

УДК 556.18(571.54)

Б. О. Гомбоев, Д. М. Могнонов, Э. М. Зомонова,  
В. В. Хахинов, Д. Ц.-Д. Жамьянов, И. Д. Ульзетуева,  
А. Б. Зандакова, Л. Жанчивдорж, Д. Одонцэцэг,  
Санг Ин Канг, Чанг Хи Ли

### ИНТЕГРИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ КАК ЭЛЕМЕНТ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ИЕРАРХИИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В БАССЕЙНЕ р. СЕЛЕНГИ

Рассматриваются вопросы разработки интегрированной модели управления водными ресурсами как элемента полифункциональной иерархии природопользования в бассейне р. Селенги. Представлены результаты международного российско-корейско-монгольского проекта «Интегрированная модель управления водными ресурсами в бассейне р. Селенги».

*Ключевые слова:* бассейн р. Селенги, интегрированная модель, полифункциональная иерархия, водопользование, качество воды, управление водными ресурсами.

B. O. Gomboev, D. M. Mognonov, E. M. Zomonova,  
V. V. Khakhinov, D. Ts.-D. Zham'yanov, I. D. Ul'zetueva,  
A. B. Zandakova, L. Zhanchivdorzh, D. Odontsetseg,  
Sang In Kang, Chiang Xi Li.

### THE INTEGRATED WATER RESOURCE MANAGEMENT MODEL AS AN ELEMENT OF THE POLYFUNCTIONAL HIERARCHY OF NATURE MANAGEMENT IN THE SELENGA RIVER BASIN

This article considers the issues concerned with the development of a model of the integrated water resource management as an element of the polyfunctional hierarchy of nature

---

ГОМБОЕВ Баир Октябрьевич – доктор географических наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБУН Байкальский институт природопользования СО РАН. E-mail: bgom@binm.bsnet.ru.

МОГНОНОВ Дмитрий Маркович – доктор химических наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБУН Байкальский институт природопользования СО РАН. E-mail: dmog@binm.bsnet.ru.

ЗОМОНОВА Эржэни Михайловна – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник ФГБУН Байкальский институт природопользования СО РАН. E-mail: zomer@binm.bsnet.ru.

ХАХИНОВ Вячеслав Викторович – доктор химических наук, ведущий научный сотрудник ФГБУН Байкальский институт природопользования СО РАН. E-mail: khakhinov@mail.ru.

ЖАМЬЯНОВ Даба Цыбан-Доржиевич – кандидат географических наук, научный сотрудник ФГБУН Байкальский институт природопользования СО РАН. E-mail: dabaj18@yahoo.com.

УЛЬЗЕТУЕВА Ирина Дабаевна – кандидат географических наук, ведущий инженер ФГБУН Байкальский институт природопользования СО РАН. E-mail: idulz@yandex.ru.

ЗАНДАКОВА Арюна Баировна – инженер ФГБУН Байкальский институт природопользования СО РАН. E-mail: ryushaz@yandex.ru.

ЛУНТЭН ЖАНЧИВДОРЖ (Lunten Janchivdorj), Ph.D. – заведующий отделом водных ресурсов и их использования Института геоэкологии Академии наук Монголии, Улан-Батор, Монголия. E-mail: janchivdorj\_mn@yahoo.com.

ДАМБА ОДОНЦЭЦЭГ (Damba Odontsetseg) – старший научный сотрудник отдела водных ресурсов и их использования Института геоэкологии Академии наук Монголии. Улан-Батор, Монголия. E-mail: erhemhuslen@yahoo.com.

САНГ ИН КАНГ (Sang In Kang) – директор Центра устойчивого развития Корейского института окружающей среды. Сеул, Республика Корея. E-mail: kangs@un.org.

ЧАНГ ХИ ЛИ (Chang Hee Lee) – профессор Университета Мионгджи. Сеул, Республика Корея. E-mail: changhee@mju.ac.kr.

management in the Selenga river basin. The results of the international Russian-Korean-Mongolian project “The Integrated Water Resource Management Model in the Selenga River Basin” are presented.

*Key words:* the Selenga river basin, integrated model, polyfunctional hierarchy, water resource management, water quality, water resource management.

