

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ им. В.Б. Сочавы**

На правах рукописи

КУЗЬМИН Сергей Борисович

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОПАСНЫХ
ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И РИСКА
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

Специальность: 25.00.36 – Геоэкология

Диссертация
на соискание ученой степени доктора географических наук

Научный консультант:
доктор географических наук,
профессор В.Б. Выркин

Иркутск 2014 г.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность диссертации

В последние годы общественные институты и отдельные индивиды, которые связаны с практическим решением эколого-хозяйственных и геополитических задач, стали определять свою рефлексию в контексте теории риска природопользования, стихийных бедствий и катастроф. Это глобальная тенденция, т.к. современное общество ориентируется на будущее, которое стало доминировать, заставляя людей в процессе деятельности обращаться к самим технологиям принятия решений. Однако будущее предсказуемо только в некоторой части, и в попытках увеличить предсказуемость будущего, мы неминуемо стараемся оперировать со все большим числом параметров. Хотя очевидно, что, чем выше число параметров, тем выше вероятность ошибки, тем дальше общество как система отходит от возможности своего линейного описания, тем сложнее модели развития, которые уже внутри себя порождают новые проблемы, связанные исключительно с самими технологиями принятия решений. Общество сегодня далеко отошло от интуиции, как инструмента прогнозирования. Но введение в практику математического расчета, как средства избавления от субъективности в процессе принятия решений, вновь вернуло нас к необходимости интуитивно определять рациональное число параметров, с помощью которых мы описываем некоторое состояние системы в будущем, чтобы оно было максимально приближено к нашим представлениям о состоянии этой системы в настоящем.

Прогноз социально-экономических процессов в обществе и составление планов развития, пусть даже в условиях неизбежного риска природопользования, безусловно, необходим. Поэтому современное общество в переломные моменты своего развития как никогда остро нуждается в фундаментальных системно-аналитических исследованиях природно-ресурсного потенциала территорий, в составлении планов его рационального использования в обстановке повышенного риска природопользования. В современной России такой острой фундаментальной проблемой являются опасные природные процессы, прогноз и смягчение последствий стихийных бедствий и катастроф, разработка теоретических основ оценки риска природопользования (Бек У. Общество риска. М.: Прогресс, 2000. 383 с.; Акимов В.А. Стратегические риски России: оценка и прогноз. М.: Деловой экспресс, 2005. 392 с.; Enz R., Karl K., Mehlhorn J. Natural catastrophes and man-made disasters // Sigma. 2008. № 2. P.P. 1-48).

Природопользование в разных этногеографических областях сопровождается своим исторически сложившимся типом психофизических и материальных связей человека с природой. В литературе 80-90-х годов XX века этот вопрос был поставлен особенно остро, поскольку важно было понять, как человек воспринимает природу и существующие в ней опасности. Было установлено, что именно фильтр субъективного восприятия обуславливает неоптимальную

адаптацию человека к природе. Поведение лиц, определяющих эколого-экономическую политику, геополитику зависит от их личного восприятия природы, от опыта, традиций, профессионализма. Нередко они далеки от того понимания природы, которым обладают аборигены, и которое помогает им гибко приспосабливаться к неблагоприятным условиям среды обитания (Whyte A.V.T. From hazard perception to human ecology // *Geography, resources and environment*. Vol. II. Chicago University Press. 1986. P.P. 40-271; Мягков С.М. География природного риска. М.: МГУ, 1995. 222 с.; Мазур И.И., Иванов О.П. Опасные природные процессы. М.: Экономика, 2004. 702 с.). Изменение среды обитания и технологий хозяйствования приводит к ошибкам в восприятии, особенно если эти изменения происходят за короткий отрезок времени, когда они не могут быть удовлетворительно объяснены наукой. Сегодня резкие изменения климата, массовое потребление природных ресурсов, загрязнение окружающей среды неизбежно приводят к вероятности принятия ошибочных решений в разных аспектах природопользования.

В настоящее время в мире и в Российской Федерации наиболее эффективным инструментом для решения эколого-хозяйственных проблем являются геоэкологические методы, в т.ч. методы оценки риска природопользования. Они базируются в первую очередь на географическом подходе, сущность которого заключается в выявлении причинно-следственных связей опасных природных явлений и процессов для их пространственного и временного прогноза и принятия управляющих решений (Алексеев В.Р. Географический подход к оценке особо опасных природных явлений // *География и природные ресурсы*, 1994. № 4. С. 9-18; Кочуров Б.И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. Смоленск: СГУ, 1999. 154 с.; Гладкевич Г.И., Кружалин В.И., Мазуров Ю.Л. Типологическая дифференциация территории последствий стихийных бедствий // *Известия РАН. Серия географическая*. 2000. № 6. С. 57-65; Акимов В.А., Новиков В.Д., Радаев Н.Н. Природные и техногенные чрезвычайные ситуации: опасности, угрозы, риски. М.: Деловой экспресс, 2001. 343 с.).

Геоэкология понимается в диссертации как междисциплинарное научное направление, которое объединяет исследования состава, свойств и структуры всех геосфер Земли, формирующих устойчивые взаимоотношения природной и техногенной сред, систему рационального природопользования (Жиров А.И. Теоретические основы геоэкологии. СПб.: СПбГУ, 2001. 377 с.). Поэтому геоэкология вправе использовать методы фундаментальных наук: общегеографические, геоморфологические и др., преломляя полученные результаты под определенным углом зрения, в нашем случае – по отношению к выявлению закономерностей развития опасных геоморфологических процессов и оценке на этой основе риска природопользования.

Природопользование понимается в работе в широком и одновременно в прикладном аспекте как отражение через развитие сбалансированных форм рациональной эксплуатации природно-ресурсного потенциала территорий, а главная его задача – как изучение, обоснование и

разработка основных жизнеобеспечивающих природных ресурсов в условиях совместимого с окружающей природной средой развития антропогенных и техногенных систем (Куражковский Ю.Н. Очерки природопользования. М.: Мысль, 1969. 213 с.; Михайлов Ю.П. Географические грани процесса природопользования // География и природные ресурсы. 1980. №3. С. 159-164). Это понимание укладывается в рамки концепции экологизации природопользования В.А. Анучина (Анучин В.А. Теоретические основы географии. М.: Мысль, 1972. 253 с.), которая в настоящее время дополнена и включает: 1) сбалансированность природно-антропогенных систем; 2) устойчивость природной среды к антропогенному воздействию; 3) управление экологическим потенциалом регионов; 4) формирование экономической среды с заданными экологическими свойствами. Применительно к экономике риск природопользования представляет собой системный показатель ограничений при мотивации целей и выборе конкретных путей реализации проектов и планов развития (Федоров М.М. Проблемные исследования в системе природопользования. СПб.: СПбПУ, 2004. 304 с.; Донченко В.К. Экологическая безопасность в процессе ноосферного развития // Региональная экология, 2003. № 3-4. С. 34-42).

Впервые термин «природопользование» появился в 1958 г. в работах Ю.Н. Куражковского, А.Н. Формозова и Г.Е. Бурдина, которые определили природопользование как научное направление, занимающееся разработкой общих принципов осуществления всякой деятельности, связанной с непосредственным использованием природы, ее ресурсов, либо с изменяющимся воздействием на нее (Куражковский Ю.Н. Очерки природопользования. М.: Мысль, 1969. 213 с.). Позднее Ю.Н. Куражковский определил природопользование как общую систему взаимоотношений человека с природой, возникающую в процессе его трудовой деятельности и складывающуюся в соответствии с характером исторических, социальных и географических условий (Человек и биосфера. Ростов-на-Дону: Ростовский госуниверситет, 1977. 332 с.). В последующие годы появилось множество новых определений природопользования, которые изложены, например, в трудах В.А. Анучина, Э.С. Комиссаровой, Л.М. Короткого, Ю.П. Михайлова, Т.Г. Нефедовой, Н.Ф. Реймерса, Т.Г. Руновой, А.В. Хабарова и др. В диссертации природопользование понимается одновременно и в широком, и узком смысле. В широком смысле природопользование рассматривается как целенаправленная деятельность человека по обеспечению потребностей общества в природных ресурсах и сохранению необходимого для этого качества окружающей природной среды и как система отношений между обществом и природой, возникающих в процессе их взаимодействия. В узком смысле природопользование – это деятельность человека по изучению, разведке, извлечению, оценке, первичной переработке (обогащению) природных ресурсов в форме сырья с целью их прямого потребления или обеспечения ими производственной сферы, осуществляемая с учетом основных эколого-экономических, социальных и природоохранных критериев и ограничений, официально принятых в государстве

(Дёжкин В.В. Содержание и приоритеты природопользования // Государственное и муниципальное управление в сфере окружающей среды. М.: МНЭПУ, 2001. С. 75–83).

Тем не менее, в настоящее время слабо разработаны методы и подходы, а также до конца не решены некоторые вопросы природопользования, к которым относятся: 1) геоэкологическая оценка геоморфологических процессов, опасных для человека и хозяйственной инфраструктуры; 2) защищенность от этих процессов человека и хозяйственной инфраструктуры; 3) возникающий в такой небезопасной обстановке риск природопользования; 4) соотношение геоэкологических и эколого-геоморфологических методов при оценке риска природопользования. В этой связи диссертация ориентирована главным образом на разработку теоретических положений и практических подходов и методов для решения данных вопросов, совокупность которых можно будет квалифицировать как новое крупное научное достижение.

Важно также, что диссертация смещает акцент от чисто экологических и экономических задач природопользования к задачам оптимизационным, компромиссным. Риск природопользования в работе определяется комплексом факторов: со стороны природы – критическими нагрузками на природные системы, со стороны производства – технической оснащенностью, финансовой обеспеченностью, подготовленностью управленческого персонала. Поэтому разработанные и усовершенствованные геоэкологические методы будут способствовать плодотворному проникновению в теоретические и практические области геоэкологии и природопользования, решению отраслевых проблем, реализации мероприятий по экодиагностике территорий, по оценке остроты и разработке алгоритмов решения экологических проблем.

Степень разработанности темы исследований

Степень разработанности темы исследований по теме диссертации в работах других авторов в настоящий момент хорошая. Установлена важность геоэкологических методов для природопользования, разработаны принципиальные механизмы оценки его риска (ВНИИ ГО и ЧС, ПНИИС, Институт геоэкологии РАН). Обоснована необходимость использования данных о рельефе и опасных геоморфологических процессах при геоэкологической оценке территорий, определении остроты экологических проблем на ней в контексте системного анализа. Созданы методики оценки риска природопользования и чрезвычайных ситуаций природного и природно-техногенного характера (МПР, МЧС, Институт космических исследований РАН, Институт географии Академии наук Казахстана), разработаны классификации опасных природных процессов и методы их ГИС-картографирования (Институт географии РАН, Институт географии СО РАН, Институт географии ДВО РАН, Институт географии Академии наук Украины). Тем не менее, из поля зрения исследователей выпущены важные теоретические и практические вопросы оценки риска природопользования, такие как: 1) разработка компромиссных вариантов решения эколого-хозяйственных проблем с учетом как экологических, так и экономических фак-

торов с расстановкой приоритетов в зависимости от текущей эколого-экономической ситуации, например, в субъекте Российской Федерации или для конкретной отрасли природопользования; 2) создание алгоритмов таких решений на фундаментальной основе; 3) выявление специфики разрабатываемых методов в зависимости от пространственного масштаба изучения опасных природных процессов; 4) определение не только механизмов, но и конкретных административных структур, ответственных за решение геоэкологических проблем; 5) создание вариабельных методов оценки риска природопользования, учитывающих текущие природные и хозяйственные изменения; 6) определение риска для конкретных видов или субъектов природопользования и др. Именно на решение этих задач и направлена настоящая диссертация.

Цель исследований

Разработка концепции и оценка риска опасных геоморфологических процессов, создание методологии и новых геоэкологических методов для оценки на этой основе риска природопользования на разных пространственно-таксономических уровнях.

Задачи исследований

1) Проанализировать основные современные проблемы изучения опасных природных, прежде всего – геоморфологических процессов и оценки риска природопользования, выявить их региональную специфику. 2) Рассмотреть существующие теоретические положения, методологические подходы, методы, методики для изучения закономерностей развития опасных геоморфологических процессов и создать авторскую концепцию риска опасных геоморфологических процессов и природопользования в данных условиях. 3) Разработать новые и усовершенствовать имеющиеся геоэкологические и эколого-геоморфологические методы и подходы для оценки риска природопользования на разных пространственно-таксономических уровнях: глобальном (в т.ч. национальном) с использованием всех опасных природных процессов, региональном и топологическом (субрегиональный и локальный) с использованием опасных геоморфологических процессов. 4) Глобальный и национальный уровень. Оценить природную опасность, защищенность от стихийных бедствий и катастроф и риск природопользования для стран мира и субъектов Российской Федерации (федеральные округа и субъекты Российской Федерации в составе Сибирского федерального округа). Провести сравнительный анализ положения Российской Федерации среди стран мира по этим показателям. Определить вклад опасных геоморфологических процессов при общей оценке риска природопользования. Составить соответствующие карты по уже имеющимся материалам для территории Российской Федерации. 5) Региональный уровень. Рассмотреть факторы и закономерности развития, осуществить классификацию и картографирование опасных геоморфологических процессов, моделирование типов их структур, геоэкологическое районирование и оценку риска природопользования на примере Иркутской области. 6) Субрегиональный уровень. Определить закономерности развития опас-

ных геоморфологических процессов и на этой основе оценить риск природопользования на территории Приольхонье в границах Ольхонского района Иркутской области. 7) Локальный уровень. Выявить закономерности развития опасных геоморфологических процессов, связанных с зонами активных разломов, и оценить риск природопользования на транссектах для проектируемого магистрального газопровода «Ковыкта – Иркутск», для зон рекреационно-туристического освоения западного побережья оз. Байкал – полигон «Кулура», для Саяно-Шушенского геодинамического полигона – район Саяно-Шушенской ГЭС (Западный Саян).

Объекты исследований

Объекты исследований в диссертации выбраны в соответствии с пространственно-таксономическими уровнями геоэкологического анализа. Методический уровень – геоморфосистемы для разработки общей концепции риска природопользования. Глобальный уровень – страны мира. Национальный уровень – субъекты Российской Федерации. Региональный уровень – опасные геоморфологические процессы на территории Иркутской области. Субрегиональный уровень – опасные геоморфологические процессы в Приольхонье. Локальный уровень – опасные геоморфологические процессы на полигонах «Кулура», «Саяно-Шушенский» и трансекте «Ковыкта – Иркутск» по отношению к конкретным видам хозяйственной деятельности.

Предмет исследований

Системные связи, возникающие между человеком, объектами его хозяйственной деятельности и окружающей природной средой в процессе хозяйственного освоения ландшафта, сопровождающие этот процесс опасные природные (прежде всего, геоморфологические) процессы, условия защищенности от стихийных бедствий и катастроф и риск природопользования.

Аспект исследований

Оптимизация указанных системных связей человека и окружающей природной среды в русле глобальных, региональных и локальных эколого-экономических компромиссов.

Научная новизна

В диссертации впервые проведена полная геоэкологическая оценка риска природопользования на основе изучения геоэкологических закономерностей развития опасных геоморфологических процессов на всех пространственно-таксономических уровнях исследований: глобальном – страны мира, национальном – субъекты Российской Федерации, региональном – территория Иркутской области, субрегиональном – территории Ольхонского района Иркутской области, локальном – территории Чернорудского муниципального образования Ольхонского района Иркутской области, а также геодинамический полигон в районе Саяно-Шушенской ГЭС и полигон-трансект вдоль проектируемой трассы магистрального газопровода «Ковыкта – Иркутск». Установлено, что осуществить эти работы на единой критериальной основе невозможно. На глобальном и национальном уровнях оценка риска природопользования проводится ис-

ключительно в административно-территориальных границах, а на региональном, субрегиональном и локальном – в границах природных объектов, но в пределах административно-территориальных единиц, руководство которые на базе данных исследований создают благоприятные условия для повышения уровня безопасности природопользования.

Впервые показано, как и в каком объеме следует производить геоэкологическую оценку опасных геоморфологических и других природных процессов и риска природопользования на глобальном и национальном пространственно-таксономических уровнях, используя текущие данные по опасным природным процессам и защищенности от стихийных бедствий и катастроф. Разработана и апробирована соответствующая методика.

Разработана новая методика оценки опасных геоморфологических процессов и риска природопользования на региональном уровне, основанная на изучение классов опасных геоморфологических процессов на территории Иркутской области. Она базируется на классификации, картографировании и геоэкологическом районировании, принципы и подходы к которым разработаны в диссертации на основе синергетического моделирования.

Разработана новая методика оценки опасных геоморфологических процессов и на этой основе риска природопользования на субрегиональном уровне геоэкологических исследований, основанная на изучении групп опасных геоморфологических процессов в рамках геоморфологических округов на примере Ольхонского района Иркутской области. Эта методика основана на оценке геодинамической и структурно-геоморфологической ситуации применительно к конкретным ведущим видам природопользования, а также их совокупностям.

Разработана новая методика оценки опасных геоморфологических процессов и риска природопользования на локальном уровне геоэкологических исследований, основанная на изучение отдельных опасных геоморфологических процессов в рамках геоморфологических районов, полигонов и трансектов. Она базируется на оценке отдельных геоморфологических процессов и форм рельефа, которые создают основные физиономические, структурные и динамические черты ландшафта, а через это воздействуют на конкретный вид природопользования.

Теоретическая и практическая значимость

В диссертации разработаны теоретическая концепция риска опасных геоморфологических процессов и новые геоэкологические и эколого-геоморфологические методы оценки риска природопользования на разных пространственно-таксономических уровнях исследований с использованием закономерностей развития опасных геоморфологических процессов. Наиболее значимые достижения: *в теоретической области* следующие: 1) создана теоретическая и методологическая концепция риска опасных геоморфологических процессов и природопользования; 2) усовершенствованы и специализированы под конкретные задачи уже имеющиеся и созданы новые геоэкологические и эколого-геоморфологические методы оценки риска природопользования.

вания на территориях с активным развитием опасных геоморфологических процессов; 3) проведена классификация, разработаны принципы и проведено картографирование опасных геоморфологических процессов на разных пространственно-таксономических уровнях; 4) разработана методика геоэкологического районирования на основе анализа этих опасных процессов; 5) обоснована необходимость соблюдения в процессе природопользования принципа эколого-экономических компромиссов на базе концепции допустимого риска природопользования; *в практической области*: 1) выполнена оценка природной опасности, защищенности от стихийных бедствий и катастроф и риска природопользования для всех стран мира и субъектов Российской Федерации (федеральные округа и субъекты Российской Федерации в составе Сибирского федерального округа); 2) проведено геоэкологическое районирование Иркутской области на основе опасных геоморфологических процессов; 3) выявлены структуры опасных геоморфологических процессов Иркутской области по категориям ведущих, сопутствующий, второстепенный, проведен их пространственный анализ и осуществлено синергетическое моделирование; 4) проведена оценка риска природопользования на территории Приольхонья; 5) проведена оценка геоморфологической и геодинамической опасности разломов для района Саяно-Шушенской ГЭС; 6) выполнена прогнозная оценка опасных геоморфологических процессов в зонах разломов для проектируемого газопровода «Ковыкта – Иркутск»; 7) проведена оценка опасных геоморфологических процессов в процессе создания рекреационно-туристических зон на западном побережье оз. Байкал на охраняемых природных территориях – Центральная зона Байкальской природной территории (законодательно утверждена в 2003 г.).

