

**Н. В. КИЧИГИНА**

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН,  
664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1, Россия, nkichigina@mail.ru

## **ОПАСНОСТЬ НАВОДНЕНИЙ НА РЕКАХ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА**

*Дана комплексная характеристика опасности наводнений на реках Байкальского региона, полученная в ходе исследования водотоков бассейнов Ангары, Верхней Лены (с Витимом и Олёкмой), Нижней Тунгуски (верховья), Верхнего Амура и оз. Байкал (включая весь бассейн Селенги). Оценены основные показатели наводнений за современный период (1985–2017 гг.): генезис, повторяемость, продолжительность, площадь затопления и сила воздействия. Показано влияние изменений характеристик речного стока на опасность наводнений по результатам корреляционного анализа и анализа интегральных разностных кривых. Дана оценка изменений повторяемости наводнений на гидрологических постах за период выраженных климатических изменений (с 1981 по 2014 г.), по сравнению с более ранним периодом. Определена опасность наводнений в пространственном аспекте для муниципальных образований в ранге административных районов исходя из двойственного (социально-экономического и природного) характера наводнений. Подтверждено, что наиболее опасными в Байкальском регионе остаются паводочные наводнения в южных районах Иркутской области, Республики Бурятия и Забайкальского края. Они имеют наибольшую повторяемость, площади затопления и силу воздействия, характеризуются наибольшими ущербами, количеством жертв и эвакуированных людей. В то же время повторяемость наводнений на гидропостах в последние годы несколько уменьшилась по сравнению с более ранним периодом на фоне наблюдающегося маловодного периода, который наиболее выражен на реках Южного Байкала и в бассейне Селенги.*

Ключевые слова: *повторяемость наводнений, генезис, сила воздействия, ущербы, изменения речного стока, картирование.*

**N. V. KICHIGINA**

V. B. Sochava Institute of Geography, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,  
ul. Ulan-Batorskaya, 1, Irkutsk, 664033, Russia, nkichigina@mail.ru

## **FLOOD HAZARD ON THE RIVERS OF THE BAIKAL REGION**

*A comprehensive characterization of the flood hazard on the rivers of the Baikal region is presented, which was obtained by investigating the streams within the basins of the Angara, Upper Lena (with the Vitim and Olekma), Lower Tunguska (headwaters), Upper Amur and Lake Baikal (including the entire Selenga basin). The main flood indicators for the period 1985–2017 are estimated: the genesis, frequency, duration, flooding area and the force of impact. The influence of changes in the river runoff characteristics on the flood risk is shown by results of correlation analysis and analysis of integral difference curves. An assessment is made of the changes in the flood frequency at gauging stations during the period of pronounced climatic changes (from 1981 to 2014), compared with the earlier period. The flood hazard within the spatial context for municipalities in the rank of administrative districts is determined on the basis of the dual (socio-economic and natural) nature of floods. It has been confirmed that the most dangerous in the Baikal region are rainfall floods in the southern areas of Irkutsk oblast, the Republic of Buryatia and Zabaikalskii krai. They have the highest frequency, and the largest flooding areas and force of impact and are characterized by the greatest damage and by the largest number of victims and evacuated people. On the other hand, the frequency of floods at gauging stations in recent years has decreased compared to the earlier period against the background of the observed low-water period, which is most pronounced on the rivers of South Baikal and in the Selenga river basin.*

Keywords: *frequency of floods, genesis, impact force, damage, river runoff changes, mapping.*

### **ВВЕДЕНИЕ**

Наводнения — одно из наиболее опасных природных стихийных бедствий. Они всегда были естественным сдерживающим фактором хозяйственного освоения пойменных территорий. Байкальский регион — относительно заселенная и достаточно освоенная в хозяйственном отношении территория.

Она характеризуется специфичными и сложными природными условиями, широким распространением многолетнемерзлых пород, криогенных, эрозийных процессов, высокой сейсмичностью. Высокая опасность наводнений здесь обусловлена расположением большинства населенных пунктов, объектов экономики и сельскохозяйственных земель на прибрежных территориях в долинах рек. За последние десять лет в Байкальском регионе происходили неоднократные наводнения (2007, 2010, 2014, 2015 и 2016 гг.). В настоящее время только в Иркутской области в бассейнах рек Ангары, Верхней Лены и Нижней Тунгуски опасности затопления и подтопления подвергаются 222 населенных пункта, в том числе восемь городов [1]. На паводкоопасной территории Республики Бурятия в бассейне оз. Байкал размещены 160 населенных пунктов, из них 40 полностью затапливаются [2]. В бассейне р. Селенги от наводнений страдает 102 населенных пункта [3].

На рассматриваемой территории наводнения могут возникать во время половодья и дождевых паводков. Повсеместно распространены наводнения, вызванные процессами образования и разрушения льда на реках: зажорные — осенью, в период формирования ледяного покрова, заторные — весной, при его разрушении. Часто наводнения имеют смешанный генезис — на половодные накладываются дожди или заторы, а дождевые паводки в некоторые годы усугубляются селями. Возможны наводнения, возникающие вследствие гидротехнического строительства, в основном они происходят в нижних бьефах при чрезмерных сбросах через плотину. Теоретически возможны катастрофические прорывные наводнения, при повреждении плотин ГЭС, но в данной работе они не рассматриваются.

Наводнение — затопление водой прилегающей к реке или озеру местности, которое причиняет материальный ущерб, наносит урон здоровью населения или приводит к гибели людей [4]. Наличие ущерба — это сущность наводнения, в отличие от естественных сезонных разливов рек. Оценка опасности наводнений — неотъемлемая часть мероприятий по предотвращению и смягчению их последствий. Опасность наводнений может варьироваться в пространстве и во времени под воздействием как природных факторов — колебаний водности и изменений режима речного стока, происходящих на фоне климатических и антропогенных изменений, так и социально-экономических факторов — изменений величины ущерба, его генетической и отраслевой структуры в ходе хозяйственного развития паводкоопасных территорий.

