

УДК 504.06:556.66

Т. А. Борисова, канд. геогр. наук, науч. сотр., **А. Н. Бешенцев**, канд. геогр. наук, ст. науч. сотр., Байкальский институт природопользования СО РАН, г. Улан-Удэ
E-mail: tabor@binm.bsnet.ru

Территориальная оценка риска от наводнений в Байкальском регионе в условиях экологических ограничений

Проведен территориальный анализ и дана оценка риска от наводнений в бассейне реки Селенга. С целью выявления уровня риска определены основные показатели опасности: частота проявления, интенсивность, площадь распространения, на основе которых разработаны прогнозные сценарии и рассчитаны показатели риска: физический, экономический (для сельского хозяйства), социальный. По показателю удельного физического риска проведено ранжирование территории и выполнены карты пораженности территории и населения. Результатом явилось создание интегральной карты.

Ключевые слова: опасность, риск, наводнения, удельный физический и индивидуальный риск, пораженность территории и населения

Borisova T. A., Beshentsev A. N. Territorial estimation of flooding risk in the Baikal region in the conditions of ecological restrictions

The territorial analysis is carried out and the estimation of risk from flooding in the Selenga River basin is given. For the purpose of revealing risk level the basic indicators of danger are defined: frequency of display, intensity, the distribution area on which basis the prognosis scenarios are developed and risk indicators are calculated: physical, economic, social. On an indicator of specific physical risk ranging of the territory is spent and cards of amazing of the territories and the population are executed.

Keywords: danger, risk, flooding, specific physical and individual risk, amazing of territories and the population

Постановка проблемы

Обеспечение безопасности среды обитания человека является приоритетным направлением деятельности государства. В этой связи проблемы рисков, их анализа и оценки стали сегодня осо-

бенно актуальны. В соответствии с принятыми документами вследствие постоянного роста чрезвычайных ситуаций в нашей стране с 1991 г. начаты систематические исследования природных и техноприродных опасностей с позиций риска. В утвержденной в 2009 г. концепции новой государственной политики обеспечения национальной безопасности и устойчивого развития России до 2020 г. одной из первоочередных задач является повышение защищенности человека и важных хозяйственных объектов и устойчивого развития территории, решение которых требует конкретных действий в регионах страны. Следует подчеркнуть, что особое внимание следует обратить на регионы с особым режимом природопользования. Объективно, территория Байкальского региона в условиях экологических ограничений относится к регионам с высокой вероятностью возникновения чрезвычайных ситуаций, в том числе и техногенных, и экологических в результате проявления и развития целого ряда опасных природных процессов и явлений, из которых наводнения являются наиболее частыми и распространенными и имеют огромные негативные последствия.

Полигоном для исследования выбран бассейн реки Селенга как наиболее густонаселенная и освоенная часть региона. Селенга — самая крупная река, впадающая в Байкал, которая входит в центральную и буферную экологические зоны Байкальской природной территории. Протекает по территории двух государств России (Бурятия) и Монголии, площадью водосбора 447 тыс. км². Ее основными притоками являются Орхон, Эг (Монголия), Никой, Хилок, Уда, Джида. Отсутствие длительных рядов наблюдений со стороны Монголии не позволили включить в рассмотрение зарубежную часть бассейна. 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. Размеры на-

носимых ущербов колоссальны: в текущих ценах периода прохождения наводнений составили: в 1971 г. — 1,4 млрд руб., 1973 — 0,7 млрд руб., 1993 — 40 млрд руб.

Таким образом, для принятия обоснованных управленческих решений по предупреждению, снижению последствий, прогнозированию возможных потерь необходима оценка риска от наводнений на территории исследования и создание геоинформационной системы на базе пакета ARC GIS.

Методы исследования

В исследовании используется вероятностно-площадной подход, основанный на показателях опасности [1]. Основными классификационными показателями опасности являются: *частота возникновения наводнений* $P(H)$, характеризующая частоту возникновения опасности H (случаев в год) и рассчитываемая по формуле $P(H) = n/N$, где n/N — отношение числа лет с наводнениями к числу лет в рассматриваемый период; *величина наводнений*, см, рассчитываемая как разница максимального подъема уровня воды и критического уровня*; *площадь зон затопления* $S(H)$, км² (тыс. га), определяемая дистанционным методом с помощью ГИС технологий [2].