Методология и методы исследований

Принципиальная методология исследований в диссертации базируется на общей теории систем и синергетики природных процессов, на основных ландшафтных и геосистемных концепциях физической географии и геоэкологии. Используются принципы устойчивого природопользования, эколого-хозяйственной оптимизации, эколого-экономических компромиссов и др. Теоретическая основа для формирования системы устойчивого природопользования и экологической безопасности в административно-территориальных единицах и отдельных регионах с опасными природными, прежде всего, геоморфологическими процессами – это авторская концепция риска опасных геоморфологических процессов и природопользования. Методический аппарат проведенных исследований основан на традиционных, усовершенствованных и новых, разработанных автором диссертации полевых и камеральных геоэкологических и эколого-геоморфологических методах. Область применения собственно геоэкологических методов касается, прежде всего, рельефа и геоморфологических процессов, а эколого-геоморфологические методы являются лишь частью всего комплекса современных геоэкологических методов (их сходство по предмету исследований), но, естественно не исчерпывают их полностью. Из кон-

кретных классических фундаментальных методов в диссертации использованы: сравнительно-географический, геоэкологический, эколого-геоморфологический, морфоструктурный, структурно-геологический, палеогеографический, картографический, ландшафтно-планировочный и некоторые другие. Применялись также различные общенаучные методы исследований, в т.ч. статистический, дешифровочный, ГИС-технологии, цифровое и математическое моделирование структуры рельефа, обзоры фондовых и архивных материалов и др.

Защищаемые положения

1. Для оценки опасных геоморфологических процессов и риска природопользования на основе их изучения возможно и необходимо использовать геоэкологические методы на всех пространственно-таксономических уровнях, но сделать это на единой критериальной основе невозможно. Уровень опасности геоморфологических процессов и степень риска природопользования для одного и того же объекта исследований, рассмотренного на разных пространственных уровнях, изменяются при переходе от одного уровня к другому.

2. На глобальном и национальном уровнях геоэкологических исследований критериями оценки риска природопользования выступают все опасные природные процессы, а также защищенность от стихийных бедствий и катастроф. Для принятия взвешенных эколого-экономических решений необходимо использовать их переменные показатели, которые зависят от конкретной природной и социально-экономической ситуации в странах и их регионах, а не от законодательно утвержденных ранее нормативов, не учитывающих текущие изменения.

3. На региональном уровне критериями для оценки риска природопользования выступают классы опасных геоморфологических процессов, соотнесенные с геоморфологическими областями. Они определяют каркас природных ландшафтов, принципы и подходы к классификации и картографированию, геоэкологическому районированию территорий. Субъектами применения полученных результатов являются административно-территориальные подразделения Российской Федерации, в нашем случае – администрация Иркутской области.

4. На субрегиональном уровне критериями оценки риска природопользования выступают группы опасных геоморфологических процессов, соотнесенные с геоморфологическими округами. Оценка этих процессов проводится на основе геодинамической ситуации в районе исследований применительно к отдельным главным видам природопользования. Субъектами использования результатов являются более дробные административно-территориальные единицы, в нашем случае – администрация Ольхонского района Иркутской области.

5. На локальном уровне критериями оценки риска природопользования выступают отдельные ведущие опасные геоморфологические процессы, соотнесенные с геоморфологическими районами. Они развиты на определенных формах рельефа, создают основные топологические черты ландшафтной структуры, воздействуют на конкретный вид природопользования,

способствуют поиску альтернативных вариантов решения частных эколого-экономических задач. Субъектами применения полученных результатов являются муниципальные подразделения в составе административно-территориальных единиц России.

Степень достоверности и апробация результатов

Исходные материалы для диссертации получены в результате работ автора по темам НИР лаборатории геоморфологии Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН с 1995 по 2013 г.г. Автор руководил совместным с Институтом «Тахо-Байкал» (США) проектом «Геоморфологическая опасность и риск в Приольхонье» (1997-1999 г.г.). Материалы автора получены в результате работ по совместным научно-исследовательским проектам с Байкальским институтом экологии и природопользования (1997-1999 г.г.), институтами Иркутского научного центра СО РАН (1997-2005 г.г.), высшими учебными заведениями ИрГТУ и ИГУ (2000-2003 г.г.). Автор возглавлял интеграционный проект Иркутского научного центра СО РАН «Геоэкология Западного Прибайкалья» (2000-2002 г.г.), принимал участие в разработке программ «Экологическая безопасность Иркутской области» (2000-2003 г.г.), «Сейсмобезопасность Иркутской области» (2000-2002 г.г.), в 2000-2002 г.г. возглавлял «Учебно-научный центр по проблемам природопользования в Байкальском регионе», сформированный в рамках Федеральной целевой программы «Интеграция» (проект № А-2.191), в 2001-2003 г.г. был исполнителем проекта РФФИ № 01-05-97212, а в 2003-2005 г.г. – Интеграционного проекта СО РАН № 104.

Материалы диссертации проходили апробацию более чем на 40 международных, всероссийских и региональных конференциях, среди которых следует отметить: Всероссийское совещание по изучению четвертичного периода (Москва, 1994); Комплексное изучение аридных зон Центральной Азии (Кызыл, 1994); Генезис рельефа (Иркутск, 1995); Интеркарто 2. ГИС для изучения и картографирования окружающей среды (Иркутск, 1996); Классификация геосистем (Иркутск, 1997); Современные методы географических исследований (Иркутск, 1997); XXIV пленум геоморфологической комиссии РАН (Краснодар, 1998); Проблемы геологии и освоения недр (Томск, 1998); Экологический риск (Иркутск, 1998); X научное совещание географов Сибири и Дальнего Востока (Иркутск, 1999); Геохимия ландшафтов, палеоэкология человека и этногенез, Улан-Удэ, 1999); Мониторинг криосферы (Пущино, 1999); XXV пленум геоморфологической комиссии РАН (Белгород, 2000); XI съезд Русского географического общества (Санкт-Петербург, 2000); Горы и человек: антропогенная трансформация горных геосистем (Барнаул, 2000); Проблеми ландшафтного різноманіття (Київ, 2000); Актуальные вопросы природоохранной политики в Байкальском регионе (Иркутск, 2001); Анализ, оценка и управление рисками в регионе (Иркутск, 2001); География, общество, окружающая среда: развитие географии в странах Центральной и Восточной Европы (Калининград, 2001); Фундаментальные исследования взаимодействия суши, океана и атмосферы (Москва, 2002); Интеркарто 9. ГИС для устойчивого

развития территорий (Новороссийск, 2003); Региональные проблемы перехода к устойчивому развитию (Кемерово, 2003); Самоорганизация и динамика геоморфосистем (Томск, 2003); XXVIII пленум Геоморфологической комиссии РАН (Новосибирск, 2004); XII совещание географов Сибири и Дальнего Востока (Владивосток, 2004); Совещание по сейсмобезопасности Иркутской области (Иркутск, 2004); Научные чтения к 100-летию со дня рождения В.Б. Сочавы (Иркутск, 2005); XII съезд Русского географического общества (Санкт-Петербург, 2005); Рельеф и природопользование предгорных и низкогорных территорий (Барнаул, 2005); Географические и правовые основы организации Байкальского участка Всемирного природного наследия (Иркутск, 2006); ИНТЕРКАРТО-11. Устойчивое развитие территорий (Ставрополь, 2005); Ландшафтоведение: теория, методы, региональные исследования, практика (Москва, 2006); Позднекайнозойская геологическая история севера аридной зоны (Ростов-на-Дону, 2006); Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций (Москва, 2006); Проблемы современной сейсмогеологии и геодинамики Центральной и Восточной Азии (Иркутск, 2007); XIII совещание географов Сибири и Дальнего Востока (Иркутск, 2007); XIV совещание географов Сибири и Дальнего Востока (Владивосток, 2011); Историческая география Азиатской России (Иркутск, 2011). Рельеф и экзогенные процессы гор (Иркутск, 2011). Работа апробировалась на заседаниях Ученого совета, Научных сессиях и семинарах Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, на заседаниях Восточно-Сибирского отдела Русского географического общества.

Разработанная в диссертации процедура геоэкологической оценки рельефа, опасных геоморфологических процессов и риска природопользования использована в ландшафтном планировании охраняемых природных территорий Байкальского региона при разработке «Комплексной программы развития туризма в Иркутской области до 2010 г.». Представленные в диссертации рекомендации по обеспечению устойчивости природопользования в обстановке повышенного риска нашли применение при эколого-хозяйственной оптимизации территорий с высокой геодинамической активностью на юге Восточной Сибири при разработке экологических проектов по оценке влияния на окружающую среду крупных хозяйственных объектов. В 2000-2004 г.г. указанные рекомендации прошли интерактивную апробацию в Центре экологической безопасности потребителей (г. Москва) и Московском университете инженерной экологии. Разработанные в диссертации концепция, отдельные теоретические положения, геоэкологические и эколого-геоморфологические методы и алгоритмы оценки риска природопользования внедрены в региональные программы «Экологическая безопасность Иркутской области» и «Сейсмобезопасность Иркутской области». Автор диссертации был участником и научным руководителем более 15 научно-производственных отчетов по вопросам экологического сопровождения различных хозяйственных объектов на территории Иркутской области (месторождения полезных ископаемых, трубопроводы, линии электропередачи, дороги и т.п.).

Публикации

Непосредственно по теме диссертации опубликовано более 120 научных работ. Из них: 4 монографии, 5 коллективных монографий, более 50 статей в рецензируемых журналах, рекомендуемых ВАК. В автореферате приведен список из 35 наиболее значимых публикаций.

Структура работы

Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения и списка литературы из 335 наименований. Общий объем работы составляет 265 страниц текста, 52 рисунка, 66 таблиц.

Благодарности

Диссертация выполнена в Институте географии им. В.Б. Сочавы СО РАН. Автор благодарит научного консультанта, доктора географических наук, профессора В.Б. Выркина, члена-корреспондента РАН В.А. Снытко, члена-корреспондента РАН А.Н. Антипова, докторов географических наук, профессоров А.Д. Абалакова, Е.В. Безрукову, А.Г. Золотарева, Л.М. Корытного, Б.И. Кочурова, Э.А. Лихачеву, Ю.П. Михайлова, А.Т. Напрасникова, В.М. Плюснина, А.К. Черкашина, докторов геолого-минералогических наук, профессоров А.Г. Вахромеева, В.С. Имаева, К.Г. Леви, Р.М. Лобацкую, С.И. Шермана, кандидатов географических наук Л.В. Данько, Д.А. Лопаткина, Ю.В. Рыжова, кандидатов биологических наук С.И. Шаманову, А.П. Сизых, С.Г. Казановского за конструктивную критику, полезные замечания и помощь в работе.

ГЛАВА 1. ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ РИСКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

1.1. Глобальные аспекты риска природопользования

В условиях роста численности населения Земли, возрастающего влияния человека на окружающую среду, нарушения им естественных биогеохимических циклов и геофизических полей, стихийные бедствия и катастрофы¹ стали повседневной реальностью, возросла угроза, опасность со стороны природных процессов. Природопользование в условиях природной опасности сопряжена с риском. Риск обусловлен внешней угрозой (объективный фактор – опасные природные процессы) и несовершенством методов хозяйствования (субъективный фактор – уровень защищенности от стихийных бедствий и катастроф). Это несовершенство зависит от слабой изученности опасных природных процессов, от неверного восприятия и неправильной постановки задач природопользования на уровне структур управления, отсутствия необходимых финансовых, трудовых, правовых и других ресурсов (Кропоткин М.П., Миронюк С.Г. Теория риска и проблема устойчивого развития общества // Проблемы региональной экологии. 1999. № 3. С. 96-101; Posner R.A. Catastrophe: risk and response. Oxford: Oxford University Press, 2004. 332 p.; Рянский Ф.Н., Коркин С.Е., Аитов И.С. Анализ природных и антропогенных факторов возникновения чрезвычайных ситуаций. Нижневартовск: НГГУ, 2005. 98 с.).

Современное общество в процессе природопользования повышает одновременно и безопасность (защищенность) и ненадежность (риск). Такое противоречивое развитие придает понятию «риск» особое выражение и значение для социально-экономического развития общественных, хозяйственных и политических структур. Риск при этом означает не более чем соотношение шансов и потерь по отношению к определенному решению по части развития (действия), с помощью которого неизвестное будущее хотят сделать известным, вычислимым. Такой тип деятельности в условиях неопределенности является отличительной чертой развития современного общества (Бехман Г. Современное общество как общество риска // Вопросы философии. 2007. № 1. С. 26-46), а рискованную ситуацию в этом контексте можно рассматривать как разновидность неопределенной ситуации, допускающей оценку вероятности потерь при реализации того или иного решения с учетом влияния природной среды, действия партнеров, противников, непредвиденных факторов и т.д. (Диев В.С. Риск в междисциплинарном контексте: концептуальные основания анализа и оценки // Вестник РГНФ. 2006. Т. 4(45). С. 85-91).

¹ Стихийное бедствие – это опасный природный процесс, сопровождающийся разрушением хозяйственной инфраструктуры, материальным и моральным ущербом для человека. Стихийная катастрофа – это стихийное бедствие, сопровождающееся, кроме всего прочего, и гибелью людей (Edwards B. Natural hazards. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. 328 p.; Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации. М.: ИПЦ «Дизайн. Информация. Картография», 2005).

Степень риска природопользования всегда оценивается апостериори, т.е. величиной понесенного материального и морального ущерба. Именно на величине уже понесенного ущерба сегодня основываются практически все оценки риска природопользования (Природные опасности России / Под ред. В.И. Осипова, С.К. Шойгу. Т. 3: Экзогенные геологические опасности. М.: КРУК, 2002. 345 с.; Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации. М.: ИПЦ «Дизайн. Информация. Картография», 2005; Bruins R.J.F., Heberling M.T. Economic and Ecological Risk Assessment. Application to Watershed Management. Boca Raton: CRC Press. 2005. 446 p.; Enz R., Karl K., Mehlhorn J. Natural catastrophes and man-made disasters // Sigma. 2008. № 2. P. 1-48; Акимов В.А., Воробьев Ю.Л., Фалеев М.И. и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера. М.: Абрис, 2012. 592 с.; Лапердин В.К., Имаев В.С., Верховзин И.И. и др. Опасные геологические процессы на юге Якутии и сопредельных территориях. Иркутск: ИЗК СО РАН, 2011. 240 с.). Материальный ущерб выражается непосредственно в гибели людей, разрушении элементов хозяйственной инфраструктуры, утрате материальных ценностей, недополученной финансовой выгоде. Моральный ущерб выражается в утрате морально-этических и эстетических ценностей, в формировании у населения чувства неуверенности, страха, паники, в пессимизме по вопросам гармоничного развития общества, в неверии тем лицам, которые осуществляют политику природопользования. Тем не менее, весьма актуальными сегодня являются априорные оценки риска, которые помогали бы формировать систему превентивных мероприятий еще до того как опасное природное событие произошло.

Проблема безопасности природопользования была вполне осознана к концу 50-х гг. XX века и имела три глобальных источника: II Мировую войну, рост населения планеты и пределы устойчивости экосистем (Серебряный Л.Р., Скопин А.Ю. Поддерживаемое, сбалансированное или устойчивое развитие // Известия РАН. Серия географическая. 1998. № 1. С. 44-49). В 60-70-х годах XX века истощение природных ресурсов и загрязнение окружающей среды, гонка вооружений, демографический взрыв обусловили возникновение теории катастроф (Zeeman E.C. Catastrophe theory // Scientific American. 1976. Vol. 234. P.P. 65-83). Она базировалась на понятии о «пределах роста» негативного воздействия человека на окружающую природную среду (Meadows D.H., Meadows D.L. The limits of the growth. New York: New York University Press, 1972. 284 p.). Была провозглашена концепция максимального использования доступных ресурсов для обеспечения стабильности природно-антропогенных систем. Развитие производства базировалось на концепции абсолютной безопасности, стремлении полностью исключить риск во всех технологических, производственных и социальных процессах. Требовалось реагировать на негативные изменения в окружающей среде, обусловленные деятельностью человека, и стремиться полностью их устранить; достичь такого уровня экологической безопасности, какой

только возможен с помощью внедрения соответствующих инженерных систем и соблюдения мер организационного характера (Гидаспов Б.В., Кузьмин И.И., Ласкин Б.М. Научно-технический прогресс, безопасность и устойчивое развитие цивилизации // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. 1990. № 4. С. 409-414). Такой подход был оправдан, поскольку самоочищающая способность биосферы была высока, используемые технологии – просты, энергоемкость технологических линий и процессов – низкие.

На основе концепции абсолютной безопасности в 60-70-х годах XX века для ведения рационального, безопасного и экономически эффективного природопользования разработаны основные нормативы по оценке загрязнения окружающей среды (ПДК, ПДВ и др.). Создан банк данных о состоянии биосферы и ее реакций на техногенное воздействие, разработаны системы слежения за загрязнением окружающей среды и комплексы мероприятий по устранению негативных последствий. В результате некоторым высокоразвитым государствам удалось достичь улучшения экологической ситуации. Но в большинстве стран, особенно экономически неблагополучных, установленные нормативы реально не действовали, поскольку не были адаптированы к местным условиям. Анализ потерь от стихийных бедствий за 1969-1989 г.г. (Degg M. Natural disasters: recent trends and future prospects // Geography. 1992. № 3. P.P. 198-209) подтвердил существование больших региональных различий, обусловленных социально-экономическими факторами. Развивающиеся страны оказались в положении, когда традиционные формы адаптации к стихийным бедствиям больше не использовались, а современные стратегии развитых стран в силу социально-экономических причин внедрять успешно было нельзя.

С усложнением технологических процессов в 80-90-х годах XX века даже в развитых странах стали происходить крупные аварии там, где их возникновение исключалось. Расчеты показали (McGuire B., Mason I., Kilburn C. Natural hazards and environmental change. London: Arnold Press. 2002. 187 p.), что меры, направленные на снижение вероятности таких аварий, связаны с большими финансовыми затратами и делают их практически нерентабельными.

Приведем два примера из геоморфологии.

В Великобритании в конце XX века из-за массированного техногенного прессинга активизировались абразионные процессы на берегах Англии и Уэльса. Это обострило проблему берегозащиты, которая до этого решалась на локальной основе (без учета региональных задач) с применением тяжелых инженерных конструкций. В результате вдоль всего побережья произошло ухудшение эколого-геоморфологической ситуации. Так, в юго-восточной Англии фиксированные прочные сооружения в Альдебурге усилили низовой размыв берега, а вертикальные стенки на отрезке Скегнесс-Мапплтон привели к понижению поверхности пляжа, что затруднило его послештормовое восстановление. Поэтому в практике берегозащиты наметился переход от «твердых» защитных конструкций к «мягким» методам защиты (прежде всего, искусствен-

ная подпитка пляжа). Это потребовало лучшего знания береговых процессов и понимания пользы стратегического регионального подхода к проблеме берегозащиты на основе мультидисциплинарного планирования хозяйственного развития побережья с учетом возможных долговременных (20-50 лет) изменений пляжа. Все это привело к более интегрированным методам управления береговой зоной, которые позволяют удовлетворительно разрешить конфликты между пользователями геоморфологических ресурсов (Leafe R., Pethick J., Townend I. Realizing of the benefits of shoreline management // *Geographical J.* 1998. Vol. 164. № 3. P.P. 282-290).

На северо-востоке Нигерии на осадочных породах мелового возраста развит куэстовый рельеф, окруженный равнинами. На протяжении многих веков, несмотря на неблагоприятные почвенные условия и недостаток питьевой воды, высокие участки гор всегда предпочитались местными народами для поселения. Использование земель здесь было возможно, благодаря специальному способу ведения хозяйства (террасирование, искусственная формирование наносных почв, противоэрозионные мероприятия и др.). В середине XX века под давлением административных властей произошло переселение «горных народов» на равнины, где им были предложены современные высокоэффективные методы агротехники, разработанные в развитых странах. Природные условия на равнинах позволяли создавать более крупные поселения. Антропогенный прессинг возрос, но технологии землепользования на рыхлых отложениях равнин отсутствовали. Началась интенсивная эрозия почв. Растущие потребности в земельных ресурсах привели вновь к наступлению на горы (вырубка леса и освобождение участков под пашни). В результате вся местность (и горная и равнинная) практически превратились в техногенную пустошь (Heinrich J. Naturraumpotential, Landnutzund und aktuelle Morphodynamik im südlichen Gongola-Becken, Nigeria / *Geoöcodynamik.* 1992. № 1. P.P. 41-61).