Межгосударственная граница разделяет бассейн р. Селенги на две части: преобладающая его часть (верхняя) находится в пределах Монголии, нижняя часть – в Российской Федерации. Чрезвычайная важность трансграничного переноса в данном случае обусловлена тем, что Селенга является главным притоком оз. Байкал (являющегося объектом Всемирного наследия ЮНЕСКО), формирующим более половины бассейна его водосбора.

На рассматриваемой территории происходит наложение государственных интересов, а также различных субъектов хозяйствования, производственной и социальной инфраструктуры и населения, порождающее определенные противоречия в природопользовании, часть из проявлений которых находится в области водопользования. Для этого необходимо исследовать и предложить пути совершенствования территориальной организации природопользования (водопользования). Суть предлагаемого подхода заключается в определении принципов формирования рациональной структуры природопользования в регионе на основе выявления и оценки функциональных характеристик территорий и обеспечения управлением территориальной организацией природопользования посредством соответствующего нормативно-правового и экономического обеспечения [1].

Данный подход был реализован в совместном российско-корейско-монгольском проекте «Разработка интегрированной модели управления водными ресурсами в бассейне реки Селенги», выполнявшемся в рамках сети NISD (Network of Institutions for Sustainable

Development – Сеть институтов по устойчивому развитию). Проект инициирован в 2006 г. Корейским институтом окружающей среды в сотрудничестве с Институтом геоэкологии МАН и Байкальским институтом природопользования РАН под наблюдением Отдела технологии, промышленности и экономики (Division of Technology, Industry and Economics) Подразделения экономики и торговли (Economics and Trade Branch), Программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде (UNEP/ETV/DTIE) (рис. 1).

Целью данного проекта являлась поддержка устойчивого использования водных ресурсов и экологически безопасного расселения людей посредством развития интегрированной модели, учитывающей окружающую среду речного бассейна, социально-экономические факторы, а также вопросы приграничья [3; 7].

Проект выполнялся на основе начальной и трех основных фаз и содержит реализацию 10 рабочих планов (рис. 2) [7]:

- Начальная фаза – предварительное изучение информации по состоянию окружающей среды;
- I фаза – обзор состояния и выделение приоритетов;
- II фаза – бассейновая оценка и интегрированный анализ;
- III фаза – развитие и оценка интегрированной модели управления водными ресурсами в бассейне р. Селенги.

В процессе реализации проекта было проведено 11 рабочих встреч, 6 международных семинаров и 3 совместные экспедиции на территории монгольской и российской частей бассейна р. Селенги (рис. 3–7). Работы по природному и со-



Рис. 1. Структура сотрудничества институтов по проекту «Разработка интегрированной модели управления водными ресурсами в бассейне р. Селенги»



Рис. 2. Схема развития проекта



Рис. 3. Участники первой совместной российско-корейско-монгольской экспедиции «Оз. Хубсугул – оз. Байкал», июль 2007 г. (на побережье оз. Хубсугул). Фаза 1

