERATURE RELATIONS AT THREE DISCONTINUOUS PERMAFROST SITES IN MONGOLIAN AND QINGHAI-TIBET PLATEAU	63
Vasilyeva I.E., Shabanova E.V., Doroshkov A.A., Proydakova O.A., Otgontuul Ts., Khuukhtnkhuu B., Byambasuren Ts. DISTRIBUTION OF TOXIC AND ESSENTIAL ELEMENTS IN SOILS OF ULAANBAATAR CITY. POLLUTION ASSESSMENT OF URBAN AREAS	67
Wenli Qiang VIRTUAL LAND USE OF CHINA'S CROP TRADE AND RELATED ECOLOGICAL ECONOMIC IMPACT ASSESSMENT	71
Xiaoguang Yang, Zhijuan Liu, Fu Chen THE POSSIBLE EFFECTS OF GLOBAL WARMING ON CROPPING SYSTEMS IN CHINA. THE POSSIBLE EFFECT OF CLIMATE WARMING ON NORTHERN LIMITS OF CROPPING SYSTEM AND CROP YIELD IN CHINA	72
Xiaoming Cao, Juanle Wang STUDY ON SPATIO-TEMPORAL VEGETATION COVER CHANGES BASED ON MODIS NDVI DATA IN THE MONGOLIAN PLATEAU, 2000-2012	76
Yongsheng Wu, Ruiping Yin, Xin Zhang, JieRen, XiuminTian, Jian Wang, Zekun Li, Henglu Miao DISCUSSION ON WIND FACTOR INFLUENCING THE DISTRIBUTION OF BIOLOGICAL SOIL CRUSTS ON SURFACE OF SAND DUNES	80
Zhengjia Liu RESPONSES OF VARIOUS VEGETATION TYPES TO CLIMATE CHANGE	85
Zhigang Sun, QinxueWang, Masataka Watanabe, Ochirbat Batkhishi INVESTIGATION ON RELATIONSHIP OF CLIMATE CHANGE, GRASSLAND GREEN-UP AND PERMAFROST IN MONGOLIAN PERMAFROST REGIONS	89
Zhiying Xu, Yunfeng Hu, Jiyuan Liu, Lin Zhen CHARACTERISTIC SCALE ANALYSIS OF DEM AND NDVI IN THE MONGOLIAN PLATEAU	92
Zugang Chen THE INTRODUCTION OF THE MONGOLIAN PLATEAU	97
Abdulmyanov S.N. GEOGRAPHICAL ATTRACTIONS OF MONGOLIA	98