К середине 90-х годов XX века стало понятно, что непропорционально большие затраты на создание систем безопасности природопользования в условиях ограниченности природных и материально-технических ресурсов приводит к замедлению темпов экономического роста. Более того, возникают дополнительные социально-экономические, политические, этнокультурные и другие проблемы, которые не способствует сбалансированному развитию общества и снижают его безопасность. Тем не менее, политическая практика 90-х г.г. XX в. показала, что некоторые глобальные и отчасти – региональные проблемы могут быть решены при соответствующих политических, правовых и экономических действиях (Серебряный Л.Р., Скопин А.Ю. Поддерживаемое, сбалансированное или устойчивое развитие // *Известия РАН. Серия географическая.* 1998. № 1. С. 44-49). Был научно обоснован тот факт, что состояние жесткого равновесия ограничивает внутренние изменения системы и не способствует ее развитию (Николис Г., Пригожин И. *Познание сложного.* М.: Мир, 1990. 342 с.). Поэтому для программ развития потребовался новый импульс, который был найден в концепции устойчивого развития.

Впервые понятие «устойчивости» природопользования использовано в материалах Международного союза охраны природы (IUCN) в 1969 г., где говорилось, что для сохранения и улучшения качества окружающей среды и природных ресурсов деятельность общества должна быть направлена на достижение наивысшего качества устойчивости жизни (Gibson R.B., Hassan S., Holtz S. et al. Sustainability assessment: criteria, processes, and application. London: Earthscan Press. 2005. 240 p.). К 2010-м годам принято следующее понимание. Устойчивое развитие – это управляемый процесс развития природы и общества при массовом осознанном участии населения, обеспечивающий здоровую и производительную жизнь в гармонии с природой для ныне живущих и будущих поколений на основе охраны и обогащения природного и культурного наследия (Рациональное природопользование: международные программы, российский и зарубежный опыт. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2010. 412 с.). Устойчивое развитие и природопользование дает возможность выравнивания социально-экономического уровня развитых и развивающихся стран, стирания различий между формами жизнеобеспечения, снижения негативного влияния на экосистемы, оптимального использования природных ресурсов. Поэтому перспективы дальнейшего развития в складывающихся условиях должны были опереться на новую концепцию. Таковой стала концепция допустимого риска. В развитых странах Европы она легла в основу законодательства в сфере обеспечения безопасности. Российская Федерация также на законодательном уровне перешла к концепции допустимого риска.

Концепция допустимого риска природопользования предполагает, что объективно существуют неопределенности в изучении и прогнозе природных процессов и в мотивациях людей, принимающих решение по вопросам природопользования. В такой обстановке достичь абсолютной безопасности природопользования нельзя. Поэтому необходим индивидуальный подход к оценке действий человека и качеств природных (географических) систем, в рамках которых разворачивается хозяйственная деятельность, с определением таких пределов антропогенных нагрузок, за которыми происходит разрушение системной целостности.

До недавнего времени нормирование антропогенных нагрузок осуществлялось на основе концепции наилучших допустимых технологий – BAT (*Best Available Technologies*). Она основана на определении нагрузок на экосистемы по сравнению с ПДК, ПДВ и другими номенклатурами на базе расчета нединамических концентраций и была хороша тогда, когда определялся жесткий уровень поступления загрязняющих веществ в окружающую среду. Но она не учитывала ни индивидуальные характеристики природных систем, ни социально-экономические и психологические изменения в обществе. В последние годы, когда процесс производства в одном регионе Земли заметно сказывается на развитии всей планетарной экономической системы, появилась необходимость перехода на новую стратегию. Ею стала концепция критических нагрузок, которая позволяет достичь экономической выгоды от снижения эмиссии загрязняю-

щих веществ, т.к. предусматривает оценку дифференцированной чувствительности природных систем к техногенным воздействиям (Башкин В.Н. Оценка риска при критических нагрузках загрязняющих веществ на экосистемы // География и природные ресурсы. 1999. № 1. С. 35-39; Курбатова А.С., Башкин В.Н. Биогеохимические и геоэкологические подходы к оценке экологического воздействия // География и природные ресурсы. 2004. № 4. С. 12-19).

Однако и эта концепция объективно связана с рядом неопределенностей, например, понятием «необратимые вредные изменения», т.к. размер и виды экологического вреда различаются в зависимости от типа экосистемы и моральных установок общества. Неопределенности возникают и в процессе расчета критических нагрузок: неопределенность входной информации, алгоритма расчета из-за неизбежного упрощения реальности, границ воздействия негативных факторов, субъективность принятия решения управляющим лицом, получившим исходную информацию, преднамеренное или случайное ее искажение и др. (Башкин В.Н. Управление экологическим риском. М.: Научный мир. 2005. 368 с.; Жуковский В.И., Жуковская Л.В. Риск в многокритериальных и конфликтных системах при неопределенности. М.: ЛКИ, 2010. 272 с.).

Наличие неопределенности обуславливает исключительно вероятностный характер всех оценок опасных природных процессов. Именно в такой ситуации и возникает риск.

Современная диалектика природопользования вбирает в себя единство и противоречие двух сторон хозяйственной деятельности человека: экологической и экономической. Причем в зависимости от позиции исследователя поиск новых научных решений уводился либо в область экологии – экоцентризма, либо в область экономики – антропоцентризма (Гэффни М., Титова Г., Харрисон Ф. За кулисами становления экономических теорий. СПб.: БИК, 2000. 310 с.). С точки зрения автора, в условиях риска природопользования необходим баланс между экологическими и экономическими интересами, необходимы эколого-экономические компромиссы – основа сбалансированного развития сложных природно-антропогенных систем.

Такого относительного эколого-экономического баланса удалось достичь экономике США к началу 2010-х годов, несмотря на глобальный экономический кризис. В стране успешно решаются задачи устойчивого природопользования. Действует законодательное регулирование природопользования, система принятия управленческих решений и контроля над их исполнением, последовательная налоговая политика, комплексный мониторинг состояния окружающей среды, новейшие технологии при реализации целевых программ управления природными ресурсами. Успехи устойчивого природопользования связаны с развитием экологического законодательства и науки. В стране существенно возросла активность в разработке и реализации программ устойчивого природопользования на местном территориальном уровне. Создаются условия для координации действий заинтересованных субъектов, образующих устойчивые сообщества, для роста участия бизнеса и неправительственных организаций в природоохранной

деятельности, а также роста моральной заинтересованности. Но и в США признают недостаточную гибкость системы управления природопользованием, необходимость усиления коллегиальности при принятии решений (Кондратьева Т.И., Рубанов И.Н. Стратегия устойчивого природопользования в Соединенных Штатах Америки // Рациональное природопользование: международные программы, российский и зарубежный опыт. М.: ТНИКМК. 2010. С. 228-250).

В Канаде в 2008 г. вступил в действие Федеральный закон об устойчивом развитии, на который в настоящий момент ориентируется деятельность федеральных и провинциальных организаций, ведомств, учреждений и предприятий, в т.ч. частного сектора экономики. Реализация отраслевых стратегий развития включает проведение экологической экспертизы не только отдельных проектов, но и всех национальных программ и государственной политики в целом. Наиболее полно государственная политика Канады в области устойчивого природопользования отражается в развитии природно-ресурсных секторов экономики, включая недропользование и лесное хозяйство, а также энергетики с акцентом на освоение новых альтернативных источников энергии. Формирование и реализация политики устойчивого развития основаны на приоритете внутренних потребностей развития, поэтому она имеет упреждающий, децентрализованный, динамичный и открытый характер. Сетевое взаимодействие различных организаций, институтов и групп ведет к широкому обсуждению проектов правительственных решений в области природопользования, учету интересов различных категорий населения и бизнеса (Демчук А.Л., Соколов В.И. Канада: государственная политика в области устойчивого природопользования // Рациональное природопользование: международные программы, российский и зарубежный опыт. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2010. С. 251-265).

Обеспечение устойчивого развития Австралии базируется на необходимости реализации программ по сохранению окружающей среды как необходимого условия национальной безопасности. Существующая в стране структура хозяйственных, политических, общественных и культурных связей объединяет экономические, социальные и экологические элементы функционирования всех ее территориальных единиц, составляя единую сбалансированную систему. Проводимая правительством Австралии политика стабильной и конкурентоспособной экономики ориентирована на устойчивое развитие. Важная роль отводится программам, направленным на экономический подъем и финансирование исследований в сфере управления природными ресурсами (Некрич А.С. Рациональное природопользование – основа стратегии устойчивого развития Австралии // Рациональное природопользование: международные программы, российский и зарубежный опыт. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2010. С. 266-287).

В Индии переход к устойчивому природопользованию занимает одно из центральных мест в системе экономического планирования, которая развивается на принципах сочетания «плана и рынка». Осуществляются долгосрочные секторные программы природопользования,

результаты которых интегрируются в Национальной политике окружающей среды и в Национальном плане действий по изменению климата. В условиях довольно ограниченных природно-экологических ресурсов и сложной социально-демографической ситуации в стране эффективность проводимой политики устойчивого природопользования основана на междисциплинарных научных исследованиях, инновационных технологиях, широком демократическом обсуждении принимаемых стратегических решений, многоуровневых институциональных механизмах реализации планов и программ развития (Сдасюк Г.В. Индия: политика перехода к устойчивому развитию // Рациональное природопользование: международные программы, российский и зарубежный опыт. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2010. С. 287-311).

Анализ вышесказанного позволяет наметить основные пути, в русле которых может быть достигнута безопасность природопользования (Акимова Т.А., Хаскин В.В. Экология. М.: ЮНИТИ. 1998. 455 с. – с исправлениями и добавлениями автора):

1. *Снижение масштабов экономики в части ее воздействия на природу, как по площади, так и по степени вмешательства в биосферный обмен вещества и энергии.* Это главный путь снижения уровня загрязнения окружающей среды. Но он не обеспечивает устойчивости, поскольку требует сокращения численности населения и потребностей в материальных благах. Более того, снижение масштабов экономики часто понимают как простое ограничение объемов выпуска продукции. Речь же должна идти о перераспределении валовых объемов производства, о региональной экономической специализации, об усилении конкуренции.

2. *Снижение уровня техногенного загрязнения природной среды и отходности производства.* Этот путь законодательно закреплён в виде стандартов, норм и правил проектирования, организации и функционирования производственной инфраструктуры и регулируется экологическим правом. Этот путь наиболее реализован на практике. Однако для снижения отходности существуют серьезные экономические и технические трудности.

3. *Снижение негативных влияний природной среды на человека за счет изоляции.* В последние годы стало ясно, что на создание в широком смысле слова искусственной среды обитания для населения Земли (микроклимат в помещениях, коммунальная инфраструктура, искусственные и предварительно обработанные продукты питания, средства индивидуальной защиты и комфорта, предприятия досуга, медицинское обслуживание, страхование и т.д.) требуется гораздо больше материальных ресурсов, чем на адаптацию.

4. *Обеспечение экологической безопасности за счет адаптации.* Человек все более утрачивает свободу маневра для адаптации за счет большого перенаселения регионов с благоприятными природными условиями для жизни. Эти регионы стремительно теряют свои положительные качества за счет техногенного загрязнения. Человек вынужден привыкать к негативным условиям среды, которые не были факторами его биологической эволюции. Это привыкание за

столь короткий период осуществляется не на физиологическом, а на психологическом уровне. Человек терпит плохие условия окружающей среды (низкое качество воды, воздуха, стрессы, шум и др.), что не повышает устойчивости и безопасности его организма, не уменьшает вероятность экопатологических заболеваний и летального исхода. Человек рискует.

5. *Снижение численности населения Земли.* Сегодня нет ясного ответа на вопросы *как, где и когда* следует регулировать численность населения. Мировое сообщество не готово даже к обсуждению этого вопроса. Поэтому единственным рычагом депопуляции сегодня является ослабление стимулов народонаселения со стороны экономики и политики.

6. *Снижение потребностей населения в материальных благах.* В экономически развитых странах возможность выжить для людей всех возрастов выше, чем в слаборазвитых. Доля лиц, которые могли бы достигнуть возраста 70 лет по крупным регионам Земли распределяется следующим образом: Африка - 40 %, Азия - 59 %, Латинская Америка - 63 %, Европа в целом - 67 %, Северная Америка - 74 %, Западная и Южная Европа - 77 %. Самая высокая вероятность достижения возраста более 40 лет также в Западной Европе - 97 %, а самая низкая в Африке - 66 % [Prozentanteil., 1998]. Поэтому, говорить о снижении материального благосостояния развитых регионов нет оснований ни с социально-экономической, ни с политической точки зрения.

Значит, ни один из рассмотренных путей не способен полностью обеспечить устойчивость природопользования, и реальный выход видится в достижении эколого-экономических компромиссов. В диссертации разработана теоретическая модель-процедура такого компромисса (Рис. 1.1). Она предполагает, что компромиссы реализуются в русле концепции допустимого риска природопользования. Но, какой уровень риска следует считать допустимым?

В условиях индустриального общества он зависит от развития производительных сил. Если ресурсы общества достаточно высоки, чтобы без ущерба для качества жизни тратить средства на уменьшение риска, оно может использовать технологии, позволяющие свести риск до минимума. Если ресурсы общества ограничены, оно вынуждено использовать часть средств, идущих на покрытие необходимых социальных нужд, и достигается компромисс между расходованием средств на повышение безопасности и ожидаемой выгодой. Но сегодня ресурсы даже высокоразвитых стран ограничены, особенно после экономического кризиса 2008-2010 г.г., и позволяют ориентироваться не на минимальный, а на приемлемый риск. Тем более это характерно для слаборазвитых стран, где общество способно только прокормить себя и удовлетворить элементарные потребности (Трофимов А.М., Котляков В.М., Селиверстов Ю.П. и др. Социально-экономическая концепция риска // Известия РГО. 2000. Т. 132. Вып. 3. С. 22-28).

При обеспечении экологической безопасности природопользования важно четко разграничить понятия охрана окружающей среды и охрана природы, поскольку очевидно, что теоретически и практически невыполнимо условие, чтобы, например, паслись и были сыты коровы, и

чтобы при этом оставалась не съеденная трава. По степени важности приведения окружающей среды в состояние, удовлетворяющее условиям существования человека, выделяются следующие приоритеты для охраны: 1) человек; 2) домашние животные и культурные растения; 3) промысловые животные и дикорастущие растения; 4) массовые виды биоты, не используемые человеком в хозяйственной деятельности; 5) многочисленные виды растений и животных, нейтральные в отношении хозяйственной деятельности человека (Яковлев С.В., Стрелков А.К., Мазо А.А. Охрана окружающей среды. М.: АСВ. 1998. 180 с.).

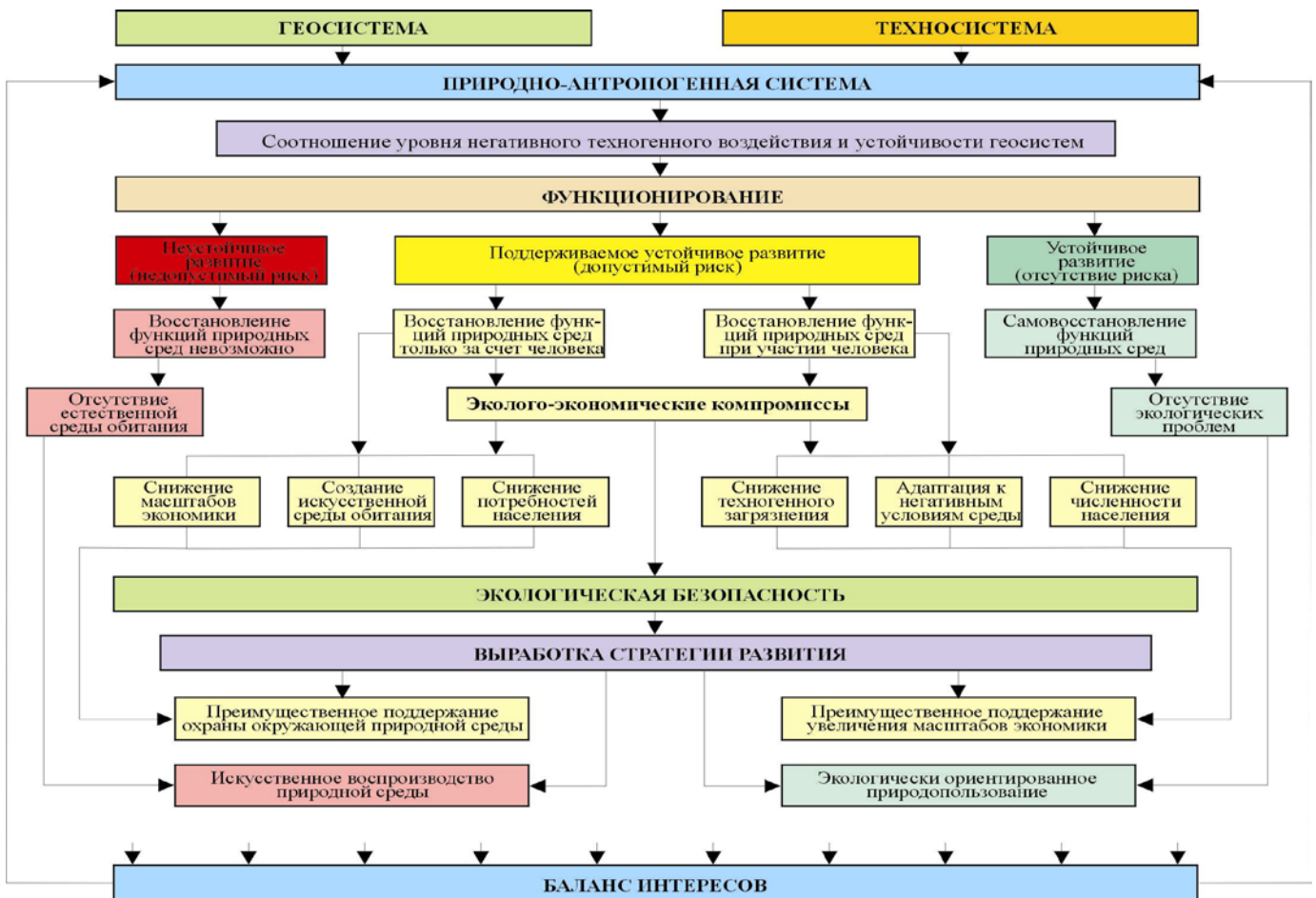


Рис.1.1. Система природопользования, основанная на паритете экологических и экономических требований (система эколого-экономических компромиссов)

Переход к эколого-экономическим компромиссам в вопросах природопользования в обстановке природной опасности должен осуществляться не только с позиций геоэкологии и экономики, но и с позиций психологии и культуры. Экологическая культура должна занять достойное место в системе образования во всех странах. Поэтому важно, что география, как базовая интегративная наука, являющаяся предтечей геоэкологии, приходит сегодня к пониманию природы как основы культуры. В последние десятилетия произошел фундаментальный переход

от понятия «природа» в функции объяснительного принципа к категории «деятельность». Теперь выработка цели деятельности снимает старое противоречие между бытием человека и его потребностями, поскольку основание самой этой цели лежит в сфере идеалов (Конева И.В. Экология человека – основа всеобщего экологического образования // Экологическое образование. Иркутск: ИГПУ. 1999. С. 29-36; Стеценко Е.А. Экологическое сознание в современной американской литературе. М.: ИМЛИ РАН, 2002. 320 с.; Цветнов Е.В., Щеглов А.И., Румянцева К.А. Экологическое сознание в контексте проблемы устойчивого развития // Проблемы региональной экологии. 2011. № 6. С. 106-115). Поэтому можно снижать ассортимент товаров и удовлетворять спрос населения. Спрос есть продукт в том числе и ментальной сферы человека. Воздействие на ментальную сферу людей оказывается посредством воспитания и культуры. Целью деятельности может быть культура бытия. Культура бытия формирует ментальную сферу и определяет спрос. Объектами спроса могут стать идеалы культуры.