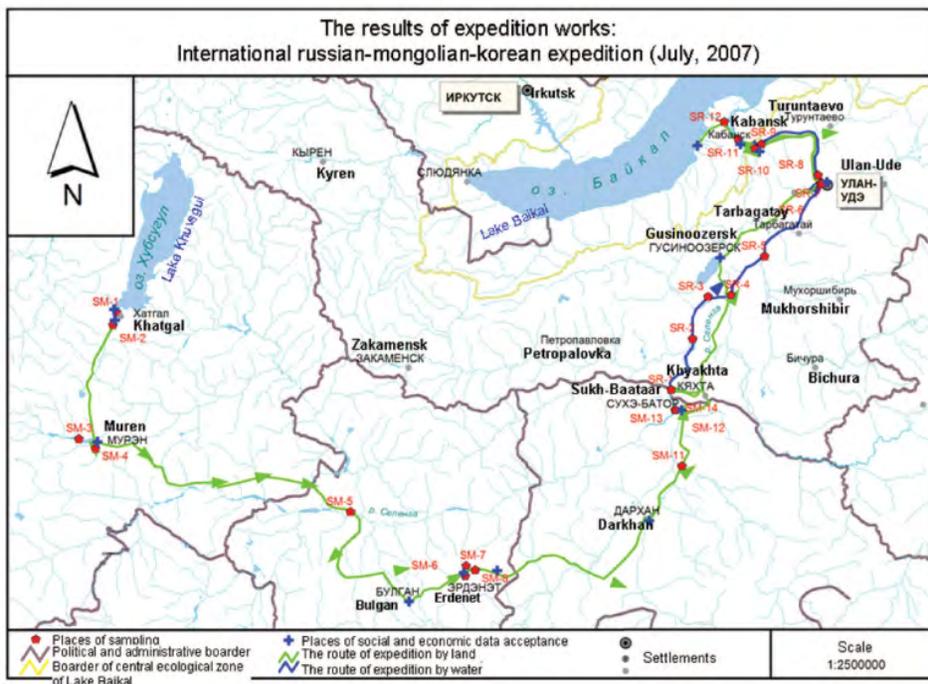


Рис. 4. Схема маршрута первой совместной российско-корейско-монгольской экспедиции по проекту «Оз. Хубсугул – оз. Байкал», июль 2007 г. Фаза 1



Рис. 5. Схема маршрута совместного экспедиционного отряда на территории Монголии, июль 2008 г. Фаза 2



Рис. 6. Схема маршрута совместного экспедиционного отряда на территории Республики Бурятия, июль 2008 г. Фаза 2

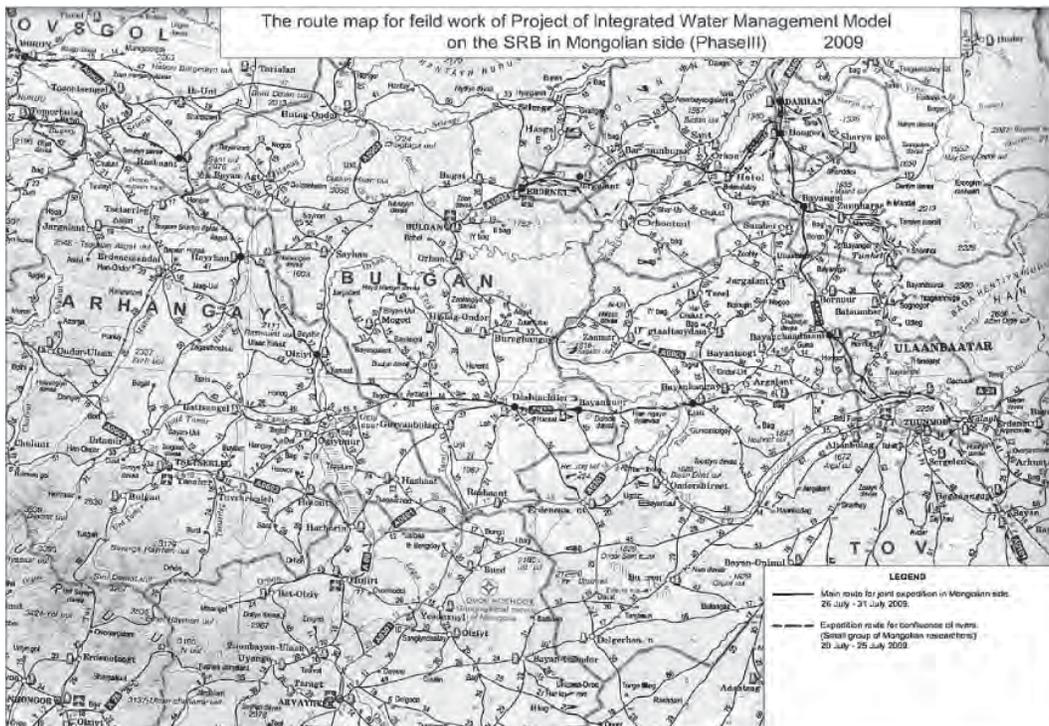


Рис. 7. Схема маршрута совместного экспедиционного отряда на территории Монголии, июль 2009 г. Фаза 3

циально-экономическому мониторингу бассейна р. Селенги продолжают и по настоящее время [4].

Результаты исследований по проекту изложены в 3 коллективных монографиях по интегрированной модели управления водными ресурсами в бассейне реки Селенги, которые соответствуют основным фазам выполнения проекта [5; 6; 7]:

1. Обзор состояния и выделение приоритетов (фаза 1);
2. Бассейновая оценка и интегрированный анализ (фаза 2);
3. Развитие и оценка модели (фаза 3).

