

Региональные исследования рисков природопользования в условиях современных климатических изменений: основные подходы и методы оценки

О. Г. НЕВИДИМОВА¹, Е. С. ВОЛКОВА¹, М. А. МЕЛЬНИК¹, Е. П. ЯНКОВИЧ²

¹Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН
634055, Томск, просп. Академический, 10/3
E-mail: olga-nevidimova@mail.ru

²Томский политехнический университет
634050, Томск, просп. Ленина, 30
E-mail: yankovich@tpu.ru

Статья поступила 21.12.2021

После доработки 04.01.2022

Принята к печати 06.01.2022

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются вопросы методологического сопровождения и методического обеспечения анализа рискоформирующих ситуаций в природопользовании на уровне региона. Представлены принципы и критерии оценки природных опасностей и рисков с учетом геосистемной ситуации, природно-климатических и социально-экономических условий территории. Приводятся сведения о разработке и применении методических подходов в комплексной оценке состояния природной среды и вероятности экологических и социально-экономических рисков. На примере таежных территорий Западной Сибири в границах Томской области выявляются динамика опасных ситуаций, их классификация, пространственная дифференциация и вероятности возникновения. Определяются особенности отраслевого подхода (лесоупотребление, сельское хозяйство) к оценке рисков природопользования, связанных с изменением природно-климатических условий территории. Представлен опыт ГИС-анализа и зонирования, примеры оценочного картографирования, в которых учитывается влияние опасных и неблагоприятных процессов на различные отрасли природопользования. Сделан вывод о том, что степень природно-климатического риска Томской области является повышенной.

Ключевые слова: риски природопользования, опасные природные процессы, климатическая напряженность, ущерб, Томская область.

Исследование рисков природопользования никогда не было так актуально, как на современном этапе развития общества. Особенную злободневность эти исследования приобрели в контексте изменения климата; риски, обусловленные климатической изменчивостью,

возникают практически во всех сферах жизнедеятельности человека и общества. Так, с точки зрения мировых политических и финансовых институтов, в том числе и России, угрозы, которые несут эти риски, могут повлиять на стабильность большинства отраслей

мировой экономики. Действительно, стихийные бедствия – опасные природные процессы, которые сопровождаются разрушением хозяйственной и социальной инфраструктуры, – в последнее десятилетие затронули примерно 2 млрд человек. Немалая часть из них была спровоцирована изменениями климата, способными дестабилизировать экономическую и социальную обстановку в любой стране, регионе. Согласно статистическим данным Центра исследований стихийных бедствий (Center for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED)) за период 1980–2017 гг. произошло более 12000 аномальных природных явлений, из которых почти 90 % обусловлены метеорологическими и гидрологическими причинами, вызвавших 72 % от суммарного числа жертв и причинивших 78 % от совокупного экономического ущерба. Следует отметить, что сегодня климатические аномалии и погодные экстремумы происходят в мире в 5 раз чаще, чем еще 30 лет назад, а экономический ущерб от разрушений вырос более чем в 7 раз.

Новые природно-климатические условия приводят к изменениям во многих сферах жизнедеятельности и природопользования, облегчая или затрудняя освоение и развитие территории; социально-экономическая ситуация же в значительной степени определяет масштабы, пути и формы использования естественных ресурсов и экономических возможностей [Невидимова и др., 2009]. Особое значение в этом контексте приобретает проблема изучения закономерностей функционирования природных и социально-экономических систем в условиях, которые генерируют опасные для жизнедеятельности человека ситуации.

Непрерывный научно-технический прогресс привел к усложнению взаимосвязей человека и окружающей среды, социального устройства и природопользования. Сложные системы на определенных этапах своего развития обладают высокой чувствительностью к флуктуациям и способностью к формированию многомерного, часто неоднозначного ответа на изменения условий. А где есть процессуальная неопределенность футуристических событий – есть риск как объективный фактор человеческого существования, управление которым соответствует магистральному пути цивилизации: менять одни риски на другие; и чем многовариантнее будущее, тем выше

риск [Владимиров и др., 2000; Акимов и др., 2004]. Поэтому важной задачей является разработка научных основ, методик оценки рисков, и в том числе рисков природопользования при изменении климата. Для разработки эффективных стратегий природопользования необходимы как надежная информация об изменениях климата, так и анализ рисков, обусловленных природно-климатическими особенностями территории в совокупности со спецификой социально-экономического и эколого-географического положения.

В последнее время началась масштабная актуализация методологического сопровождения и методического обеспечения мониторинга, оценки и прогноза рискоформирующих ситуаций в природопользовании, обусловленных изменением климата. В Институте мониторинга климатических и экологических систем СО РАН исследования рисков природопользования в современных экосистемных условиях Западной Сибири выполняются более 15 лет авторским коллективом лаборатории самоорганизации геосистем. Исследования ведутся в нескольких направлениях: разрабатываются подходы к комплексной оценке рисков природопользования территории на основе анализа геоклиматической, экономической, экологической, социальной ситуации; изучаются воздействия климатических изменений на различные сферы природопользования и пути адаптации отраслей экономики к опасным природно-климатическим явлениям; на основе геоинформационного моделирования разрабатываются методики зонирования территории, позволяющие решать различные задачи исследования рисков природопользования.

В данной статье излагаются некоторые результаты исследований рисков природопользования на основе анализа природно-климатических и социально-экономических условий территории регионального уровня. Региональный анализ позволяет учесть специфику природных условий, характеризует более детально особенности хозяйственной деятельности. Анализ рисков природопользования с учетом изменчивости климата проводился на примере таежных территорий Западной Сибири, в том числе в административных границах Томской области.