Реформы в социально-экономической сфере – это длительный процесс, который объективно увеличивает риск природопользования, поскольку природные ресурсы сокращаются значительно быстрее, чем формируется новые морально-этические нормы общества. Поэтому сегодня следует говорить о концепции поддерживаемого природопользования, но пока только со стороны экономики. Поддерживаемое природопользование – это и есть эколого-экономические компромиссы. Оно обеспечивается в области: *экономики* – человеческим капиталом и технологиями, *социологии* – современными жизненными стандартами, *экологии* – возможностями управлять ресурсами планеты. Поддерживаемое природопользование выражается в *когеренции* (институциональная сплоченность форм сотрудничества различных секторов экономики и политики), *комплиментарности* (гармонизация и координация помощи развивающимся странам), *стратегических средствах* (программы развития, предупреждения политических кризисов, глобальная рамочная схема условий развития и др.), в *глобализации ценностей*.

Но эта поддерживаемая устойчивость не должна чрезмерно уклоняться в сторону максимального повышения прибыли в ущерб сохранению природы. Глобальный экономический кризис 2008-2010 г.г. это подтвердил и по характеру и скорости погружения и выхода из него стал своеобразным критерием устойчивости. Главная причина кризиса очевидна, это виртуальность современной глобальной экономики. Финансовые потоки (суть виртуальные) многократно превышают товаропотоки и производство реального сектора экономики. Сегодня 80 % экономического богатства цивилизации имеет нематериальную форму. Например, США – крупнейший мировой экономический центр – одновременно и страна, живущая в долг. По данным министерства финансов США в июне 2010 г. государственный долг страны составлял 13.6 трлн. долларов или 60 % ВВП (Рациональное природопользование: международные программы, российский и зарубежный опыт. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2010. 412 с.). Экономиче-

ские показатели должны включать стоимость использования природных ресурсов и экологических услуг, иначе будет создаваться иллюзорное представление о прогрессе развития, что в последствии приведет к усилению природно-антропогенных аварий, бедствий и катастроф.

1.2. Российская специфика риска природопользования

В Российской Федерации риск природопользования в целом рассматривается как количественная оценка опасности. В мировой практике приемлемым уровнем индивидуального риска обычно считается 1×10^{-5} в год – для людей, занятых на производстве, и 1×10^{-6} в год – для всего остального населения, а пренебрежимо малым риском – 1×10^{-7} в год (Бондарь В.А., Попов Ю.П. Риск, надежность и безопасность // Безопасность труда в промышленности. 1997. № 10. С. 39-47). В России и странах СНГ реальный риск производственных процессов на порядок выше и составляет 1×10^{-4} в год (т.е. 14 тысяч погибающих на 140 млн. работающих). При этом только 20 % аварий и катастроф провоцируются природными процессами, а большинство носит антропогенный (техногенный) характер. Около 64 % аварий и катастроф происходит за счет нарушения правил эксплуатации техники и 16 % за счет некачественного строительства и монтажа оборудования (Калыгин В.Г. Промышленная экология. М.: Изд-во МНЭПУ, 2000. 240 с.).

В конце XXI века за счет экономического роста, снижения аварийности на производстве и повышение качества прогноза опасных процессов, общий уровень риска природопользования снизился. Появились оптимистические оценки индивидуального риска смертности. За 1997-2001 г.г. этот риск составляет 8.5×10^{-6} чел./год. Минимальный риск – менее 1×10^{-6} чел./год – характерен для бывшего Усть-Ордынского и Эвенкийского АО, Республики Хакасия. Максимальный риск – более 40×10^{-6} чел./год – для Чукотского и Корякского АО, Псковской области (Радаев Н.Н. Обоснование уровней рисков в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера // Известия РАН. Серия географическая. 2003. № 5. С. 74-86).

В Российской Федерации проблема опасных природных процессов и риска природопользования приобрела общегосударственный статус. Действуют законы: «О безопасности» от 05.03.1992 г. № 2446-1; «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21.12.1994 г. № 68-ФЗ. Указы Президента: «Вопросы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий» от 02.08.1999 г. № 953; «О совершенствовании единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС» от 28.08.2003 г. № 991. Постановления Правительства РФ: «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации ЧС» от 05.11.1995 г. № 1113; «О классификации ЧС природного и техногенного характера» от 13.09.1996 г. № 1094; «О силах и средствах Единой государственной системы предупреждения и ликвидации

ЧС» от 03.08.1996 г. № 924; «О порядке сбора и обмена в РФ информацией в области защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера» от 24.03.1997 г. № 334; «О внесении дополнений и изменений в положение о Единой государственной системе предупреждения и ликвидации ЧС» от 10.04.2002 г. № 227; «О подготовке населения в области защиты от ЧС природного и техногенного характера» от 04.09.2003 г. № 547 и др. Действуют стандарты: 1) ГОСТ 22.0.05-94 – Техногенные ЧС. Термины и определения. 2) ГОСТ 22.0.06-95 – Источники природных ЧС. Поражающие факторы. 3) ГОСТ 22.0.11-99 – Предупреждение природных ЧС. Термины и определения. 4) ГОСТ 22.1.01-95 – Мониторинг и прогнозирование. Основные положения. 5) ГОСТ 22.1.02-95 – Мониторинг и прогнозирование. Термины и определения. 6) ГОСТ 22.1.06-99 – Мониторинг и прогнозирование опасных геологических явлений и процессов. Общие требования. 7) ГОСТ 22.1.07-99 – Мониторинг и прогнозирование опасных метеорологических явлений и процессов. Общие требования. 8) ГОСТ 22.1.08-99 – Мониторинг и прогнозирование опасных гидрологических явлений и процессов. Общие требования. 9) ГОСТ 22.0.01-94 – Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Согласно этим нормативным документам риск в природопользовании определяется как вероятность наступления неблагоприятных последствий в результате принятия и реализации того или иного управленческого решения по вопросам национальной, региональной или локальной эксплуатации природных ресурсов и в процессе использования естественных условий функционирования сооружений, технологической линий, производств и т. п., потребляющих эти ресурсы в пределах и за пределами нормативного срока их работы. Государственная политика Российской Федерации в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций определяется как совокупность научно обоснованных положений, правовых и экономических норм, применяемых с целью защиты людей, объектов экономики и окружающей природной среды, и организационных мер, предпринимаемых органами власти по разработке долгосрочных целевых программ в области мониторинга, прогнозирования, предупреждения, смягчения, ликвидации чрезвычайных ситуаций и их осуществления специально предназначенными для этого органами, их силами и средствами. Для осуществления этой политики создана Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Она состоит из территориальных и функциональных подсистем и имеет 5 уровней: федеральный, региональный, территориальный, местный, объектовый. Каждый уровень включает: 1) координирующие органы; 2) органы управления, специально уполномоченные для решения задач в области защиты от чрезвычайных ситуаций; 3) органы повседневного управления; 4) силы и средства, резервы финансовых и материальных ресурсов; 5) системы связи, оповещения и информации (Акимов В.А., Воробьев Ю.Л., Фалеев М.И. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера. М.: Абрис, 2012. 592 с...

В МЧС РФ создана классификация чрезвычайных ситуаций (Табл. 1.1). Они разделены в зависимости от количества людей, у которых оказались нарушенными условия жизнедеятельности, от размера материального ущерба, границ распространения поражающих факторов.

Табл. 1.1

Классификация природных и техногенных чрезвычайных ситуаций

Чрезвычайная ситуация	Количество пострадавших людей	Количество людей, у которых были нарушены условия жизнедеятельности	Материальный ущерб (кол-во минимальных размеров оплаты труда в день)	Границы зоны чрезвычайной ситуации	Ликвидация чрезвычайной ситуации
Локальная	менее 10	менее 100	менее 1 тыс.	Территория хозяйственного объекта	Силами и средствами организации
Местная	10-50	100-300	1-5 тыс.	Территория населенного пункта, города, района	Силами и средствами органов местного управления
Территориальная	50-500	300-500	5-500 тыс.	Территория субъекта РФ	Силами и средствами органов исполнительной власти субъекта РФ
Региональная	50-500	500-1000	0.5-5 млн.	Территория двух субъектов РФ	Силами и средствами органов исполнительной власти субъектов РФ
Федеральная	более 500	более 1000	более 5 млн.	Территория более чем двух субъектов РФ	Силами и средствами органов исполнительной власти субъектов РФ
Трансграничная	-	-	-	Территория поражающих факторов выходит за пределы РФ	По решению Правительства РФ в соответствии с нормами международного права и международными договорами РФ

При планировании и реализации крупных народно-хозяйственных проектов разрабатываются технические решения по предупреждению чрезвычайных ситуаций, источниками которых являются опасные природные процессы, в соответствии с СП 11-107-98. Такие решения должны включать в себя: 1) сведения о природно-климатических условиях в районе расположения объекта строительства; 2) оценку частоты и интенсивности проявлений опасных природных процессов, категорию их опасности в соответствии со СНиП 22-01-95; 3) мероприятия по инженерной защите территории хозяйственного объекта, зданий, сооружений и оборудования от опасных геолого-геоморфологических процессов (СНиП 2.01.15-90, СНиП 11-7-81, СНиП 2.01.09-91), затоплений и подтоплений (СНиП 2.06.15-85), экстремальных ветровых и снеговых нагрузок, наледей, природных пожаров, молниезащита и т.д.; 4) характеристика существующих и проектируемых систем мониторинга опасных природных процессов; 5) сведения и характеристики систем безаварийной остановки технологического процесса при стихийных бедствиях; 6) решения по обеспечению устойчивости пунктов и систем управления производством, безопасностью персонала и возможностей управления при стихийных бедствиях; 7) сведения о наличии, местах размещения и характеристиках основных и резервных источников электро-, тепло-, газо- и водоснабжения, систем связи; 8) сведения о наличии и размещении резервов материальных средств для ликвидации последствий стихийных бедствий на проектируемом объ-

екте; 9) решения по обеспечению беспрепятственной эвакуации людей с территории объекта; 10) решения по обеспечению беспрепятственного ввода и передвижения на объекте сил и средств, используемых для ликвидации последствий стихийных бедствий.

Государственное управление риском природопользования строится на основе ряда специфических принципов: 1) законность управления; 2) комплексный подход к решению вопросов природопользования и охраны окружающей среды; 3) сочетание бассейнового и административно-территориального принципов организации управления природопользованием и охраной окружающей среды; 4) разделение хозяйственно-эксплуатационных и контрольно-надзорных функций при организации деятельности специально уполномоченных государственных органов. По распоряжению Правительства РФ от 04.07.1997 г. № 316 ВНИИ по проблемам ГО и ЧС была разработана Федеральная программа «Снижение рисков и смягчение последствий ЧС природного и техногенного характера в РФ, 2005 г.». Она подготовила правовую и методическую базы для нормирования допустимого риска, экономические механизмы стимулирования деятельности по снижению риска и смягчению последствий чрезвычайных ситуаций.

В Институте геоэкологии РАН созданы тематические цифровые карты опасных природных процессов для всей территории России в масштабе 1 : 5 000 000. В 2011 г. на базе Института космических исследований РАН при поддержке Федерального космического агентства создана Единая система дистанционного мониторинга опасных природных процессов.

МЧС России издало приказы: «Об утверждении положения о региональном центре по делам ГО, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий» от 17.01.2003 г. № 22; «Об утверждении требований по предупреждению чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах и объектах жизнеобеспечения» от 28.02.2003 г. № 105; «Об утверждении примерного положения об органе, специально уполномоченном решать задачи гражданской обороны, задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, в составе или при органе исполнительной власти субъекта Российской Федерации и органе местного самоуправления» от 18.06.2003 г. № 317. В них изложены стратегические направления деятельности по укреплению контроля за опасными природными процессами, стихийными бедствиями и катастрофами.

Внимание к проблеме экологической безопасности и риска вызвано тем обстоятельством, что в России (а ранее – в СССР) в последние десятилетия XX века резко возрос материальный ущерб, смертность и травматизм среди населения в результате стихийных бедствий и катастроф². За период 1965-1999 г.г. погибло более 4.5 тысяч человек, а пострадало около 540 тысяч человек. Основные потери среди населения произошли в результате: наводнений (30 %), ополз-

² Вообще понятие «риск» не только тесно связано, но и не может существовать без понятия «ущерб». Если риск есть возможное отрицательное отклонение, то ущерб есть практическое отрицательное отклонение в производственном процессе. Риск – это не только гипотетическая возможность наступления ущерба, риск реализуется и приобретает конкретные зримые очертания только через ущерб.

ней и обвалов (21 %), лавин и ураганов (по 14 %), селей и переработки берегов (по 3 %). Материальный ущерб наиболее высок при плоскостной и овражной эрозии (24 %), подтоплении (14 %), наводнениях и переработке берегов (по 13 %), оползнях и обвалах (11 %), землетрясениях (8 %). Наибольшую опасность для жизни населения и состояния хозяйственной инфраструктуры представляют землетрясения. Только в результате двух землетрясений на о. Шикотан (1994 г.) и о. Сахалин (Нефтегорск, 1995) погибло около 2 тысяч человек (Кофф Г.Л., Гусев А.А., Воробьев Ю.Л. Оценка последствий чрезвычайных ситуаций. М.: РЭФИА. 1997. 364 с.; Осипов В.И. Природные катастрофы и устойчивое развитие // Геоэкология. 1997. № 2. С. 5-18). Землетрясения являются самым опасным природным процессом на Земле, который приводит к максимальной гибели людей и материальному ущербу (Имаев В.С., Барышников Г.Я., Лузгин Ю.Н. и др. Архитектура сейсмоопасных зон Алтая. Барнаул: АГУ, 2007. 233 с.).

В России масштаб катастроф и ущерб от них также весьма значительны: землетрясение на Сахалине (май 1995 г.) полностью разрушило город Нефтегорск, погибло более 2000 человек, ущерб превысил 200 млн долл.; наводнение на Лене (май 2001 г.) вызвало ущерб более 200 млн долл. Прямой ущерб от природно-техногенных катастроф составляет сейчас в нашей стране более 1 трлн руб. (30–40 млрд долл.) в год, а с учетом косвенных ущербов потери достигают 3% ВВП. Среднегодовое количество потерь от наводнений в России составляет 1,4 млрд долл., от лесных пожаров – 470 млн долл. в год. Подъем уровня Каспия и затопление его берегов в 1978–1995 гг. сопровождалось ущербом в 6 млрд долларов (Осипов В.И. Природные опасности и стратегические риски в мире и России // Экология и жизнь. 2009. № 11-12. С.5-15). По материалам Международного банка данных стихийных бедствий в 2000-2008 гг. в мире в результате геолого-геоморфологических катастроф погибло: землетрясения и вызванные ими цунами – 451 278; лавины и оползни – 6699 чел.; извержения вулканов – 221 чел.; другое – 13296 чел.

Для городов России, где сосредоточена основная масса населения страны, главную опасность представляют следующие опасные природные процессы: наводнения – подвержено 746 городов; оползни и обвалы – 725 городов; смерчи – 500 городов; землетрясения – 103 города (Осипов В.И. Природные катастрофы на рубеже XXI века // Вестник РАН. 2001. № 4. С. 291-302). Опасные природные процессы на территории крупных городов наносят максимально большой ущерб, в связи с чем в последние годы активно разрабатываются методики их оценки (Демьянович Н.И. Оползни как один из факторов природного и техногенного риска на территории города Иркутска // Геоэкология. 2011. № 4. С. 354–361; Лапердин В.К., Имаев В.С., Верховин И.И., Качура Р.А., Имаева Л.П. Опасные геологические процессы на юге Якутии и сопредельных территориях. Иркутск: ИЗК СО РАН, 2011. 240 с.; Имаев В.С., Смекалин О.П., Стром А.Л. и др. Оценка сейсмической опасности г. Улан-Батор (Монгольская Народная Республика) по результатам сейсмогеологических исследований // Геология и геофизика. 2012. № 9. С.

1182–1193; Рыбкина И.Д. Оценка экологической опасности в центрах систем расселения. Региональный и локальный уровни исследования. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. 229 с.). Материальный ущерб от опасных геоморфологических процессов исчисляется миллиардами рублей в год, а разовый до 3-4 млрд. рублей (Табл. 1.2).

Табл.1.2

Ущерб от опасных геоморфологических процессов на территории Российской Федерации
(Управление риском. М.: Наука. 2000. 431 с.)

Процесс	Количество подверженных городов	Ущерб, млрд./руб. в год	
		Возможный разовый	Среднемноголетний
Оползни и обвалы	725	0.135	8.1-13.5
Эрозия плоскостная и овражная	734	2.025	23.8-28.8
Эрозия речная	442	0.00675	13.5
Землетрясения	103	135	6.8-10.6
Сели	9	0.675	0.00675
Переработка берегов	53	0.0675	15.8

В 2005 г. под эгидой МЧС России вышел Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации, а в последующие годы подобные атласы для отдельных федеральных округов, в частности, Сибирского. В этих картографических произведениях представлены подробные карты для всей территории России и отдельных крупных ее регионов, где отражены все опасные природные процессы, проведена их классификация и градация, комплексное и частное районирование территории, оценка риска. В Атласе показано, что на территории Российской Федерации наблюдается более 30 видов опасных природных процессов и явлений. Наиболее тяжелые социально-экономические последствия влекут за собой землетрясения, наводнения, засухи, лесные пожары и сильные морозы.

В Российской Федерации около 40 % территории, на которой проживает более 20 млн. человек, является сейсмоопасной. Здесь высока вероятность возникновения землетрясений с интенсивностью более 6 баллов, а риск природопользования усугубляется еще и тем, что в этих районах располагаются атомные, гидро- и тепловые электростанции и другие хозяйственные объекты повышенной экологической опасности. В районах Северного Кавказа, Сахалина, Камчатки, Курильских островов, Прибайкалья возможны землетрясения силой до 8-9 баллов; площадь этих районов составляет 9 % территории России. Наибольшая повторяемость опасных землетрясений (7 баллов и более), которые могут вызывать разрушения, наблюдается на Камчатке и Северном Кавказе. В пределах сейсмически опасных районов расположено 330 крупных населенных пунктов, в том числе 103 города. Опасность представляют и слабосейсмичные районы европейской части России, в том числе Кольский полуостров, Карелия, Южный Урал, Поволжье, Приазовье, где зарегистрированы землетрясения силой до 5-6 баллов, а на Южном Урале – до 7-8 баллов. Повторяемость их невелика: один раз в 1-5 тысяч лет.

Камчатка и Курильские острова подвержены опасности вулканических извержений: из 69 действующих на территории России вулканов, 29 расположены на Камчатке и 40 на Курильских островах. Потухшие вулканы расположены на Кавказе и в районе Минеральных Вод. На Курило-Камчатской вулканической дуге слабые извержения вулканов наблюдаются практически ежегодно, сильные – раз в несколько лет, катастрофические – раз в 50-60 лет.