Результаты работ по фазам проекта

#### *Результаты по фазе 1*

Во время выполнения фазы 1 (2007–2008 гг.) проводились экспедиционные работы по определению качества поверхностных вод водоисточников Мон-

голии и России, их физико-химических, химических и микробиологических параметров. Были отобраны пробы в 12 точках на территории Монголии и 12 точках на территории России (рис. 8, табл. 1). Установлено 16 характеристик поверхностных вод, включающих физико-химические, химические и микробиологические показатели [7].

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что содержание тяжелых металлов в исследуемых водоисточниках составляет от нормы (согласно гигиеническим нормативам ЕН 2.15.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования») следующие значения:

- 1.5–8.0 ПДК для Fe (превышение в 18 пробах: 6 – в Монголии, 12 – в России);

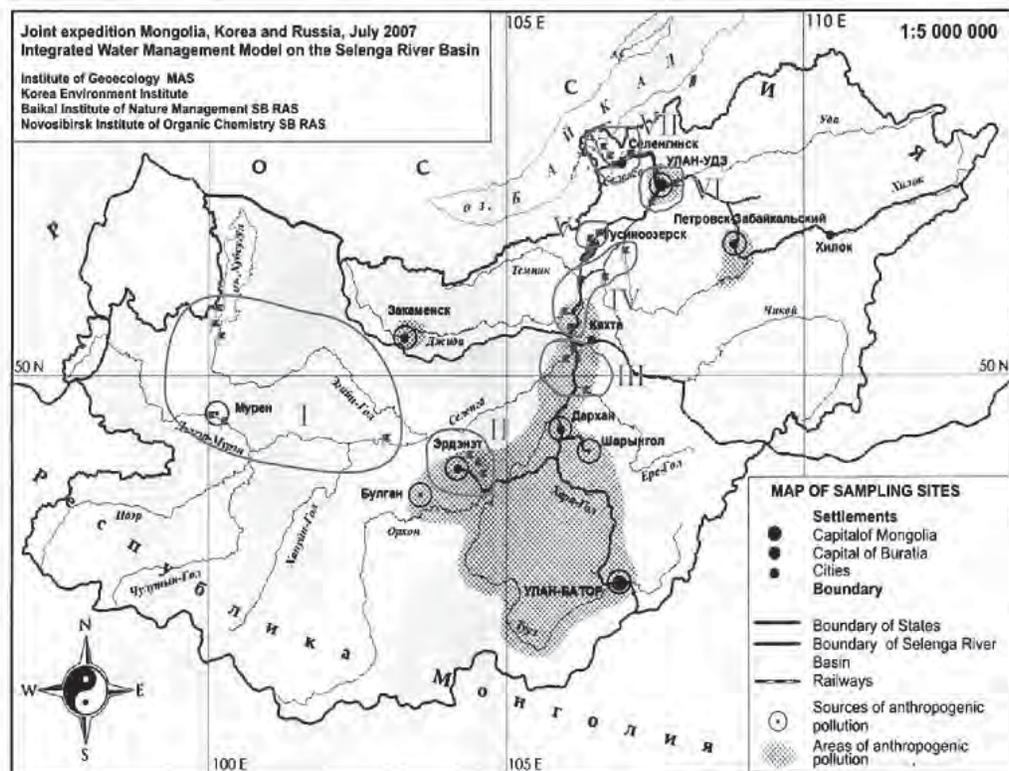


Рис. 8. Ареалы отбора проб во время совместной экспедиции «Оз. Хубсугул – оз. Байкал»

- 1.5–10 ПДК для Pb (превышение в 19 пробах: 7 – в Монголии, 11 – в России);
- 3.0–17.0 ПДК для Cd (превышение в 13 пробах: 11 – в Монголии, 2 – в России);
- 1.3–2.3 ПДК для Mn (превышение в 2 пробах в Монголии);
- 1.5–4.0 ПДК для Ni (превышение в 7 пробах: 4 – в Монголии, 3 – в России).

Не наблюдалось превышения ПДК для Zn, Cu, Cr, Co. Превышение по 1 показателю (тяжелые металлы) установлено в 2 пробах (в Монголии), по 2 показателям в 12 пробах (5 – в Монголии, 7 – в России), по 3 показателям в 8 пробах (3 – в Монголии, 5 – в России), по 4 показателям в 2 пробах (в Монголии).