Avirmed E. CAVES OF NORTHERN MONGOLIA	103
Alymbaeva Zh.B., Ayurzhanaev A.A., Tsydypov B.Z. EXPERIENCE OF THE CREATION OF PRELIMINARY VEGETATION MAP FOR THE SELENGA RIVER BASIN ON THE BASIS OF LANDSAT IMAGERY	106
Ananin A.A. FORMATION OF THE POPULATION OF BIRDS IN MOUNTAIN CONDITIONS OF THE SOUTH OF EASTERN SIBERIA	110
Ananina T.L. PECULIARITIES OF THE LONG-TERM DYNAMICS OF THE NUMBER OF CARABID BEETLES (COLEOPTERA, CARABIDAE) IN THE CATENA OF BARGUZINSKY RIDGE (NORTHERN PRIBAIKALYE)	115
Andreev S.G., Garmaev E.Zh., Ayurzhanaev A.A. RECONSTRUCTION OF THE SELENG RIVER BASIN FLOW ON THE BASIS OF THE DENDROCHRONOLOGICAL DATA	118
Ariunsanaa Bat-Erdene, Altansukh Ochir IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE SMALL LAKES IN THE SOUTH-EASTERN REGIONS OF MONGOLIA/ THE CASE OF LAKE GANG	122
Atutova N.A., Filenko R.A., Narmandakh Ch. WATER SHARE POINTS OF TRANSBAIKAL AND MONGOLIA	126
Akhmetzyanova M.R. CLIMATE CHANGE AND ITS IMPACT ON THE FORESTS OF THE REPUBLIC OF BURYATIA	128
Badmaev N.B., Tsydypov B.Z., Kulikov A.I., Gonchikov B.-M.N. SPATIAL AND TEMPORAL ASSESSMENT OF CLIMATE INDICATORS FOR PERMAFROST SOILS BY MEANS OF REMOTE SENSING AND FIELD MEASUREMENTS	131
Batoev V.B., Batoeva A.A. FATE OF PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS IN LAKE BAIKAL BASIN	136
Bayarmaa Vandangombo USE OF GIS AND RS TECHNIQUES FOR THE RESEARCH INTO THE LAND-USE CHANGE (CASE STUDY: BARUUNBUREN SOUM SELENGE AIMAG)	137
Beshentsev A.N. PHYSICAL AND GEOGRAPHICAL DIVISION INTO DISTRICTS OF THE RUSSIAN-MONGOLIAN TRANSBOUNDARY TERRITORIES	140
Bobrinev V.P., Pak L.N. AMELIORATIVE PLANTINGS ON THE NOMADIC PASTURES IN MONGOLIA AND TRANSBAIKALIA	144
Borisova T.A., Garmaev E. Zh. RISK FROM FLOOD IN THE SELENGA RIVER TRANSBOUNDARY BASIN	149
Bybin F.F., Zadorozhny V.F. CEOLITES OF ZABAYKALYA AND INCREASE OF EFFICIENCY OF AGRARIAN POTENTIAL OF AGRICULTURE OF THE BAIKAL-MONGOLIAN REGION	152
Voloshin A.L., Tsydypov B.Z., Batueva D.Zh., Chimeddorzh Ts. LANDSCAPE AND DYNAMIC INDICATION OF NDVI AREALS FOR THE MONGOLIAN LANDS OF ARID AND SEMIARID CLIMATIC ZONES, IMPACTED BY DEGRADATION AND DESERTIFICATION	153
Garmaev E. Zh. ASSESSMENT OF PERENNIAL RUNOFF OF THE MONGOLIAN PLATEAU RIVERS	158
Danilin I.M., Tsogt Zandraabal FORMATION OF LARCH FORESTS IN NORTHERN MONGOLIA	160
Dzhanaleeva G.M., Inkarova Zh.I., Ozgeldinova Zh.O., Mukaev Zh.T, Asylbekov K.M. ETHNOECOLOGICAL FEATURES OF GEOSYSTEM DEVELOPMENT	164
Dubovikova S.V. PINERI (ON SANDS) BETWEEN THE RIVER SELENGA AND CHIKOY	170
Yelayev E.N., Dondupova N.B., Zhalsarayeva M.A. THE ALGA LAKES SYSTEM AS THE UNIQUE ECOSYSTEM OF THE TRANSBAIKALIA AND ITS CONSERVATION	172
Yelayev E.N., Yelayeva N.G., Rudykh S.G., Turunkhayev A.V. THE TUNKA NATIONAL NATURAL PARK: MAIN LANDSCAPE, BIOTA AND PROSPECTS THEIR CONSERVATION	174
Yelayev E.N., Turunkhayev A.V. SELENGA UPLAND (SELENGA DAURIA) AS A NEW EKOTONE PROVINCE IN ZOOGEOGRAPHIC ZONING OF THE BAIKALIAN SIBERIA	178