Как неоднократно отмечалось, Томская область относится к тем регионам, которые

могут оптимально развиваться в течение длительного времени, опираясь только на собственные природные ресурсы. Одним из сдерживающих факторов освоения региона и формирования сферы природопользования выступают сложные природно-климатические условия. Климатические особенности Томской области во многом определяют масштабы, пути и формы использования естественных ресурсов и экономических возможностей территории, климатическая изменчивость усугубляет риски ведения хозяйственной деятельности в области.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В задачах риск-анализа исследуется и решается широкий спектр взаимосвязанных вопросов (экологических, технических, социально-экономических и др.) для выявления слабых мест в природно-антропогенных системах и последующей оптимизации мер безопасности. О риске природопользования можно говорить тогда, когда есть решение человека действовать, используя естественные ресурсы территории, в условиях природной опасности; мерой же риска будет величина, степень ущерба, который человек понесет в результате опасного события в окружающей природной среде [Владимиров и др., 2000; Ваганов, 2002; Акимов и др., 2004]. В современной мировой практике методологические основы исследования рисков природопользования в первую очередь связаны с развитием системного подхода применительно к территориальным объектам. Как отметил Г. Г. Малинецкий, “чтобы обеспечить безопасность, надо внимательно следить за изменением системных свойств нашего мира” [Владимиров и др., 2000]. Являясь одним из перспективных подходов к исследованию риска, системный анализ – это комплекс методических приемов, позволяющий изучать и структуру, и ее части с единых позиций. Так, например, совокупность источников опасности анализируется как сложная система, где каждый из источников опасности в свою очередь также рассматривается в качестве системы [Невидимова и др., 2009]. Этот подход связан с оценкой условий, структурно-функциональных характеристик природных систем (геосистем), в рамках которых разворачивается хозяйственная

деятельность, с определением пределов нагрузок, за которыми происходит трансформация геосистем, сопровождающаяся ущербом для человека. Наличие неопределенностей обуславливает вероятностный характер всех оценок природной опасности. В таких условиях в действиях человека возникает риск. Критерии риска являются основой в принятии решения о степени риска и в выработке мер по его уменьшению. Анализ риска начинается с его идентификации – выявления опасностей на рассматриваемой территории как причин риска в случае их реализации. Оценка риска состоит в его количественном измерении, т. е. определении возможных последствий реализации опасностей для различных групп населения. Целью оценки являются взвешивание риска и выработка решений, направленных на его снижение. При этом оцениваются затраты и выигрыш от принимаемого решения. Прогноз риска – это его оценка на определенный момент времени с учетом тенденций изменения условий проявления риска [Тимофеева, Хамидуллина, 2015]. Тогда основными элементами, входящими в систему анализа риска, являются источник опасности, опасное явление, вредные и поражающие факторы, объект воздействия, ущерб. Общая схема анализа риска природопользования в условиях климатических изменений сводится к следующему:

- 1) определяется субъект хозяйствования или вид деятельности, дается его геосистемная характеристика;
- 2) среди природно-климатических процессов выделяются те, которые могут быть опасными для данного субъекта хозяйствования или вида деятельности и могут привести к деградации геосистемы;
- 3) определяется источник, фактор и параметры природных опасностей;
- 4) количественная оценка степени каждой из этих опасностей;
- 5) решение о приемлемости риска конкретной хозяйственной деятельности и о мерах уменьшения риска, которые необходимо принять [Невидимова и др., 2009].

Обычная мера риска для отдельного процесса такова:

$$R = f(P, C), \quad (1)$$

где P – вероятность явления; C – его последствия. Часто риск оценивается через повторяемость явления, когда имеют дело со ста-

тистической вероятностью, представляющей собой относительную частоту, с которой определенное событие появляется внутри класса событий, а также через возможность возникновения неблагоприятного процесса. Такой подход применяют там, где затруднительно экономически оценить последствия и материальный ущерб, например для больших территориальных или сложных природно-технических систем. Ряд методик оценки риска основывается на финансовой характеристике ущерба, когда последствия события (С) определяются в денежном эквиваленте [Ваганов, 2002; Башкин, 2007]. Здесь оценку риска можно считать оценкой вероятного ущерба.

Мы в своих исследованиях рисков природопользования применяем различные способы количественной оценки в зависимости от цели и объекта исследования.

Так, при комплексном анализе рисков природопользования административно-территориальной единицы (как системы) предполагается учет возможных вариантов проявления факторов опасности по природным компонентам. Рассматриваются не компоненты гео-системы как таковые (климат, рельефы и т. д.), а их конкретные свойства. Из комплекса природно-климатических факторов анализируются только те, которые обуславливают возникновение опасной ситуации в данной системе. Риск природопользования оценивается с учетом показателей напряженности природных и экономических компонентов рассматриваемой территориальной системы. Каждый из показателей напряженности является многофакторной характеристикой, выражается в процентах от максимально возможной напряженности. Каждый из факторов идентифицируется по уровню опасности [Невидимова и др., 2009]. Каждому фактору в зависимости от количественной характеристики присваивается коэффициент по шкале от 0,1 до 1. Рассчитывается напряженность по формуле

$$N_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n k_j \cdot 100, \quad (2)$$

где N_i – показатель напряженности i -й природной компоненты; k_j – коэффициент, соответствующий оценке j -го фактора; n – предельно возможная сумма коэффициентов, когда все факторы имеют максимальную оценку. Так, при расчете эрозионной напряжен-

ности рельефа учитываются следующие показатели: глубина и густота расчленения, абсолютная высота, устойчивость к разрушению, подверженность процессам переноса рыхлых образований. Например, для расчета комплексного показателя напряженности климата на территории Томской области оценивается опасность ветрового режима, стока талых вод, резкости колебания температур на поверхности почвы в апреле, ливней, грозовой активности, засух, низких зимних температур [Волкова и др., 2011]. В Томской области распространены опасные гидрологические события. Для комплексной оценки рисков природопользования мы также рассчитали гидрологическую напряженность. Так как среди гидрологических явлений наибольший ущерб приносят наводнения и береговая деформация рек, то критерии опасности были связаны с длительностью стояния высокой воды, объемом перемещаемых наносов и интенсивностью поступления талых вод [Невидимова, Янкович, 2011, 2014].