Значение коли-индекса не превышает принятых в России гигиенических норм.

Наблюдается корреляционная зависимость между значениями удельной

проводимости, общей минерализацией и удельным сопротивлением.

Максимальная величина общей минерализации установлена в пробе воды, взятой из хвостохранилища (Tailing Dam) г. Эрдэнэт. Складывается с этим и наибольшая величина pH – 9.1. Самое меньшее загрязнение тяжелыми металлами в исследованных водоисточниках наблюдается в объектах, расположенных на северо-западе Монголии (Husgul Lake, Egiingol R, Delger R). Начиная с границы Хубсугульского и Булганского аймаков (Hutug-Ondor) начинается более интенсивное загрязнение р. Селенги.

### Результаты по фазе 2

В 2008–2009 гг. выполнялась фаза 2 «Бассейновая оценка и интегрированный анализ». В нее, так же как и в первую, вошли результаты второй совместной

Таблица

	Sampling Site/Station	Location	Date of Collection
1	SM-1	Husgul Lake	2007.07.17
2	SM-2	Egiingol R.	2007.07.17
3	SM-3	Delger R.	2007.07.18
4	SM-4	Delgermuren	2007.07.18
5	SM-5	Hutug-Ondor	2007.07.19
6	SM-6	Khangal R.1	2007.07.20
7	SM-7	Tailing Dam	2007.07.20
8	SM-8	Khangal R.2	2007.07.20
11	SM-11	Eroo R.	2007.07.21
12	SM-12	Orhkong R.	2007.07.21
13	SM-13	Selenga before combine Selenga R.	2007.07.21
14	SM-14	Orkhon - Selenga after combine Selenga R.	2007.07.21
17	SR-1	Selenga R.	2007.07.22
18	SR-2	Dzida R.	2007.07.23
19	SR-3	Themnik R.	2007.07.23
20	SR-4	Chikoi R.	2007.07.23
21	SR-5	Khilok R.	2007.07.23
22	SR-6	Selenga R.	2007.07.24
23	SR-7	Uda R.	2007.07.24
24	SR-8	Selenga R	2007.07.24
25	SR-9	Selenginsk Selenga R.	2007.07.24
26	SR-10	Selenga R.	2007.07.24
27	SR-11	Selenga R. Kabansk	2007.07.25
28	SR-12	Selenga R. Murzino	2007.07.25

экспедиции 2008 г. Кроме этого, была изучена система управления, контроля и учета водных ресурсов на государственном и региональном уровнях. Были рассмотрены структуры и механизмы работы основных ведомств в сфере использования, воспроизводства и охраны водных ресурсов [5].

Водные ресурсы и отношения в сфере водопользования в совокупности составляют важный элемент и блок государственного управления в области использования и охраны природных ресурсов России (рис. 9) [2]. Управление использованием и охраной водных

ресурсов основывается на том, что природные (в т. ч. водные) ресурсы в соответствии с Конституцией Российской Федерации (ст. 9, 36, 42, 72) используются и охраняются как основа жизни и деятельности народов, проживающих на соответствующей территории, а вопросы владения, пользования и распоряжения водными и другими природными ресурсами находятся в совместном ведении Российской Федерации и субъектов Российской Федерации.

Особое внимание в фазе 2 уделялось отношениям с Монголией в области охраны и использования трансграничных