С сейсмичностью и подводным вулканизмом тесно связана опасность возникновения цунами, воздействию которых в России подвержены участки берегов Камчатки, Курильских островов, Сахалина и Приморья. Под угрозой находятся территории 14 городов и нескольких десятков населенных пунктов. Повторяемость цунами силой 4 балла случаются раз в 50-100 лет, а менее слабые – в 10 раз чаще. Наиболее разрушительное цунами отмечено в октябре 1952 года, когда почти полностью был разрушен город Северо-Курильск, погибло около 14 тысяч человек. Сейчас, когда прошло полвека, повторение цунами вновь возможно.

Подверженность территории Российской Федерации опасным геоморфологическим процессам и их интенсивность возрастают с севера на юг и с запада на восток страны. Так, оползнеопасные районы занимают около 40 % площади Российской Федерации. Наибольшую опасность представляют оползни, которые развиваются на территории 725 городов на Северном Кавказе, Камчатке, Сахалине, в Забайкалье, Поволжье. Что касается лавин, то больше всего их происходит с по сезонам года декабря по март на Северном Кавказе, Алтае, Сахалине и в Забайкалье. Максимальный объем снежных лавин на Северном Кавказе и Алтае может достигать нескольких миллионов кубических метров. А в районах с высокой снежностью, таких как, Северный Кавказ, Алтай, Саяны, Сахалин, Хибины, Северный Урал, Сихотэ-Алинь, Камчатка, Корякское нагорье, возможен сход даже нескольких лавин за одну зиму из одного лавиносбора. Во всех горных районах они возможны в среднем один раз в 7-10 лет.

К опасным склоновым процессам относятся и сели, которые подразделяются специалистами по своему составу на водоснежные, водокаменные и грязекаменные. К селеопасным относятся 20 % страны, наиболее селеопасные районы расположены на Северном Кавказе, Алтае, Саянах, Прибайкалье и Забайкалье, Камчатке и Сахалине. Большую опасность представляют и пульсирующие ледники. Так, резкая подвижка ледника Колка в Кармадонском ущелье в Северной Осетии, происшедшая 20 сентября 2002 г., вызвала огромный водно-ледово-каменный сель, пронесшийся по долине реки Геналдон почти на 15 километров. Тогда погибли более сотни человек, был уничтожен поселок Нижний Кармадон, а также несколько баз отдыха.

К числу опасных относятся также эрозионные процессы, которые широко развиты в России. Плоскостная эрозия распространена повсеместно, где бывают интенсивные осадки, уже сейчас она затронула 56 % площади сельхозугодий. Наиболее интенсивно овражная эрозия развивается в Центрально-Черноземном районе европейской части России.

Практически ежегодно в Российской Федерации происходят крупные наводнения, а по площади охватываемых территорий и наносимому материальному ущербу эти стихийные бедствия даже превосходят все остальные. Потенциальному затоплению подвержена территория страны общей площадью 400 тысяч км², ежегодно затапливается около 50 тысяч км². Под водой в разное время могут оказаться более 300 городов, десятки тысяч мелких населенных пунктов, множество хозяйственных объектов, более 7 миллионов гектаров сельскохозяйственных угодий. Среднемноголетний ущерб от наводнений составляет около 43 миллиардов рублей.

К метеорологическим природным опасностям относятся шквалы, ураганы, тайфуны, градобития, смерчи, катастрофические ливни, грозы, метели, снегопады. Чаще всего обильные снегопады наблюдаются в горных и прибрежных районах, характеризующихся интенсивной циклонической циркуляцией. К таким районам относятся Северный Кавказ, Алтай и Западные Саяны, Приморье, Камчатка и хребет Сихотэ-Алинь. Повторяемость сильных снегопадов здесь бывает чаще одного раза в год, а на Камчатке 5-8 раз за год. На европейской части России повторяемость таких снегопадов значительно меньше - раз в 2-10 лет.

Весьма опасными по своим последствиям являются засухи. На территории России им в наибольшей степени подвержены Поволжье и Северный Кавказ, здесь эти опасные природные явления отмечаются каждые 2-3 года. Засухи, как правило, сопровождаются крупномасштабными пожарами, наносящими огромный материальный ущерб, особенно регионам Сибири и Дальнего Востока. Наблюдения за лесными пожарами ведутся только в зоне активной охраны лесов, охватывающей 2/3 общей площади лесного фонда страны. При этом средняя площадь одного пожара в несколько раз больше, чем в Западной Европе и Северной Америке.

Консалтинговой компанией «Oxfam» был проведен глобальный мониторинг стихийных бедствий в 140 странах мира (результаты имеются в свободном доступе в Интернете). Установлено, что их число со временем постепенно возрастает – со 133 в 1980 г. до 350 в 2010 г. В эти годы человеческая популяция в странах, подверженных стихийным бедствиям, по численности сильно возросла. И это означает, что все большее число людей находятся в области риска. К 2009 г. количество жертв стихии возросло до 250 млн. человек, а к 2015 году специалисты «Oxfam» прогнозируют увеличение числа пострадавших до 375 млн.

По последним данным Всемирного банка ущерб для мировой экономики от стихийных бедствий и катастроф в 1980-2012 годах составил 3,8 триллиона долларов. Об этом сообщается в отчете Всемирного банка за 2013 г., который использовал при подсчетах данные швейцарской перестраховочной компании Munich Re (см. сайт www.worldbank.org). В начале исследованного периода ущерб составлял в среднем 50 миллиардов долларов в год, а к настоящему времени вырос до 200 миллиардов долларов в год. Две трети от суммы в 3,8 триллиона пришлось на ущерб от штормов, наводнений и засух, жертвами которых стали около 2,5 миллиона человек.

Среди причины такого стремительного роста масштабов стихийных бедствий, катастроф и ущерба от них следует назвать рост численности населения и объемов промышленного производства, продолжающаяся высокими темпами урбанизация, непрекращающаяся деградация природной среды, глобальное потепление климата и т.д. Все это приводит к росту числа и масштабов опасных природных процессов и, как следствие, риска природопользования, и снизить его можно, только разрабатывая превентивные меры регулирования опасных природных процессов, снижения уязвимости социальной и материальной сфер, иными словами, повышения их защищенности от стихийных бедствий и катастроф. К числу таких мер можно отнести: 1) управление опасными природными процессами; 2) упорядочение хозяйственной деятельности и рациональное использование территорий в обстановке риска природопользования; 3) превентивные меры; 4) создание технических системы предупреждения и экстренного реагирования; 5) принятие своевременных управленческих решений; 6) страхование от риска природопользования. Численность населения Земли в 1975 г. превысила 4 млрд. чел., в 1987 г. – 5 млрд. чел., в 1999 г. – 6-млрд. чел., в 2013 г. – 7 млрд. человек. Стремительный рост населения планеты вынуждает осваивать малопригодные для проживания и ведения хозяйства территории, а часто и просто опасные участки: склоны гор и холмов, поймы рек периодического затопления, заболоченные и прибрежные территории и др. Ситуация усугубляется тем, что в развивающихся странах при освоении таких земель, как правило, не ведется должной инженерной подготовки, не создается необходимая инфраструктура, используются конструктивно несовершенные проекты зданий и сооружений. Гибель людей оказывается выше всего именно там, где быстрый рост городов происходит без соответствующих инвестиций в инженерную подготовку территорий и повышение надежности городских объектов. Не менее важной причиной увеличения масштабов ущерба от природных бедствий оказывается и стремительный рост мировой экономики: в XX веке – в 20 раз, также техногенных аварий (Парамонов Е.Г. Техногенные системы и экологический риск. Барнаул: АГУ, 2006. 100 с.; Осипов В.И. Природные опасности и стратегические риски в мире и России // Экология и жизнь. 2009. № 11-12. С.5-15).

Таким образом, проведенный анализ показал, что геолого-геоморфологические процессы занимают ключевые позиции по угрозе материального ущерба, жизни и здоровью населения, создают условия для роста природной опасности и риска природопользования. По этому поводу в МЧС Российской Федерации была проведена типизация природных процессов, где они ранжированы по уровню нанесения материального ущерба (Табл. 1.3).

Существенным в данных обстоятельствах является и тот фактор, что человек в последние годы активно осваивает территории, которые ранее считались непригодными для проживания по природно-климатическим показателям. Это вызывает масштабную активизацию опасных процессов природно-техногенного генезиса: подтопление, переработка берегов водохранилищ,

наведенная сейсмичность и др.. Хозяйственное освоение новых территорий сопряжено и с низким уровнем прогноза опасных природных процессов, с несовершенством знаний об их закономерностях, со стратегическими просчетами в политике экологической безопасности, которая направлена в основном на ликвидацию последствий стихийных бедствий, а не на их профилактику. Эта ситуация характерна и для высокоразвитых государств Запада (Природные опасности России. Сейсмические опасности / Под общей ред. В. И. Осипова и С. К. Шойгу. М.: КРУК, 2000. 297 с.; Природные опасности России. / Под общ. ред. В. И. Осипова и С. К. Шойгу. Т. 3: Экзогенные геологические опасности. М.: КРУК, 2002. 345 с.). Для Российской Федерации особую актуальность имеют вопросы оценки риска при сооружении и эксплуатации крупных гидротехнических сооружений и сопровождающих их водохранилищ, поскольку в России часто сооружаются целые каскады ГЭС на больших реках, таких как Ангара, Енисей, Волга (Козырева Е.А., Рыбченко А.А., Мазаева О.А, и др. Опасные инженерно-геологические процессы зоны влияния байкало-ангарской гидротехнической системы // ГеоРиск. 2012. № 3. С. 46–55).

Табл.1.3

Типизация природных процессов на территории Российской Федерации по степени опасности (Шойгу С.К. Основы государственного регулирования мероприятий по обеспечению сейсмической безопасности России. М.: РЭФИА. 1997. 136 с.)

Природные процессы и явления	Типы процессов по степени опасности					
	Чрезвычайно опасные	Весьма опасные	Опасные	Умеренно опасные	Мало опасные	Незначительно опасные
	Интенсивность процесса (в баллах)					
Наводнения	*	*	*	*	*	*
Ураганы, смерчи	*	*	*	*	*	*
Цунами	*	*	*	*	*	*
Землетрясения	*	*	*	*	*	*
Оползни, обвалы	*	*	*	*	*	*
Снежные лавины	*	*	*	*	*	*
Сели	*	*	*	*	*	*
Переработка берегов		*	*	*	*	*
Карст		*	*	*	*	*
Эрозия плоскостная			*	*	*	*
Эрозия речная			*	*	*	*
Суффозия			*	*	*	*
Набухание грунтов			*	*	*	*
Просадочность грунтов			*	*	*	*
Термокарст				*	*	*
Наледобразование				*	*	*
Термоэрозия				*	*	*
Солифлюкция					*	*
Характеристика возможного ущерба	Массовые разрушения на больших площадях, жертвы 25-200 чел., ущерб более 500 млн. \$	Массовые разрушения на ограниченных площадях, жертвы до 25 чел., ущерб до 500 млн. \$	Сильные и умеренные разрушения на локальных участках, единичные жертвы, ущерб до 150 млн. \$	Умеренные, реже сильные разрушения, как правило, без жертв, ущерб до 15 млн. \$	Повреждения и умеренные разрушения, ущерб до 1.5 млн. \$	Небольшие повреждения некапитальных объектов и линейных сооружений, ущерб до 150 тыс. \$

Для принятия эффективных управленческих решений в системе природопользования необходима информация об уровнях опасностей и угроз для нее и их зависимости от различных факторов. Для получения такой информации необходим специальный инструментарий: методы, модели, методики, алгоритмы, поскольку при анализе кризисных явлений современной России необходимо идентифицировать, оценивать и прогнозировать опасности и угрозы, риск природопользования, которые существенно влияют на состояние национальной безопасности, жизнедеятельности государства и его населения. Это стратегические направления при оценке риска природопользования в России. Под ними понимаются такие сочетания вероятностей возникновения неблагоприятных событий, кризисных явлений и катастрофических ситуаций и ущерба от них, которые существенно снижают уровень защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства (Акимов В.А. Опасности и угрозы современной России // Природные и техногенные риски. 2011. № 1. С. 21-27; Васильев О.Ф. Создание систем оперативного прогнозирования половодий и паводков. //Вестник РАН. 2012. Т. 2. № 3. С. 237-242).

Таким образом, опасные природные процессы и риск природопользования являются сегодня важными проблемами как в теоретическом, так и прикладном аспекте геоэкологии. Актуальность их оценки для разных уровней организации природно-территориальных комплексов, видов и отраслей природопользования – от локальных до глобальных, различных административных и геополитических образований – от муниципальных образований до отдельных стран и их содружеств несомненна. Именно поэтому сегодня требуется разработка теоретических и методологических основ, новых методических приемов геоэкологического подхода.

ГЛАВА 2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Обоснование главных понятий и принципов исследований

Для возникновения опасности должен существовать ее объект – от чего она исходит и субъект – на что она направлена. Это приводит к зарождению опасных субъект-объектных отношений, информационного поля. При разработке геоэкологических методов оценки риска хозяйственной или иной деятельности необходимо учитывать то обстоятельство, что понятие «риск» можно применять только для субъекта, подверженного опасности. Риск – это осознанная субъектом (человеком) опасность природного процесса или его техногенного аналога при осуществлении той или иной деятельности. То есть, при отсутствии действия со стороны субъекта отсутствует и риск. Наиболее фигурально это выражено у В.С. Диева, который утверждает, что риск всегда связан с человеком и решением, которое он принимает; без них не возникает рискованная ситуация, нет и риска (Диев В.С. Риск в междисциплинарном контексте: концептуальные основания анализа и оценки // Вестник РГНФ. 2006. Т. 4(45). С. 85-91).

Для наличия в действиях человека риска должен быть выполнен ряд условий: 1) реальная возможность отклонения от предполагаемой цели деятельности; 2) вероятность достижения желаемого результата; 3) отсутствие уверенности в достижении поставленной цели; 4) возможность наступления неблагоприятных последствий в процессе или после достижения предполагаемой цели деятельности; 5) ожидание опасности в результате выбранной альтернативы деятельности (Альгин А.П. Риск, его роль в общественной жизни. М.: Мысль. 1989. 187 с.).

Понятие риска основывается на придании будущей опасности априорного статуса настоящего. Такая ситуация возможна только в том случае, когда имеются более менее надежные технологии оценки риска природопользования, дающие нам в руки альтернативы деятельности. Тогда не только возможно, но и необходимо принимать решения в ситуации неопределенности. Значит, риск предполагает ситуацию обязательного принятия решения и последующего за ним действия по разработанному алгоритму. Из одной только возможной опасности еще не следует никакого риска, лишь мнимая угроза, против которой, уже в случае принятия решения действовать тем или иным образом, необходимо будет что-либо предпринять.

Понятие «риск» всегда и везде подчинено категории альтернативности. Только тогда когда есть альтернатива выбора, мы говорим о риске. Альтернатива выбора бывает трех видов.

А. Есть два варианта, при которых можно: а) получить маленькую выгоду, совершая проверенные действия; б) получить большую выгоду, совершая непроверенные действия.

В. Есть три варианта в процессе рискованных действий: а) получить выгоду; б) не получить выгоду – остаться «при своих»; в) понести потери.

С. Есть два варианта: а) совершать рискованные действия и получить выгоду; б) никаких действий не совершать, чтобы не понести потерь.

Во всех других случаях к действиям субъекта (человека) категория риска не применима. Например, при наличии у субъекта альтернативы отказа от деятельности, тем не менее, совершение им таковой с заранее известным отрицательным результатом есть: а) небрежность или халатность – если субъект не приложил всех возможных усилий к получению информации о негативных последствиях деятельности и соответствующих мерах по смягчению или устранению этих последствий; б) преступность – если субъект сознательно действовал с умыслом нанести вред другим лицам или хозяйственным объектам; в) безрассудство – если субъект сознательно действовал с умыслом нанести вред самому себе.

Но субъект не может имплицитно присутствовать в решении действовать, т.к. всякий субъект обладает собственной индивидуальной системой предпочтений. Его главная задача – выбрать то решение, риск реализации которого минимален. Поэтому риск – это сознательный выбор, и субъект должен обладать рациональной основой для принятия благоразумных решений в условиях неопределенности, что позволит ему сравнивать различные варианты действий и выбирать тот, который наиболее полно соответствует его целям, оценкам и системе ценностей (Диев В.С. Философская парадигма риска // ЭКО, 2008. № 12. С. 27-38).

Наиболее удачное разграничение понятий «риск» и «опасность» проведено Л.И. Мухиной (Мухина Л.С. Экологические опасности // Проблемы экологической безопасности региона. М.: ИГ РАН. 1997. С. 40-61). Она призывает обратиться к этимологическому смыслу этих слов, поскольку в последние годы термин «опасность» стал подменяться термином «риск», а это неправомерно. При одной и той же опасности риск в деятельности разных субъектов будет различным. Степень риска зависит не только от вида и уровня опасности, от характера деятельности, но и от тех возможностей и навыков, которыми обладает субъект и которыми он руководствуется для принятия мер безопасности, снижения риска. Смешение понятий опасность и риск приводит к тому, что появляются некорректные термины типа «зона риска», «очаг риска», вместо «зона опасности», «очаг опасности». Риск связан с деятельностью. Поэтому правильными будут выражения: «риск ведения сельского хозяйства», «риск строительства», «риск использования продуктов питания», «риск управления», «риск соседства с опасным объектом».

В этой связи уместно сослаться на недавнюю разработку американских ученых в штате Аризона, в которой понятия природная опасность и риск четко разграничены. Авторы, ссылаясь на федеральную статистику жертв от опасных природных процессов (ежегодно в США страдает от них – около 1 млн. человек, погибает около 350 и получают ранения около 1000 человек), заостряют внимание на том, что для предотвращения жертв и потерь важно не только изучать опасные природные процессы, но и стремиться к составлению комплексных планов защиты от

стихийных бедствий на уровне округов в каждом штате, подверженном опасности, с тем чтобы риск от запланированной деятельности сводился к минимуму (Srivastava R., Laurian L. Natural hazard mitigation in local comprehensive plans. A case of flood, wildfire and drought planning in Arizona // Disaster Prevention & Managing. 2006. Vol. 15. № 3. P.P. 461-483).

Неоднородность окружающего мира обуславливает неоднородность объектов опасности, которые должны быть типизированы. Дабы не свести типизацию объектов опасности к типизации всего окружающего мира, будем, вслед за С.М. Мягковым (Мягков С.М. География природного риска. М.: МГУ. 1995. 222 с.), считать, что все виды опасности можно различать по положению их источника: в обществе, в природе, в техносфере. Нами в диссертации рассматривается только природная опасность. Руководящим соображением при этом является то, что применительно к природным процессам понятие «опасность» относится к тем возможным реальным или потенциальным негативным воздействиям, которые от человека непосредственно не зависят. Поэтому, в целях упрощения модели-процедуры геоэкологического подхода к оценке риска природопользования, будем считать, что природные опасности объективны¹.

Природная опасность – это синергетическая форма отношения человека с природой (Пущаченко Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях. М.: Академия. 2004. 416 с.). Факторы природной опасности уникальны, отличны от факторов опасности, которая исходит от общества (например, преступность) и от техносферы (например, травматизм на производстве). Эти факторы генерируются, контролируются и управляются человеком. Факторы природной опасности генерируются и управляются природой и их источник нам не подвластен. Можно исключить обвалы на дорожных выемках за счет искусственного укрепления склона, но нельзя исключить порождающую обвалы силу гравитации и физическое выветривание, приводящее к нарушению сплошности и устойчивости массивов горных пород.

Природная опасность – это процесс или явление природы, в определенных условиях представляющее угрозу для жизни, здоровья и благосостояния людей, хозяйственной инфраструктуры. В этом заключается ее коренное отличие от риска природопользования, поскольку *риск* – это действия человека, сознательно подвергающего себя опасности в надежде на получение выгоды. Если человек в силу каких-то обстоятельств не был информирован (или априори не знает) о наличии в своих действиях опасности, то он при этом и не рискует.