Кроме природной составляющей при исследовании рисков природопользования учитывается и эколого-экономическое состояние исследуемой системы. Для территориальной социально-экономической системы оценить возможные экономические и особенно неэкономические потери чрезвычайно сложно. Поэтому вводятся всевозможные комплексные показатели, позволяющие оценивать техногенный и антропогенный уровни воздействия на природную компоненту территориальной системы. Так, используя принципы отбора оценочных показателей, составления таблиц балльности, рассчитывается эколого-экономическая напряженность. Алгоритм ее вычисления принципиально не отличается от способа расчета природно-климатических напряженностей. Обычно анализируются такие показатели, как плотность автодорог, плотность населения, объем производимой продукции и услуг и т. д.

В основе методических разработок расчета климатических рисков конкретной отрасли хозяйствования лежит процедура выявления уязвимости этой отрасли в целом, отдельных отраслевых объектов, технологических процессов на основе соотнесения пороговых показателей для этой сферы природопользования со значениями природно-климатических

факторов, присущих территории деятельности отрасли, которые формируют опасные ситуации. Здесь пороговые значения – это предельные величины, превышение которых препятствует нормальному функционированию различных элементов отрасли, приводит к формированию негативных, разрушительных тенденций в области экономической безопасности. Пороговые показатели – это количественные параметры, отделяющие безопасную зону в различных сферах экономики от опасной [Кузнецова, 2018]. Таким образом, структура климатических опасностей для каждого вида природопользования имеет свои особенности, обусловленные природными свойствами объекта пользования и своеобразием ведения экономической деятельности. Для того чтобы учесть всю совокупность характерных свойств объекта природопользования, требуются методики, учитывающие природную и экономическую составляющие [Волкова, 2012]. В этом контексте были разработаны методики оценки рисков лесопользования, аграрного природопользования, водопользования – наиболее уязвимых и зависящих от природно-климатических условий отраслей экономики.

Из всей сферы аграрного природопользования Томской области исследования риска проведены нами для растениеводства как одной из базовых отраслей. Основным результатом ведения аграрной деятельности является выпуск сельскохозяйственной продукции, индикаторным показателем которой является урожайность. Поэтому для оценки риска выявлялась динамика агрометеорологических факторов, оказывающих наибольшее воздействие на урожайность сельскохозяйственных культур, и рассчитывалась их корреляционная зависимость. Расчеты по корреляции Пирсона выполнялись на языке программирования R в среде RStudio.

Оценка климатических рисков лесопользования на территории Томской области проводится двумя методами. Первый метод – комплексный анализ рисков для отрасли лесопользования в целом – основан на оценке ресурсного потенциала лесов Томской области и выявлении природно-климатических опасностей, которые несут наибольший урон для лесного хозяйства. Так, вычисляется величина ресурсно-сырьевого и экологического

потенциалов лесов, определяется степень воздействия лесных пожаров, грозовой и ветровой активности [Волкова и др., 2011; Волкова, 2012].

Экологический потенциал определяется отдельно для хвойных и мягколиственных пород как функция от класса бонитета, средней полноты, текущего прироста, доли каждой породы на лесопокрытой площади.

Древесно-сырьевой потенциал лесов также определяется отдельно для хвойных и мягколиственных пород как функция от среднего класса бонитета, запаса насаждения, среднего возраста, доли каждой породы.

Второй метод анализа рисков лесопользования связан с финансовой оценкой вероятного ущерба от опасных климатических явлений для наиболее уязвимых видов лесозаготовительной деятельности. Была разработана методика анализа риска лесозаготовительной деятельности в зимний период на основе возможных потерь от простоя лесозаготовительной техники и затруднений вывозки древесины, обусловленных комплексом опасных и неблагоприятных природно-климатических явлений [Мельник и др., 2020]. В оценку возможного экономического (денежного) ущерба от воздействия опасных факторов на данную деятельность включаются такие категории, как средняя рыночная цена древесины, затраты на заготовку древесины, ее вывоз, на топливо, зарплаты, затраты на строительство и содержание лесовозных дорог и т. д. Здесь в основе оценки риска лесопользования лежит определение вероятностной функции распределения величины возможных ущербов от каждого вида опасностей и комплексного анализа полученных зависимостей, т. е. зависимостей числа дней с опасным явлением и вероятностью их проявления. Исходя из повторяемости опасного явления и среднего значения ущерба в день, вычисляются значения возможных ущербов.

Каждое из исследований природно-климатических опасностей и рисков природопользования сопровождалось созданием ГИС-проекта, функционал которого не ограничивался формированием информационной базы пространственных и статистических характеристик природно-климатических явлений, а позволял проводить анализ, выявляя также их динамику. Системное использование

в ГИС-проектах разнохарактерных данных географических объектов позволяло совмещать генетически разнородные показатели и строить многокомпонентные тематические карты для различных задач риск-анализа природопользования, визуализируя результаты [Невидимова, Янкович, 2014]. В качестве инструмента обработки, анализа и представления использовалось программное обеспечение ArcGIS.

Общая информационная база исследований рисков природопользования формировалась по данным различных национальных и мировых климатических центров (Гидрометеоцентр России, Росгидромет, NCEI), региональных УГМС, по сведениям ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», ГГО им. А. И. Воейкова, картографическим и литературным источникам, отчетам Госкомстата и др.

Комплексная оценка риска природопользования Томской области как территориальной социально-экономической системы была рассчитана в зависимости от степени климатической, гидрологической, геоморфологической, эколого-экономической напряженностей, которые в свою очередь являлись комплексами оценок факторов. Выявлено, что наиболее сложная ситуация по рискам природопользования сложилась в южных и северных районах области (рис. 1). И если очень высокая уязвимость Томского района определяется пересечением высокого уровня освоенности данной территории с существенными рисками по природно-климатическому блоку, то в Александровском районе самые высокие показатели риска природопользования

