

МЕТОДЫ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 504.056:551.311.8 (571.5)

В.Л. Бабурин¹, С.В. Бадина², А.А. Деркачева³, С.А. Сократов⁴, Т.И. Хисматуллин⁵, А.Л. Шныпарков⁶ОЦЕНКА СЕЛЕВОГО РИСКА В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЯХ
НА ПРИМЕРЕ СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Представлены результаты оценки селевого риска в экономических показателях, который выражался в вероятности ущерба в год по муниципальным образованиям. Расчеты риска производились с учетом геофизических параметров селевой деятельности: пораженности территории селевыми потоками, их повторяемости и продолжительности селеопасного периода, а также социально-экономических показателей муниципальных образований на основе данных Росстата РФ. Установлено, что наибольшие расчетные значения селевого риска (прямого и полного) в экономических показателях характерны для Республики Бурятия и Иркутской области. Максимальные значения селевого риска (полного) на муниципальном уровне отмечаются в Бодайбинском и Слюдянском (Иркутская область) и Тункинском и Кабанском (Республика Бурятия) муниципальных образованиях. Наибольшая уязвимость от селевых потоков отмечается в Нижнеудинском, Слюдянском (Иркутская область), Закаменском, Курумканском, Муйском, Окинском, Тункинском муниципальных образованиях Сибирского федерального округа, в которых селевой риск составляет от 1 до 2% от валового производства муниципального образования.

Ключевые слова: селевые потоки, оценка риска, экономический ущерб, Сибирь

Введение. Несмотря на усилия, которые принимаются ежегодно для снижения неблагоприятных воздействий природных опасностей на территории России, опасные природные процессы продолжают наносить значительный ущерб, причем в наибольшей степени от них страдают территории Дальневосточного региона и юга Европейской части России [Гаврилова с соавт., 2011]. На территории Сибирского федерального округа встречается практически весь спектр опасных природных процессов. Селевые потоки, хотя и не являются наиболее масштабными по ущербу явлениями и воздействуют на относительно небольшие по площади территории, способны приводить к экономическим потерям. Селевые процессы неоднократно вызывали ущерб на различных объектах народного хозяйства. Последним таким событием был сход селевого потока в районе п. Аршан, который привел к значительному материальному ущербу [Лапердин с соавт., 2014]. Однако их косвенное влияние на состояние всей территориальной социально-экономической системы в силу разрушения инфраструктурных объектов существенно более значимо. В последние годы исследования и разработки в теории и практике изучения

природных рисков позволили провести оценку селевого риска в экономических показателях.

В данной статье под риском понимается вероятность нежелательных последствий [Курбатова с соавт., 1997]. Нежелательные последствия могут выражаться числом пострадавших, жертв (социальный риск), ущербом (экономический риск), числом разрушенных, поврежденных зданий, сооружений и т. п. (физический риск). Среди методов расчета природного риска в социальных и экономических показателях можно отметить работы В.И. Осипова с соавторами [2015], Л.А. Рагозина и В.А. Елкина [2004] и др. Они, как правило, основаны на теоретических и статистических исследованиях. В основе лежит утверждение, что риск есть функция подверженности, уязвимости и защищенности объекта от опасного природного воздействия. При оценке риска селевых потоков нами используются следующие показатели: вероятность события (повторяемость селевых процессов), уязвимость оцениваемых территорий (уязвимость в пространстве и уязвимость во времени), социально-экономические параметры территории.

Особенности селевой деятельности в Сибирском федеральном округе. Изучению селевой дея-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра экономической и социальной географии России, зав. кафедрой, профессор; *mail:* vbaburin@yandex.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, НИЛ снежных лавин и селей, канд. геогр. н., инженер; *mail:* bad412@yandex.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, НИЛ снежных лавин и селей, инженер; *mail:* der_a@mail.ru

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра криолитологии и гляциологии, канд. геогр. н., доцент; *mail:* sokratov@geogr.msu.ru

⁵ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, НИЛ снежных лавин и селей, инженер; *mail:* timkhism@gmail.com

⁶ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, НИЛ снежных лавин и селей, канд. геогр. н., вед. науч. с., доцент; *mail:* malyn2006@yandex.ru

тельности в Сибирском федеральном округе посвящено достаточно много работ. В первую очередь, это работы по оценке условий селеобразования, степени селевой опасности, показателей селей в районе БАМ, а также вокруг озера Байкал. К ним относятся работы М.Д. Будза [1965], А.М. Лехатинова [1968], С.А. Макарова [2012]. Исследования селевой деятельности на плато Путорана, в горах Быранга проводились К.Ф. Войтковским и В.Г. Корольковым [1998], на Алтае – В.А. Виноградовым [1978] и рядом других исследователей.

Довольно значительная площадь Сибирского федерального округа, различие в климатических и орографических условиях, наличие многолетнемерзлых пород и наличие на юге округа сейсмической активности определяет различие в генетических типах селевых потоков, распространенных на территории округа. На исследуемой территории по классификации В.Ф. Перова [2012] можно выделить районы, входящие в холодную и теплую зоны. В холодной зоне выделяются восточный и арктический регионы, которые соответственно включают Путоранскую, Таймырскую и Полярно-Островную области. В теплой зоне расположен Южносибирский регион, включающий Алтайскую и Байкальскую области.

Территория селеформирования в холодной зоне характеризуется отрицательными средними годовыми температурами воздуха, наличием многолетнемерзлых грунтов, коротким теплым летним периодом и редкими ливнями. Вследствие короткого лета и редких ливневых осадков условия для развития русловых селей дождевого генезиса ограничены. Здесь преобладают водоснежные потоки. Они образуются в период интенсивного снеготаяния вследствие глубоких оттепелей. Дождевые (летние) сели развиты ограниченно и представлены преимущественно селевыми паводками и мелкими селями на склонах вне русел постоянных водотоков. Продолжительность формирования снеговых селей, как правило, с мая по июнь. Повторяемость потоков в среднем составляет один раз в 4–5 лет. По данным В.Ф. Перова [2012], объем водоснежных потоков составляет, как правило, тысячи–десятки тысяч м³, максимальный зафиксированный объем достигал 120 тыс. м³.

В теплую зону селеформирования в пределах Сибирского федерального округа входят Байкальская и Алтай-Саянская области [Перов, 2012]. Селевые потоки распространены в системе хребтов и нагорий вокруг оз. Байкал – Восточный Саян, Хамар-Дабан, Становое нагорье и другие [Атлас ..., 2009]. В административном плане теплая зона селеформирования включает в себя части Иркутской области, Забайкальского края и Республики Бурятия.

Основной причиной образования селевых потоков являются ливни, очень редко селевые потоки связаны с интенсивным снеготаянием. Массовый сход селей связан с затяжными дождями, которые часто завершаются ливнями; общая сумма осадков при этом может составлять 200–260 мм [Лапер-

дин, 2016; Перов, 2012]. Образованию селевых потоков также способствуют прорывы запруд, сформировавшиеся в результате оползней, и обрушения лавинных снежников.

Преобладают несвязанные селевые потоки, относящиеся к водокаменным селевым потокам, в конце летнего периода после оттаивания верхнего слоя многолетнемерзлых пород иногда формируются грязекаменные селевые потоки.

Селеопасный период отмечается с июня по август, наиболее часто селевые потоки сходят в июле–августе [Перов, 2012].

Повторяемость селевых потоков в Становом нагорье в крупных селевых бассейнах (площадью до 60 км²) равна один раз в 10–30 лет, в более мелких (площадь бассейна до 10 км²) – до 1 раза в 6 лет [Перов, 2012]. Максимальные объемы селевых потоков могут достигать 300–600 тыс. м³, а в отдельных бассейнах свыше 600 тыс. м³ [Перов, 2012]. По данным А.А. Лукашова [2013], повторяемость схода малых селей – каждые 3–5 лет, крупных – один раз в 15–20 лет, а единовременный объем выноса селей составляет десятки тысяч м³, достигая иногда 200–300 тыс. м³.