Риск – это своеобразный итог целенаправленных осознанных действий (политических, инвестиционных, организационных, технических, военных) субъекта-человека (инвестора, торговца, партии, муниципалитета, просто отдельного человека), которые осуществляются в усло-

¹ Хотя, понятно, что природные опасности тоже относительны. Землетрясение в слаборазвитых странах наносит больший ущерб, чем подобное же землетрясение в высокоразвитых странах, что связано с качеством строительства и возможностями его инвестирования. Землетрясение в густонаселенном районе наносит огромный ущерб, а подобное же по силе землетрясение в районе с отсутствием населения вообще никакого ущерба не наносит.

виях неопределенности. При этом восприятие риска строго отфильтровано и уложено в рамки различных социально-экономических клише, из которых и состоит общество. Например, грязная квартира уже рассматривается как угроза (риск проживания в ней) той частью людей, стандарты чистоты которых относительно завышены. Социальные нормы и общественные рамки играют решающую роль в отношении риска. Для каждой социально организованной формы существует специфический образец механизмов восприятия риска.

Наиболее удачное определение риска приведено в интерактивном Словаре по гражданской обороне МЧС Российской Федерации: «Риск – это возможная опасность какой-либо неудачи, возникшая в связи с предпринимаемыми действиями, а также сами действия, при которых достижение желаемого результата связано с такой опасностью».

В этой связи показательны оценки риска, проведенные в штате Луизиана (США) после урагана Катрина и наводнения в 2005 г. В проектах по восстановлению разрушенных районов предложено оценить возможные потери при выборе сценария «ничего не делать» или «делать слишком мало и слишком поздно». Внешние барьерные острова рассматриваются как «первая линия обороны» от мощных штормовых нагонов. Ее уничтожение волнами приведет к прямой потере расположенных за ней огромных территорий переувлажненных земель – уникального ландшафта США, к утрате рыбозаводных участков, снижению объемов рыболовства – основного занятия населения штата, а также к ликвидации нефтедобывающей инфраструктуры. Для оценки имеющихся людских и хозяйственных ресурсов взята полоса шириной 5 миль от линии барьерных островов, которая будет испытывать влияние любого из выбранных восстановительных проектов. Оценка риска проводилась по 6 категориям: 1) население и жилищное строительство; 2) общественная инфраструктура; 3) нефте- и газодобывающая инфраструктура; 4) транспортная инфраструктура; 5) инфраструктура водоустройства; 6) экономический ущерб. Проведенный анализ подчеркнул уникальность прибрежной территории, потеря которой будет невозполнима (Laska S., Wooddell G., Hagelman R. et al. At risk: the human, community and infrastructure resources of coastal Louisiana // J. of Coast. Res, 2005. Special Issue 44. P.P. 90-111).

Риск в качестве природного феномена может рассматриваться как ожидание опасности в процессе совершения действий по отношению к окружающей природной среде. Тем самым мы окончательно разграничивает смысл понятия «природная опасность», как условно объективной категории, не зависящей от человека, и смысл понятия «риск природопользования», как категории субъективной, непосредственно зависящей от человека.

Мера природной опасности – это вероятность наступления опасного события в окружающей природной среде. *Мера риска* – это величина ущерба, который человек понесет в результате известного опасного события в окружающей среде, к которому он так или иначе причастен или сам провоцирует, при известном (фактическом) уровне подготовки к этому событию.

Прогноз природной опасности показывает с учетом накопленного опыта и действующих в обществе механизмов природопользования тот опасный природный фон, на котором развивается данная хозяйственная деятельность. То есть мы можем сказать, что определенные (по силе, масштабу, скорости и т.д.) опасные природные процессы и явления на данной территории при данном виде хозяйственной деятельности возможны, о чем свидетельствуют нам эмпирически установленные факты (исторический опыт) или эвристические модели. Значит, мы прогнозируем возникновение природной опасности тогда, когда мы можем сказать, что известное опасное событие вполне вероятно (в той или иной степени и форме своего проявления), если параметры намечаемой хозяйственной деятельности будут отклоняться от некоторых оптимальных, т.е. рассчитанных и проверенных заранее и позволяющих избегать опасных ситуаций. И, как следствие, мы прогнозируем отсутствие природной опасности в противоположном случае, т.е., если все просчитано в сценарии, и действовать согласно этому сценарию, то мы избежим опасности. Как видите, хотя выше мы договорились об объективности категории «природная опасность», тем не менее, субъективные моменты заложены в ней генетически.

Прогноз риска в своем роде «накладывается» на прогноз природной опасности, может улучшать или ухудшать его, внося определенные субъективные моменты, такие как личные качества людей, принимающих решение, мотивация их поступков, фактическая материальная и психологическая подготовленность к действию, экономическая, политическая и социальная целесообразность реализации данного действия в данный отрезок времени в данном месте и т.д. Значит, даже если есть сценарий безопасного действия, риск все равно будет существовать, поскольку людям свойственно не следовать сценариям по разным причинам. Прогноз природного риска это еще и предсказание поведения людей в опасной ситуации. Под этим я и понимаю известный уровень подготовки к опасному событию, т.е. тот уровень, который существует фактически здесь и сейчас (с этими конкретными людьми), а не тот, который был рассчитан, исходя из некоторых оптимальных параметров деятельности при прогнозе природной опасности.

Анализ опасности – это выявление потенциальных событий, влекущих за собой реализацию опасности; анализ механизмов подобных событий, вероятности их возникновения; определение уязвимости территорий и степени риска для общества. *Анализ риска* – это процесс определения угроз безопасности системы и отдельных ее компонентов, определения их характеристик и потенциального ущерба, а также разработка мер защиты. Эти определения апеллируют в первом случае собственно к опасным событиям, во втором – к социально-экономическим системам, подвергающимся угрозе своей безопасности в процессе деятельности.

Риск связан с вопросами управления в природопользовании и эффективностью принимаемых решений по защите от экстремальных природных явлений, с рациональной коммуникацией внутри структур управления, ответственных за принятие этих решений, за составление и

утверждение планов по развитию хозяйства в условиях неопределенности (Bostrom A., Lofstedt R.E. Communicating risk: wireless and hardwired // Risk Analysis, 2003. Vol. 23. № 2. P.P. 241-248). Под управлением риском следует понимать комплекс взаимосвязанных, постоянно корректируемых и дополняемых организационно-административных, нормативно-правовых, экономических, инженерно-технических и других мероприятий и механизмов их реализации, направленных на уменьшение или предупреждение возможных или существующих потерь населения, объектов хозяйства и качества окружающей среды (Разиньков Н.Д., Задорожная Т.Н., Филатов Г.Ф. Некоторые подходы к управлению природно-техногенными рисками, их экологическими и социальными последствиями // Проблемы региональной экологии, 2007. № 1. С. 61-66). Стратегической целью управления является уменьшение риска природопользования, повышение надежности сооружений и коммуникаций, уменьшение материальных потерь от природно-техногенных аварий (Радаев Н.Н. Эффективность принимаемых решений по защите от экстремальных природных явлений // Автоматика и телемеханика, 2002. Т. 93. № 4. С. 24-26).

В диссертации разработана модель-процедура прогноза сценариев природопользования в зависимости от характера (особенностей) природной опасности и риска (Рис. 2.1).

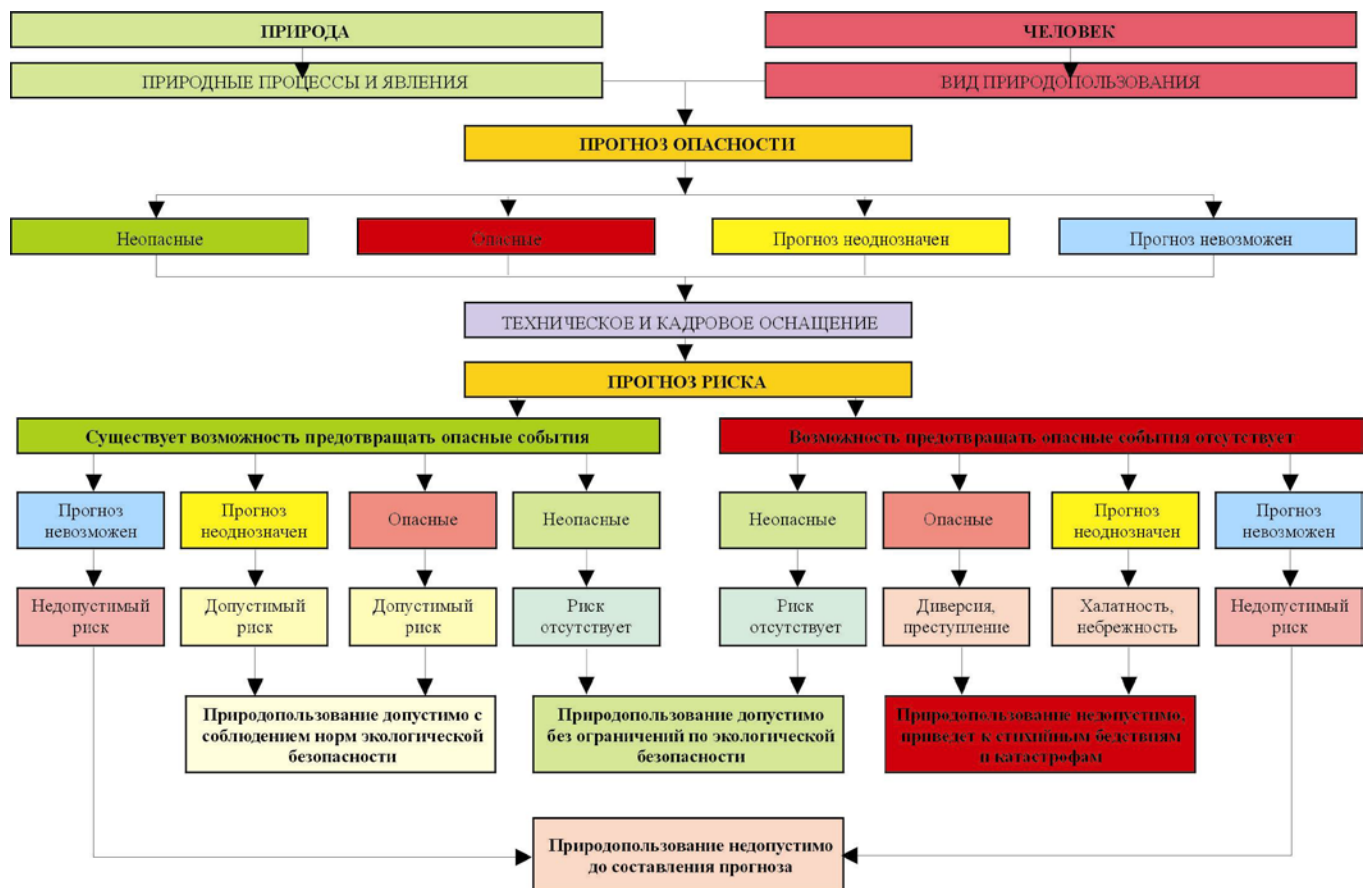


Рис.2.1. Концептуальная модель взаимоотношения природной опасности и риска природопользования

Природная опасность генерируется *источником опасности*. Источник опасности в свою очередь обуславливает формирование *видов природной опасности*. Например, тектонические движения по активным разломам в земной коре приводят к формированию обвалов на крутых скалистых склонах, развитию активной эрозии в ущельях и каньонах. В этом примере активный разлом – это источник опасности, обвалы и эрозия – это виды опасности.

Пространственное распределение опасного природного процесса бывает: 1) *ареальным* – концентрическое расхождение в стороны от источника опасности; 2) *линейным* – направленное движение опасного природного процесса в узкой зоне или полосе (по поверхности или вглубь земли); 3) *фронтальным* – направленное движение всего фронта опасного процесса. Роль рельефа и земной поверхности при этом бывает: 1) *концентрирующей* – особенно в случаях линейного движения энергомасс; 2) *рассеивающей* – особенно при ареальном и фронтальном распространении опасного процесса; 3) *изменяющей траекторию движения*; 4) *барьерной* – естественные и искусственные ловушки и преграды на пути движения потоков вещества и энергии (Рельеф среды жизни человека. М.: Медиа-ПРЕСС. 2002. 640 с.).

Классификации опасных природных процессов посвящено много работ. Практически все они опираются на генетические типы опасных природных процессов. А поскольку они построены на множестве частично независимых переменных, то результатом таких классификаций всегда является иерархия объектов. Значит, отображение явлений природы через классификацию можно рассматривать как метод исследований. А через созданные в классификации образы можно представить как дискретное, так и континуальное пространство, в данном случае – видов природной опасности. И вот уже *классификация опасных процессов* помогает корректно объяснить механизмы их возникновения и пространственно-временную динамику. Тем не менее, для оценки риска природопользования этого недостаточно, поскольку необходимо выяснить не только и не столько *как?* и *почему?* возникло опасное явление или процесс в природе, сколько ту негативную для человека ситуацию, которая в результате этого сложится, иными словами, ответить на вопрос, *что будет?* Поэтому следует пойти далее и полагать, что виды природной опасности могут образовывать фактор природной опасности. *Фактор природной опасности* – это такая ситуация в окружающей среде, сложившаяся под действием природного процесса, которая представляет для человека неудобство, мешает его деятельности, угрожает. Факторами природной опасности могут быть разные природные ситуации, из которых далее будем рассматривать эколого-геоморфологические. Как же выделить эти факторы?

Реальная структура какой-либо части пространства всегда является результатом совместного действия нескольких факторов. Поскольку в гносеологии она есть матрица гиперобъекта, то ее пространственно-временная рефлексия, вызванная разными факторами, порождает и разные колебания, которые могут накладываться друг на друга, усиливая или ослабляя амплитуды

на соответствующих частотах (Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях. М.: Академия. 2004. 416 с.). Формируются группы или группа объектов с большей или меньшей теснотой связи в структуре гиперобъекта. Применяя теорию фрактальных множеств, логично представить три ситуации: 1) если на различных интервалах пространственно-временных частот фрактальные размерности не различаются, то полагаем, что в этих интервалах действуют заведомо физически не различимые факторы, позволяющие считать эту область пространства гиперобъектом – теснота связи высокая; 2) если на различных уровнях рефлексии фрактальные размерности в интервалах пространственно-временных частот различаются, то полагаем, что в этих интервалах действуют физически различные факторы, позволяющие вычленять несколько неидентичных групп объектов – теснота связи невысокая; 3) теснота связи может быть настолько низка, что пространственно-временные колебания становятся хаотическими и на данном иерархическом уровне регистрируются как шум.

Теория фрактальных множеств, как она классически обоснована для геометрии природы, оказывается здесь весьма уместной, поскольку оперирует, как и география, самоподобными структурами нецелостной размерности и позволяет понять, что структуры, сохраняющие на некотором интервале частот единую фрактальную размерность, являются результатом действия единого нелинейного механизма, т.е. одного фактора. Фракталы позволяют изучать структуру хаоса и обнаруживать в нем проявления порядка, показывают, как порядок соотносится с хаосом и возникает из него. Фрактал связан с хаосом также как результат с процессом. Он представляет собой осязаемый след хаотических нелинейных динамических процессов. Это положение настолько важно для геоэкологического анализа, насколько вообще важна методология. Рельеф Земли – предельно сложная, но относительно статичная хаотическая система. Фрактальный анализ позволяет понять, почему в ней возможно выделение порядка на основе статистики и автоколебаний в динамике геоморфологических систем (Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. М.: Институт компьютерных исследований, 2002. 656 с.).

Важность этих выводов находит подтверждение у В.Д. Сухорукова, который отмечает, что содержание географического пространства – это, прежде всего, географические отношения, которые интегрируют системы. В определенном пространстве и времени человек устанавливает географические отношения и действует в качестве созидательного существа, пропитывая социальностью природное окружение в его предметной форме (Сухоруков В.Д. Геопространственная система: сущность и структурные аспекты // Известия РГО. 1998. Т. 130. Вып. 5. С. 61-67). Вместе с созданной им техносферой человек становится частью географической системы и обуславливает ее стабильность. Каждая такая стабильная географическая система будет стремиться занять такие координаты (, при которых ее функционирование будет осуществляться наилучшим образом. Слова «наилучшим образом» следует понимать так, что человек рассматривается

как органичная и полноправная часть природы, обладает географическим образом мысли в географических координатах пространства и времени. Географический образ мысли – это продукт взаимодействия человека и ландшафта. Поэтому в разных ландшафтах наблюдаются разные образы мысли по одному и тому же поводу. Рельеф определяет многообразие ландшафтов и условий обитания человека и часто нарушает географические условия, складывающиеся под воздействием зонально-климатических факторов, поэтому его нельзя не учитывать при геоэкологических исследованиях условий жизнедеятельности человека и оценке риска природопользования (Исаченко А.Г. Географическая среда и расселение в горах: ландшафтно-зональный аспект // Известия РГО. 2002. Т. 134. Вып. 2. С. 1-17).

Таким образом, при разработке теоритических основ риска природопользования нами использовано несколько главных понятий, которые следует предварительно обозначить, во избежание недоразумений. *Риск природопользования* – осуществление хозяйственной деятельности с непосредственным использованием природных ресурсов в обстановке природной опасности. *Природная опасность* – наличие или вероятность возникновения на территории осуществления хозяйственной деятельности опасных или потенциально опасных природных процессов и явлений, которые могут негативно повлиять на условия хозяйствования, снизить его эффективность. *Фактор природной опасности* – конкретное проявление природной опасности в виде природного процесса или явления (или их совокупности), которое способно нанести вред конкретной хозяйственной деятельности или снизить его эффективность, когда известны и конкретная хозяйственная инфраструктура и ее функционирование. *Защищенность от стихийных бедствий и катастроф* – качественная характеристика субъекта Российской Федерации, которая отражает потенциальную способность его административных и политических структур в анализируемый момент времени противостоять опасным природным процессам и явлениям, которые возникают при осуществлении хозяйственных мероприятий. Она складывается из политических, экономических, социальных, медико-экологических, организационных, геополитических и других показателей. Природно-антропогенные связи формируют *систему факторов природной опасности*, под которой далее будем понимать такое пространственно-временное сочетание природных и антропогенных образований (систем), при котором его выгодное для определенного сообщества людей функционирование возможно, но всегда сопряжено с опасностью.

Пространственно-таксономические уровни исследования основаны на принципах топологии природных комплексов (Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск. 1978. 319 с.), на таксономических единицах физико-географического районирования (Михайлов Н.И. Физико-географическое районирование. М.: МГУ. 1985. 184 с.) и геоморфологического районирования С.С. Воскресенского (Воскресенский С.С., Леонтьев О.К., Спиридонов А.И. Геоморфологическое районирование СССР. М.: Высшая школа. 1980. 343 с.) (Табл. 2.1).