Jambalova D.I. FEATURES OF CHEMICAL COMPOSITION OF WASTEWATERS OF THE OF DRAINAGE SYSTEM IN SELENGA RIVER DELTA	183
Zhigzhitzhapova S.V., Soktoeva T.E., Radnaeva L.D., Taraskin V.V. COMPONENTS OF ESSENTIAL OIL <i>ARTEMISIA FRIGIDA</i> WILLD. AND <i>ARTEMISIA ADAMSII</i> BESS. BURYATIA AND MONGOLIA AND THEIR SIGNIFICANCE IN PLANT ADAPTATION	186
Zonkhoeva E.L., Sanzhanova S.S., Dampilova B.V. APPLICATION OF NATURAL MATERIALS IN GEOCHEMICAL BARRIER MINING FOR CLEANING WATER	189
Ivanova O.A., Khertuev V.N. TO THE QUESTION OF ANTHROPOGENOUS INFLUENCE OF HOLBINSKY OF THE FIELD ON THE PERIPHERY OF THE MONGOLIAN PLATEAU	191
Kasimov N.S., Kosheleva N.E., Alekseenko A.V. GEOCHEMICAL TRANSFORMATION OF LANDSCAPES IN CENTRAL MONGOLIA DURING THE PLACER GOLD MINING (ZAAMAR GOLDFIELD)	194
Kozhevnikova N.M. HEAVY METALS IN EMBRYOZEM IN THE INDUSTRIAL AREA OF THE TUNGSTEN-MOLYBDENUM PLANT	199
Kolomiets V.L. A PALEOGEOGRAPHY OF SEDIMENTARY STRATALITHOGENESIS OF DRAINAGE BASIN OF THE IKH-TULBERIIN-GOL RIVER (BULGAN AYMAG, MONGOLIA)	205
Kolomiets V.L. PALEOGEOGRAPHIC DESCRIPTION OF FORMING OF LOOSE DEPOSITS IN NATURAL BOUNDARY SALKHIT (KHENTEI, MONGOLIA)	208
Kosheleva N.E., Kisselyova T.M., Bazha S.N., Enkh-Amgalan S. ASSESSMENT OF SOIL POLLUTION WITH TRACE ELEMENTS IN THE DARKHAN CITY (MONGOLIA)	214
Namsaraev B.B., Garmaev E.Zh., Namsaraev Z.B., Barkhutova D.D., Danilova E.V., Lixin Wang, Shuqin Bai WATER RESOURCES OF MONGOLIAN PLATEAU AND BIOTECHNOLOGY OF WATER TREATMENT	219
Nyamkhuu Myanganbuu MORPHOMETRIC ANALYSIS OF THE DARKHAD BASIN ON THE BASIS OF GISTECHNOLOGY	223
Plyusnin V.M., Vyrkin V.B., Belozertseva I.A., Shekhovtsov A.I., Enushchenko I.V., Zakharov V.V. THE TRANSFORMATION, NATURAL RESTORATION AND TRANSFORMATION OF LANDSCAPES IN FRONTIER TERRITORY OF RUSSIA AND MONGOLIA	226
Sinitsa S.M. JURASSIC AND CRETACEOUS DINOSAURS OF TRANSBAIKALIA	231
Sorokina O.I. URBAN ECOSYSTEMS OF ULAANBAATAR CITY: LANDCAPE-FUNCTIONAL ZONING OF THE TERRITORY AND POLLUTION CHARACTERISTICS	234
Sofronov A.P., Vladimirov I.N., Kobylkin D.V., Sorokovoi A.A., Frolov A.A. STRUCTURE OF THE VEGETATION COVER WITHIN THE VERKHNEANGARSKAYA DEPRESSION	237
Taisaev T.T. GEOMORPHOLOGICAL SYSTEMS OF THE MONGOLIAN PLATEAU AND TRANSBAIKALIA: AEOLIAN PROCESSES, LANDSCAPES, PLACER DEPOSITS AND NATURE MANAGEMENT	243
Timofeev I.V., Kosheleva N.E. MODERN ECOLOGICAL-GEOCHEMICAL STATE OF SOIL COVER IN THE CATCHMENT AREA OF DZHIDA TUNGSTEN-MOLIBDENIC MINING PROCESSING PLANT	246
Ul'zetueva I.D. PROSPECTS FOR THE USE OF SILICA AND RADON WATERS OF THE SOUTHERN BAIKAL REGION	251
Urtnasan M., Lyubarsky E.L., Shiirev-Adiya S. IN THE ALTANBULAG SOUM CENTRAL AIMAG UNDER THE INFLUENCE OF GRAZING	253