Алтайская селевая область включает горные территории Горного Алтая, Западного Саяна, Горной Шории, Салаирского кряжа, Кузнецкого Алатау [Перов, 2012]. В административном отношении оценка риска селевых потоков охватывает территории Алтайского края, Кемеровской области, Республик Алтай, Хакасия, Тыва. На территории Алтайской селевой области преобладают селевые потоки дождевого генезиса [Виноградов, 1978]. В наиболее высоких хребтах на юге области, в районах современного горно-долинного оледенения, отмечаются редкие селевые потоки ледникового генезиса. В весенний период возможно формирование снеговых селей. Общая площадь селеопасных районов составляет 295,7 км² [Перов, 2012].

Природные условия Алтае-Саянской горной системы мало благоприятны для формирования густой сети мощных селевых потоков. Селеопасный период, связанный с дождевыми селями, продолжается с апреля по август, период наибольшей активности – июнь–июль [Перов, 2012]. Повторяемость селевых явлений крайне низкая – 1 раз в 16–30 лет [Виноградов, 1968; Перов, 2012]. Максимальные объемы селевых потоков могут достигать 500 тыс. м³, но встречаются они крайне редко [Перов, 2012].

Вследствие высокой залесенности склонов здесь преобладают районы с низкой (19,8%) степенью селевой опасности и потенциально селеопасные территории (79%) [Перов, 2012]. Незначительные по площади территории со средней степенью селевой опасности (1,2%) встречаются лишь в районе Телецкого озера (хребты Корбу, Чулышманский) и на юге, в хребтах с современным оледенением (Катунский, Южно-Чуйский, Северо-Чуйский) [Атлас ..., 2009].

Материалы и методы исследования. При оценке риска селевых потоков в экономических показа-

телях для выявления территорий муниципальных образований, подверженных воздействию селей, использовались карта селевой опасности [Атлас ..., 2009], характеристики продолжительности селеопасного периода [Белая, 2005] и повторяемости селевых потоков, которые были почерпнуты из публикаций, посвященных изучению селевой деятельности на территории Сибирского федерального округа [Лехатинов, 1968; Макаров, 2012; Перов, 2012]⁷. Площади селеопасных территорий в пределах муниципальных образований были получены наложением административных границ муниципальных образований на Карту селевой опасности [Атлас ..., 2009] и их расчетом в пределах муниципальных образований. Источником сведений об экономических показателях по муниципальным образованиям являются официальные данные сайта Федеральной службы государственной статистики [Федеральная ..., 2016]. Статистически доступными в данном территориальном разрезе являются данные о численности населения, общей площади земель муниципальных образований и площади застроенных земель в их пределах, обороте розничной торговли, объемах сельхозпроизводства и платных услуг населению, стоимости основных фондов коммерческих и некоммерческих предприятий муниципальной формы собственности, данные об объеме отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами (без субъектов малого предпринимательства) по видам экономической деятельности (добыча полезных ископаемых, обрабатывающие производства, производство и распределение электроэнергии, газа и воды). Все экономические показатели были взяты за 2016 г. До-оценка остальных значимых недостающих показателей (полной стоимости основных фондов, производства по прочим основным отраслям экономики, формирующим валовой региональный продукт) была произведена на основании методики, созданной посредством проведения длительной итеративной процедуры, логически обоснованной, верифицированной и апробированной авторами в предыдущих работах [Бадина, 2017; Badina, 2018].

Оценка риска селевых процессов в экономических показателях основана на ранее разработанной методике [Бабурин, Бадина, 2015; Baburin et al., 2014]. За основу экономического показателя оценки риска селевых потоков были взяты основные фонды муниципальных организаций, а для оценки косвенного селевого риска – валовое производство на уровне муниципальных образований.

Экономический подход к оценке природных рисков в настоящее время разработан слабо и сводится в основном к попытке оценивать ущербы, основываясь на данных об уже свершившихся стихийных бедствиях. Подсчет прямых потерь от природных опасностей получил широкое распространение на практике, в то время как методы оценки косвенных

потерь разработаны слабо, поэтому при описании последствий природных катастроф обычно ограничиваются описанием прямых экономических ущербов [Природные опасности ..., 2002], не говоря уже о недостатке научно обоснованных прогнозов. Подобный подход, требующий учета большого числа статистических показателей в абсолютном выражении, предопределяет нарастание ошибки, которая в итоге может стать несоизмеримо высокой по отношению к конечному результату (закон накопления погрешностей).

Были изучены прикладные методики оценки природных рисков и ущербов от природных опасностей (табл. 1). Прогностической ценностью отличаются те из них, которые основаны на вероятностных методах (использование функции распределения, расчет плотности вероятности, математического ожидания и пр.). Предлагаемая в нашем исследовании методика также связана с оценкой *вероятного* ущерба. Применен подход, основанный на оценке потенциальных ущербов в предельном выражении. Ограниченность эмпирических данных (числа наблюдений случаев селевых потоков различной мощности, повлекших за собой определенные объемы ущербов), необходимых для построения полноценного прогноза, определяет переход к детерминированным моделям в предельном состоянии. Например, в исследованиях экстремальных наводнений на модельном уровне зачастую прибегают к понятию «предельного максимального события», то есть паводка, вызываемого максимально возможными, исходя из допустимых физических условий, условиями (величинами таяния снега, выпадения дождевых осадков и пр.) [Природные ..., 2003]. Также и в данном исследовании задачей являлось определение предельного максимального количества социально-экономического потенциала территории, который может пострадать при реализации селевой опасности (в грубом приближении – всего потенциала, которым обладает рассматриваемое пространство), то есть максимальных потенциально возможных ущербов.

Рассмотренные нами методики основаны на принципе интегрирования природных (частоты возникновения определенных видов природных опасностей на конкретной территории, их интенсивности и пр.) и социально-экономических факторов (численности населения, валового регионального продукта, инвестиций, фондов, бюджетных показателей и пр.). При этом все они весьма разнообразны и взаимно отличны, поскольку разработаны для конкретных практических целей (оценки риска землетрясений с акцентом на социальные риски, оценка прямого экономического ущерба, моделирование эффектов, оказываемых опасными явлениями, на различные показатели экономики региона и пр.).

Местное самоуправление является тем уровнем власти, который как по своим полномочиям, так

⁷ Оценка селевого риска на территориях Забайкальского края и Республики Бурятия связана с тем, что на период оценки риска (сентябрь 2018 г.) эти субъекты входили в состав Сибирского федерального округа.

Т а б л и ц а 1

Методики оценки риска (имеющиеся)