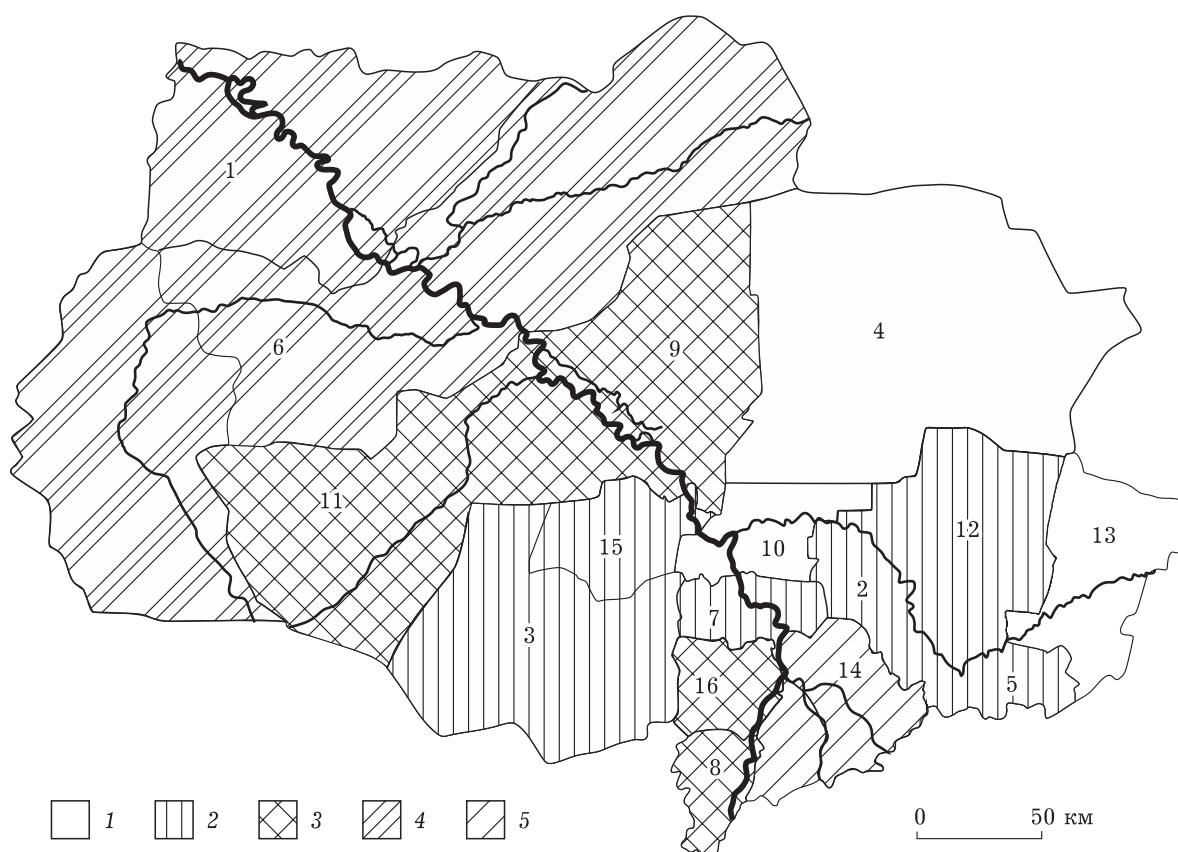


Рис. 1. Комплексная оценка рисков природопользования по административным районам Томской области за период 1976–2006 гг.

Степень рисков природопользования: 1 – очень низкая, 2 – низкая, 3 – значительная, 4 – высокая, 5 – очень высокая [Невидимова и др., 2011]. Административные районы: 1 – Александровский, 2 – Асиновский, 3 – Бакcharский, 4 – Верхнекетский, 5 – Зырянский, 6 – Каргасокский, 7 – Кривошеинский, 8 – Кожевниковский, 9 – Колпашевский, 10 – Молчановский, 11 – Парабельский, 12 – Первомайский, 13 – Тегульдетский, 14 – Томский, 15 – Чаинский, 16 – Шегарский

обусловлены таким климатическим фактором, как длительные сильные морозы.

Анализ опасных процессов, обуславливающих формирование рисков в сфере аграрного природопользования, проводился для подзоны южной тайги равнинного района Западной Сибири. Согласно сформулированной выше методике из комплекса опасных и неблагоприятных явлений были отобраны те, которые характерны для территории осуществления сельскохозяйственной деятельности, а также те, которые оказывают существенное влияние на сферу растениеводства. В анализ опасных процессов включена информация о таких факторах, как ветер, температура воздуха выше +30 °С, относительная влажность воздуха менее 30 %, количество дней с градом, ливнями, заморозками. Критерии опасности формировались из пороговых значений этих факторов для пшеницы, овса, картофеля. Комплексные показатели, характеризующие степень негативного воздействия климатических факторов на анализируемые сельхозкультуры, вычислялись для каж-

дой сельскохозяйственной культуры по формуле (2).

В результате проведенного анализа, расчета комплексного показателя агрометеорологической опасности для каждой исследуемой сельскохозяйственной культуры выявлены районы с различной степенью риска. Установлено, что за последнее десятилетие наибольший вклад в снижение урожайности пшеницы, овса, картофеля главным образом внесли аномальные повышения температуры воздуха в совокупности с недостаточным количеством осадков [Мельник и др., 2016].

На фоне климатических изменений и увеличения продолжительности вегетационного периода регистрируется зависимость между урожайностью пшеницы, овса, картофеля и комплексом опасных и неблагоприятных явлений. Особенно тесная зависимость прослеживается в годы с наименьшей урожайностью (2006, 2012 гг.) (рис. 2).