Цель работы — изучение современного состояния проблемы, связанной с опасностью наводнений на реках Байкальского региона. Для этого в ходе данного исследования решались следующие основные задачи: дана характеристика произошедших значительных наводнений на территории Байкальского региона за период 1985–2017 гг. с оценкой степени их опасности; проанализированы изменения речного стока и повторяемости наводнений, происходящих на фоне современных колебаний климата, изучено их влияние на опасность наводнений; выполнено картирование Байкальского региона по степени опасности наводнений для административных районов.

## ИСХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ И ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ МЕТОДЫ

Объектами исследования стали реки Байкальского региона бассейнов Ангары, Верхней Лены (с Витимом и Олёкмой), Нижней Тунгуски (верховья), Верхнего Амура и оз. Байкал (включая весь бассейн Селенги).

В основу оценки опасности наводнений положен методологический подход, описанный в [5, 6]. Под опасностью понимается ситуация, когда при определенных условиях возможно возникновение факторов, способных привести к негативным изменениям в жизнедеятельности населения и состоянии окружающей среды. Согласно этому подходу интегральная опасность наводнений определяется различным сочетанием ряда факторов, выделяются классы опасности. Основные характеристики опасности — генезис, повторяемость, сила воздействия наводнений, ущерб от них. Учитывается также возможность и целесобразность прогнозирования. Опасность определяется как совокупность географических, исторических и социально-экономических условий, которые имеют пространственную привязку, т. е. подлежат районированию. Помимо характеристик опасности и их интегрального выражения (класса опасности) учитываются физико-географические различия регионов, преобладающие гидролого-морфологические параметры речных долин, их освоенность и заселенность. На основе этого подхода было выполнено макрорайонирование Восточной Сибири [5, 6] по опасности наводнений.

В данной работе проведены детализация и уточнение степени опасности наводнений для территории Байкальского региона (включая монгольскую часть бассейна р. Селенги). В практическом пла-

не при принятии управленческих решений по борьбе с наводнениями актуально определение их опасности для конкретных административно-территориальных единиц (районов/улусов, населенных пунктов). Исходя из этого, выполнено картирование опасности наводнений Байкальского региона по конкретным административным районам, с учетом бассейнового подхода и принимая во внимание генезис, повторяемость и величину наводнений. Большое внимание уделено возможным ущербам от наводнений с целью адресного практического использования полученных результатов. Величина ущерба зависит от социально-экономического развития районов — расположения крупных объектов промышленности, транспорта, категорий затопляемых земель, количества затопляемых населенных пунктов, численности их населения и т. д. Источником такой информации послужили тематические карты [7–10], а также цифровые системы и базы пространственных данных, создаваемые в Институте географии им. В. Б. Сочавы СО РАН.

Исследуемый временной период с 1985 по 2017 г. характеризуется направленными климатическими изменениями, что отражается на факторах формирования речного стока. Изменения параметров речного стока, в первую очередь максимального стока весеннего половодья и дождевых паводков, могут повлиять на условия формирования наводнений и их опасность. Максимальный сток служит основным показателем наводнения. Выполнена оценка изменений речного стока с акцентом на колебания максимального стока половодья и паводков, оценена динамика повторяемости наводнений за период выраженных климатических изменений по сравнению с более ранним периодом. Чтобы охарактеризовать влияние изменений речного стока на опасность наводнений, использовались приемы корреляционного анализа, оценивались линейные тренды рядов стока и их значимость. Оценка многолетних циклических колебаний стока выполнена с применением интегральных разностных кривых. Они указывают на многолетнее истощение (нисходящие участки кривой) или накопление (восходящие участки) влаги в бассейне реки. Повторяемость наводнений определена как процентное отношение случаев с превышением критических уровней воды  $H_{кр}$ , соответствующих началу наводнения [4], к общему количеству лет. Повторяемость наводнений за период выраженных климатических изменений 1981–2014 гг. сравнивалась с аналогичными данными за более ранний период.

В работе использованы данные, комплексно характеризующие опасность наводнений за период 1985–2017 гг. Информационной основой послужили материалы собственных исследований по наводнениям, а также данные глобального кадастра наводнений Дартмутской обсерватории наводнений [11] и Международной базы данных стихийных бедствий [12]. В кадастре [11] представлена систематизированная информация за период 1985–2017 гг. по значительным наводнениям, срокам их прохождения, основной причине, величине, продолжительности, количестве человеческих жертв и эвакуированных, площадях затопления и частично — о материальных ущербах. Используются данные о населенных пунктах, подверженных затоплению, о количестве и составе земель, попадающих в зоны затопления, по материалам Схем комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО) по крупным речным бассейнам [3], а также информация о крупных наводнениях из хронологии Н. В. Задониной и К. Г. Леви [13], охватывающей более чем 500-летнюю историю Сибири и Монголии. Кроме того, применялись справочные материалы [14], данные МЧС [15] и защищенные авторским правом новостные ресурсы [16]. Были использованы данные Росгидромета по речному стоку на 73 гидропостах за период с 1966 по 2014 г.

### ОПАСНОСТЬ НАВОДНЕНИЙ

В соответствии с выбранным подходом, интегральная опасность наводнений определяется различным сочетанием следующих характеристик: генезиса, повторяемости (частоты), величины (силы воздействия) и ущерба от наводнений. В разделе приводятся результаты оценки опасности наводнений за период 1985–2017 гг., полученные на основе обобщения информации по значительным наводнениям, соответствующим классу средней, высокой и очень высокой опасности.