Название методики	Краткий алгоритм
Методика оценки комплексного индивидуального риска ЧС природного и техногенного характера ВНИИ ГО ЧС, ЦИЭКС, СЦ ИГЭ РАН [Методика..., 2002].	1. Подготовка исходных данных, выбор параметров моделей воздействия и законов поражения. 2. Оценки индивидуального и коллективного риска при i-ой ЧС. 3. Оценка индивидуального и коллективного комплексного риска с учетом возможного поражения людей при всех ЧС. 3. Создание моделей воздействия (функций распределения природных опасностей, демонстрирующих вероятность того, что случайная величина в точке с координатами x, y примет значение не выше заданной величины). 4. Расчет плотности вероятности как производной от функции распределения. 5. Составление карт социального риска, характеризующих распределение вероятностей гибели, ранения, утраты здоровья для отдельного человека (индивидуальный риск) или группы (например, жителей какого-то города), находящихся в зоне возможного поражения в течение года.
Методика комплексной оценки риска на основе использования географической информационной системы (ГИС) «Экстремум» агентства по мониторингу и прогнозированию ЧС [Шойгу и др., 2001].	Разработка ансамбля моделей, положенных в основу ГИС: 1. Моделирование индивидуального риска от природной опасности. Построение изолиний, ограничивающих области с равным значением индивидуального риска. 2. Расчет математического ожидания потерь при реализации природной опасности.
Вероятностная модель природного и природно-техногенного риска ИМП РАН [Акимов и др., 2001].	1. Расчет интенсивности (частоты) природной опасности j-го класса тяжести (автор приводит оригинальную классификацию ЧС по классам опасности). 2. Расчет вероятности попадания произвольного объекта техносферы в зону действия поражающих факторов опасного явления, которые характеризуются долей площади территории, подвергающейся воздействию поражающих факторов. 3. Оценка условной вероятности возможных разрушений объектов техносферы (ущерба) в результате действия поражающих факторов опасного явления. 4. Оценка ущерба в результате разрушения объектов техносферы. 5. Оценка риска от ЧС (математическое ожидание ущерба).
Методика расчета социального и экономического рисков, создаваемых опасными явлениями погоды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова [Кобышева и др., 2008].	1. Оценка уязвимости реципиента при расчете социального риска. В качестве реципиента могут выступать как административная единица (город, область, страна и т. п.), так и конкретный хозяйственный объект (электростанция, сельскохозяйственные угодья, жилища застройка и т. п.). 2. Оценка вероятности уязвимости (попадания людей в зону действия природной опасности). 3. Оценка частоты (эмпирической вероятности опасного явления). 4. Оценка социального риска на данной территории. 5. Расчет экономической уязвимости хозяйственного объекта (руб./год). 6. Расчет экономического риска.
Имитационная модель оценки и прогнозирования социально-экономических последствий ЧС на региональном уровне ВНИИ ГОЧС [Самсонов и др., 2001].	1. Моделирование процессов влияния социально-экономических последствий ЧС на производство. Предполагается, что валовой выпуск зависит от изменения реализованного совокупного спроса, определенного в соответствии со сценарием развития ЧС, наличия или выбытия (вследствие ЧС) основных производственных фондов и выбытия экономически активного населения. 2. Расчет инвестиций в экономику региона на предупреждение и смягчение социально-экономических последствий ЧС. 3. Расчет основных производственных фондов региона в зависимости от сценария развития ЧС. 4. Расчет продукции промышленности (на основании выявленной авторами зависимости изменения ВРП и ВВП и объема произведенной продукции промышленности). 5. Расчет валовой продукции сельского хозяйства (на основании выявленной авторами зависимости изменения ВРП и объема инвестиций в сельское хозяйство). 6. Расчет экономически активной доли населения и численности занятых, доходов бюджета и других значимых параметров на основе принятого сценария развития ЧС.

и по управляемой территории наиболее приближен к низовым территориальным общностям населения. Это позволяет использовать для целей оценки риска уровень муниципального образования (МО) как расчетную единицу для определения уровня социально-экономического развития административной единицы, так и для его соотнесения с природными и производными от них рисками [Бабурин с соавт., 2014].

В рамках этого подхода можно постулировать, что воздействие локальных опасных природных явлений, таких как селевые потоки, на территориальную природно-хозяйственную систему (ТПХС) муниципального уровня носит площадной (мезоуровневый) характер. Единая территориальная система вне зависимости от того, какой из элементов или связей затронуты неблагоприятными и опасными природными явлениями реагирует на эти события как единое целое, а значит, социально-экономический потенциал должен оцениваться (рассчитываться) не для локальных объектов, а для системы в целом. Иными словами, перекрытие лавиной участка автодороги, или разрушение селом (паводком) мостовых сооружений, линий электропередач и т. п., сказывается на функционировании всей ТПХС МО [Baburin et al., 2014]. В то же время надо отметить, что при оценках селевого риска в среднем масштабе для конкретного муниципального образования распределение селевых рисков может быть иным по величине, как в большую сторону, так и в меньшую.

Подобный подход позволяет в методическом плане не вести прямой пообъектный учет потенциально уязвимых объектов социальной и производственной инфраструктуры, а оценивать системные последствия локальных явлений и процессов. В этом случае вполне можно ограничиться набором агрегированных социально-экономических показателей для соответствующих административно-территориальных образований. При этом следует иметь в виду, что объем информации доступной для анализа уменьшается пропорционально увеличению дробности единиц административно-территориального деления [Бабурин, Бадина, 2015]. Принятый территориальный уровень обобщения также не требует пообъектного учета всех мельчайших элементов территориальных социально-экономических систем, а лишь позволяет продемонстрировать различия муниципальных образований рассматриваемой территории по вероятности ущерба от селевых потоков в предельном выражении.

В этой ситуации для заявленных целей моделирования предлагается способ расчета совмещенного прямосчетно-нормативного показателя экономической деятельности МО, близкого по структуре валовому региональному продукту для субъектов федерации [Бабурин, Бадина, 2015].

Суть методического подхода заключается в проведении итеративной процедуры получения сум-

марного значения экономической деятельности в МО (валового производства) в стоимостном выражении. Для этого:

- объемы промышленного (как сумма добывающих, обрабатывающих производств и производством и распределением электроэнергии, газа и воды) и сельскохозяйственного производства в стоимостном выражении суммируются, что позволяет на основе прямого счета получить значения объема выпуска для реального сектора экономики (производство товаров);

- дооцениваются остальные значимые виды экономической деятельности: строительство, транспорт и связь, операции с недвижимостью, государственное управление, здравоохранение и образование путем распределения регионального показателя оборота организаций каждой из отраслей пропорционально объему фонда заработной платы работников организаций, который статистически доступен на муниципальном уровне;

- сложение значений вышеперечисленных показателей, статистически доступных и полученных нормативным путем, в стоимостном выражении дает оценочное значение валового производства.

Оценка полной стоимости основных фондов производится путем распределения: стоимость фондов по региону пропорционально доли каждого муниципального образования в валовом производстве соответствующей отрасли. Такая оценка достаточно грубая, однако расчеты были верифицированы: Росстатом дается значение стоимости основных фондов по некоторым крупнейшим городским округам [Регионы ..., 2018]. Таким образом, расчетные значения можно сравнить с данными Росстата. Для расчетов по некоторым городским округам Сибирского федерального округа получились следующие результаты: г. Барнаул – 80% (доля расчетного значения от фактического); г. Улан-Удэ – 97%; г. Красноярск – 104%; г. Братск – 84%, г. Междуреченск – 109%, г. Абакан – 113% и пр.). Таким образом, можно утверждать, что расчетные значения близки к фактическим, и, главное, в целом учтены внутрирегиональные пропорции и дифференциация.

Оценка селевого риска выполнялась в показателях вероятного ущерба за год. Она основана на ранее разработанной методике оценки индивидуального риска селей и лавин [Бабурин с соавт., 2014; Шныпарков с соавт., 2013].

Для оценки селевого риска в экономических показателях использовались значения повторяемости селевых потоков, продолжительности селеопасного периода в пределах муниципальных образований, пораженности территории муниципального образования селевыми потоками. Для расчета прямого экономического селевого риска⁸ использовались данные по основным фондам. Для оценки полного селевого риска, который включает прямой и косвен-

⁸ Прямой селевой риск – вероятность ущерба, связанная непосредственно с неблагоприятным воздействием селевого потока. Косвенный селевой риск – вероятность ущерба, обусловленная последствиями неблагоприятного исходного события. Полный (суммарный) селевой риск – сумма прямого и косвенного селевых рисков.

ный, использовались значения валового производства и данные по основным фондам.

Таким образом, итоговая формула расчета полного экономического риска от селевых потоков такова:

$$Rp = P \times Yt \times Ys \times S, \quad (1)$$

где Rp – полный экономический риск селевых потоков, руб./год; P – повторяемость селевых потоков, раз в год; Yt – уязвимость во времени, безразмерная величина; Ys – уязвимость в пространстве, безразмерная величина; S – валовое производство, руб.

Формула для расчета прямого селевого риска следующая:

$$Rp = P \times Yt \times Ys \times Sf, \quad (2)$$

где Sf – стоимость основных фондов (оценочная), руб.