Для детального исследования зависимости урожайности картофеля и овса от температуры воздуха, осадков, суммы активных тем-

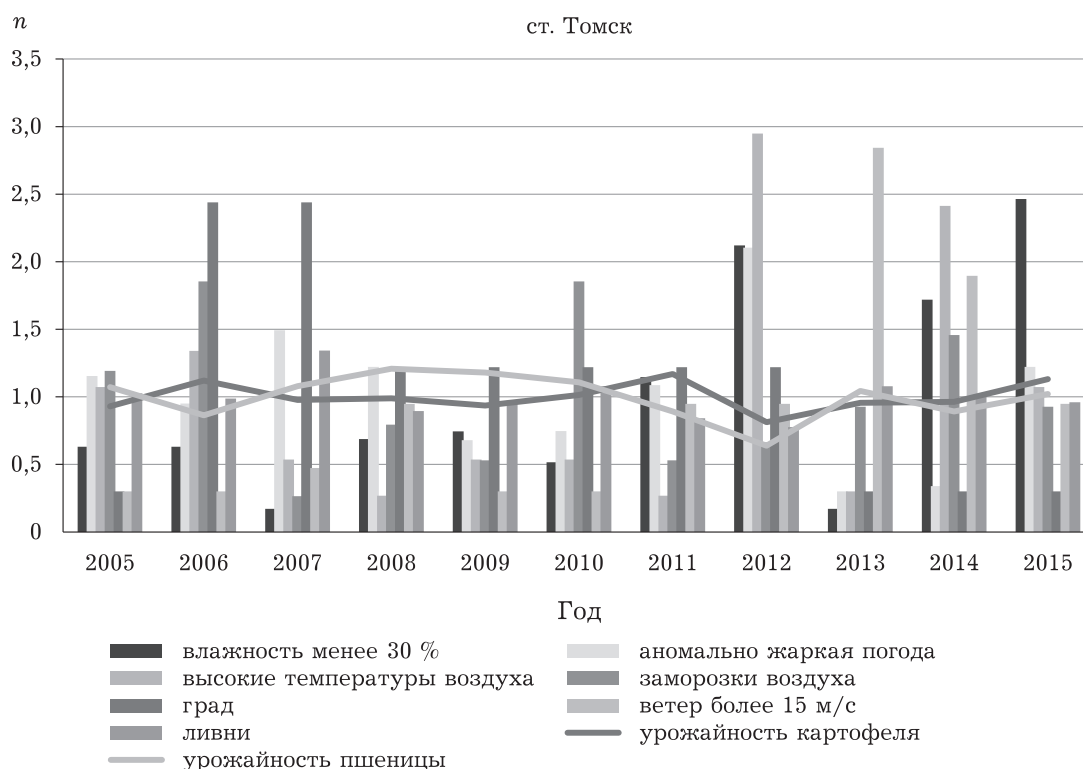


Рис. 2. Динамика урожайности основных сельхозкультур на фоне изменчивости погодно-климатических факторов, оказывающих наибольшее влияние на сферу аграрного природопользования. Метеостанция Томск. n – превышение показателя опасности погодно-климатического фактора относительно среднеголетних величин

ператур, продолжительности вегетационного периода проведен корреляционный анализ по станциям, охватывающим все агроклиматические районы Томской области. В результате выявлено, что средняя и умеренная отрицательная корреляционная связь определяется между урожайностью картофеля и температурой, суммой активных температур по станциям Колпашево, Первомайское и Томск. Установлена слабая и очень слабая разнонаправленная корреляционная связь температуры воздуха, осадков и суммы активных температур с урожайностью овса. Следовательно, урожайность данной культуры больше зависит от других факторов или комплексов факторов, например от качества почв. Между продолжительностью вегетационного периода и урожайностью картофеля прослеживается умеренная положительная связь (0,32), на урожайность овса продолжительность теплого периода оказывает умеренное отрицательное влияние (-0,36) (рис. 3, 4).

Таким образом, более устойчивой культурой в условиях изменчивости температур и осадков является овес. Картофель уязвим к колебаниям температуры больше, чем к изменчивости количества осадков.

Риски для такой отрасли природопользования, как лесопользование, возникают на фоне двух классов опасностей: опасности, приводящие к гибели древостоя, и опасности, осложняющие ведение лесохозяйственных работ. Комплексная оценка риска лесопользования определялась как зависимость от комплексного показателя агрометеорологических опасностей и величины ресурсного потенциала лесов [Мельник, Волкова, 2017].

Результатом исследования явилась оценка территории Томской области по степени риска для лесопользования (рис. 5).

Так, высокие степени риска отмечаются на наиболее освоенных территориях и территориях, являющихся сырьевой базой. Территории, являющиеся сырьевой базой, одновременно характеризуются и высокой степенью опасности от грозовой и ветровой активностей. Отсюда высокие и значительные риски лесных пожаров. Большинство чувствительных к климату отраслей природопользования имеет ярко выраженную сезонность, когда риски ведения соответствующей деятельности кардинально меняются в зависимости от времени года. Зимним видом лесопользования, на которое оказывают существенное воздействие