VOLUME 2
REGIONAL PROBLEMS OF NATURE MANAGEMENT

Akihiro Oba, Wanglin Yan, Masataka Watanabe, Togtokh Chuluun and Lkhamsuren Bolar-Erdan. MODELING LIVESTOCK DYNAMICS FOR EVALUATION OF CARRYING CAPACITY BY USING SIMSAGS IN BAYAN SUM OF TUV AIMAG, MONGOLIA	9
Huimin Yan, Weina Chen ECOSYSTEM PRESSURES IN INNER MONGOLIA GRASSLAND AND HERDERS' ADAPTIVE STRATEGIES	11
Jia Ning, Shuwen Zhang, Jiyuan Liu STUDY OF LAND USE CHANGE IN THE EASTERN PART ALONG THE TRANS-SIBERIAN RAILWAY	14
Myagmartseren Purevtseren, Myagmarjav Indra, Erdenejargal Baljinnyam LAND USE CHANGES IN URBAN AREAS OF MONGOLIA	18
Opp Ch., Groll M., Abidueva T. I., in cooperation with Kulmatov R. & Normatov I. WATER QUALITY AND WATER QUANTITY PROBLEMS OF THE TRANSBOUNDARY ZARAFSHON RIVER, A CASE STUDY FROM TAJIKISTAN AND UZBEKISTAN	21
Qinxue Wang, Masataka Watanabe, Ochirbat Batkhishig, Togtokhyn Chuluun, Tomohiro Okadera, Wanglin Yan, Tonghua Wu, Jiyuan Liu A POLICY CONTRIBUTION-ORIENTED RESEARCH PROJECT "VULNERABILITY ASSESSMENT AND ADAPTATION STRATEGIES FOR PERMAFROST REGIONS IN MONGOLIA"	26
Tomohiro Okadera, Qinxue Wang, Ochirbat Batkhishig, Masataka Watanabe WATER FOR ENERGY PRODUCTION IN MONGOLIA	30
Abidueva T. ., Opp Ch., Reiss M., Nikolaeva E. AGRICULTURAL LAND USE ISSUES IN THE REPUBLIC OF BURYATIA	32
Abidueva T., Urozaev M., Opp Ch. GIS IN LAND USE MANAGEMENT OF THE REPUBLIC OF BURYATIA	35
Badmaev A.G. ANALYSIS OF AGRICULTURAL LAND OF BAIKAL REGION NOWADAYS	36
Danilova Z.A. THE METHODOLOGY OF AN ASSESSMENT OF REQUIREMENTS FOR TRAINING OF THE ORGANIZATIONS PERSONNEL IN NATURAL RESOURCES MANAGEMENT OF A CROSS-BORDER ECOSYSTEM OF BAIKAL'S POOL	40
Zhamyanov D.Ts.-D., Batomunkuev V.S. FEATURES OF WATER MANAGEMENT IN RUSSIA AND MONGOLIA (ON THE EXAMPLE OF THE TRANSBOUNDARY SELENGA RIVER BASIN)	43
Kondrateva G.A. NATURAL RESOURCE MANAGEMENT OF PROTECTED AREAS (WITH THE EXAMPLE OF ZABAIKALSKY NATIONAL PARK)	46
Mikheeva A.S. ECONOMIC METHODS FOR THE NATURE MANAGEMENT IN RUSSIA AND MONGOLIA	49
Munkueva V.D., Udvalzezeg J. REVEALING OF ECOLOGICAL RISKS IN ADJACENT TERRITORIES OF BURYATIYA AND MONGOLIA	53
Namzhilova L.G. NATURE MANAGEMENT IN LAKE BAIKAL BASIN AND THE RISE OF SOURCES OF ENVIRONMENTAL STRESS	58
Oyungerel B., Narangerel Sh. LAKE BAIKAL BASIN AS THE INTERNATIONAL NATURAL SYSTEM AND PROBLEMS OF ESTABLISHING TRANSBOUNDARY SPECIALLY PROTECTED NATURAL TERRITORY	61
Palitsyna S.S., Beshentsev A.N. PROBLEMS OF THE INTERSTATE INFORMATION INTERACTIONS IN THE BASIN OF LAKE BAIKAL AND THE WAY OF THEIR DECISION	63
Plusnin V.M., Naprasnikov A.T., Zadorozhny V.F. SYNTHESIS OF NATURAL AND ECONOMIC SYSTEMS - MODERN GEOECOLOGICAL PROBLEMS OF NATURAL USE	68
Ptitsyn A.B., Tsybekmitova G.Ts. NATURE MANAGEMENT IN THE BASIN OF THE TRANSBOUNDARY ONON RIVER (ZABAIKALSKY KRAI)	74
Puntsukova S.D. ASSESSMENT OF METHODS OF FOREST MANAGEMENT AND	76