Пространственно-таксономические уровни объектов исследования

Таксономия при анализе опасных геоморфологических процессов	Таксономия геосистем по В.Б. Сочаве			Физико-географическая таксономия по Н.И. Михайлову	Геоморфологическая таксономия по С.С. Воскресенскому
	Порядок размерности	Ряд геомеров	Ряд геохор		
Глобальный уровень	Планетарный	Свиты типов природной среды, типы природной среды	Физико-географические пояса, группы физико-географических областей, субконтиненты	Материки, страны, области – в горных странах, зоны и подзоны – в равнинных странах	Геоморфологические сектора, страны, области
Национальный уровень					
Региональный уровень	Региональный	Подкласс геомов, группа геомов	Природная зона, провинция	Провинция, подпровинция, округ, район	Геоморфологические провинции
Субрегиональный уровень	Топологический	Геом, класс фаций	Округ, топогеохора (район)	Ландшафт, местность	Геоморфологические округа
Локальный уровень		Группа фаций, фация	Местность, группа урочищ	Урочище, фация	Геоморфологические районы

Выявление пространственно-таксономических уровней для оценки риска природопользования целеориентировано и укладывается в рамки эколого-экономической теории анклава региона академика А.Г. Гранберга (Гранберг А.Г. Основы региональной экономики. М.: ГУВШЭ. 2000. 495 с.; Гранберг А.Г., Суслов В.И., Суспицын С.А. Многорегиональные системы: экономико-математическое исследование. Новосибирск: Сибирское научное изд-во. 2007. 370 с.). Согласно этой теории, изучение природных объектов и процессов имеет конкретный социально-экономический эффект только в том случае, когда изучается непосредственный административно-территориальный субъект или единица хозяйствования. Эта единица представляет собой техногенную или антропогенную проекцию на природный регион (например, элемент физико-географического районирования, или топологическое подразделение ландшафта) и формирует своеобразную природно-антропогенную систему со специфическими экологическими, экономическими, этногеографическими, культурными и правовыми отношениями. Так реализуется принцип построения анклава региона – системной единицы, заключающей в себе специфику задаваемых и накладываемых волевым путем экономических, хозяйственных, демографических и прочих факторов. Например, для Иркутской области этот принцип может быть успешно реализован, поскольку совпадение ее административных границ с водоразделами, ландшафтными рубежами составляет около 80 % (Корытный Л.М., Борисова А.А. Взаимообусловленность ландшафтной, бассейновой и административной структур юга Восточной Сибири // Ландшафтоведение: теория, методы, региональные исследования, практика. М.: МГУ. 2006. С. 41-42; Bruins R.J.F., Heberling M.T. Economical and Ecological Risk Assessment. Application to Watershed Management. Boca Raton: CRC Press. 2005. 446 p.), а известно, что бассейновый принцип успешно реализуется сегодня на административно-территориальном уровне.

В связи с теорией анклава-региона академика А.Г. Гранберга выделение границ собственно исследуемых объектов в диссертации производится в зависимости от их пространственно-таксономического масштаба (Табл. 2.2).

Табл. 2.2

Выделение границ исследуемых объектов

Пространственный уровень исследуемых объектов	Критерии для выделения границ исследуемых объектов
Глобальный	Административные границы стран
Национальный	Административно-территориальные границы крупных субъектов в странах
Региональный	Природные границы в пределах крупных административно-территориальных субъектов в странах
Субрегиональный	Природные границы в пределах муниципальных образований административно-территориальных субъектов в странах
Локальный	Природные границы

Таким образом, на глобальном и национальном уровне при оценке риска природопользования довлеет административный подход, поскольку внутренние интересы отдельных субъектов в странах, а тем более отдельных стран между собой будут однозначно преобладать над межгосударственными и межсубъектными интересами. На региональном уровне внутри отдельных административно-территориальных субъектов взаимосвязка социально-экономических и политических интересов значительно упрощается, и появляется возможность переходить на анализ исследуемых объектов в рамках природных границ, но только строго внутри границ самого субъекта. На субрегиональном уровне соблюсти паритет интересов становится еще проще и анализ исследуемых объектов, за редким исключением, возможен в рамках собственно природных границ. На локальном уровне анализ исследуемых объектов возможен строго в рамках их природных границ и зависит лишь от масштаба геоэкологического бедствия.

Природа – понятие сугубо специфическое для каждой конкретной культурной среды. Во многих традиционных не западных культурах просто невозможно отыскать прямой эквивалент западному абстрактному понятию «природа», а в некоторых философских системах Востока понятия «природа» и «культура» вообще неразделимы. Разные сообщества людей относятся к одним и тем же природным явлениям по-разному, в зависимости от местных (географических) условий. При этом руководящим импульсом территориального развития является не инстинкт или разум, а нечто среднее – обычаи и традиции (Шупер В.А. О природе импульсов территориального развития // Известия РАН. Серия географическая. 1998. № 4. С. 16-24). Именно они помогают многим этносам спокойно развиваться в условиях природной опасности, сознательно и планомерно жертвовать частью своего благосостояния, жизнью отдельных представителей, чтобы получить нечто большее, ценное для всего социума из того, что приносит с собой опасное природное явление (Григорьев А.А., Кондратьев К.Я. Природные и антропогенные экологические катастрофы: проблема риска // Известия РГО. 1998. Т. 130. Вып. 4. С. 1-9).

Но обычаи и традиции могут сыграть отрицательную роль, поскольку, каким бы ясным не было понимание закономерностей катастрофических событий в природе, каким бы точным не был прогноз, люди в силу обычаев и традиций в большинстве своем не следуют предостережениям, игнорируют предупреждения об опасности и не предпринимают никаких мер, которые помогли бы им спастись (Управление риском. М.: Наука. 2000. 431 с.). Поэтому сколь стройными и действенными не были бы теории, направленные на предсказание стихийных бедствий, они так и останутся втуне, коль скоро не будут поняты людьми и востребованы ими.

2.2. Эколого-геоморфологические исследования

Эколого-геоморфологические исследования и методы составляют существенную и важную часть геоэкологических исследований и методов, особенно при исследованиях риска природопользования на региональном, субрегиональном и локальном уровнях, где встают конкретные вопросы инженерной защиты хозяйственных объектов от опасных природных процессов, среди которых значительную роль играют геоморфологические, такие как: обвалы, оползни, просадки грунтов, эрозия, карст, суффозия, солифлюкция, режеляция, дефляция, абразия и др. Поэтому ниже рассмотрим основные достижения в области экологической геоморфологии последнего времени, опубликованные в отечественной и зарубежной литературе.

Большую часть своей истории геоморфология ставила перед собой одну главную задачу – изучение рельефа для познания земных недр и поиска минеральных ресурсов (Тимофеев Д.А., Бронгулеев В.В., Чичагов В.П. Некоторые проблемы геоморфологии гор // Геоморфология. 2002. № 3. С. 3-15). В 80-90-е годы XX века оформилось экологическое направление в геоморфологии (Тимофеев Д.А. Экологическая геоморфология: объект, цели и задачи // Геоморфология. 1991. № 1. С. 43-48; Симонов Ю.Г. Важные шаги к познанию сущности экологической геоморфологии // Известия РАН. Серия географическая. 2003. № 5. С. 107–109). В его основу были положены принципы инженерной или антропогенной геоморфологии, которые к сегодняшнему дню уже значительно модифицированы геоморфологами с учетом текущей ситуации в эколого-экономической сфере и собственно в геоморфологической науке (Лихачёва Э.А. Что изучает антропогенная геоморфология? // Геоморфология. 2012. № 3. С. 3–10; Розанов Л.Л. Дискуссионные аспекты антропогенной геоморфологии // Научный диалог. 2013. № 3 (15): Естествознание. Экология. Науки о земле. С. 129–147; Симонов Ю.Г., Симонова Т.Ю. Фундаментальные проблемы антропогенной геоморфологии // Геоморфология. 2013. № 3. С. 3-11). Поэтому геоэкологические методы оценки риска природопользования в диссертации базируются в первую очередь на эколого-геоморфологических исследованиях, на изучении рельефа, его генезиса, возраста и эволюции. Такая процедура оказалась возможной, т.к. в конце XX века произошел

коренной переход от описания к динамическому анализу географических объектов, от форм рельефа к рельефообразующим процессам (Флоренсов Н.А. Очерки структурной геоморфологии. М.: Наука, 1978. 238 с.; Graft W.T., Trimble S.W., Toy T.Y.. Geographic geomorphology in the eighties // Professional Geographer. 1980. № 3. P.P. 279-288; Mark D.M. On scale of investigations in geomorphology // Canadian Geographers. 1980. № 1. P.P. 81-86; Тимофеев Д.А. Старые и новые пути развития геоморфологии // Геоморфология. 1981. № 4. С. 31-43). Триада «форма – процесс – следствие» стала единой системой энерго-массопереноса, к чему призывали геоморфологи еще в 50-х годах XX века (Strahler A.N. Equilibrium theory of erosional slopes approaches by frequency distribution analysis // American Journal of Sciences, 1950. № 10. P.P. 237-245).

Термин «экологическая геоморфология» предложен английским геоморфологом Дональдом Коатсом в 1971 г. Он так сформулировал ее задачи: 1) изучение геоморфологических процессов, оказывающих существенное воздействие на хозяйственную деятельность человека; 2) анализ тех воздействий человека на рельеф и геоморфологические процессы, в результате которых происходит нарушение природных систем; 3) оценка возможностей использования человеком геоморфологических агентов или поверхностных рыхлых отложений как ресурсов для своей жизнедеятельности, последствий такого использования; 4) применение геоморфологических принципов и методов при планировании землепользования (Coates D.R. Perspectives of environmental geomorphology // Z. Geomorphology. 1990. Vol. 34. P.P. 83-117).

В рамках Десятилетия (1991-2000 г.г.) ЮНЕСКО по Уменьшению Природных Катастроф (IDNDR) и после него активизировались исследования опасных природных процессов.

В Болгарии для отдельных регионов и территории страны в целом проведена классификация и составлена карта опасных геоморфологических процессов с подразделением их по степени интенсивности (скорости) и масштабу проявления (площадь распространения). Для этого использовался метод экспертно-статистического анализа. Масштаб картографирования составил – 1 : 500 000. Анализ карты показывает, что 75 % площади страны подвержены различным опасным геоморфологическим процессам (Vlaskov V. Geomorphological risk. Recent exogenic processes on the territory of Bulgaria // Problems of Geography. 1993. № 4. P.P. 39-44).

В Чехии проведен комплексный анализ геоморфологической опасности и оценка риска природопользования с помощью изучения современных движений земной поверхности, сейсмичности и истории формирования рельефа. Определены основные принципы анализа геодинамических обстановок для целей выявления опасных геоморфологических и сейсмотектонических процессов. Рассмотрены методы измерения и картографирования движений земной поверхности и способы корреляции геоморфологической опасности и риска природопользования с геодинамической активностью орогенных территорий (Kaldova J. The geodynamics of landforms hazard processes // Acta University Carolina Geographers. 1996. № 2. P.P. 7-32).

В Канаде проведены исследования геоморфологической опасности в провинции Британская Колумбия. Горный рельеф территории обусловил широкое распространение и разнообразие опасных геолого-геоморфологических процессов и явлений. Проведено их подробное описание, охарактеризован ряд катастрофических оползней, рассматривается тысячелетняя история оползнеобразования, влияние оползней на биоразнообразие территории. Подсчитан социально-экономический ущерб от потерь, связанных с оползнеобразованием. Предпринята попытка спрогнозировать будущие опасности, связанные с потеплением климата. Данная работа является первым обобщающим исследованием опасных геоморфологических процессов в горных районах Канады на севере Британской Колумбии (Geertsema M. Hydrogeomorphic hazards in northern British Columbia // *Ned. Geogr. Stud.* 2006. № 341. P.P. 1-183).

В Германии проводятся комплексные исследования по обоснованию принципов, целей и задач, методов анализа, оценки и управления риском природопользования. Исследовались возможности определения степени природной опасности при региональном и локальном подходах, а также детальном анализе единичных пространственных объектов или процессов с учетом их временной характеристики. В качестве критериев степени опасности геоморфологических процессов приняты обобщенные данные о типе процесса, объемах вовлеченного в процесс материала, способе его перемещения и др. Разработанная классификация позволила обосновать и внедрить методы картографирования, объяснить причины возникновения опасных геоморфологических процессов на отдельных территориях Германии (Glade T. Vulnerability assessment in landslide risk analysis // *Erde*. 2003. Vol. 134. № 2. P.P. 123-146).

Во французской школе экологической геоморфологии основными тенденциями в последние десятилетия являются: исследования голоценового и исторического времени проявления опасных геоморфологических процессов и их влияния на хозяйственную деятельность человека, развитие флювиальной геоморфологии, геоархеологии в аспекте выделения палеоэкологических моделей этногенеза, оценка скоростей эрозии за различные промежутки времени. Особую актуальность приобрели прикладные задачи, направленные на предотвращение природных катастроф, оптимизирующие и совершенствующие механизмы управления окружающей средой (Agresti B. La montagne: un milieu à risques? // *Bull. Ass. Geographes Françaises*. 2003. № 1. P.P. 6-12). Для южной Франции на территории Центрального массива разработана специальная методология картирования риска, связанного с нестабильностью горных пород в бассейнах горных рек. Суть предлагаемой методологии заключается в выделении геоморфологически гомогенных секторов, на которых вероятность обрушения горных пород одинакова. Это создает основу для площадного картографирования геоморфологического риска в бассейнах горных рек (Pauly J.-C., Payany M. Methodologies mises en oeuvre pour la cartographie de l'aléa lié aux instabilités rocheuses sur un bassin géographique // *Bull. Lab. Ponts et Chaussées*, 2002. № 236. P.P. 37-57).

В Испании природные опасности представляют большой интерес благодаря масштабам проявления и интенсивности, которых они достигают в горных районах. В стране создана методология изучения природных опасностей с геоморфологической точки зрения. Прежде всего, необходимо проанализировать элементарные географические факторы, методику получения рабочего документа с использованием геоморфологических характеристик и карт, включающих объекты и субъекты риска, что позволит снизить опасные последствия для социально-экономической и культурной деятельности (Diez L.S. *Propuesta metodologica y conceptual para el estudio de los riesgos naturales: la situacion en Espana* // *Terra Livre*. 2005. № 24. P.P. 211-230).

В Венесуэле для оценки влияния водной эрозии проведено ее исследование на склонах плоских возвышенностей на северной окраине Гвианского нагорья. Использовались показатели продуктивности почв и эрозионного риска. Показатель продуктивности снижался по мере возрастания интенсивности эрозии, а эрозионный риск зависел от крутизны склонов и дождевых осадков. Проведено зонирование на критические и сверхкритические земли с разными требованиями по их сохранности (Lobo D., Lozano Z., Delgado F. *Water erosion risk assessment and impact on productivity of a Venezuelan soil* // *Catena*. 2005. Vol. 64. № 2-3. P.P. 297-306).

На восточном побережье Италии наиболее актуальны вопросы, связанные с опасными абразионными процессами и разрушением берегов. Для побережья Апулии проведены оценки риска, связанного с опасными абразионными процессами. Под риском в данной работе авторы понимают вероятность потерь, которая зависит от трех элементов: 1) опасность – вероятность проявления опасных процессов определенной интенсивности в определенный период времени; 2) уязвимость – потери территории в присутствии опасности; 3) размеры – территория, экспонированная к опасному явлению. Геоморфологический риск рассчитан для двух типичных участков: на адриатическом побережье – Бриндизи, на ионическом – Таранто. Первый участок представлен карманным пляжем, ограниченным высоким поясом дюн, которые протягиваются на 6 км вдоль берега. Второй участок представлен пологим каменистым берегом с небольшими карманными пляжами. Для предварительного анализа каждый участок был разделен на отдельные сегменты с одинаковыми ландшафтными условиями. Далее производилось численное преобразование полученного геоморфологического, гидрологического и метеорологического материала. Последующий анализ данных основывался на утилизации математической матрицы и позволил рассчитать все три элемента риска. Построена суммарная карта геоморфологического риска (Pignatelli C., Plantone M., Romaniello L. *Geomorphological risk assessment along Apulian coast* // *Quaternary Physical and Dynamic Geography*. 2006. Vol. 29. № 1. P.P. 93-106).

В Индии изучаются опасные оползневые, осыпные и обвальные процессы в густонаселенных районах в предгорьях и отрогах Гималаев. Они территориально сосредоточены в основном в районе долины р. Ганг и Гавральских Гималайях на северо-западе Индии. При этом следует от-

метить, что эти исследования носили комплексный характер, были привязаны к конкретной социально-экономической ситуации в регионе и основывались на использовании ГИС-технологий (Saha A.K., Gupta R.P., Arora M.K. GIS-based landslide hazard zonation in the Bhagirathi (Ganga) Valley, Himalayas // *Inter. J. of Remote Sensing*. 2002. Vol. 23. № 2. P.P. 357-369).

С 1987 г. функционирует Европейский центр по сейсмическим и геоморфологическим опасностям – международная организация, занимающаяся созданием и эксплуатацией системы быстрого выявления эпицентров землетрясений в Европе. В его состав входят Европейско-средиземноморский сейсмологический центр (ЕССЦ) в Брюсселе и Европейский центр по геоморфологическим опасностям (ЕЦГО) в Страсбурге. Центр объединяет 30 европейских организаций и несет ответственность за: 1) передачу научных результатов соответствующим международным органам и учреждениям; 2) определение основных параметров сейсмических и геоморфологических явлений в Европейско-Средиземноморском регионе и доведение результатов до заинтересованных организаций; 3) предоставление информации по запросам о конкретных явлениях; 4) обеспечение функционирования Европейского сейсмического банка данных; 5) совершенствование систем мониторинга опасных геолого-геоморфологических процессов и передачи данных; развитие сотрудничества между европейскими странами в области исследований опасных процессов; 6) доведение информации об опасных процессах, происходящих в европейско-средиземноморском регионе, до Исполнительного секретариата, до частично открытого соглашения стран ЕЭС по контролю за опасными природными и природно-антропогенными процессами, международных спасательных формирований, правительственных структур по прогнозу и предотвращению чрезвычайных ситуаций в отдельных странах и т.д.

Основоположником отечественной школы экологической геоморфологии является академик И.П. Герасимов (Герасимов И.П. Экологические проблемы в прошлой, настоящей и будущей географии мира. М.: Наука. 1985. 247 с.), который в свое время обратил внимание геоморфологов на то, что экологическое мышление должно стать для них определяющим. Развитие идей И.П. Герасимова произошло в конце 80-х – начале 90-х годов XX века, и связано с именами Д.А. Тимофеева, Ю.Г. Симонова, В.И. Кружалина, Э.А. Лихачевой и др. Проводились специальные научные совещания, посвященные вопросам экологической геоморфологии и оценке опасных геоморфологических процессов, в т.ч. на территории городов.

Экологическая геоморфология интегрирует знания уже зрелых наук: географии, геологии, экологии и др. Отправной точкой при этом выступают системная, средообразующая и ресурсная функции рельефа, которые могут быть охарактеризованы со статической и динамической позиций (Халилов Г.А. Экологическая геоморфология и интеграция наук // *Вестник Бакинского университета. Серия естественных наук*. 2002. № 1. С. 210-215). Одновременно она обогащает соответствующие дисциплины новым знанием. Но далее этой области ее права не распростра-

няются, а беспристрастность эколого-геоморфологических исследований не должна нарушаться никакими метафизическими или практическими мотивами. Задачами экологической геоморфологии являются: 1) Исследование влияния геоморфологических условий на формирование среды расселения, социально-хозяйственной инфраструктуры. 2) Оценка и прогноз геоморфологической опасности и риска. 3) Разработка страховых рейтингов территорий с различными геоморфологическими условиями и типами хозяйственного освоения. 4) Оценка рельефа городских территорий по степени благоприятности для застройки, микроклиматическим и санитарно-гигиеническим условиям. 5) Разработка критериев конструирования (создания) безопасных, комфортных, привлекательных, здоровых условий для жизни населения. 6) Оценка рельефа по степени рекреационной и эстетической значимости (мест отдыха, заповедания и т.п.), выявление закономерностей возникновения уникальных геоморфологических условий (Рельеф среды жизни человека. М.: Медиа-ПРЕСС. 2002. 640 с.; Лихачева Э.А., Тимофеев Д.А. Экологическая геоморфология. Словарь-справочник. М.: Медиа-ПРЕСС, 2004. 240 с.).