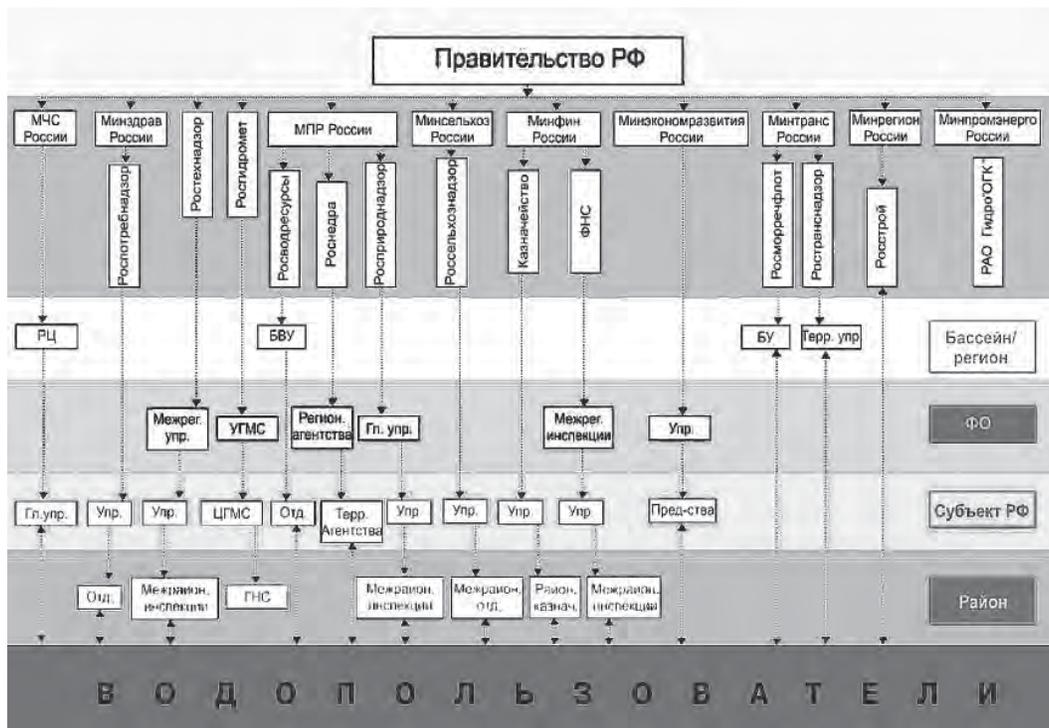


Рис. 9. Структура управления использованием и охраной водного фонда в Российской Федерации

водных ресурсов. Российско-монгольское сотрудничество в области охраны и использования трансграничных вод имеет свою предысторию, которая восходит еще к советским временам, когда было подписано соглашение между Правительством Советского Союза и Правительством Монгольской Народной Республики о рациональном использовании и охране вод бассейна р. Селенги.

Во время выполнения фазы 2 было организовано два совместных отряда, один из которых работал на территории Монголии, другой – на территории России.

Исследованные воды бассейна р. Селенги являются слабощелочными, слабоминерализованными, относятся к гидрокарбонатному классу кальциевой группы и имеют благоприятный кислородный режим. Уменьшение concentra-

ций главных ионов вниз по течению реки связано с эффектом разбавления воды выпадающими притоками, которые имеют меньшую минерализацию. Поступление в воды хлоридов, нитратов, нитритов, аммония связано с влиянием промышленных и населенных пунктов, расположенных на берегах рек.

Основными загрязняющими веществами являются тяжелые металлы (медь, железо, марганец, цинк), повышенные концентрации которых связаны, прежде всего, с антропогенным влиянием и совпадают с основными промышленными узлами рассматриваемого региона.

Практически все водные объекты по содержанию тяжелых металлов не соответствуют требованиям качества, предъявляемым к водоемам рыбохозяйственного назначения.

### *Результаты по фазе 3*

Работы по фазе 3 (2009–2010 гг.) заключались, главным образом, в оценке основных источников воздействия («горячие» точки (Hot Spots Areas)) на водные ресурсы в бассейне р. Селенги и разработке мер по уменьшению этого воздействия. Ниже приводятся основные результаты фазы 3 на российской части бассейна [6].

#### *Нижнеселенгинский промышленный узел (пос. Селенгинск)*

В настоящее время Нижнеселенгинский промышленный узел умеренно развивается и имеет перспективы развития как часть лесопромышленного комплекса Бурятии, СФО, РФ в целом и как часть строительного комплекса Бурятии при ограничении производственных мощностей и применении природоохранных технологий. Основные проблемы в сфере охраны окружающей среды в узле – загрязнение грунтовых вод, почвы и атмосферного воздуха.

Для решения экологических проблем, возникающих на территории Нижнеселенгинского промышленного узла необходимо принятие следующих мер:

1. Усиление системы мониторинга и экологического контроля за загрязнением подземных вод и атмосферного воздуха в данном узле.

2. Перевод ТЭЦ с угля на альтернативные виды топлива, например на газ, или использование твердого биотоплива с целью снижения загрязнения атмосферного воздуха, почвы и подземных вод.