Величина наводнений предполагает различные варианты их прохождения с определенными последствиями, в связи с этим разрабатываются *прогнозные сценарии*, на основе которых проводится оценка риска.

Методические приемы расчетов показателей рисков базируются на разработках А. Л. Рагозина через параметр уязвимости, позволяющий определить удельный физический риск, используемый при картографировании и выявлении его уровня (пораженности территории, населения), и физический риск — для оценки экономического и социального рисков [3].

Уязвимость территории в результате поражения ее опасностью H определяется:

$$V(H) = S(H)/S(T), \quad (1)$$

где $S(H)$ — площадь затопления; $S(T)$ — общая площадь оцениваемой территории.

* Для всех уровневых гидрологических постов имеются индивидуальные критические отметки развития наводнений: первый — выход воды на пойму; второй — начало затоплений сельскохозяйственных угодий, отдельных хозяйственных объектов и поселений; третий — начало затопления промышленных объектов, населенных пунктов, элементов инфраструктуры и др.

Удельный физический риск — удельные потери с единицы площади в пределах оцениваемой территории за единицу времени:

$$R(sf) = P(H) \times V(H). \quad (2)$$

Физический риск или временный вывод земель в год в результате их затопления рассчитывается как:

$$R(f) = S(H) \times P(H). \quad (3)$$

Экономический риск (прямой экономический ущерб):

$$R(e) = R(f) \times O(i), \quad (4)$$

где $R(f)$ — физический риск; $O(i)$ — средняя оценка i -го вида земель, руб./га.

Социальный риск или вероятность нахождения в зоне затопления рассчитывается по формуле:

$$R(s) = R(f) \times d(p), \quad (5)$$

где $d(p)$ — плотность населения, чел./км².

Индивидуальный риск — удельный показатель и критерий для ранжирования территории и сравнения:

$$R(is) = R(s) \times P(i), \quad (6)$$

где $P(i)$ — вероятность поражения человека, оказавшегося в зоне затопления; $P(i) = 1/N(s)$, где $N(s)$ — количество населения, находящегося в зоне опасности.

Ключевым механизмом исследования является геоинформационная технология, позволяющая организовать действия по регистрации геоанных формирования и развития наводнений, их локализации и созданию геоинформационных моделей (пространственная и атрибутивная) в один управляемый процесс.

Результаты и обсуждение

Оценка риска от наводнений проведена на основании содержательного анализа собранной информации и фондовых материалов многолетних наблюдений (1936—2008 гг.) по 17 гидрологическим постам (г. п.) за уровнями воды в бассейне реки Селенга в пределах Республики Бурятия.

Определяющими природными факторами, ведущими к формированию наводнений в бассейне, являются: циклоническая деятельность второй половины лета, обуславливающая выпадение дождей обложного или ливневого характера, достаточное количество снежных осадков, накапливаемых в горах Прибайкалья, горно-котловинный рельеф, а также антропогенная нарушенность отдельных участков русел. Анализ повторяемости по генезису формирования показывает о преобладании на реках бассейна паводковых наводнений (61...90 %) и