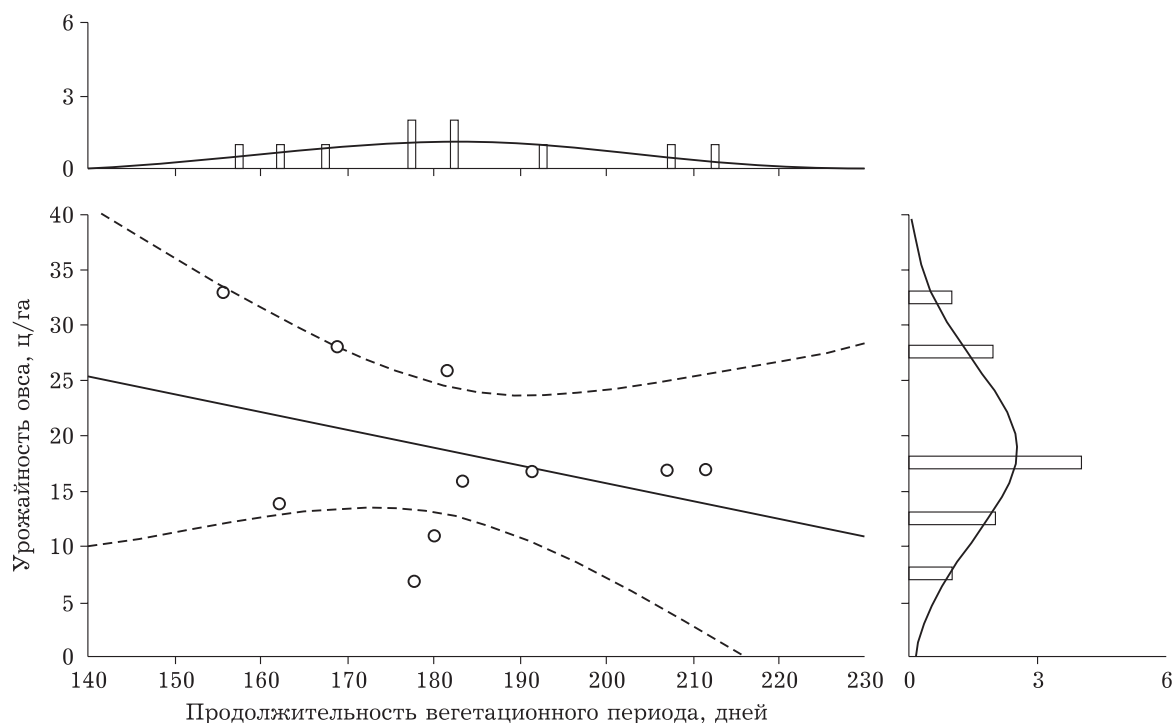


Рис. 3. Корреляционная зависимость урожайности овса от продолжительности вегетационного периода с 1966 по 2018 г. Метеостанция Томск. Корреляция $r = -0,3569$

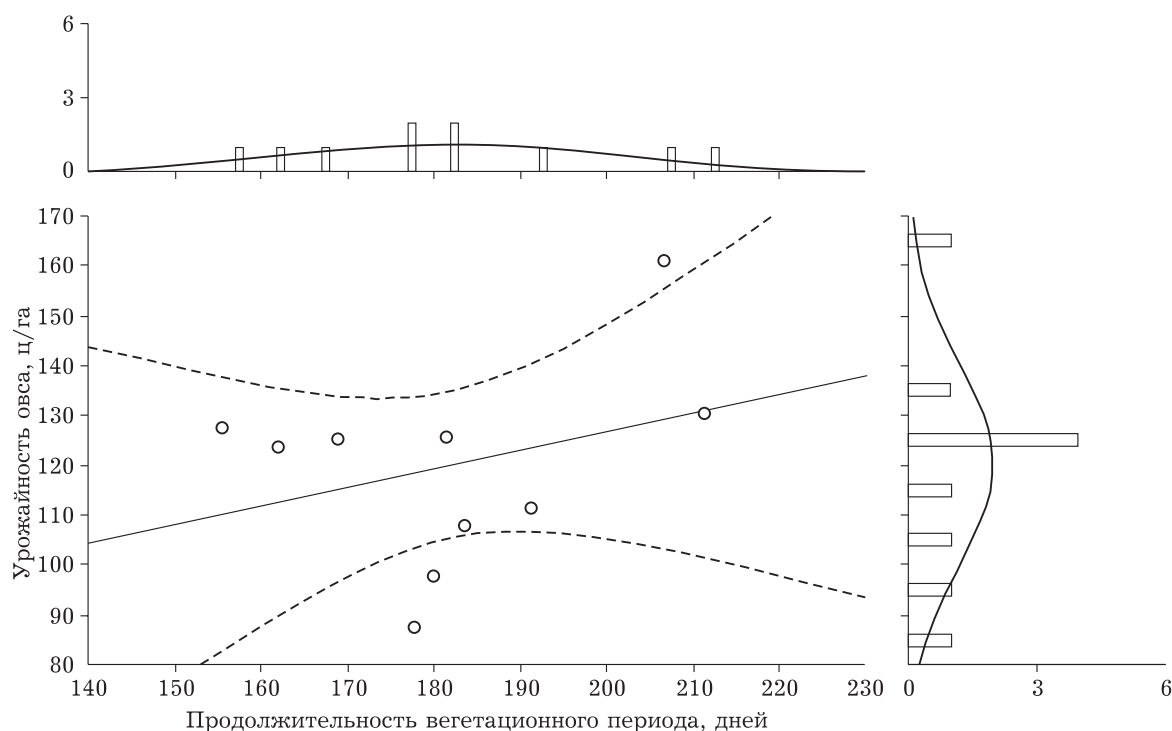


Рис. 4. Корреляционная зависимость урожайности картофеля от продолжительности вегетационного периода с 1966 по 2018 г. Метеостанция Томск. Корреляция $r = 0,32713$

климатические условия, является заготовка древесины. Риск-анализ наиболее уязвимых технологических процессов зимней лесозаготовительной деятельности (функционирование лесозаготовительной техники и вывоз древесины) проведен на основе исследования частоты проявления опасных событий и величины возможного материального ущерба [Мельник и др., 2020]. Анализировались показатели природно-климатических процессов, входящих в группу наиболее опасных для зимнего лесопользования: дни с морозами ниже -35°C , дни с ветром более 15 м/с , дни с метелями, сжатые сроки функционирования ледовых переправ. В результате установлено, что в районах с наиболее развитой лесодобычей – Верхнекетском, Первомайском и Томском – величина недополученного дохода от опасных событий, таких как морозные явления, ветровая активность, метели, сокращение периода эксплуатации ледовых переправ и зимников, колеблется в широких пределах. Так, максимально возможный ущерб от простоя лесозаготовительной техники, обусловленный низкими температурами в Верхнекетском районе, превышает 15 млн

руб./год, а минимальный – 1,5 млн руб./год. Для Томского района такой же ущерб оценивается от 6 до 0,3 млн руб./год. Экономические потери, связанные с таким опасным фактором, как сильный порывистый ветер, и для простоя лесозаготовительной техники, и для условий вывоза древесины наиболее существенны для Верхнекетского и Первомайского районов. Итоговая комплексная оценка рисков зимнего лесопользования показала, что для большинства районов Томской области риски ведения лесозаготовительной деятельности значительны. Так, ущербы на одну делянку, расположенную на расстоянии 50 км от основных лесовозных дорог, с одним лесопромышленным комплексом могут достигать 12,22 млн руб./год.