Уязвимость территорий в пространстве зависит от пораженности территорий селевыми потоками, которая определяется:

$$Ys = Fmdf \div Ftot, \quad (3)$$

где $Fmdf$ – площадь селеопасных территорий в пределах административных районов, км²; $Ftot$ – площадь административного района, км².

Уязвимость территорий во времени определяется:

$$Yt = Lmdf \div 365, \quad (4)$$

где $Lmdf$ – продолжительность селеопасного периода, дни; 365 – число дней в году.

На основе вышеуказанных формул были рассчитаны значения прямого и полного (сумма прямого и косвенного) селевого риска для каждого из муниципальных образований, расположенных на территории Сибирского федерального округа.

Результаты оценки селевого риска. Расчеты по оценке селевого риска в Сибирском федеральном округе показали, что прямой селевой риск равен 251,8 млн рублей в год, а полный – 1 725 млн руб. в год. Наибольшие значения прямого селевого риска характерны для Республики Бурятия и Иркутской области, на долю этих субъектов Сибирского федерального округа приходится немногим более 71% всех вероятных ущербов от селевых потоков. Наименьшими значениями прямого селевого риска характеризуются территории Алтайского края, Кемеровской области и Республики Тыва: на каждый субъект приходится немногим более 1% от совокупного прямого селевого риска Сибирского федерального округа (табл. 2).

Значения полного (прямой и косвенный) селевого риска имеют наибольшие величины также в Республике Бурятия и Иркутской области, соответственно 30,4 и 41,3% от общего полного селевого риска в Сибирском федеральном округе (см. табл. 2).

Таблица 2

Селевой риск по субъектам Сибирского федерального округа

Субъект	Продолжительность селеопасного периода, дни	Площадь селеопасных территорий от общей площади субъекта, %	Прямой селевой риск, млн руб./год	Доля селевого риска от общего по Сибирскому федеральному округу, %	Полный селевой риск, млн руб./год	Доля селевого риска от общего по Сибирскому федеральному округу, %
Алтайский край	120–130	3,6	3,4	1,3	38,7	2,2
Забайкальский край	120–130	13,8	15,9	6,4	190,5	11,0
Иркутская область	120–130	12,0	67,1	26,6	712,6	41,3
Кемеровская область	120–130	3,3	2,8	1,1	12,9	0,7
Красноярский край	60–130	18,3	8,6	3,4	48,4	2,8
Республика Алтай	120–130	48,4	26,9	10,7	129,2	7,6
Республика Бурятия	120–130	37,4	112,3	44,6	524,2	30,4
Республика Тыва	120–130	15,3	4,0	1,6	25,8	1,5
Республика Хакасия	120–130	13,3	10,8	4,3	42,4	2,5
Сибирский федеральный округ	60–130	14,8	251,8	100	1724,7	100

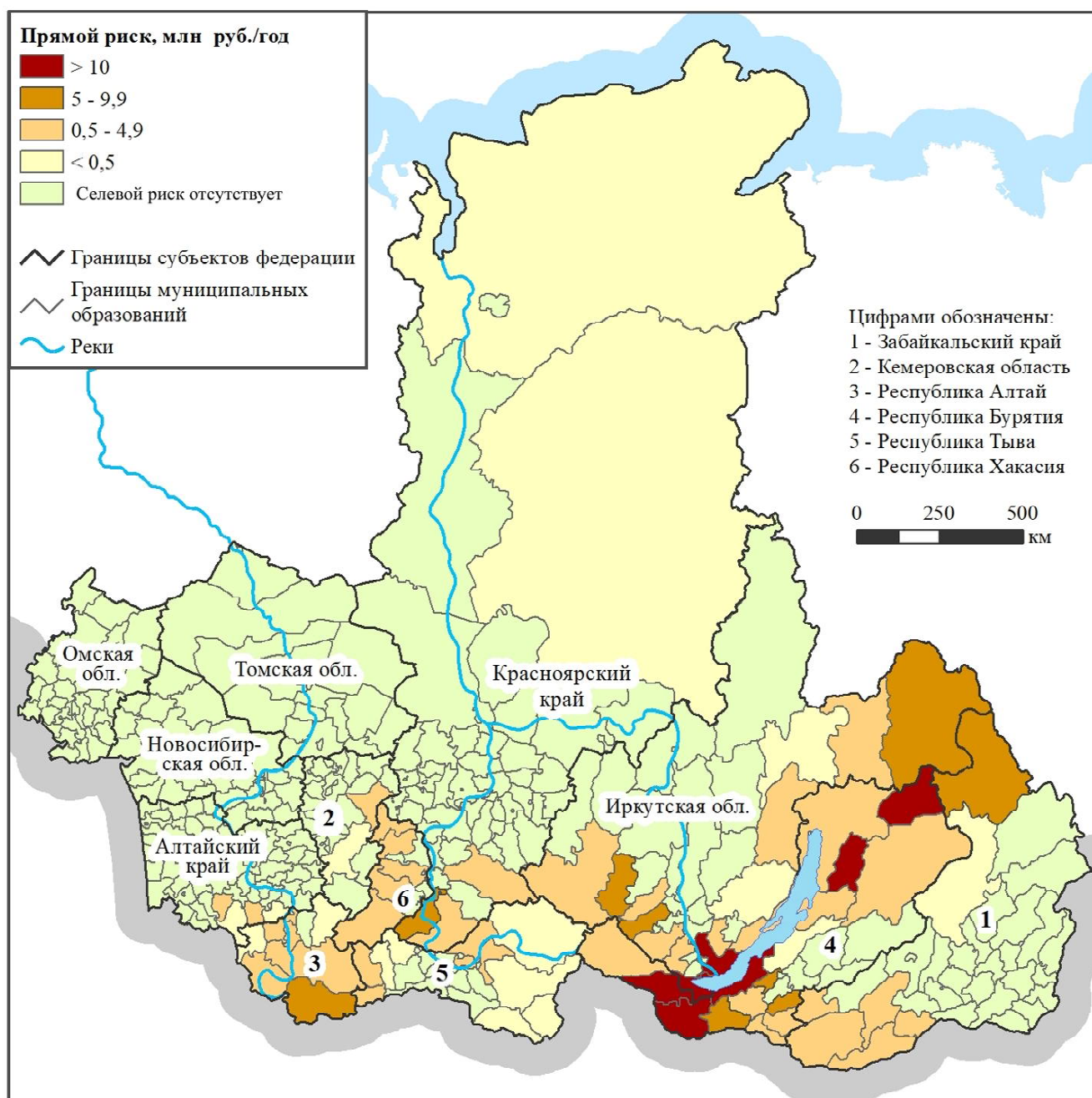


Рис. 1. Прямой селевой риск по муниципальным образованиям Сибирского федерального округа

Fig. 1. Direct debris flow risk within municipal units of the Siberian Federal District

Распределение прямого и полного селевого риска в экономических показателях по муниципальным образованиям на территории Сибирского федерального округа показано на рис. 1 и 2 соответственно. Наибольшие значения прямого селевого риска характерны для ряда муниципальных образований Республики Бурятия, Иркутской области и Забайкальского края. Максимальные значения прямого селевого риска в экономических показателях отмечаются в Тункинском, Закаменском, Кабанском, Курумканском и Муйском муниципальных образованиях Республики Бурятии, где риск превышает 12 млн руб. в год. Повышенные значения прямого селевого риска также характерны для Иркутского и

Слюдянского муниципальных образований Иркутской области. Наименьшие значения прямого селевого риска (менее 0,1 млн руб.) отмечаются в Таймырском Долгано-Ненецком, Эвенкийском (Красноярский край), Новокузнецком (Кемеровская область), Тере-Хольском (Республика Тыва) муниципальных образованиях. В остальных районах Сибирского федерального округа, включая горные районы Алтая, Кузнецкого Алатау, горы Бырранга и плато Путорана, прямой экономический риск селевых потоков изменяется от 0,1 до 10 млн рублей в год (см. рис. 1).