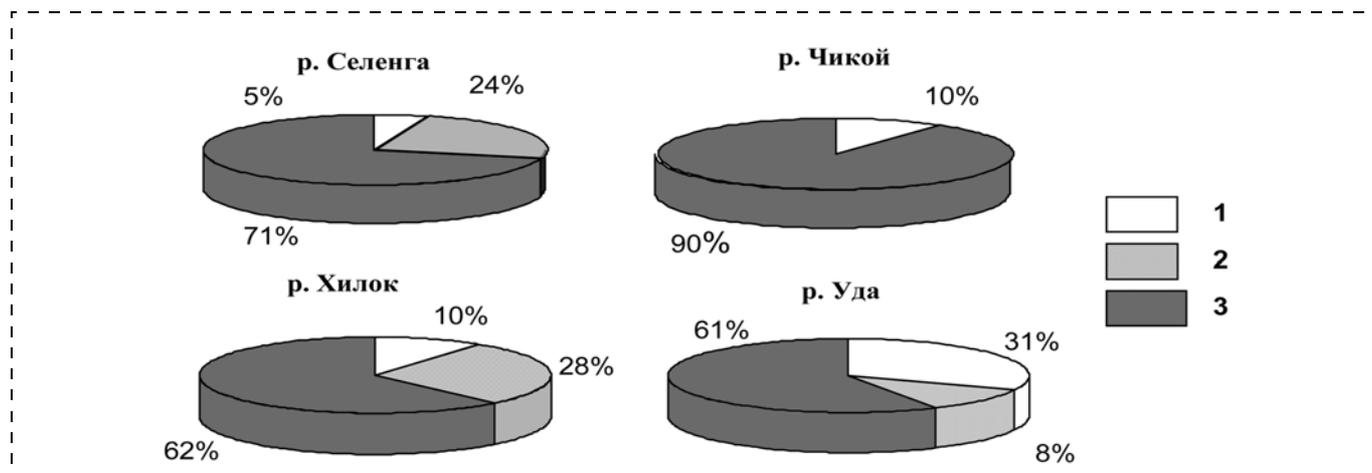


Рис. 1. Доля видов наводнений на реках бассейна реки Селенга, %:
1 — половодно-паводковые; 2 — зажорно-заторные; 3 — паводковые

незначительно — небольших половодно-паводковых (до 10 %). Исключением является река Уда, на ней наводнения смешанного стока составляют 31 % за счет снежного стока горных рек Курба и Она, расположенных в зоне многолетней мерзлоты. На локальных участках рек зажимов, сужений русел природного и антропогенного характера возможны заторные наводнения: Хилок, Селенга и крайне редко зажорные — на участках интенсивного дугообразования (рис. 1).

В соответствии с методикой на начальном этапе определены основные показатели опасности территории. Анализ рассчитанных показателей частоты возникновения наводнений свидетельствует о том, что превышения уровня воды в реках бассейна — выхода воды на пойму варьирует в пределах 0,1...0,9, но лишь на отдельных гидрологических постах достигает 0,8...0,9. Превышение второго критического уровня, при котором, как отмечалось выше, затопливается преимущественно сельскохозяйственные земли, отдельные объекты и населенные пункты, расположенные в пойме бассейна, составляет 0,08...0,4. При превышении третьего критического уровня происходит затопление большей части поймы с сельскохозяйственными, промышленными и другими землями, населенными пунктами, частично города Улан-Удэ и элементов инфраструктуры — 0,05...0,19 [4].

Сравнительный анализ повторяемости наводнений на реках бассейна показывает, что наибольшее число превышений отмечается на реках Джиды, Чикой, Селенга. Так, в среднем течении реки Селенга частота проявлений достигает 0,8...0,9, в нижнем (г. Улан-Удэ) — уменьшается почти в 2 раза — 0,5 и дельте реки Селенга составляет лишь 0,1. Высокий показатель имеет река Джиды:

в среднем течении — 0,9, а в нижнем — до 0,7. Повторяемость наводнений на реке Чикой составляет 0,5...0,6. На реке Уда регистрируются высокие наводнения с частотой 0,2...0,44 только в нижнем течении и являются в основном локальными для реки. Частота развития наводнений на реке Хилка несколько ниже (0,2...0,3), из которых высокие составляют 0,02...0,03.

По показателю величины наводнений следует подчеркнуть, что максимальные его значения наиболее характерны для периода летних паводков, и превышение над критическим уровнем подъема воды $H_{кр}$ в бассейне составляет 30...437 см. Исключительные подъемы высотой слоя воды на пойме более 200 см присущи для гидрологических постов в среднем течении рек Селенга (419), Джиды (437) и нижнего — Чикой (267), Уда (266) [4]. Безусловно, данный показатель очень индивидуален и непосредственно зависит от многих гидрологических факторов и морфологии долины. Например, в среднем течении реки Селенга величина наводнений достигает более 300...400 см (1936, 1971, 1973), нижнем (г. п. Улан-Удэ) — около 200 см и дельте — только 30...40 см.

На реке Уда развитие наводнений происходит несколько иначе. В среднем ее течении подъемы уровня над $H_{кр}$ относительно незначительны: максимальные — 62 см (г. п. Удинск, 1991) и 127 см (г. п. Первомаевка, 1985), а в нижнем (г. п. Улан-Удэ) — могут превышать 200 см (в 1991 г. 266 см). В сравнении с реками бассейна выдающаяся величина наводнений отмечается на реке Джиды. Так, в 1973 г. превышение уровня составило 437 см (г. п. Хамней) и 295 см (г. п. Джиды), однако за 70 лет это единственное наводнение такой силы. В нижнем течении реки Чикой максимальная вы-

сота слоя воды на пойме в большинстве случаев не превышает 200 см и лишь на участке слияния ее с рекой Селенга, где происходит сужение долины, она может достигать 267 см (г. п. Поворот). На реке Хилка высокие подъемы уровня менее существенны, превышение над $H_{кр}$ до 155 см, в среднем до 100 см.