FOREST PROTECTION REGULATIONS IN THE REGIONS WITH ENVIRONMENTAL RESTRICTIONS	
Rinchinova O.Zh., Hertuev V.N., Dmitrieva A.V. ANALYSIS AND ASSESSMENT OF THE CURRENT STATE OF AGRICULTURAL LANDS IN THE REPUBLIC OF BURYATIA	79
Sanzheev E.D. PROBLEMS AND PROSPECTS FOR THE USE OF RECREATIONAL RESOURCES IN TRANSBOUNDARY RIVER BASINS (CASE OF THE RUSSIAN PART OF THE SELENGA RIVER BASIN)	84
Solovova A.T. MINERAL WATER RESOURCES: PROBLEMS OF USE (TERRITORY OF THE MONGOLIAN PLATEAU AND ADJACENT TERRITORIES OF ZABAYKALSKY KRAI)	88
Suvorova A.V. ECONOMIC MECHANISM OF MANAGEMENT LAND RESOURCES IN BURYATIA	92
Tumureeva N.N., Batotsyrenov E.A. PROBLEMS OF TREE PLANTING CONSERVATION IN ULAN-UDE	95
Khakhuraev O.A., Suturin A.N., Paradina L.Ph. PROBLEMS OF ASH PONDS AT POWER STATIONS IN THE BAIKAL NATURAL TERRITORY	99
Shagzhiev K.Sh., Elaev E.N., Elaeva N.G. THE MAIN PROVISIONS OF THE ECOLOGICAL-GEOGRAPHICAL MODEL OF THE ORGANIZATION OF TRANSBOUNDARY NATIONAL PARK "BAIKAL-KHOVSGOL "	104
Shoydonova G.G. THE ANALYSIS OF THE LEGAL FRAMEWORK FOR THE DEVELOPMENT OF CURATIVE POTENTIAL IN THE REPUBLIC OF BURYATIA SOME ASPECTS OF THE LEGAL FRAMEWORK GOVERNING THE USE OF CURATIVE POTENTIAL OF THE REPUBLIC OF BURYATIA	111

SOCIO-ECONOMIC RESEARCH, PROBLEMS OF REGIONAL DEVELOPMENT

Aimin Liu REGIONAL DIFFERENCES AND EVOLUTION OF LIVESTOCK FARMING PATTERNS IN CHINA	115
Batbuyan B. RESILIENCE OF HERDERS TO CLIMATE, SOCIO ECONOMIC CHANGES IN MONGOLIA	115
Lin Zhen, Bingzhen Du, Ruizi Wu, Fen Li, Chuanzhun Sun, Chao Wang, Yushu Zhang PAYMENT FOR ECOSYSTEM SERVICES IN ECOLOGICAL SENSITIVE REGIONS OF CHINA	116
Mendbayar Otgonbayar IMPACTS FROM THE RAILWAY PROJECT IMPLEMENTATION TO KHANGAI REGION'S SOCIO-ECONOMIC SITUATION	116
Oyungerel J. PRESENT SITUATION OF MIGRATION AND URBANIZATION OF THE POPULATION IN MONGOLIA	121
Yekimovskaya O.A. ECONOMIC-GEOGRAPHICAL FEATURES OF LAND USE AND DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL HOUSEHOLDS IN THE REPUBLIC OF BURYATIA	123
Andreev A.B. THE CHANGE OF NATURAL AND CULTURAL ENVIRONMENT IN A MULTIETHNIC DISTRICT: SOCIAL - GEOGRAPHICAL ASPECT OF ADAPTATION	125
Ayusheeva S.N. ECOLOGICAL-ECONOMICAL SUSTAINABILITY OF RURAL TERRITORIES OF REPUBLIC OF BURYATIA	129
Bardakhanova T.B., Sharaldaeva V.D. AREAS OF IMPROVEMENT OF LEGAL REGULATION OF SPECIAL ECONOMIC ZONES IN THE SPHERE OF TOURISM IN BAIKAL REGION	134
Batomunkuev V.S., Mikheeva A.S., Sanzheev E.D., Darbalaeva D.A., Zhamyanov D.Ts.-D., Osodoev P.V. IMPACT OF DESERTIFICATION ON THE LIFE QUALITY OF POPULATION IN MONGOLIA	138
Beshentsev A.N., Darbalaeva D.A., Tsyrenzhapova U.V. GEOINFORMATION	142