Распределение максимальных значений полного селевого риска на территории Сибирского федерального округа отличается от распределения пря-

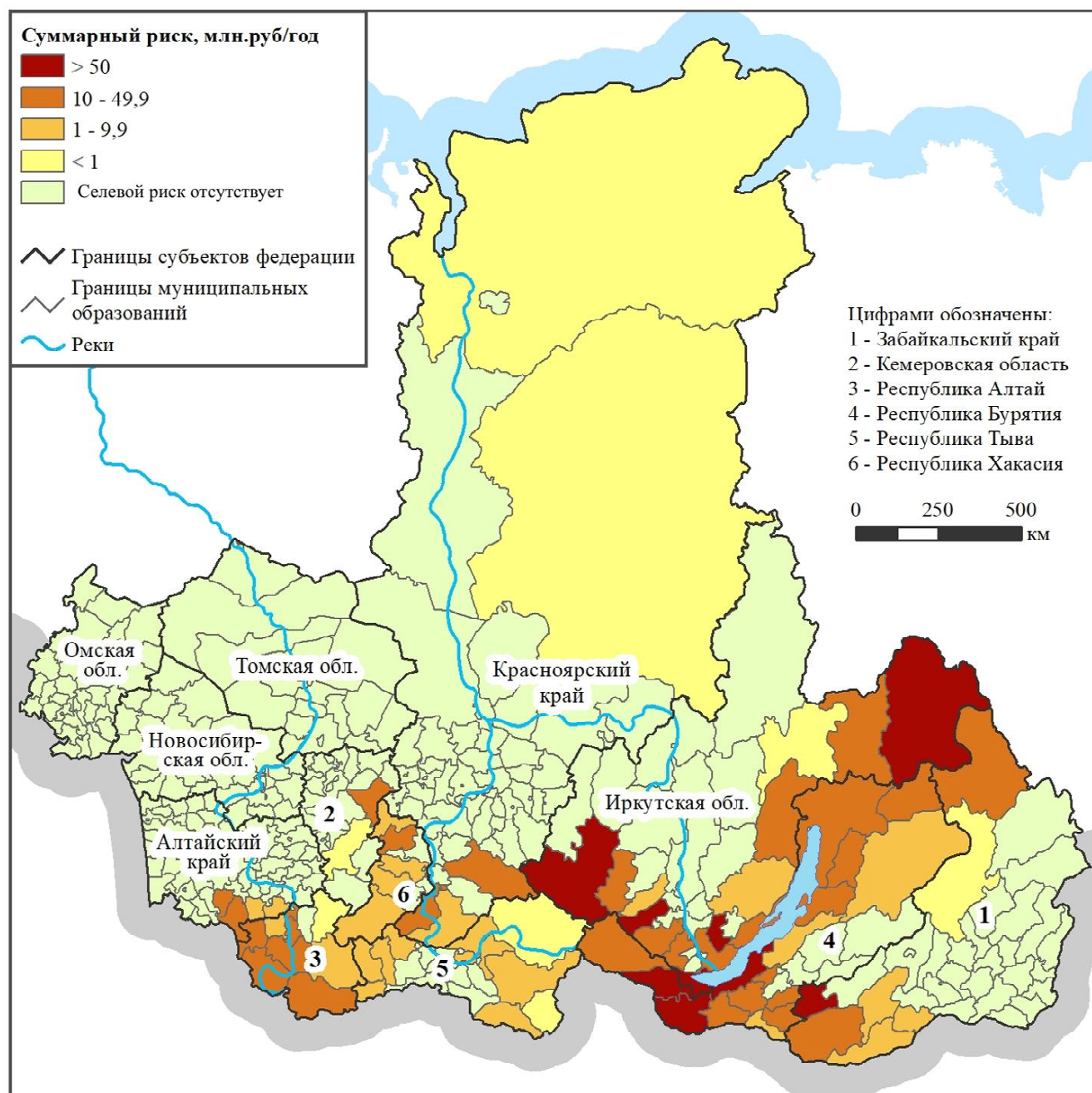


Рис. 2. Полный (прямой и косвенный) селевой риск по муниципальным образованиям Сибирского федерального округа

Fig. 2. Total (direct and indirect) debris flow risk within municipal units of the Siberian Federal District

мого селевого риска (рис. 2). Максимальные значения полного селевого риска характерны для Петровск-Забайкальского (Забайкальский край), Закаменского, Кабанского (Республика Бурятия) Шелеховского и Бодайбинского (Иркутская область) муниципальных образований (более 50 млн рублей в год).

По абсолютным значениям прямого и полного селевого риска определить влияние воздействия селевых потоков на экономику муниципального образования крайне сложно. Даже при повышенных значениях селевого риска его влияние на экономику муниципального образования может быть мало, т. к. весьма велико валовое производство муниципаль-

ного образования и, наоборот, при небольших значениях селевого риска и при малом валовом производстве муниципального образования воздействие селевых потоков на экономику муниципального образования может существенно повлиять на ее развитие. Для оценки такого влияния для каждого муниципального образования было рассчитано отношение полного селевого риска к валовому производству муниципального образования и составлена карта (рис. 3). Расчеты показали, что в большинстве муниципальных образований Сибирского федерального округа уязвимость экономики муниципальных образований от воздействия селевых потоков составляет менее 1%. Наиболее уязвимыми от селе-