Повторяемость и пространственное распределение наводнений разного генезиса в Байкальском регионе за исторический период отражают особенности расселения и хозяйственной деятельности населения. В прошлом, согласно [13], начиная с первой информации о паводочном наводнении около Братского острога в августе 1649 г. на реках Ангаре и Оке, чаще всего упоминались паводочные наводнения в бассейнах Ангары, Байкала и верхнего течения Амура, половодные с наложением затоплений в бассейне Лены и зазорные наводнения в г. Иркутске на р. Ангаре, происходившие здесь осенью почти ежегодно вплоть до строительства Иркутской ГЭС. Реже отмечались селевые паводки

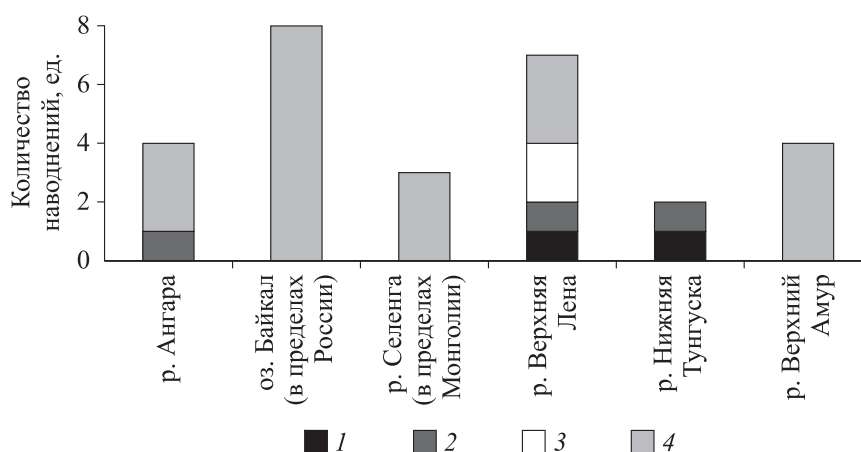


Рис. 1. Наводнения различного генезиса в крупных речных бассейнах Байкальского региона за период 1985–2017 гг.

Наводнения: 1 — половодные, 2 — заторные со снеготаянием, 3 — дождевые со снеготаянием, 4 — паводочные.

в бассейне оз. Байкал и заторные наводнения в бассейнах Ангары, Лены и Байкала. За последние 33 года [11, 12] наибольшая повторяемость была характерна для паводочных наводнений, на втором месте наводнения смешанного генезиса (половодные с наложением заторов или дождей) и на третьем — половодные. Наибольшее количество наводнений происходило в бассейне оз. Байкал и Верхней Лены (рис. 1).

Сила воздействия (или величина) наводнения зависит от многих характеристик, основные из них — площадь и продолжительность затопления. Продолжительность наводнений за 1985–2017 гг. в среднем составляет 5–10 дней. Продолжительность паводочных наводнений в основном менее 10 дней, за исключением длящегося 36 дней масштабного наводнения в бассейнах Верхнего Амура и оз. Байкал в Республике Бурятия и Забайкальском крае в 1998 г. Максимальная продолжительность наводнений смешанного генезиса (наложение заторов на снеготаяние) — 28 дней. Наибольшими масштабами затопления характеризовались паводочные наводнения (до 490 тыс. км<sup>2</sup>) в бассейнах оз. Байкал и Верхнего Амура. Для них же характерны наибольшие площади затопления сельскохозяйственных угодий (до 100 тыс. км<sup>2</sup>). Во время паводочных наводнений было наибольшее количество человеческих жертв и эвакуированных людей.

Сила воздействия наводнения может быть охарактеризована его магнитудой ( $M$ ), равной десятичному логарифму произведения масштаба затопления, коэффициента опасности ( $K_{\text{оп}}$ ) и продолжительности наводнения [11]:

$$M = \lg (\text{масштаб затопления} \cdot K_{\text{оп}} \cdot \text{продолжительность}),$$

где масштаб затопления — площади подверженных затоплению территорий, км<sup>2</sup>;  $K_{\text{оп}} = 1$  — для средних наводнений, в ходе которых наносится значительный ущерб различным сооружениям или сельскому хозяйству, а также есть человеческие жертвы, повторяемость 5–10 раз за 100 лет;  $K_{\text{оп}} = 1,5$  — для больших наводнений, повторяемостью 1–5 раз за 100 лет;  $K_{\text{оп}} = 2$  — для очень больших наводнений с предполагаемой повторяемостью один и реже одного раза в 100 лет [11]; продолжительность наводнений, сут.

Магнитуда наводнений в Байкальском регионе за рассматриваемый период изменялась от 4,7 до 7,5. Наивысшую магнитуду ( $>6,0$ ) имели семь наводнений (см. таблицу), из них шесть паводочных и одно смешанное.

По совокупности всех характеристик за рассматриваемый период в Байкальском регионе произошло восемь наводнений очень высокой опасности, почти все из них привели к человеческим жертвам и потребовали эвакуации людей (см. таблицу). В настоящее время в регионе наиболее опасными следует считать паводочные наводнения в южных районах Прибайкалья и Забайкалья в бассейнах Ангары, оз. Байкал и Верхнего Амура и смешанные (половодные с наложением заторов или дождей) — в бассейне Верхней Лены.

Наводнения очень высокой опасности за период 1985–2017 гг.