MONITORING OF THE TRANSBOUNDARY SOCIO-ECONOMIC PROCESSES FOR THE MONGOLIAN PLATEAU AND THE ADJACENT AREAS	
Boldanov T.A. NATURAL-HISTORICAL FACTORS OF AGRARIAN ECONOMY PRODUCTIVITY IN LAKE BAIKAL REGION	147
Budaeva D.G. INFORMATION SUPPORT FOR THE MANAGEMENT OF TOURISM	148
Gomboev B.O., Gomboev A.B. THE BALANCED DEVELOPMENT STRATEGY IN INNER ASIA	152
Gonchikov Ts.D. TERRITOTIAL PECULIARITIES OF DEMOGRAPHIC DEVELOPMENT OF THE SELENGA RIVER REGIONS	155
Goryunova Z.S. CREATION OF THE DATABASE "FORMATION OF INVESTMENT PROJECTS PORTFOLIO IN THE REPUBLIC OF BURYATIA"	159
Gurova O.N. TOWARDS THE ISSUE OF RESOLVING SOCIAL PROBLEMS OF MONGOLIA	163
Dagbaeva S.D-N. LIFE QUALITY AMONG THE PRIORITIES OF THE SOCIAL-ECONOMIC DEVELOPMENT OF LAKE BAIKAL REGION	164
Dagdanova S.Zh. SOME ASPECTS OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT IN BORDER TERRITORIES OF BURYATIA AND MONGOLIA	169
Evstropyeva O.V. GEOGRAPHICAL FACTORS OF DEVELOPMENT OF TRANSBOUNDARY TOURISM IN BAIKAL REGION	171
Zomonova E.M. METHODOLOGY OF ECONOMIC ASSESSMENT OF NATURE CAPITAL IN THE CONCEPT OF "GREEN" GROWTH	174
Ivanova A.A. ECONOMIC DEVELOPMENT CHARACTERISTICS OF THE COUNTRIES SPECIALIZING ON THE EXPORT OF RAW MATERIALS	178
Makarov A.V. BENEFIT SHARING IN THE MANAGEMENT OF INTERNATIONAL RIVERS: THE CONCEPT AND PROBLEM STATEMENT IN LAKE BAIKAL BASIN	180
Maksarova Y.B. DEMOGRAPHIC AND ECONOMIC PROCESSES IN THE MONGOLIAN SOCIETY	184
Oidup T.M., Balakina G.F. SOCIAL PROBLEMS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE REGION	187
Osodoev P.V. INFLUENCE OF THE BORDER POSITION ON THE SOCIAL AND ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE REGION	191
Oyunchimeg N., Oyungerel B. PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF ECOTOURISM IN THE SPECIALLY PROTECTED AREAS (SPAS) OF LAKE BAIKAL BASIN	193
Sadykova E.Ts. APPROACHES TO THE ANALYSIS OF THE STRUCTURE OF REGIONAL ECONOMY	197
Saneev B.G., Sokolov A.D., Ivanova I.Yu., Borisov G.O., Muzychuk S.Yu., Platonov L.A. ROLE OF ENERGY POTENTIAL OF BAIKAL REGION IN THE IMPLEMENTATION OF STRATEGIC DIRECTIONS IN ENERGY COOPERATION BETWEEN RUSSIA AND MONGOLIA	199
Khandazhapova L.M., Lubsanova N.B. THE MODERN PROBLEMS OF ECONOMIC DEVELOPMENT AND SECURING THE ECOLOGICAL SAFETY OF EASTERN REGIONS OF RUSSIA	204
Shagzhiev K.Sh. LAST WAY OF THE GREAT GENGHIS KHAN ON THE MONGOLIAN PLATEAU	209

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ
МОНГОЛЬСКОГО ПЛАТО И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Материалы IX Международной конференции
(Улан-Удэ, 20-22 августа 2013 г.)

Том 1

Утверждено к печати Ученым советом
ФГБУН Байкальского института природопользования СО РАН

В авторской редакции
Компьютерная верстка
В.Д. Мункуевой

На обложке использован фрагмент карты четырёх путешествий
Н.М. Пржевальского по Центральной Азии.
(Источник: Пржевальский Н.М. От Кяхты на истоки Желтой реки, исследование северной окраины
Тибета и путь через Лоб-Нор по бассейну Тарима. - Санкт-Петербург: Рус. геогр. о-во, 1888).

Перевод: Л.М. Хандажапова, А.А. Рабогошвили

Свидетельство о государственной аккредитации
№ 1289 от 23 декабря 2011 г.

Подписано в печать 17.06.13. Формат 60X84 1/8.
Усл. печ. л. 31,39. Уч.-изд. л. 22,96. Тираж 200 экз. Заказ 523.
Цена договорная.

Издательство Бурятского госуниверситета
670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а
e-mail: riobsu@gmail.com

Отпечатано в типографии Издательства Бурятского госуниверситета
670000, г. Улан-Удэ, ул. Сухэ-Батора, 3 а