Выявление вероятных границ затопления осуществлено на основе рассчитанного показателя величины наводнений на топографической основе масштаба 1 : 100 000 с использованием дистанционного метода, определение площадей с помощью ГИС технологий в программной среде ARC GIS. Совмещение слоя зон затопления с картой использования земель позволило выделить площади земель разных категорий. По результатам исследования установлено: затоплению подвергаются преимущественно земли сельскохозяйственного назначения, земли населенных пунктов, а также промышленности (мосты, дороги, линии связи и электропередач) и незначительно земли запаса, лесного фонда. Так, при наиболее высоких наводнениях общая площадь возможного поражения в бассейне достигает 3122,6 км², из них 236,3 тыс. га территории сельхозугодий, что составляет 3,4 % территории бассейна и 9,5 % площади сельхозугодий; 106 населенных пунктов и дачных поселков, в том числе г. Улан-Удэ расположены в опасных зонах или примыкают к ним и находятся под угрозой частичного затопления и подтопления, некоторые из них защищены дамбами.

Сопряженный анализ показателей опасности показывает неодинаковое протекание наводнений на реках бассейна, а также на их участках: часто повторяющихся в среднем—нижнем течении реки Селенга, р. Джиды, нижнем — рек Чикой, Уда, однако наиболее широкомасштабных — в дельте реки Селенга и среднем течении реки Уда, где высота слоя на пойме лишь 20...50 см. Для получения более объективных результатов, не нарушая бассейновый подход, проведено ранжирование территории и выделены 20 участков (таксонов) с характерными для них показателями опасности с учетом гидрологических и морфологических особенностей. Детальность предложенного деления непосредственно зависит от существующей сети уровневых гидрологических постов и выбранного масштаба исследования. Реки преимущественно разбиваются на 3...5 участков с приданием им числовых номеров в алфавитном порядке, как они размещены в атрибутивной таблице базы данных ГИС. Рекам Джиды присвоен номер 1, следовательно, его участки обозначены 1.1, 1.2, 1.3; Селенга — 2 (2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5); Уда — 3 (3.1, 3.2, 3.3); Хилка — 4 (4.1, 4.2, 4.3); Чикой — 5 (5.1, 5.2, 5.3).

В зависимости от величины наводнения разработаны три сценария развития наводнений. К первому — отнесены наиболее высокие (большие — катастрофические) более 200 см, их повторяемость составляет 0,02...0,1; ко второму — большие — средние с высотой слоя 100...200 см, частотой 0,06...0,2 и к третьему — средние — небольшие, но выше 40 см и повторяемостью 0,23...0,39. Для каждого сценария в программной среде ARC GIS получены площади затопления. В результате исследования сформирована база данных необходимых показателей опасности, являющаяся информационной основой для дальнейших оценочных операций, расчетов и выявления уровня риска [5].

На основе полученных промежуточных данных согласно методике выполнены расчеты показателей риска по каждому участку, реке и в целом бассейну (табл. 1). Расчеты показателя физического риска [формула (3)] показали, что фактические временные потери земель от наводнений в целом по бассейну в Республике Бурятия достигают 480,6 км²/год, из них значительны непосредственно на реке Селенга — 232,9 км²/год и на реках Уда — 90,4, Чикой — 69,1 и Джиды — 71,3 км²/год. Потери сельскохозяйственных земель составляют 35,9 тыс. га/год, в том числе существенно подвергаются затоплению земли наиболее хозяйственно освоенных территорий центральной и южной части бассейна.

Экономический риск от наводнений только в сельскохозяйственной отрасли составляет 928,4 млн руб./год, в том числе от рек Селенга — 336,5 млн руб./год, Уда — 257,7, нижнего течения реки Чикой — 159,1 млн руб./год. В расчетах [формула (4)] использованы средние экономические оценки одного гектара сельскохозяйственных угодий, выполненные научным сотрудником БИП СО РАН Литвинцевой А. И., для определения комплексного ущерба при подтоплении [6]. На 2010 г. они составляют: средняя оценка пашни — 113,1 тыс. руб.; сенокосов — 22,1; пастбищ — 9,7. При оценке учтены прямые потери, полная стоимость сельскохозяйственных работ, восстановительные мероприятия.