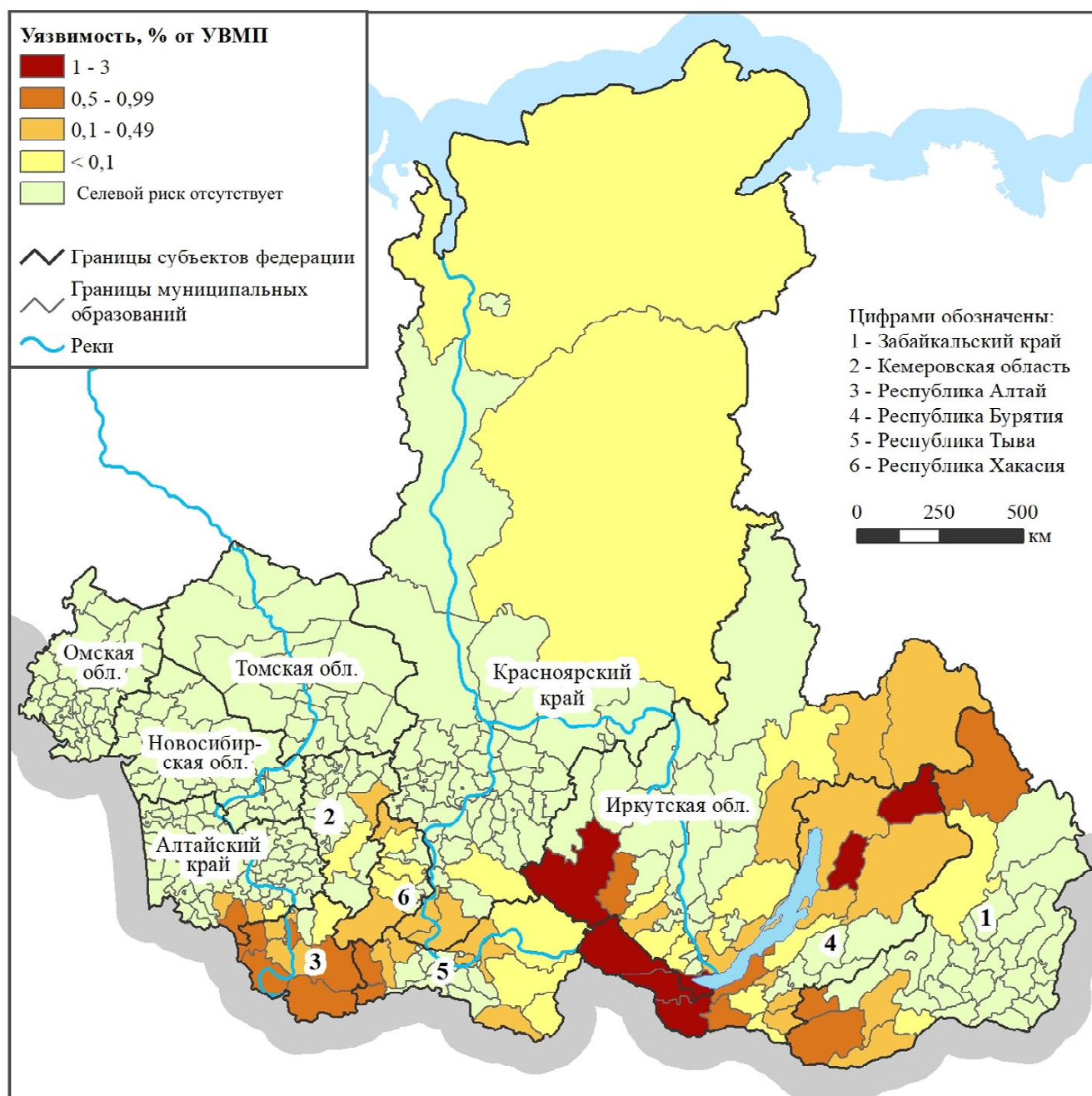


Рис. 3. Уязвимость экономики муниципальных образований Сибирского федерального округа от воздействия селевых потоков

Fig. 3. Vulnerability of the economy of municipal units in the Siberian Federal District due to debris flow effects

вых потоков являются экономики Слюдянского (Иркутская область), Кабанского, Окинского и Тункинского (Республика Бурятия) муниципальных образований, где их значения превышают 1,5%.

Выводы

В целом значения селевого риска в Сибирском федеральном округе невысоки – немногим более 250 млн рублей в год. Наибольшие расчетные значения прямого и полного селевого риска характерны для Республики Бурятия и Иркутской области. Максимальные значения полного селевого риска на муниципальном уровне отмечаются в Бодайбинском (158,9 млн руб. в год), Залаирском (71,7 млн руб. в год) и Слюдянском (157,2 млн руб. в год) (Иркутс-

кая область), Тункинском (95,4 млн руб. в год) и Кабанском (92,2 млн руб. в год) (Республика Бурятия) и Петровск-Забайкальском (130,3 млн руб. в год) (Забайкальский край) муниципальных образованиях. Наибольшая уязвимость экономики муниципальных образований от селевых потоков отмечается в Нижнеудинском, Слюдянском (Иркутская область), Закаменском, Курумканском, Муйском, Окинском, Тункинском муниципальных образованиях Сибирского федерального округа, в которых полный селевой риск составляет от 1 до 2% от валового производства муниципального образования.

Предложенный алгоритм оценки селевого риска в экономических показателях имеет универсаль-

ный характер. Его можно использовать в отношении оценки риска других опасных природных процессов, для которых можно определить поражен-

ность территории этим опасным природным процессом, его повторяемость и продолжительность опасного воздействия.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 16-17-00104) и РГО и РФФИ (договор № 14/2017/РГО-РФФИ от 26.07.2017 г.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Акимов В.А., Новиков В.Д., Радаев Н.Н. Природные и техногенные чрезвычайные ситуации: опасности, угрозы, риски. М.: Деловой экспресс, 2001. 344 с.
- Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций. Российская Федерация. Сибирский федеральный округ / Под ред. С.К. Шойгу. М.: Дизайн. Информация. Картография, 2009. 382 с.
- Бабурин В.Л., Бадина С.В. Оценка социально-экономического потенциала территории, подверженной неблагоприятным и опасным природным явлениям // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2015. № 5. С. 9–16.
- Бабурин В.Л., Гаврилова С.А., Грязнова В.В., Шныпарков А.Л. Определение полного и удельного экономического риска селевых потоков на Северном Кавказе // III Международная конференция «Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита»: сборник докладов, Южно-Сахалинск 22–26 сентября 2014 г. Сахалин: Сахалинский филиал ФГБУН Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, 2014. С. 97–100.
- Бадина С.В. Количественная оценка уязвимости социально-экономического потенциала Российской Арктики в зоне деградации вечной мерзлоты // Региональные исследования. 2017. № 3 (57). С. 107–116.
- Белая Н.Л. Моделирование внутригодового распределения дождевых селей в горных регионах мира. Диссертация на соискание уч. степени канд. геогр. наук. М., 2005. 142 с.
- Будз М.Д. Условия формирования селей в Прибайкалье: автореферат диссертации на соискание уч. степени канд. геогр. н. Иркутск, 1965. 20 с.
- Виноградов В.А. Селевые очаги среднегорья западной части Горного Алтая // Исследование руслового процесса рек Сибири (Труды Западно-Сибирского регионального научно-исследовательского гидрометеорологического института. Вып. 38) / Под ред. В.В. Лысенко. М.: Гидрометеоздат, Моск. отделение, 1978. С. 41–46.
- Войтковский К.Ф., Корольков В.Г. Водоснежные потоки на плато Путорана // Материалы гляциологических исследований. 1998. Вып. 84. С. 92–94.
- Гаврилова С.А., Грязнова В.В., Данилина А.В., Шныпарков А.Л. Анализ распределения чрезвычайных ситуаций природного характера в конце XX – начале XXI века на территории России // ГеоРиск. 2011. № 4. С. 58–64.
- Кобышева Н.В., Галюк Л.П., Панфутова Ю.А. Методика расчета социального и экономического рисков, создаваемых опасными явлениями погоды // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. 2008. № 558. С. 162–171.
- Курбатова А.С., Мяков С.М., Шныпарков А.Л. Природный риск для городов России. М.: НИИПИ экологии города, 1997. 240 с.
- Лапердин В.К., Леви К.Г., Лехатинов А.М., Кадетова А.В., Пеллинен В.А., Рыбченко А.А. Причины и последствия катастрофических селевых потоков 28 июня 2014 г. в окрестностях пос. Аршан, Республика Бурятия // Геодинамика и тектонофизика. 2014. Т. 5, № 3. С. 799–816. doi: 10.5800/GT-2014-5-3-0156
- Лапердин В.К. Селевая опасность на участке Кодар – Леприндо Байкало-Амурской магистрали: причины, следствия, принципы защиты // ГеоРиск. 2016. № 2. С. 38–43.
- Лехатинов А.М. Селевые явления Северного Прибайкалья. Автореферат дисс. на соискание учен. степени канд. геогр. наук. М.: МГПИ им. В.И. Ленина, 1968. 23 с.
- Лукашов А.А., Токарева Е.А. Сели восточного фланга Байкальской рифтовой зоны // ГеоРиск. 2013. № 2. С. 14–19.
- Макаров С.А. Сели Прибайкалья. Иркутск: Издательство ИГ им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2012. 111 с.
- Методика комплексной оценки индивидуального риска чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. ВНИИ ГОЧС, ЦИЭКС, СЦ ИГЭ РАН. М., 2002. 28 с.
- Осипов В.И., Ларионов В.И., Суцев С.П., Фролова Н.И., Угаров А.Н., Кожаринов С.В., Барская Т.В. Оценка сейсмического риска территории г. Б. Сочи // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2015. № 1. С. 3–19.
- Перов В.Ф. Селеведение. М.: Географический факультет МГУ, 2012. 274 с.
- Природные опасности России. Т. 1: Природные опасности и общество / Под ред. В.А. Владимирова, Ю.Л. Воробьева, В.И. Осипова. М.: КРУК, 2002. 248 с.
- Природные опасности России. Т. 6: Оценка и управление природными рисками / Под ред. А.Л. Рагозина. М.: КРУК, 2003. 320 с.
- Рагозин А.Л., Елкин В.А. Количественная оценка карстового риска на локальном и региональном уровнях // Карстование – XXI век: теоретическое и практическое значение. Материалы международного симпозиума, 25–30 мая 2015, Пермь / Отв. ред. В.Н. Дублянский. Пермь: Перм. ун-т, 2004. С. 36–44.
- Регионы России. Основные социально-экономические показатели городов. 2018: Стат. сб. / М.: Росстат. 2018. 443 с. (электронное издание).
- Самсонов К.П., Авдотьев В.П., Назаренко Е.К., Егорова И.В. Технология оценки и прогнозирования социально-экономических последствий чрезвычайных ситуаций (теоретико-методологические аспекты) // 25 лет – от идеи до технологии: Сборник научно-технических трудов. М.: ИИЦ ВНИИ ГОЧС, 2001. С. 193–207.
- Федеральная служба государственной статистики РФ http://www.gks.ru/free_doc/new_site/bd_munst/munst.htm – База данных показателей муниципальных образований (Дата обращения 12.06–23.12.2016).
- Шныпарков А.Л., Колтерманн П.К., Селиверстов Ю.Г., Сократов С.А., Перов В.Ф. Селевой риск на Черноморском побережье Кавказа // Вестн. Моск. ун-та. Серия 5. География. 2013. № 3. С. 42–48.
- Шойгу С.К., Воробьев Ю.Л., Фалеев М.И., Шахрамьян М.А., Ларионов В.И., Нигметов Г.М., Бодриков О.В., Ульянов С.В., Сорогин А.А., Козлов М.А., Осипов В.И., Суцев С.П., Угаров А.Н., Фролова Н.И. Комплексная оценка риска от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера // 25 лет – от идеи до технологии: Сборник научно-технических трудов. М.: ИИЦ ВНИИ ГОЧС, 2001. С. 70–87.
- Baburin V.L., Gavrilova S.A., Koltermann P.-K., Seliverstov Yu.G., Sokratov S.A., Shnyarkov A.L. Quantification of economic and social risks of debris flows for the Black Sea coastal region of the North Caucasus // Geography, Environment, Sustainability. 2014. Vol. 7. № 3. P. 108–122. doi: 10.24057/2071-9388-2014-7-3-108-122
- Badina S. Socio-economic potential of municipalities in the context of natural risk (case study – Southern Siberian regions) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2018. Vol. 190. P. 1–7. 012001. doi: 10.1088/1755-1315/190/1/012001