Проведенные исследования рисков природопользования таежных территорий Западной Сибири и Томской области свидетельствуют о возрастающем влиянии происходящих климатических изменений на функционирование региональных и отраслевых систем. На примере Томской области показано, что при исследовании климатообусловленных рисков природопользования для территориальных

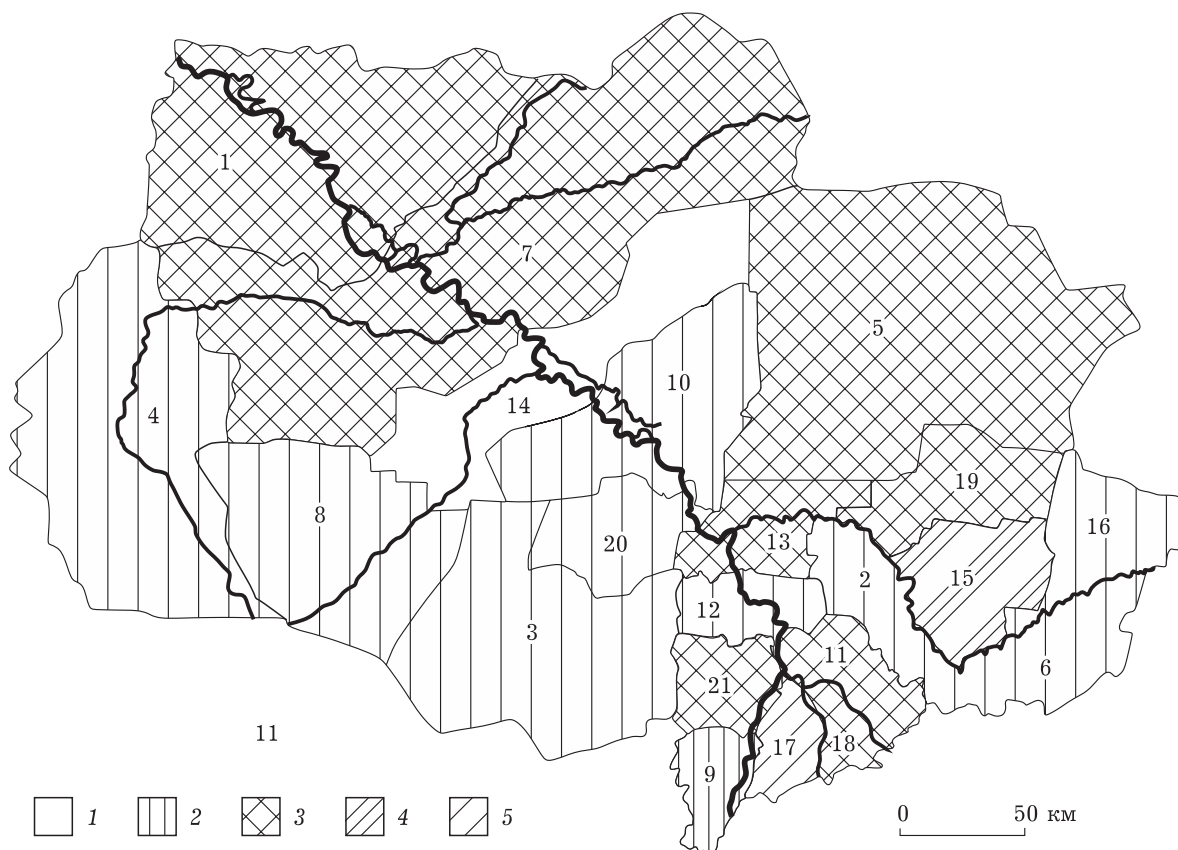


Рис. 5. Пространственная дифференциация рисков лесопользования по лесничествам Томской области в 2006–2009 гг.

Степень рисков лесопользования: 1 – очень низкая, 2 – низкая, 3 – значительная, 4 – высокая, 5 – очень высокая [Невидимова и др., 2011]. Лесничества: 1 – Александровское, 2 – Асиновское, 3 – Бакcharское, 4 – Васюганское, 5 – Верхнекетское, 6 – Зырянское, 7 – Каргасокское, 8 – Кедровское, 9 – Кожевниковское, 10 – Колпашевское, 11 – Корниловское, 12 – Кривошеинское, 13 – Молчановское, 14 – Парабельское, 15 – Первомайское, 16 – Тегуль-
дское, 17 – Тимирязевское, 18 – Томское, 19 – Улу-Юльское, 20 – Чаинское, 21 – Шегарское

социально-экономических систем на первый план выходит оценка степени опасности явления по всем природным компонентам как источникам риска. Полученные нами оценки изменчивости климатических показателей хорошо согласуются с исследованиями коллег из ИМКЭС СО РАН, ТГУ. Несмотря на многочисленные работы, посвященные изучению риска природопользования, исследований, ориентированных на интегральную оценку комплексных показателей опасности факторов для территории уровня не ниже района, немного. Основная сложность состоит в том, что для оценки целостного образа территории необходимо учесть много разнородных природных и экономических компонентов, которые имеют не только различную размерность, а вообще принципиально несравнимы. Не вдаваясь в дискуссию о степени объективности

и математической корректности балльного метода оценки, подчеркнем, что на сегодняшний момент другого пути для получения комплексных оценок территории нет.

Расчет возможных потерь от наступления опасного события – экономических ущербов – чаще всего проводят для локальных территорий или отдельных отраслей хозяйствования, когда можно учесть их технологическую специфику. Здесь обычно сталкиваются с проблемами стоимостных категорий в денежном выражении, когда цена может существенно варьироваться даже в течение года. Предлагаемый подход – оценить экономический ущерб при наступлении опасного события в лесозаготовительной деятельности через недополученную прибыль – позволяет определить не только величины рисков, но и эффективность функционирования лесозагото-

вительных предприятий и вырабатывать соответствующие управленческие решения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ рисков природопользования в условиях климатических изменений является актуальной задачей, которая в последнее время приобрела мировой масштаб. Сегодня невозможно регламентировать развитие той или иной территории, эффективно использовать природные ресурсы без применения климатической информации. Складывается ситуация, когда изменение климата становится причиной значительных трансформаций геосистемных, социальных, экономических, производственных связей. Результаты исследований в ИМКЭС СО РАН подтверждают климатическую обусловленность роста рискоформирующих ситуаций в большинстве отраслей экономики региона.