По показателю удельного физического риска [формула (2)] проведено ранжирование территории и разработан ряд карт пораженности бассейна реки Селенга. Так, карта пораженности земель всех категорий (рис. 2 — см. 3-ю стр. обложки) свидетельствует, что очень высоким уровнем риска обладает территория дельты реки Селенга (2.5) в результате значительной площади затопления, высоким — участки нижнего течения рек Джиды (1.3), Чикой (5.3), среднего — реки Селенга (2.1) вследствие частой повторяемости и большой величины наводнений; остальные — имеют средний и низкий уровень риска.



Таблица 1

Риск поражения территории наводнениями в бассейне реки Селенга

Река, таксон	Площадь таксона, $S(T)$, км ²	Площадь сельскохозяйственных земель, тыс. га	Площадь затопления $S(H)$ I—III сценариев		Риск				
			Всего, км ²	Сельскохозяйственных земель, тыс. га	Физический $R(f)$, км ² /год	Удельный физический $R(sf)$, $n \cdot 10^{-3}$ км ² /км ² · год	Физический сельскохозяйственный $R(f)$, тыс. га/год	Удельный физический сельскохозяйственный $R(sf)$, $n \cdot 10^{-3}$ тыс. га/тыс. га · год	Экономический (прямой ущерб земельным ресурсам и сельскому хозяйству), тыс. руб./год
Бассейн реки Селенга	90883,0	2296,2	4465,9	345,0	480,6	9,3	35,9	19,7	928 398
Река Джида	18820,2	504,5	612,3	50,7	71,3	7,9	5,7	12,4	137 107
1.1	5033,5	70,9	94,3	6,7	9,4	1,8	0,7	9,4	16 632
1.2	12050,5	290,4	254,8	19,8	28,5	2,3	2,0	6,7	48 124
1.3	1736,2	143,2	263,2	24,2	33,4	19,5	3,0	21,2	72 350
Река Чикой	4878,1	244,0	676,9	61,8	69,1	14,5	6,3	28,2	159 141
5.1	725,9	49,7	179,1	16,7	12,1	16,6* (9,8)	1,1	22,5	19 022
5.2	3623,9	171,1	394,8	36,8	45,8	12,6	4,4	25,2	121 385
5.3	528,3	22,6	103,0	8,3	11,2	21,2	0,8	36,9	18 734
Река Хилок	10899,2	435,3	358,8	32,0	16,9	1,9	1,5	5,2	37 911
4.1	2063,4	41,3	67,9	6,0	3,2	1,9	0,3	6,7	5 334
4.2	2891,5	82,3	131,9	12,2	5,8	2,0	0,5	6,6	14 142
4.3	5944,3	311,7	159,0	13,8	7,9	1,8	0,7	2,2	18 435
Река Селенга	22383,2	659,3	2024,0	131,3	232,9	16,5	15,2	26,4	336 515
2.1	2055,1	107,2	283,6	34,6	34,6	16,8	3,3	31,1	52 382
2.2	12377,6	389,4	607,0	47,6	96,3	8,2	7,3	19,3	162 056
2.3	1504,7	46,4	208,0	9,5	19,0	11,8	1,1	22,2	19 007
2.4	5174,8	49,2	300,3	16,0	30,0	5,8	1,5	29,9	42 782
2.5	1271,0	67,0	625,1	25,4	50,0	39,3	2,0	30,3	60 288
Река Уда	32611,7	635,2	793,9	67,4	90,4	5,6	7,2	31,6	257 724
3.1	20246,9	498,0	570,5	47,6	57,1	2,8	4,8	9,6	138 097
3.2	11124,8	117,2	105,8	10,2	18,0	1,7	1,0	14,7	92 303
3.3	1240,0	20,0	117,6	9,6	15,3	12,3	1,5	70,5	27 324

* Данный показатель несколько завышен в связи с неполным учетом бассейна со стороны Монголии (река Худерийн-Гол), при картографировании использован рассчитанный показатель в скобках.