Поступила в редакцию 13.04.2017
После доработки 11.03.2019
Принята к публикации 15.04.2019

V.L. Baburin¹, S.V. Badina², A.A. Derkacheva³,
S.A. Sokratov⁴, T.I. Khismatullin⁵, A.L. Shnyarkov⁶

ECONOMIC ASSESSMENT OF DEBRIS FLOW RISK (CASE STUDY OF THE SIBERIAN FEDERAL DISTRICT)

The results of economic assessment of debris flow risk in terms of the annual damage probability for municipalities are presented. Calculations of risk account for geophysical parameters of debris flows, such as susceptibility of the territory to debris flows, their frequency and duration of debris flow hazard period, as well as socio-economic characteristics of municipalities based on data from the Russian Federal State Statistics Service. It was found that the highest calculated values of debris flows risk (direct and total) are typical of the Republic of Buryatia and the Irkutsk region. The maximum values of total debris flows risk at the municipal level correspond to the Bodaibo and Slyudyansk (Irkutsk Region) and Tunkinsk and Kabansk (Republic of Buryatia) municipalities. The highest vulnerability to debris flows was found for Nizhneudinsk, Slyudyansk (Irkutsk Region), Zakamensk, Kurumkansky, Muysk, Okinsk, and Tunkinsk municipalities of the Siberian Federal District, where the debris flows risk amounts to 1 to 2% of the municipal gross production.

Key words: debris flows, risk assessment, economic damage, Siberia

Acknowledgements. The work was financially supported by the Russian Science Foundation (project 16-17-00104) and Russian Geographical Society (project 14/2017/RGO-RFFI).

REFERENCES

- Akimov V.A., Novikov V.D., Radayev N.N. Prirodnye i tekhnogennye chrezvychaynye situatsii: opasnosti, ugrozy, riski [Natural and man-made emergencies: hazards, threats, risks]. Moscow: Delovoy ekspress, 2001. 344 p. (In Russian)
- Atlas prirodnykh i tekhnogennykh opasnostei i riskov chrezvychaynykh situatsii. Rossiiskaya Federatsiya. Sibirskii federal'nyi okrug [Atlas of natural and technogenic dangers and risks of emergency situations. Russian Federation. Siberian Federal District] / S.K. Shojgu (ed.). M.: Dizain. Informatsiya. Kartografiya. 2009. 382 p. (In Russian)
- Baburin V.L., Badina S.V. Otsenka sotsial'no-ekonomicheskogo potentsiala territorii, podverzhennoy neblagopriyatnym i opasnym prirodnykh yavleniyam [Evaluation of the social-economic potential of natural hazard-subjected territories] // Vestnik Mosk. un-ta. Ser. 5. Geografiya. 2015. № 5. P. 9–16. (In Russian)
- Baburin V.L., Gavrilova S.A., Grayznova V.V., Shnyarkov A.L. Opredeleniye polnogo i udel'nogo ekonomicheskogo riska selevykh potokov na Severnom Kavkaze [Determination of full and specific economic debris flows risk in the North Caucasus] // III International Conference «Debris Flows: Disasters, Risk, Forecast, Protection»: proceedings, Yuzhno-Sakhalinsk, September 22–26, 2014 / Kazakov N.A. (ed.). Yuzhno-Sakhalinsk: Sakhalin Department of Far East Geological Institute FEB RAS. P. 97–100. (In Russian)
- Baburin V.L., Gavrilova S.A., Koltermann P.-K., Seliverstov Yu.G., Sokratov S.A., Shnyarkov A.L. Quantification of economic and social risks of debris flows for the Black Sea coastal region of the North Caucasus // Geography, Environment, Sustainability. 2014. Vol. 7. № 3. P. 108–122. doi: 10.24057/2071-9388-2014-7-3-108-122
- Badina S. Socio-economic potential of municipalities in the context of natural risk (case study – Southern Siberian regions) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2018, Vol. 190, 012001. doi: 10.1088/1755-1315/190/1/012001.
- Badina S.V. Kolichestvennaya otsenka uyazvimosti sotsial'no-ekonomicheskogo potentsiala Rossiyskoy Arktiki v zone degradatsii vechnoy merzloty [Quantification of Russia Arctics socio-economic potential vulnerability in the zone of permafrost degradation] // Regional'nye issledovaniya. 2017. № 3(57). P. 107–116. (In Russian)
- Belaya N.L. Modelirovaniye vnutrigodovogo raspredeleniya dozhdnykh selei v gornykh regionakh mira [Modeling intra-annual distribution of rainfall-induced debris flows in mountain regions of the World]: Thesis Cand. Sci. Geogr. M., 2005. 142 p. (In Russian)
- Budz M.D. Usloviya formirovaniya selei v Pribajkale [Conditions of formation of debris flows in Baikalia]: Abstract Thesis Cand. Sci. Geogr. Irkutsk, 1965. 20 p. (In Russian)
- Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki RF http://www.gks.ru/free_doc/new_site/bd_munst/munst.htm – Baza dannykh pokazateley municipal'nykh obrazovaniy (the dates of approach 12.06–23.12.2016). (In Russian)
- Gavrilova S.A., Griaznova V.V., Danilina A.V., Shnyarkov A.L. Analiz raspredeleniya chrezvychaynykh situatsiy prirodnogo kharaktera v kontse XX – nachale XXI veka na territorii Rossii [Analysis of distribution of natural disasters in the end of 20 – beginning of 21 century in the territory of Russia] // GeoRisk. 2011. № 4. P. 58–64. (In Russian)
- Kobysheva N.V., Galuk L.P., Panfutova J.A. Metodika raschota sotsial'nogo i ekonomicheskogo riskov, sozdavayemykh opasnymi yavleniyami pogody [Estimating methods for social and economic