3. Модернизация котлов с переводом на сжигание топлива «в кипящем слое», исключение мазута из состава топлива, реконструкция установки газоочистки и электрофильтров энергетических котлов.

4. Для предотвращения слива промышленных сточных вод в поверхностные воды р. Селенги необходима реконструкция системы замкнутого водооборота, которая была введена более 20 лет назад.

5. Использование ценного ресурса – отходов целлюлозно-бумажного комбината (щепы, коры, опилок и т. д.) для производства биотоплива. Правильный подход к его использованию может принести прибыль, сравнимую с прибылью от основного производства. При реализации данного положения одновременно решается вопрос размещения отходов и снижения выбросов вредных веществ.

#### *Гусиноозерский промышленный узел (г. Гусиноозерск)*

1. Снижение экономической активности в Гусиноозерском промышленном узле не сказывается на улучшении экологической обстановки, т. к. продолжает работу Гусиноозерская ГРЭС, на долю которой приходится 96 % общего загрязнения.

2. Озеро Гусиное подвергается химическому загрязнению: с оборотными водами ГРЭС туда ежегодно попадает около 12 т нефтепродуктов, 8 т железа, 50 кг фенолов, 2300 т сульфатов. Кроме ГРЭС в озеро спускают свои воды остальные предприятия и организации, со стоками которых в озеро попадает свыше 100 т загрязняющих веществ. Кроме химического озеро подвергается тепловому загрязнению.

При сохранении существующего уровня загрязнения озеро может стать непригодным для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Однако г. Гусиноозерск не имеет более эффективного альтернативного источника водоснабжения. Поэтому сохранение озера имеет жизненно важное значение для самого города и населенных пунктов, расположенных на прибрежной территории.

3. На территории Гусиноозерского промышленного узла продолжается загрязнение подземных вод на участках размещения Гусиноозерской ГРЭС (золоотвалах, промышленной площадке, в подсобном хозяйстве).

4. Уровень загрязнения воздушного бассейна г. Гусиноозерска превышает

ПДК по диоксиду азота, окиси углерода, взвешенным веществам. Такое состояние приземного слоя атмосферы непосредственно сказывается на здоровье населения, где уровень заболеваемости болезнями кожи и органов дыхания, по данным статистики, растет быстрее, чем по республике.

Предлагаемые меры:

1. Перевод Гусиноозерской ГРЭС на обратное водоснабжение с целью прекращения поступления термальных стоков в озеро Гусиное.

2. На текущий момент на предприятии задействовано 2 энергоблока из семи. Суммарный выброс в атмосферу составил 23–25 тыс. т. Необходим перевод на сжигание гусиноозерских углей в смеси с другими (например, с мршабородинскими).

3. Модернизация очистных сооружений: замена «мокрых» золоуловителей на батарейные циклоны позволит повысить эффективность очистки с 88,6 до 94 %; замена скрубберов Вентури на электрофильтры позволит повысить степень очистки дымовых газов до 98 %.

4. Экологические проблемы рассматриваемого региона могут быть решены лишь при интеграции и рационализации связей всех субъектов промузла и прилегающих территорий.

*Улан-Удэнский промышленный узел (г. Улан-Удэ)*

На территории Улан-Удэнского промышленного узла интенсивность загрязнения подземных вод, как и в прежние годы, остается высокой. Нарушения условий режима подземных вод формируются в основном на территориях промышленных предприятий. Особо опасные источники загрязнения в пределах Улан-Удэнского промышленного узла – отстойник ЛВРЗ, золонакопители ТЭЦ, склады ГСМ. Основными загрязняющими компонентами являются фенолы по фенольному индексу, нефтепродукты, марганец, кадмий, аммоний, алюминий, натрий.

Кроме того, значительные объемы сточных вод промышленных предприятий города поступают на очистные сооружения ЖКХ, которые не рассчитаны на очистку промышленных стоков.

Предлагаемые меры:

1. Ликвидация нефтепродуктового загрязнения в пос. Стеклозавод. Нефтепродукты в жидкой форме в зоне влияния нефтебаз пос. Стеклозавод разгружаются в р. Селенгу.

2. Необходимо решение вопроса о ликвидации отстойника, создающего опасность возникновения чрезвычайных ситуаций.

3. Усиление системы мониторинга вод.