Бассейн	Дата	Генезис	Сила воздействия				Ущерб				
			Продолжительность, сут.	Масштаб затопления, тыс. км <sup>2</sup>	Магнитуда, ед.	Жертвы, чел.	Эвакуировано, чел.	Пострадавшие, чел.	Площадь с/х угодий, тыс. га	Поврежденные дома, ед.	Другое
Верхний Амур	08.07–10.07 1990	Паводочное	3	430	6,4	5	–	3000	50	–	Ущерб выше 400 млн руб.
Верхний Амур	18.07–22.07 1991	Паводочное	5	370	6,5	4	1000	70 000	100	3300	Прорыв дамбы на р. Читинка, 27 нп, г. Чита, 88 мостов, 95 км ЛЭП, 184 км линий связи, 2,7 тыс. голов скота
Байкал	31.07–12.08 1993	Паводочное	13	120	6,5	2	–	30 000	33,5	8000	7 районов Республики Бурятия, города Улан-Удэ, Кяхта, села Усть-Кяхта, Хоронхой, Кудара-Самон, 10 тыс. дачных участков, 50 ферм, 1240 км дорог
Ангара	03.07–07.07 1996	Паводочное	5	50	5,7	0	–	22 000	6,5	–	18 нп, г. Нижнеудинск (60 %)
Верхний Амур, Байкал	28.07–01.09 1998	Паводочное	36	490	7,5	12	600	10 000	66	5700	25 районов, 130 нп, города Улан-Удэ, Нерчинск, 465 км дорог, 72 моста, 870 км ЛЭП, 46 ферм
Верхняя Лена, Нижняя Тунгуска	12.05–08.06 2001	Заторы со снеготаянием и дождем	28	250	7,1	–	2400	22 265	–	2862	7 районов Иркутской области, города Киренск (85 %), Усть-Кут (15 %), пос. Жигалово (35 %), с. Преображенка, 20 км дорог, ущерб 400 млн руб.
Ангара	07.07–14.07 2001	Паводочное	8	230	6,6	7	13500	300 000	34	4635	9 районов Иркутской области, 2 – Республики Бурятия, 72 нп, города Иркутск, Зима, 75 мостов, 98 опор ЛЭП, 85 км линий связи, 476 км автодорог, 100 км железных дорог
Селенга (Монголия)	16.07–19.07 2009	Паводочное	4	140	6,0	26	2000	300	–	130	г. Улан-Батор и окрестности, опасность инфекционных заболеваний

Примечание. Прочерк – нет данных.



## ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ РЕЧНОГО СТОКА НА ОПАСНОСТЬ НАВОДНЕНИЙ

Исследования факторов опасности наводнений еще раз подтверждают, что наводнения, первопричина которых — максимальный сток половодий и паводков, были и остаются наиболее опасными в Байкальском регионе. Анализ тенденций изменений речного стока, в первую очередь максимального стока половодий и паводков, происходящих на фоне климатических изменений, позволяет оценить возможные перспективы изменения опасности наводнений этих генетических видов. Формирование таких наводнений в первую очередь зависит от климатических характеристик — атмосферных осадков и температурного режима. Современный период характеризуется направленными климатическими изменениями [17, 18]. Для всего региона [18] наблюдается статистически значимый положительный тренд температуры воздуха, годовых сумм атмосферных осадков (1,1 мм/мес./10 лет) при увеличении жидких и смешанных (на 10–11 %) и уменьшении твердых (на 4 %) осадков.

Изменения годового стока рек в Байкальском регионе в основном не значимы, за исключением рек бассейна оз. Байкал. Здесь на ряде рек (как правило, это реки бассейна Южного Байкала и юго-восточного Забайкалья) отмечается уменьшение годового стока. В течение года в бассейнах Ангары и Лены положительные тенденции наблюдаются для большинства рек в холодный период (с октября по март–апрель) с максимальным вкладом в ноябре. На некоторых притоках Верхней Лены выявлена тенденция уменьшения стока в мае. В то же время для бассейнов Витима и Олёкмы характерно увеличение стока в мае, на который приходится максимум весеннего половодья и половодные наводнения. На севере бассейна Байкала также сток рек увеличивается в холодный период (с октября по апрель) с наибольшим вкладом в ноябре и феврале. А в южной и средней частях бассейна оз. Байкал, напротив, отмечается уменьшение стока в разные месяцы с максимальным вкладом в июле, когда здесь чаще всего проходят дождевые паводки, формирующие наводнения. Наименьший зимний сток и сток периода открытого русла значимо увеличился на большинстве гидропостов в бассейнах Ангары и Лены. В бассейне Байкала, наоборот, отмечается их уменьшение для ряда рек, в основном Южного и Среднего Байкала.

Значимых изменений максимального стока весеннего половодья в бассейнах рек Ангары, Верхней Лены, а также оз. Байкал не выявлено, за исключением двух гидропостов на притоках Верхней Лены, где он существенно вырос, и трех створов на юге бассейна оз. Байкал, где наблюдается его серьезное уменьшение. Изменения максимального паводочного стока незначительны на всей территории, за исключением четырех створов Южного Прибайкалья, где зафиксирована значимая тенденция его уменьшения (три створа в бассейне р. Иркутка и один на р. Похабихе в бассейне Байкала).

Повторяемость наводнений как количество случаев превышения критических уровней, соответствующих началу наводнения [4], за период с 1981 по 2014 г. в основном стала меньше по сравнению с более ранним периодом (рис. 2). Исключение составляют несколько гидрологических постов, где она существенно возросла, например Чукша–Савельевский (с 10 до 18 %), Витим–Бодайбо (с 41 до 68 %), Лена–Киренск (с 55 до 74 %).