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Social and Economic Geography of Russia, Professor, D.Sc. in Geography; e-mail: vbaburin@yandex.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Laboratory of Snow Avalanches and Debris Flows, PhD. in Geography, Engineer; e-mail: bad412@yandex.ru

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Laboratory of Snow Avalanches and Debris Flows, Engineer; e-mail: der_a@mail.ru

⁴ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Cryolithology and Glaciology, Associate Professor, PhD. in Geography; e-mail: sokratov@geogr.msu.ru

⁵ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Laboratory of Snow Avalanches and Debris Flows, Engineer; e-mail: timkhism@gmail.com

⁶ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Laboratory of Snow Avalanches and Debris Flows, PhD. in Geography, Leading Researcher; e-mail: malyn2006@yandex.ru

risks caused by dangerous weather events] // *Trudy Glavnoy geofizicheskoy observatorii im. A.I. Voyeykova*. 2008. № 558. P. 162–171. (In Russian)

Kurbatova A.S., Myagkov S.M., Shnyarkov A.L. Prirodnyy risk dlya gorodov Rossii [Natural risk for the cities of Russia]. M.: NIPI ekologii goroda, 1997. 240 p. (In Russian)

Laperdin V.K. Selevaya opasnost' na uchastke Kodar – Leprindo Baykalo-Amurskoy magistrali: prichiny, sledstviya, printsipy zashchity [Mudflow hazards at the Kodar – Leprindo stage of the Baikal – Amur mainline: Reasons, consequences, principles of protection] // *GeoRisk*. 2016. № 2. P. 38–43. (In Russian)

Laperdin V.K., Levi K.G., Lekhatinov A.M., Kadetova A.V., Pellinen V.A., Rybchenko A.A. Prichiny i posledstviya katastroficheskikh selevykh potokov 28 iyunya 2014 g. v okrestnostyakh pos. Arshan, Respublika Buryatiya [Causes and consequences of a catastrophic mudflows on 28 June 2014 near Arshan village in the Republic of Buryatia, Russia] // *Geodinamika i tektonofizika*. 2014. Vol. 5. № 3. P. 799–816. doi: 10.5800/GT-2014-5-3-0156. (In Russian)

Lekhatinov A.M. Selevye yavleniya Severnogo Pribajkal'ja [Debris flows processes in Northern Baikalia]. Abstract Thesis Cand. Sci. Geogr. Moscow: MGPI im. V.I. Lenina, 1968. 23 p. (In Russian)

Lukashov A.A., Tokareva E.A. Seli vostochnogo flanga Baykal'skoy riftovoy zony [Debris flows of the Eastern flank of the Baikal rift zone] // *GeoRisk*. 2013. № 2. P. 14–19. (In Russian)

Makarov S.A. Seli Pribajkal'ya [Debris flows of The Baikal region]. Irkutsk: Izdatel'stvo Instituta geografii im. V.B. Sochavy SO RAN, 2012. 111 p. (In Russian)

Metodika kompleksnoi otsenki individual'nogo riska chrezvychainykh situatsii prirodnogo i tekhnogenogo kharaktera [Methodology of integrated estimation of individual risk of emergency situations of natural and technogenic origin] / VNII GO ChS, TsIEKS, STs IGE RAS. Moscow: 2002. 28 p. (In Russian)

Osipov V.I., Larionov V.I., Sushhev S.P., Frolova N.I., Ugarov A.N., Kozharinov S.V., Barskaya T.V. Otsenka seismicheskogo riska territorii g. B. Sochi [Seismic risk assessment for the Greater Sochi area] // *Geoekologiya. inzhenernaya geologiya, gidrogeologiya, geokriologiya*. 2015. № 1. P. 3–19. (In Russian)

Perov V.F. Selevedenie [Debris flows science] M.: Faculty of Geography MSU, 2012. 274 p. (In Russian)

Prirodnye opasnosti Rossii. T. 1: Prirodnye opasnosti i obshchestvo [Natural dangers in Russia. Vol. 1: Natural dangers and society] / Vladimirova V.A., Vorob'eva Yu.L., Osipova V.I. (Ed.). M.: KRUK, 2002. 245 p. (In Russian)

Prirodnyye opasnosti Rossii. T. 6: Otsenka i upravleniye prirodnymi riskami [Natural dangers in Russia. Vol. 6: Estimation

and management of natural risks] / Ragozin A.L. (ed.). M.: KRUK, 2003. 320 p. (In Russian)

Ragozin A.L., Elkin V.A. Kolichestvennaya otsenka karstovogo riska na lokal'nom i regional'nom urovnyakh [Quantitative assessment of karst risk on the local and regional levels] // *Karstovedenie – XXI vek: teoreticheskoe i prakticheskoe znachenie. Materialy mezhdunarodnogo simpoziuma, 25–30 maya 2015, Perm' / Otv. red. V.N. Dublyanskij*. Perm: Permskii universitet, 2004. P. 36–44. (In Russian)

Regiony Rossii: osnovnye sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli gorodov. 2018 [Regions of Russia. The main social-economic characteristics of cities, 2018]. M.: Rosstat, 2018. (electronic publication, in Russian)

Samsonov K.P., Avdot'in V.P., Nazarenko E.K., Egorova I.V. Tekhnologiya otsenki i prognozirovaniya sotsial'no-ekonomicheskikh posledstviy chrezvychainykh situatsii (teoretiko-metodologicheskie aspekty) [Technology of assessment and forecasting of social-economic consequences of emergency situations (theoretical-methodological aspects)] // 25 let – ot idei do tekhnologii: sbornik nauchno-tekhnicheskikh trudov. M.: IITs VNII GOChS, 2001. P. 193–207. (In Russian)

Shnyarkov A.L., Koltermann P.K., Seliverstov Yu.G., Sokratov S.A., Perov V.F. Selevoy risk na Chernomorskom poberezh'ye Kavkaza [Risk of mudflows at the Caucasian coast of the Black Sea] // *Vestnik Mosk. un-ta. Ser. 5. Geografiya*. 2013, № 3. P. 42–48. (In Russian)

Shoigu S.K., Vorob'ev Yu.L., Faleev M.I., Shakhraman'yan M.A., Larionov V.I., Nigmatov G.M., Bodrikov O.V., Ul'yanov S.V., Sorogin A.A., Kozlov M.A., Osipov V.I., Sushchev S.P., Ugarov A.N., Frolova N.I. Kompleksnaya otsenka riska ot chrezvychainykh situatsii prirodnogo i tekhnogenogo kharaktera [Integrated assessment of the risk of emergency situations of natural and technogenic origin] // 25 let – ot idei do tekhnologii: sbornik nauchno-tekhnicheskikh trudov. M.: IITs VNII GOChS, 2001. p. 70–87. (In Russian)

Vinogradov V.A. Selevye ochagi srednegor'ya zapadnoj chasti Gornogo Altaya [Debris flows basins of the middle-mountain of the western part of Altai Mountains] // *Issledovaniya ruslovogo protsessa rek Sibiri (Trudy Zapadno-Sibirskogo regional'nogo nauchno-issledovatel'skogo gidrometeorologicheskogo institute. Vyp. 38)* [Study of the stream bed processes of the rivers of Siberia (Proceedings of the West-Siberian Regional Scientific-Research Hydrometeorological Institute 38)] / V.V. Lysenko (ed.). Moscow: Girometeoizdat Moscow Branch, 1978. P. 41–46. (In Russian)

Voitkovskii K.F., Korol'kov V.G. Vodosnezhnye potoki na plato Putorana [Slushflows at the Putorana Plateau] // *Materialy glyatsiologicheskikh issledovaniy*. 1998. Vol. 84. P. 92–94. (In Russian)

Received 13.04.2017

Revised 11.03.2019

Accepted 15.04.2019