*Закаменский промышленный узел (г. Закаменск)*

1. Современное состояние обращения с отходами производства и потребления неблагоприятное и является причиной опасного загрязнения всех компонентов окружающей среды. Так, на территории Закаменского промышленного узла негативное воздействие на поверхностные и подземные воды продолжают оказывать объекты недействующего Джидинского ГОКа – отвалы горных пород, хвостохранилища.

2. На территории промышленного узла и на прилегающей территории отмечается загрязнение подземных вод железом, фтором, марганцем, кадмием, свинцом, алюминием. Интенсивность загрязнения составляет 1–10 ПДК, на отдельных участках – 45 и более.

3. Загрязнение почвы на значительных площадях в местах разработки вольфрамовой руды.

4. В связи с разработкой Джидинского рудного месторождения земли нарушены и не рекультивированы.

Предлагаемые меры:

1. Для оценки и прогноза пространственно-временных изменений состояния подземных вод на этой территории и опасности этих изменений для хозяйственно-питьевого водоснабжения

требуется организация мониторинга подземных вод. Схема размещения наблюдательной сети была определена по данным обследования 2005 г., но для ее создания требуется восстановление скважин законсервированной сети и бурение новых.

2. Единственной возможностью предотвращения надвигающегося экологического бедствия, которое грозит охватить долину р. Джиды – одного из наиболее крупных притоков оз. Байкал, является ликвидация старых хвостохранилищ с доизвлечением ценных компонентов песков и полной утилизацией их алюмосиликатной основы.

3. Модернизация очистных сооружений г. Закаменска.

4. Строительство ливневой канализации. Река Модонкуль протекает в горной местности, борта долины имеют

большие уклоны. В период ливневых дождей со склонов долины, а также с селитебной территории, на которой расположены особо загрязненные участки, поверхностные склоновые воды поступают в р. Модонкуль с повышенным содержанием загрязняющих веществ.

Таким образом, сопряженное исследование водных объектов в межгосударственном бассейне р. Селенги (включая их количественные и качественные параметры), использования, охраны и воспроизводства водных ресурсов, проблем координации и управления водопользованием на межгосударственном и субъектном (субъекты Российской Федерации и субъекты хозяйствования) уровнях позволяет предложить интегрированную модель управления водными ресурсами на данной территории.

## Литература

1. Гомбоев Б. О. Полифункциональная иерархия территориальной организации природопользования в регионе // Теория социально-экономической географии: синтез современных знаний: сб. науч. ст. – Смоленск, 2006. – С. 67–73.
2. Информационный бюллетень о состоянии поверхностных водных объектов, водохозяйственных систем и сооружений на территории Республики Бурятия за 2010 год. – Улан-Удэ, 2011.
3. Тулохонов А. К., Гомбоев Б. О., Могнонов Д. М., Зомонова Э. М., Хахинов В. В., Жамьянов Д. Ц.-Д. Трансграничные реки: сотрудничество в решении экологических проблем // Байкальская Азия: экономика, экология, устойчивое развитие (результаты международного сотрудничества) / отв. ред. А. К. Тулохонов. – Улан-Удэ: ЭКОС, 2009. – С. 52–61.
4. Gomboev B. O. Development Environment Partnership with NISD: Russian Case // Conference Network of Institutions for Sustainable Development “Green Growth & Green Economy”. – Seoul, 2010. – P. 243–249.
5. Jang Min Chu, Ick Hwan Ko, Luntan Janchivdorj, Bair Gomboev, Chang Hee Lee, Sang In Kang, Daba Zhatmyanov and other. Integrated Water Management Model on the Selenga River Basin. Basin Assessment and Integrated Analysis (Phase II). – Seoul, 2009. – 367 p.
6. Jang Min Chu, Ick Hwan Ko, Luntan Janchivdorj, Bair Gomboev, Chang Hee Lee, Sang In Kang and other. Integrated Water Management Model on the Selenga River Basin: Status Survey and Investigation (Phase III). – KEI, Seoul, 2010. – 305 p.
7. Yuri Mun, Ick Hwan Ko, Luntan Janchivdorj, Bair Gomboev, Sang In Kang, Chang-Hee Lee and other. Integrated Water Management Model on the Selenga River Basin. Status Survey and Investigation (Phase I). – Seoul, 2008. – 442 p.