Оценка долговременных колебаний с использованием интегрально-разностных кривых модулей годового стока показала небольшое уменьшение водности на ряде рек в бассейне р. Ангары в текущем десятилетии, маловодный период пришел на смену многоводному. Водность верхнего течения р. Лены изменяется синхронно с водностью рек Северного Байкала, здесь заканчивается многоводный период, продолжавшийся с начала 2000-х гг. В юго-восточной и южной частях бассейна оз. Байкал в настоящее время продолжается маловодный период, начавшийся в середине 1990-х гг. В северной части в это же время был многоводный период. Водность в бассейне р. Баргузина (Средний Байкал) с начала 1990-х по 2014 г. характеризовалась средними значениями.

Таким образом, текущие изменения речного стока не направлены на увеличение его экстремальности и опасности наводнений. Скорее наоборот, происходит внутригодовое перераспределение за счет увеличения меженного стока (теплого периода и зимнего). Уменьшение повторяемости наводнений, вероятно, обусловлено снижением водности на реках в последние годы и наблюдающимся в настоящее время маловодным периодом (в первую очередь на реках Южного Байкала и в бассейне Селенги).

## КАРТИРОВАНИЕ ОПАСНОСТИ НАВОДНЕНИЙ

Большое количество неопределенностей и разнородности исходной информации создают сложности при картировании опасности наводнений. Особенно когда речь идет о пространственном рас-

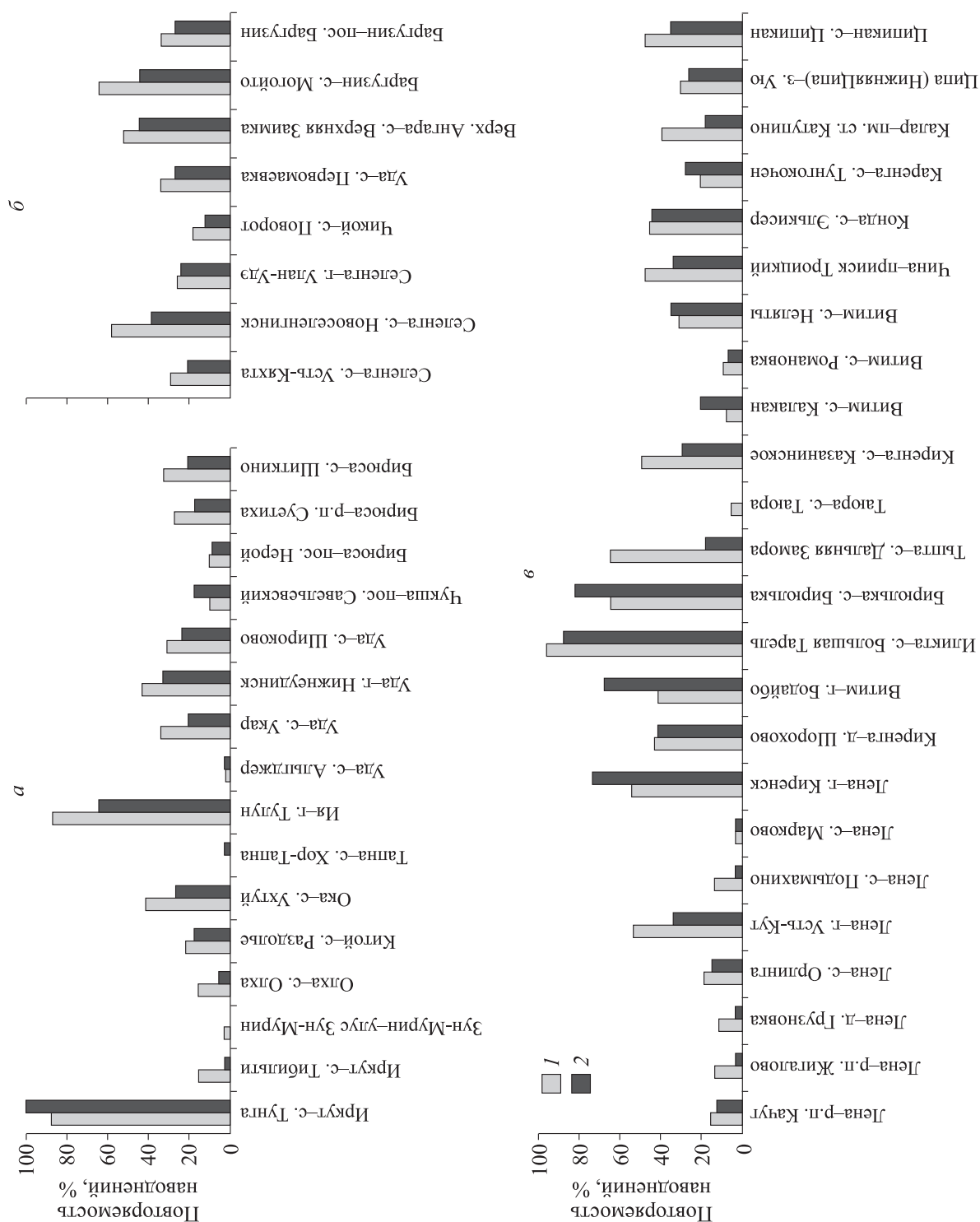


Рис. 2. Повторяемость наводнений на реках в бассейнах р. Ангары (а), оз. Байкал (б), р. Лены (г).

Периоды: 1 — 1995–1980 гг., 2 — 1981–2014 гг.

пределении как самих опасных явлений, так и связанных с ними социально-экономических потерь [19]. Двойственный (социально-экономический и природный) характер природных чрезвычайных ситуаций (ЧС) является причиной возникновения географических ошибок при проведении исследования по картам [20].