Риск поражения населения наводнениями в бассейне реки Селенга

Река, таксон	Площадь $S(T)$, км ²	Площадь максимального затопления $S(H)$, км ²	Плотность населения $d(p)$, чел./км ²	Частота возникновения наводнений, $P(H)$, случаев/год	Социальный риск $R(s)$, чел./год	Индивидуальный риск $R(is)$, $n \cdot 10^{-3}$ чел./чел. · год
Бассейн реки Селенга	90883,0	3090,3	8,3	—	3310,4	3,3
Река Джида	18820,2	303,5	2,8	—	123,1	0,9
1.1	5033,5	67,5	1,9	0,1	12,8	0,3
1.2	12050,5	139,6	3,8	0,12	63,5	1,3
1.3	1736,2	123,4	3,8	0,1	46,8	1,0
Река Чикой	4878,1	468,3	3,0	—	122,9	0,9
5.1	725,9	117,3	3,0	0,05	17,6	0,4
5.2	3623,9	293,0	3,0	0,1	87,9	1,8
5.3	528,3	58,0	3,0	0,1	17,4	0,4
Река Хилок	10899,2	252,1	5,3	—	30,3	0,2
4.1	2063,4	44,7	4,4	0,02	3,9	0,1
4.2	2891,5	92,2	4,4	0,02	8,1	0,2
4.3	5944,3	115,2	5,3	0,03	18,3	0,4
Река Селенга	22383,2	1327,3	20,2	—	2166,6	8,7
2.1	2055,1	151,7	8,9	0,1	135,0	2,7
2.2	12377,6	270,6	6,1	0,1	165,1	3,3
2.3	1504,7	117,1	192,0	0,07	1573,8	31,5
2.4	5174,8	168,2	7,5	0,07	61,6	1,2
2.5	1271,0	625,1	7,5	0,05	234,4	5,1
Река Уда	32611,7	739,1	5,9	—	867,5	5,8
3.1	20246,9	570,5	1,9	0,07	75,9	1,5
3.2	11124,8	105,8	7,7	0,1	81,5	1,7
3.3	1240,0	62,9	112,9	0,1	710,1	14,2

Карта пораженности сельскохозяйственных земель (рис. 3 — см. 3-ю стр. обложки) демонстрирует высокую подверженность сельхозугодий в нижнем течении рек Уда, Чикой, среднем и нижнем — реки Селенга и ее дельты в связи с интенсивным использованием пойменных территорий.

Социальный риск, характеризующий нахождение человека в зоне поражения, составляет для бассейна реки Селенга 3310,4 чел./год [формула (5)]. Результаты представлены в табл. 2.

Высокими значениями обладают территории непосредственно рек Селенга — 2166,6 чел./год, Уда — 867,5 чел./год за счет высокой концентрации населения, а также расположения части г. Улан-Удэ и ряда населенных пунктов на поймах рек и дельты. По показателю индивидуального риска [формула (6)] — поражения населения с неблагоприятным исходом — выполнена карта, отражающая его различные уровни (рис. 4 — см. 4-ю стр. обложки).

По результатам сравнительного анализа и обобщения оценок частных рисков разработана карта интегрального риска, которая иллюстрирует его суммарный уровень от наводнений в бассейне реки Селенга (рис. 5 — см. 4-ю стр. обложки).

Очень высокий уровень выявлен в таксонах нижнего течения реки Уда, непосредственно реки Селенга и ее дельты (2.3, 3.3, 2.5) как наиболее густозаселенных, хозяйственно освоенных со средними показателями опасности. Высокий уровень риска — в нижнем течении рек Джиды, Чикой и среднем реки Селенга (1.3, 2.1, 5.3) со значительной величиной, частотой наводнений и сельскохозяйственной освоенностью. Это дает основание необходимости проведения первоочередных защитных мероприятий по снижению риска от наводнений в пределах этих участков бассейна [7, 8].

Таким образом, проведенная оценка риска от наводнений, основанная на вероятностно-площадном подходе по показателям опасности, является универсальной основой исследования и позволяет достоверно определить возможные потери, пораженность территории и населения и выявить его уровень.

Выполнение исследования с помощью ГИС технологии в программной среде ARC GIS дают возможность дальнейшего более детального изучения отдельных участков бассейна на разном топологическом уровне. Созданная информационная база данных по основным характеристикам наводнений



в пространственно-временной динамике — один из наиболее важных элементов геоинформационной системы "Безопасность и устойчивое развитие бассейна реки Селенга".