На основе проведенных исследований можно утверждать, что проблема оценки рисков природопользования – это в первую очередь проблема методологическая, определяется уровнем знаний о природных и социально-экономических процессах и явлениях. Большинство противоречий можно снять в рамках целостного (системного) подхода, когда различные природные явления изучаются как составные части единого процесса. При этом формирование полноценного представления об элементах и их связях происходит одновременно, устанавливаются возможные связи между частями целого, снимается опасность несоизмеримости частных показателей. Такой подход актуален и для комплексного риск-анализа территориальных социально-экономических систем, и при оценке неэкономических потерь, и для вычисления экономического ущерба от воздействия опасного явления. Так, моделирование возможного ущерба при наступлении опасного события может быть основано на выявлении цепочки взаимосвязанных природно-климатических событий.

Проведенные исследования геоэкологических, климатических, экономических, социальных обстановок и взаимосвязей в Томской области позволили утверждать, что область относится к территориям с высоким природно-климатическим риском. Совокупность природно-климатических и социально-экономи-

ческих процессов определяют и характер, и уровень риска в процессе хозяйственной деятельности. Степень риска пропорциональна освоенности территории и уровню экономического развития. При планировании определенных видов хозяйственной деятельности или ее составляющих необходимо оценивать природно-климатические, технические, экологические факторы, сравнивать территории по напряженности природных компонентов и предвидеть возникновение опасных ситуаций. Мы полагаем, что глобальные климатические изменения, имея существенные региональные отличия и являясь подчас триггером, могут выступать в качестве интегральной характеристики риска. Методологически и методически важной особенностью исследования риска природопользования является перманентный характер возникновения опасных событий, что обуславливает основную трудность как при прогнозировании рисков, так и управления ими.

ЛИТЕРАТУРА

- Акимов В. А., Лесных В. В., Радаев Н. Н. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах. М.: Деловой экспресс, 2004. 352 с.
- Башкин В. Н. Экологические риски: расчет, управление, страхование. М.: Высш. шк., 2007. 360 с.
- Ваганов П. А. Человек. Риск. Безопасность. СПб., 2002. 160 с.
- Владимиров В. А., Воробьев Ю. Л., Салов С. С., Фалеев М. И., Кульба В. В., Малинецкий Г. Г., Махутов Н. А. Управление риском: риск, устойчивое развитие, синергетика. М.: Наука, 2000. 431 с.
- Волкова Е. С. Интегральный анализ рисков лесопользования в таежной зоне Западной Сибири // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета "Научный журнал КубГАУ" [Электронный ресурс]. Краснодар: КубГАУ, 2012. № 81.
- Волкова Е. С., Невидимова О. Г., Мельник М. А. Комплексный риск-анализ природопользования на территории Томской области // География и природ. ресурсы. 2011. № 2. С. 39–46.
- Кузнецова Е. И. Экономическая безопасность: учебник и практикум для вузов. М.: Изд-во "Юрайт", 2018. 294 с.
- Мельник М. А., Волкова Е. С. Природные опасности как реорганизующий фактор лесопользования в южной тайге Западной Сибири // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. Новосибирск: СГУТиТ, 2017. Т. 3, № 2. С. 245–249.
- Мельник М. А., Волкова Е. С., Мельник С. А. Риски в сфере лесопользования, связанные с опасными природными процессами зимнего периода // Геосферные исследования. 2020. № 4. С. 68–83.
- Мельник М. А., Волкова Е. С., Фузелла Т. Ш. ГИС-технологии как эффективный инструмент для оцен-

- ки негативных природно-климатических факторов, лимитирующих развитие аграрного природопользования // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета "Научный журнал КубГАУ" [Электронный ресурс]. Краснодар: КубГАУ, 2016. № 10(124). С. 650–661. Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/10/pdf/40.pdf>
- Невидимова О. Г., Янкович Е. П. Оценка рисков водопользования на территории Томской области // Изв. Том. политех. ун-та. 2011. Т. 318, № 1. С. 154–158.
- Невидимова О. Г., Янкович Е. П. Интегральная оценка рисков водопользования средствами ARCGIS // Современ. проблемы науки и образования. 2014. № 6. С. 1677.
- Невидимова О. Г., Мельник М. А., Волкова Е. С. Анализ природно-климатических опасностей на территории Томской области для оценки рисков природопользования // Экология урбанизированных территорий. 2009. № 2. С. 71–77.
- Тимофеева С. С., Хамидуллина Е. А. Оценка техногенных рисков. М., 2015. 208 с.

Regional studies of environmental management risks in the conditions of modern climate change: basic approaches and methods of assessment

O. G. NEVIDIMOVA¹, E. S. VOLKOVA¹, M. A. MELNIK¹, E. P. YANKOVICH²

¹*Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems
634055, Tomsk, Akademichesky av., 10/3
E-mail: olga-nevidimova@mail.ru*

²*Tomsk Polytechnic University
634050, Tomsk, Lenin av., 30*

The article deals with the issues of methodological support and methodological support for the analysis of risk-forming situations in environmental management at the regional level. The principles and criteria for assessing natural hazards and risks are presented, taking into account the geosystem situation, natural-climatic and socio-economic conditions of the territory. The article provides information on the development and application of methodological approaches in the comprehensive assessment of the state of the natural environment and the likelihood of environmental and socio-economic risks. On the example of the taiga territories of Western Siberia and Tomsk region, the dynamics of dangerous situations, their classification, spatial differentiation and probability of occurrence are revealed. The features of the sectoral approach (forest management, agriculture) to the assessment of environmental risks associated with changes in the natural and climatic conditions of the territory are determined. The article presents the experience of GIS analysis and zoning, examples of estimated mapping, which take into account the impact of dangerous and unfavorable processes on various branches of environmental management. It is concluded that the degree of natural and climatic risk of the Tomsk region is increased.

Key words: environmental management risks, dangerous natural processes, climate tensions, damage, the Tomsk region.