В данной работе ранжирование опасности наводнений выполнено с применением метода экспертных балльных оценок возникших ЧС. В пространственном аспекте опасность наводнений определена для муниципальных образований в ранге административных районов. Баллы, обозначающие условно количественную меру опасности для конкретных территорий, рассчитываются на основе качественных и количественных характеристик опасности (генезиса, повторяемости, силы воздействия наводнений, причиняемых ущербов). Применен прием перевода измеренных величин природных характеристик в оценочные балльные категории. С учетом классификации наводнений А. Б. Авакяна и А. А. Полюшкина [21] выделены пять классов опасности наводнений для административных районов: очень низкая или наводнения отсутствуют, низкая, средняя, высокая и очень высокая. Для периодически затопляемых населенных пунктов выделено три класса опасности (значительная, высокая, очень высокая), при этом наряду со степенью опасности учитывается численность жителей нп. Кроме этого, при дифференцировании опасности учитывались характеристики как социально-экономического развития районов (расположение объектов промышленности, транспорта, плотности населения затопляемых населенных пунктов), так и физико-географические, определяющие формирование наводнений определенного генезиса и величины (рельеф, гидроклиматические и геоморфологические особенностей территории). При этом приняты во внимание условия формирования максимальных расходов и уровней воды: преобладание максимального стока половодий, паводков и их соизмеримого вклада на гидрологических постах, а также места образования заторов и зажоров на реках [22]. Внутри ряда районов с учетом их пространственных особенностей освоенности, заселенности, орографии выделены ареалы с повышенной (пониженной) опасностью. Приняты во внимание результаты районирования по факторам максимального стока и по опасности наводнений [5, 9, 23, 24].

Пространственная дифференциация опасности наводнений исследованной территории существенна. Очень высокой опасностью наводнений характеризуются наиболее развитые агломерации Иркутской области, Республики Бурятия и Забайкальского края. Высокая опасность также существует в южных районах этих субъектов, где располагается наибольшее количество затопляемых населенных пунктов, в том числе города Тулун, Нижнеудинск, Иркутск, Черемхово, Зима, Ангарск, Улан-Удэ, Чита, Шилка, Нерчинск, Сретенск (рис. 3). Наибольшую опасность здесь представляют паводочные наводнения, хотя возможны и наводнения смешанного генезиса (половодные с наложением заторов или дождей). Ущерб населенным пунктам, сельскохозяйственным и промышленным предприятиям на этих плотно заселенных и хорошо освоенных территориях может быть очень большим. Высокая опасность также присуща северным районам Иркутской области в бассейне Лены: Качугскому, Казачинско-Ленскому, Усть-Кутскому и Киренскому. Несмотря на относительно невысокую населенность этих районов, большинство населенных пунктов здесь расположено по берегам рек и издавна страдают от наводнений, в том числе Жигалово, Усть-Кут, Киренск, Алексеевка и др. Здесь возможны наводнения различного генезиса — заторные, половодные, паводочные и смешанные (половодные с наложением заторов или дождей). Высокая опасность паводочных наводнений в Монголии для плотно заселенных территорий г. Улан-Батора и его окрестностей в аймаке Туве.

Средней опасностью характеризуются паводочные наводнения в слабонаселенных горных районах Восточного Саяна (поселки Кырен, Алыгджер, Шипицино) в бассейне Ангары; заторные, половодные, паводочные и смешанные в верховьях Лены (пос. Качуг) и в бассейне Киренги (с. Казачинское); паводочные и смешанные в бассейне Баргузина (поселки Курумкан, Баргузин, Усть-Баргузин и др.) и в центральных сомонах аймаков Сэлэнгэ и Туве в Монголии; паводочные в юго-восточных районах Забайкалья — Борзинском, Забайкальском, Краснокаменском, Приаргунском (г. Борзя, села Александровский Завод, Газимурский Завод).

Низкая опасность паводочных и смешанных наводнений существует в Баяндаевском, Осинском, Боханском, Эхирит-Булагатском районах Иркутской области. В Усть-Удинском, Братском, Нижнеилимском, Усть-Илимском районах в зоне регулирования ГЭС существует небольшая опасность затоплений при излишних сбросах через плотины ГЭС на Ангаре, а также половодных и паводочных на малых реках. Низкая опасность характерна также для слабозаселенных северных и северо-восточных районов всех субъектов. Ввиду слабой заселенности и специфики морфологии речных долин низкая опасность наводнений присуща рекам в бассейнах Витима и Олёкмы: в Мамско-Чуйском, Бодайбинском районах Иркутской области, Муйском, Баунтовском, Еравнинском районах Республи-