Разработанные количественные оценки и карты риска являются объективной региональной базой для управления по функциональной организации территории, дальнейшему ее освоению и обеспечению конституционного права на необходимую степень безопасности и защищенности человека от наводнений в регионе.

Список литературы

1. **Борисова Т. А.** Теоретико-методические подходы к исследованию природно-антропогенных рисков на Байкальской природной территории // Безопасность жизнедеятельности. — 2010. — № 2. — С. 40—45.
2. **Кичигина Н. В., Корытный Л. М.** Районирование Восточной Сибири по опасности наводнений // География и природные ресурсы. — 1997. — № 3. — С. 50—60.
3. **Природные опасности** России. Тем. т. 6. Оценка и управление природными рисками / Под ред. А. Л. Рагозина. — М.: Издательская фирма "КРЭК", 2003. — 320 с.
4. **Борисова Т. А.** Оценка опасности наводнений на территории Прибайкалья и Забайкалья (на примере Республики Бурятия) // Экология и безопасность жизнедеятельности: мат-лы VIII междунар. науч.-практ. конф. — Пенза: РИО ПГСХА, 2008. — С. 42—44.
5. **Борисова Т. А., Бешенцев А. Н.** Оценка и картографирование физического риска от наводнений территории бассейна реки Селенга (Республика Бурятия) // Дельты Евразии: происхождение, эволюция, экология и хозяйственное освоение: мат-лы междунар. науч. конф. Улан-Удэ, МЭОЦ "Истомино". — Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2010. — С. 216—223.
6. **Гидроэнергетика** и состояние экосистемы озера Байкал / А. А. Атугов, Н. М. Пронин, А. К. Тулохонов и др. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1999. — 280 с.
7. **Борисова Т. А.** Использование количественных оценок и карт риска для целей управления на Байкальской природной территории // Стратегия и механизмы управления природопользованием: мат-лы Сибирского межвед. науч.-практ. семинара в рамках X Юбилейной Всерос. и V междунар. конф. — Улан-Удэ: Изд-во Бур. гос. ун-та, 2010. — С. 37—39.
8. **Borisova T. A., Beshentsev A. N.** Flooding on the Selenga river and their consequences // International conference: Natural Resources and sustainable development in surrounding regions of the Mongolian Plateau. — Mongolia: Ulaanbaatar, 2010. — P. 39—45.

УДК 556.044 (571.56)

Д. Д. Ноговицын, канд. геогр. наук, вед. науч. сотр., **З. М. Шеина**, науч. сотр., **Л. П. Сергеева**, мл. науч. сотр., Институт физико-технических проблем Севера им. В. П. Ларионова СО РАН, г. Якутск
E-mail: zsheina@yandex.ru

Об экстремальных гидрологических явлениях в Якутии

Приведены данные анализа и обобщения данных наблюдений за наводнениями на реке Лене более чем за 50-летний период. Рассмотрены основные факторы, влияющие на условия образования весенних заторов льда на реках бассейна Лены и вопросы использования новых информационных технологий на основе картографического метода.

Ключевые слова: река, водный режим реки, весеннее половодье, уровень воды, заторы льда, наводнение, геоинформационные технологии, электронная карта, зона затопления

Nogovitsyn D. D., Sheina Z. M., Sergeeva L. P. *On the extreme hydrological conditions in Yakutia*

The analysis and the generalization of the observation data of floods on the Lena River over a 54-year period have been conducted. The main factors affecting the formation conditions of spring ice blockages on rivers of the Lena basin have been revealed. The use of

new information technologies on basis of cartographic method is considered.

Keywords: river, water regime of a river, spring flood, water level, ice blockage, flood, geographic information technologies, electronic map, flood zone

Введение

Экстремальные гидрологические явления, например, наводнения, вызванные весенним снеготаянием, относятся к числу наиболее опасных стихийных бедствий, наносящих огромный ущерб сельскохозяйственным и жилым объектам, на ликвидацию которых требуются огромные вложения. В Якутии, наряду с наводнениями, обусловленными весенними паводками, большую опасность представляют наводнения, связанные с такими ледовыми явлениями, как ледяные заторы на реках. Одним из наиболее действенных средств для снижения ущерба от таких явлений является система раннего предупреждения.