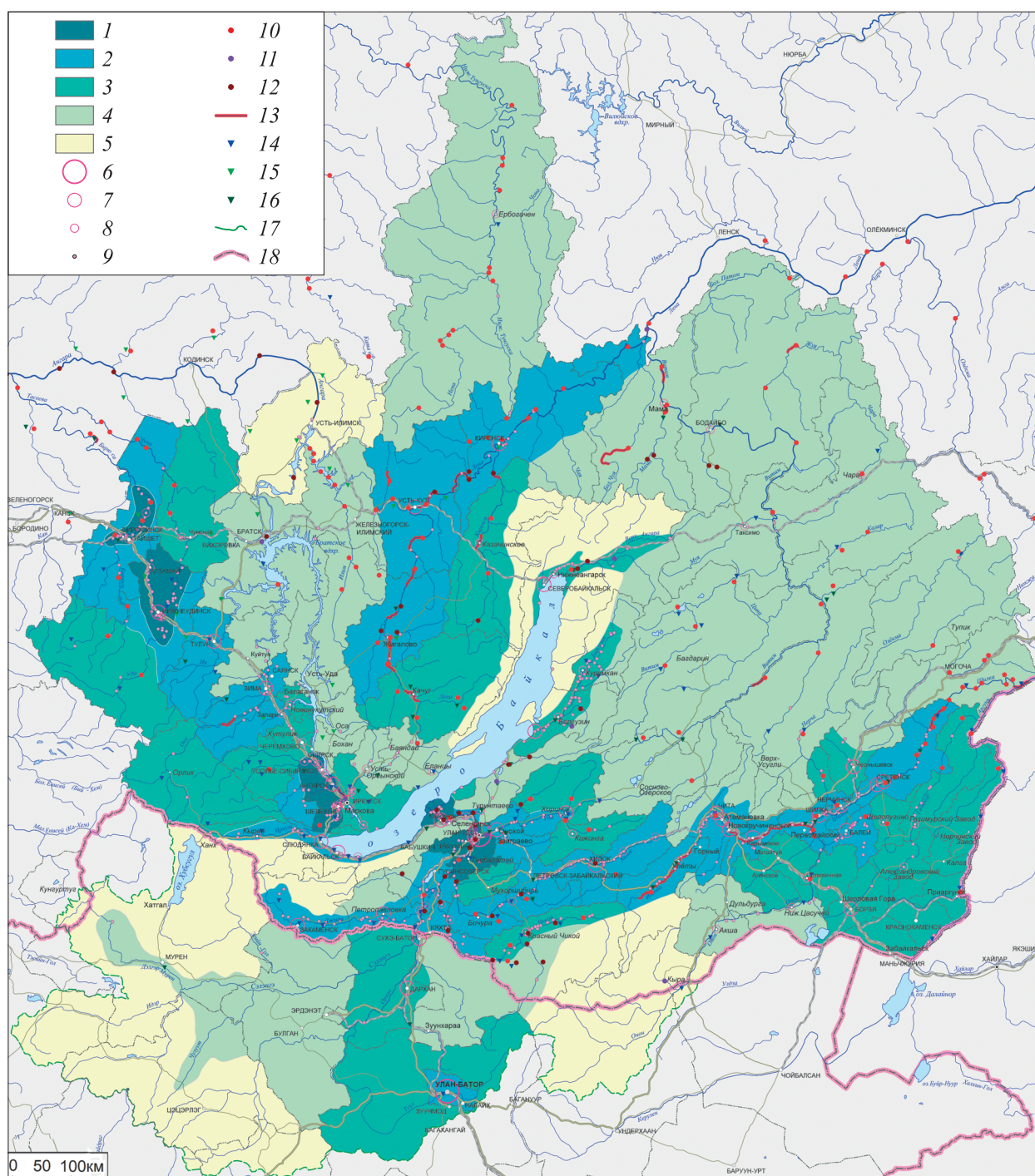


Рис. 3. Опасность наводнений в Байкальском регионе.

Опасность: 1 — очень высокая, 2 — высокая, 3 — средняя, 4 — низкая, 5 — очень низкая или наводнения отсутствуют. Степень опасности наводнений для населенных пунктов: 6 — очень высокая, 7 — высокая, 8 — значительная, 9 — периодически затопляемые населенные пункты. Характеристики речного стока, способствующие формированию наводнений: 10 — заторы, 11 — зажоры, 12 — заторы и зажоры, 13 — участки рек с заторами. Гидрологические створы с преобладанием максимального стока: 14 — дожdevых паводков, 15 — весеннего половодья, 16 — с соизмеримым вкладом половодных и паводочных максимумов. Границы: 17 — Байкальского региона, 18 — государственная.

ки Бурятия, Каларском, Тунги́ро-Олёкминском, Могочинском, Тунгокоченском районах Забайкальского края. В бассейне Нижней Тунгуски в Катангском районе (поселки Преображенка, Ербогачён) возможны заторные, половодные и паводочные наводнения. Низкая опасность половодных и смешанных наводнений — в аймаке Булган в Монголии. Очень низкая опасность паводков и смешанных наводнений зафиксирована в высокогорных областях Хамар-Дабана, Баргузинского и Байкальского хребтов, Северо-Байкальского нагорья, а также в верховьях рек Селенги и Онона в Монголии ввиду крайне низкой населенности.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время наиболее опасными среди всех наводнений Байкальского региона являются паводочные наводнения в южных районах Иркутской области, Республики Бурятия и Забайкальского края. Они имеют наибольшую повторяемость, площади затопления, силу воздействия и характеризуются наибольшими экономическими ущербами, количеством эвакуированных людей и человеческих жертв. К тому же сейчас прогнозируемость таких наводнений, определяемая степенью успешности прогнозов осадков, как правило, достаточно низкая.

Изменения речного стока, происходящие на фоне климатических колебаний, не направлены на увеличение его экстремальных характеристик и опасности наводнений. Скорее наоборот, годовые величины стока существенно не меняются, происходит внутригодовое перераспределение стока и выполаживание гидрографа за счет увеличения меженного стока. В настоящее время на территории Байкальского региона наблюдается маловодный период с наибольшими проявлениями маловодья на реках Южного Байкала и в бассейне Селенги. На фоне этого повторяемость наводнений в последние годы в целом уменьшилась по сравнению с более ранним периодом.

Окончание маловодья и начало многоводного периода может привести к резкому увеличению ущербов от наводнений, не только из-за увеличения расходов и уровней воды. Значительная часть ущерба может стать следствием существенной и необдуманной застройки паводкоопасных территорий, произошедшей за последние годы, неудовлетворительного состояния существующих защитных сооружений [25, 26]. Окончание маловодного периода может совпасть с концом наблюдающегося сейчас в Прибайкалье продолжительного периода селевого затишья и привести к формированию катастрофических селевых паводков [27].

Только комплексные мероприятия по предотвращению наводнений могут в разы уменьшить затраты на ликвидацию их последствий, при этом одним из важных мероприятий может стать страхование населения и объектов экономики, расположенных в зонах затопления. Карта опасности наводнений по административным районам Байкальского региона обладает достаточно высокой информативностью и может использоваться разными организациями — МЧС, Росгидрометом, страховыми компаниями, администрациями муниципальных образований и т. д. при принятии управленческих решений.

*Работа выполнена в рамках проекта НИР (0347-2016-003) при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (17-45-388070-р\_а).*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разумов В. В., Разумова Н. В., Пчёлкин В. И. Масштабы и опасность наводнений в Сибирском регионе России // Наука. Инновации. Технологии. Науки о Земле. — 2015. — № 4. — С. 103–144.
2. Программа экологической безопасности в Республике Бурятия до 2017 г. [Электронный ресурс]. — [http://gossmi/poge/gos1\\_595.htm](http://gossmi/poge/gos1_595.htm) (дата обращения 15.07.2017).
3. Схемы комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО) по крупным речным бассейнам [Электронный ресурс]. — <http://skiovo.enbvu.ru/> (дата обращения 01.02.2017).
4. Нежиховский Р. А. Наводнения на реках и озерах. — Л.: Гидрометеиздат, 1988. — 200 с.
5. Кичигина Н. В., Корытный Л. М. Районирование Восточной Сибири по опасности наводнений // География и природ. ресурсы. — 1997. — № 3. — С. 40–50.
6. Korytny L. M., Kichigina N. V. Geographical analysis of river floods and their causes in southern East Siberia // Hydrological Sciences Journal. — 2006. — N 51 (3). — P. 450–464.
7. Экологический атлас бассейна озера Байкал / Ред. А. Р. Батуев, Л. М. Корытный, Ж. Оюунгэрэл, Д. Энхтайван. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2015. — 145 с.

8. Атлас Забайкальского края / Гл. ред. В. С. Кулаков. — Чита: Изд-во Забайк. гум.-пед. ун-та, 2010. — 48 с.
9. Иркутская область: экологические условия развития. Атлас / Ред. В. В. Воробьёв, А. Н. Антипов, В. Ф. Хабаров. — М.; Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2004. — 90 с.
10. Монгольская Народная Республика. Национальный атлас / Ред. Ш. Цэгмид, В. В. Воробьёв. — Улан-Батор; М.: ГУГК СССР, 1990. — 144 с.
11. Dartmouth Flood Observatory, 1985–2017. Global Register of Large Flood Events. Dartmouth College, Department of Geography (Hanover, USA) [Электронный ресурс]. — <http://www.dartmouth.edu/~floods/> (дата обращения 02.09.2017).
12. EM-DAT International Disaster Database. Universitit catholique de Louvain Clos, Chapelle-aux-Champs (Brussels, Belgium) [Электронный ресурс]. — [http://www.emdat.be/disaster\\_list/](http://www.emdat.be/disaster_list/) (дата обращения 30.08.2017).
13. Задонина Н. В., Леви К. Г. Хронология природных и социальных феноменов в Сибири и Монголии. — Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 2008. — 759 с.
14. Ресурсы поверхностных вод СССР / Ред. М. Г. Васильковский. — Л.: Гидрометеиздат, 1972. — Т. 16, вып. 2. — 586 с.; 1972. — Т. 17, вып. 1. — 652 с.; 1973. — Т. 16, вып. 3. — 400 с.
15. МЧС России [Электронный ресурс]. — <http://www.mchs.gov.ru/operationalpage> (дата обращения 27.12.2016).
16. РИА Новости [Электронный ресурс]. — <http://ria.ru/incidents> (дата обращения 16.05.2016).
17. IPCC 2012 Summary for Policymakers // Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. — Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2012. — P. 1–19.
18. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Раздел I: Наблюдаемые изменения климата. — М.: Росгидромет, 2014. — С. 18–235.
19. Абдуллин Р. К., Шихов А. Н. Синтетическое картографирование опасных метеорологических явлений на региональном уровне // Геодезия и картография. — 2017. — Т. 78, № 8. — С. 39–48.
20. Гаврилова С. А. Разработка системы картографирования гидрометеорологических чрезвычайных ситуаций в мелком масштабе // Геориск. — 2012. — № 3. — С. 32–40.
21. Авакян А. Б., Полошкин А. А. Наводнения: проблемы определения ущербов и защиты // Водные ресурсы. — 1991. — № 4. — С. 114–125.
22. Каталог заторных и зажорных участков СССР / Отв. ред. М. И. Гуревич, Т. Н. Макаревич. — Л.: Гидрометеиздат, 1976. — Т. 2. — 288 с.
23. Корытный Л. М., Кичигина Н. В. Типология и районирование факторов максимального стока рек юга Восточной Сибири на основе кластер-анализа // Анализ и стохастическое моделирование экстремального стока на реках Евразии в условиях изменения климата. — Иркутск; Делфт: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2004. — С. 160–171.
24. Борисова Т. А. Природно-антропогенные риски в бассейне озера Байкал. — Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2013. — 126 с.
25. Лапердин В. К., Рыбченко А. А. Оценочные параметры селеформирующих компонентов природной среды юга озера Байкал // Устойчивое развитие горных территорий. — 2016. — Т. 8, № 1. — С. 52–58.
26. Павлова А. В. Красно-оранжевый Слюдянский район // Вост.-Сиб. правда [Электронный ресурс]. — <http://www.vsp.ru/2015/08/07/krasno-oranzhevuj-slyudyanskij-rajon-2/> (дата обращения 12.05.2017).
27. Макаров С. А. Сели Прибайкалья. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2012. — 111 с.

*Поступила в редакцию 4 сентября 2017 г.*