Экологическая геоморфология анализирует связи рельефа со всеми компонентами географических систем для оптимизации условий жизнедеятельности и здоровья человека. Наиболее существенными из них являются: 1) историко-генетические связи; 2) гидродинамические связи, осуществляющие энерго-массоперенос, при этом в водообмене участвуют атмосферные осадки, поверхностные и подземные воды, а искажение естественного водообмена обуславливают воды технического водооборота; 3) прочие экзодинамические связи, не обусловленные круговоротом воды, – эоловые, гравитационные, термоградиентные; 4) термодинамические связи, обусловленные приходом-расходом вещества и энергии из недр Земли; 5) геохимические связи, обеспечивающие обмен и трансформацию вещества в геосистемах; 6) биогеохимические связи, обеспечивающие обмен веществом и энергией между элементами и формами рельефа, литогенной основой и биотой; 7) связи между сопряженными антропогенными и естественными рыхлыми отложениями и формами рельефа (Лихачева Э.А., Кичигин А.Н., Палиенко В.П. и др. Свойства рельефа: экологические, инженерные, эстетические // Геоморфология. 2003. № 4. С. 33-39).

Базовым понятием экологической геоморфологии является эколого-геоморфологическая обстановка, т.е. такой комплекс форм и элементов рельефа, который способен создавать устойчивый набор повторяющихся экологических явлений. Для получения практически значимых результатов экологическая геоморфология должна опираться на системную идеологию, создавая комплексы методов, позволяющие раскрыть экологические функции рельефа в сложной территориальной системе «природа-хозяйство-население» для более точной оценки экологического состояния территорий различного ранга (Кружалин В.И. Эколого-геоморфологический анализ территории // Вестник МГУ. Серия 5. География. 1997. № 4. С. 11-15; Кружалин В.И. Экологическая геоморфология суши. М.: Научный мир. 2001. 176 с.). Для ее возникновения до-

статочного одного из пяти условий: 1) человек может создать новый, неустойчивый в данных физико-географических и геодинамических условиях рельеф; 2) изменить почвенно-растительный покров; 3) режим грунтовых вод; 4) водный и/или температурный режим грунтов; 5) геофизические поля, которые окажут влияние на ход процессов, отвечающих за равновесное состояние грунтов. Поэтому необходимо знать, каким образом в данных геоморфологических условиях каждый из видов природопользования изменяет ход процессов рельефообразования, *кому* и для *каких целей* необходимы эти сведения, *как* их можно использовать в управлении природопользованием (Симонов Ю.Г. Геоморфология. СПб.: Изд-во Питер, 2005. 427 с.).

Такое уклонение в область социально-экономических вопросов привело к созданию нового, социально-экономического направления в геоморфологии (Кружалин В.И., Симонов Ю.Г., Симонова Т.Ю. Рельеф, общество, человек. Основы социально-экономической геоморфологии. М.: МГУ. 2004. 119 с.) и переходу в оценках геоморфологической опасности на системно-морфологическую основу, к разработке специализированных целенаправленных алгоритмов инженерно- и эколого-геоморфологических исследований (Жиров А.И., Шавель Н.И. Алгоритм инженерно-геоморфологических исследований с целью определения геоморфологического риска на системно-морфологической основе // Вестник СПбГУ. Сер. 7. 2008. № 1. 62-72).

Фундаментальными постулатами при оценке степени опасности территории являются: 1) рельеф и его отдельные формы проявляют себя как непосредственные «затруднители», как осложняющее обстоятельство в жизни человека; 2) рельеф выступает как провокатор опасных процессов; 3) рельеф проявляет себя как распределитель (перераспределитель) опасных процессов в пространстве (Рельеф среды жизни человека. М.: Медиа-ПРЕСС. 2002. 640 с.).

Все факторы опасности, связанные с рельефом и геоморфологическими процессами, можно объединить в четыре группы: 1) катастрофическая активизация геоморфологических процессов, характерных для данного региона; 2) развитие нетипичных геоморфологических процессов; 3) возникновение зон повышенного эколого-геоморфологического дискомфорта; 4) обусловленное разрушением (нарушением) рельефа, истощением природных ресурсов (Лихачева Э.А., Просунцова Н.С., Локшин Г.П. Критерии эколого-геоморфологической оценки городской территории // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях, 1998. Вып. 6. С. 3-16).

Анализ факторов геоморфологической опасности позволяет сделать два вывода: 1) они возникают только в связи с конкретным видом деятельности; а при его отсутствии проблема опасности не возникает вообще; 2) каждый фактор формирует не только свой географический ареал (систему), который относительно стабилен в определенной части пространства в определенный промежуток времени, но и индивидуальный психический образ, который обусловлен особенностями сознания индивида и параметрами ментальной сферы в целом. Из этих выводов вытекают два следствия: 1) о факторах природной опасности можно говорить только в связи с

конкретным видом хозяйственной деятельности; 2) сочетание пространственно-временных и психологических связей обуславливает наличие системы факторов опасности.

В диссертации разработана модель-процедура оценки эколого-экономической целесообразности хозяйственной деятельности в условиях геоморфологической опасности (Рис. 2.2). Специфика субъекта хозяйствования (предприятия, ведомства, организации) или вида хозяйственной деятельности (недропользование, лесопользование, рекреация и туризм и т.д.) является важным условием оценки риска. От того, что мы собираемся делать, зависит то, как мы будем относиться к явлениям в природе. Одно и то же явление для одного вида деятельности может нанести ущерб, а для другого – наоборот, принесет пользу. Снежные заносы для автомобильных дорог – это опасность, а для сельскохозяйственных полей – благо; крутые горные склоны для прокладки дорог – опасность, а для развития туризма – мощный ресурс.

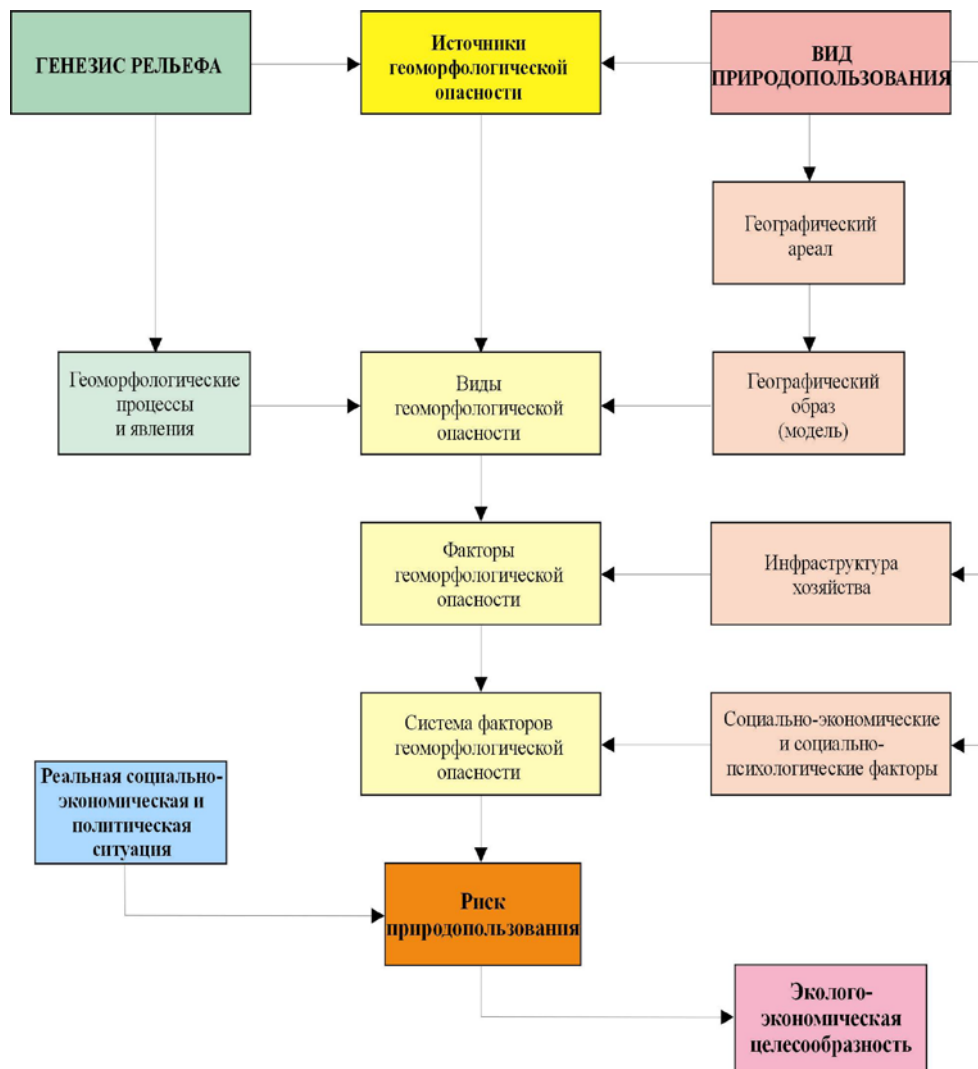


Рис. 2.2. Основные этапы оценки эколого-экономической целесообразности (оптимальности) осуществления хозяйственной деятельности в условиях геоморфологической опасности и риска природопользования

С генезисом рельефа, его морфоструктурой и морфоскульптурой связаны возникающие на нем геоморфологические процессы и явления. К нему привязаны также источники геоморфологической опасности. Например, с рельефом рифтовых зон или зон субдукции литосферных плит связаны землетрясения и сопровождающие их обвалы и оползни, с криогенным рельефом связаны солифлюкция, режеляция и термоэрозия, с эоловым рельефом связаны дефляция и корразия и т.д. Виды геоморфологической опасности формируются под воздействием геоморфологических процессов и источников геоморфологической опасности, а также той конкретной географической модели, которая их описывает, и на которую влияет вид природопользования. Последний определяет конкретную хозяйственную инфраструктуру, технические решения по размещению и функционированию производства и в совокупности с видами формирует фактор геоморфологической опасности. Когда становится известным, какие социально-экономические и социально-психологические факторы влияют на рассматриваемый вид природопользования, формируется система факторов геоморфологической опасности, т.е. рассматривается структура опасных геоморфологических процессов. При переходе непосредственно к процессу природопользования (функционирование производства) из реальной социально-экономической и политической ситуации (вопросы управления) возникает риск, на основе оценки которого просчитывается эколого-экономическая целесообразность реализации данного вида природопользования в данных конкретных условиях, в данном месте, в данное время.

В отечественную геоморфологию понятие риска привнесено в 70-х г.г. XX в. Н.А. Флоренсовым (Флоренсов Н.А. Очерки структурной геоморфологии. М.: Наука, 1978. 238 с.) в процессе развития его теории о литодинамических потоках, геоморфологических формациях и конформности рельефа. Согласно этой теории, геоморфологические формации образуются и развиваются под влиянием литодинамических потоков, которые обусловлены неотектоническими движениями земной коры (восходящие литодинамические потоки) и экзогенными геоморфологическими процессами (нисходящие литодинамические потоки). Эти потоки формируются в условиях конформности, либо дисконформности рельефа геологической структуре. Н.А. Флоренсов не дал определения геоморфологического риска, но из его общих рассуждений в многочисленных работах 70-х годов XX века можно заключить, что под риском им понимается проявление опасных геоморфологических процессов, генезис которых обусловлен дисбалансом литодинамических потоков и дисконформностью рельефа на определенных территориях.

Эта идея получила развитие у Д.А. Тимофеева. Он обратил внимание на то, что риск и опасность не являются синонимами и применительно к геоморфологии должны рассматриваться как понятия, характеризующие взаимодействия между геоморфологическими явлениями и человеческим обществом. При этом «опасность» обычно есть ощущение или явное наличие факта некоторой внешней угрозы, в то время как сам реципиент опасности остается ограничен-

ным в своих действиях или просто пассивным. Риск же ассоциируется с активными действиями субъекта в условиях неопределенности. Геоморфологическая опасность – это угрожающее состояние в системе «рельеф – рельефообразующие процессы», определяемое морфодинамическими особенностями территории или возникающее в результате изменений устойчивости геоморфологической системы в результате ее взаимодействия с социально-экономической системой. Геоморфологический риск есть действие с учетом возможной опасности.

В работах Института географии РАН под геоморфологической опасностью понимается возможность, угроза бедствия, катастрофы со стороны геоморфологического объекта. Геоморфологический риск определяется как вероятность наступления нежелательного геоморфологического события и возможности нанесения ущерба хозяйственному объекту и населению, связанные с теми или иными геоморфологическими условиями. В ИГАН сформулированы общие принципы картографирования геоморфологической опасности и риска с использованием ГИС-технологий, разработаны подходы к проектированию содержания карты эколого-геоморфологических ситуаций (Кошкарёв А.В., Козлова А.Е., Лихачева Э.А. Геоморфологическая опасность и риск // Известия РАН. Серия географическая. 2001. № 4. С. 93-98; Кошкарёв А.В. Цифровое моделирование рельефа. М.: Научный мир, 2004. 184 с.).

Геоморфологическая опасность и риск детально изучены в работах специалистов географического факультета МГУ, а суммарные результаты отражены в специальной монографии (Природно-антропогенные процессы и экологический риск. М.: Городец, 2004. 616 с.). Определены источники, виды и категории риска, генетические типы опасных природных процессов и явлений, их географическое распространение на территории Российской Федерации, разработана шкала опасности природных процессов, на основе которой определена суммарная степень природной опасности для субъектов Российской Федерации. Проведены оценки социального и экономического ущерба. Разработаны научные принципы и методы управления риском, а также комплекс организационных, инженерно-технических и технологических мер по его снижению.

Л.Н. Ивановский под геоморфологическим риском понимал степень вероятной опасности развития рельефа и его современной морфологии для жизни и хозяйственной деятельности человека. Уровень риска находится в прямой зависимости от морфологии рельефа. Наибольшее значение при оценке риска должно уделяться сейсмичности, гидроклиматической ритмичности и деятельности человека. Геоморфологический риск может быть обусловлен как быстрыми процессами рельефообразования, так и медленно развивающимися процессами, которые на первый взгляд представляются неопасными. Структура нисходящего литодинамического потока есть единое целое, система экзогенных процессов. Выделение ведущего процесса по таксономическим уровням – группам процессов и элементарным процессам – позволяет оценивать степень вероятной геоморфологической опасности в регионе, на локальных и детальных участ-

ках. Поэтому геоморфологический риск проявляется на разных таксономических уровнях геоморфологических процессов (Ивановский Л.Н. Ведущие экзогенные процессы и геоморфологический риск в горах Южной Сибири // География и природные ресурсы. 1994. № 2. С. 5-10).

Е.Ю. Ликотов привлек внимание ученых к теоретическим проблемам, которые должны предшествовать практическим оценкам геоморфологической опасности. По его мнению, геоморфологический риск природопользования представляет собой степень вероятности: 1) действия какого-либо рельефообразующего процесса или группы процессов; 2) действия этих процессов в определенных направлениях; 3) изменений в строении форм рельефа, в т.ч. их возникновения и исчезновения. Мерой риска природопользования служит частота встречаемости опасных форм рельефа. Различия в степени достоверности оценок могут быть приняты за меру риска природопользования (Ликотов Е.Ю. Проблемы геоморфологического риска и риска исследователя-геоморфолога // География и природные ресурсы. 1995. № 2. С. 168-173).

Подводя итог рассмотрению существующих методов оценки риска природопользования, следует сказать, что эта задача еще весьма далека от своего разрешения. Геоморфологические проблемы природопользования важны в методологическом плане, поскольку аксиоматика и концептуальные модели геоморфологии скрепляют фундамент геоэкологии, ландшафтоведения и природопользования, лежат в основе оценки риска природопользования, являются базой для принятия решений по социально-экономическим программам глобального и регионального территориального устойчивого развития. Методический и методологический аппарат экологической геоморфологии является значительной и важной частью геоэкологических исследований и методов, создает основу для привлечения в геоэкологию методов других смежных географических наук, таких как гидрология, климатология, геоботаника, экономическая география, землепользование и др. Хотя в работах многих исследователей в целом правильно определены основные аспекты проблемы, но часто спутаны понятия. Серьезным препятствием на пути становления концепции риска природопользования является и спонтанное, поспешное и не достаточно теоретически обоснованное использование геоэкологических терминов, понятий и принципов в практических целях. Многие исследователи нередко просто отказываются от методологической проработки геоэкологической проблемы применительно к конкретным задачам природопользования и прямо переходят к решению практических задач. За кажущейся простотой их постановки и интуитивной понятностью для широких слоев населения, пытаются скрыть (иногда совсем неосознанно) слабость концептуального осмысления задачи.

Материалы, представленные в главах 1 и 2, позволяют обосновать основные положения концепции риска опасных геоморфологических процессов и природопользования: 1) в настоящее время в начале XXI века в мире и в Российской Федерации опасные природные процессы существенно влияют на характер и эффективность природопользования на всех пространствен-

но-таксономических уровнях: глобальном, национальном, региональном, локальном; 2) это влияние на протяжении последних 50-60 лет неуклонно нарастает, что выражается как в росте степени риска природопользования и величины материального ущерба, так и в увеличении числа жертв и пострадавших от стихийных бедствий и катастроф, причем наиболее подвержены этому процессу крупные города; 3) наиболее опасными по числу событий и масштабу их проявления являются геолого-геоморфологические процессы – землетрясения, оползни, оврагообразование, эрозия, абразия на берегах искусственных водоемов и др., а также процессы, генетически с ними связанные – цунами, лавины и сели, засоление грунтов, термоэрозия, солифлюкция и пучение грунтов и др.; 4) на глобальном и национальном уровнях критериями оценки риска природопользования выступают все опасные природные процессы и уровень защищенности от стихийных бедствий и катастроф, при этом следует использовать их переменные показатели, которые зависят от конкретной природной и социально-экономической ситуации в странах и их регионах, а не от законодательно утвержденных ранее нормативов, не учитывающих текущие изменения; 5) на региональном уровне критериями оценки риска природопользования приняты классы опасных геоморфологических процессов, которые определяют каркас ландшафтов; 6) все опасные геоморфологические процессы должны быть классифицированы и составлять определенную структуру, в которой следует выделять ведущие, сопутствующие и второстепенные процессы; 7) на этой основе следует проводить геоэкологическое районирование территорий по опасным геоморфологическим процессам; 8) должно быть проведено синергетическое моделирование структуры опасных геоморфологических процессов для понимания их общих и частных закономерностей развития; 9) на субрегиональном уровне критериями оценки риска природопользования выступают группы опасных геоморфологических процессов, геоэкологическая оценка которых проводится на основе геодинамической ситуации в районе исследований применительно к отдельным видам природопользования; 10) на локальном уровне критериями оценки риска природопользования выступают отдельные опасные геоморфологические процессы, которые развиваются на определенных формах рельефа, создают основные топологические черты ландшафтной структуры, по-разному воздействуют на конкретный вид природопользования, способствуют поиску альтернативных вариантов решения частных задач природопользования в обстановке повышенного риска.

Изложенные принципы и теоретические положения и в целом концепция легли в основу при разработке автором методологических подходов и конкретных геоэкологических и эколого-геоморфологических методов оценки риска природопользования на базе опасных геоморфологических процессов, которые будут рассмотрены в последующих главах. Необходимы методологические и методические экспликации будут рассмотрены там же.

ГЛАВА 3. ОЦЕНКА РИСКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ГЛОБАЛЬНОМ И НАЦИОНАЛЬНОМ УРОВНЯХ

3.1. Методика исследований

В предыдущих главах показано, что в XXI веке мир оказался перед лицом ряда глобальных угроз, одна из которых – это стремительный рост числа и масштабов стихийных бедствий и катастроф, а также материального и морального ущерба от них. Это требует разработки новой стратегии борьбы с опасными природными процессами и явлениями, основанной на оценке риска природопользования для смягчения их последствий. Реализация такой стратегии позволит перейти на экономическое планирование и развитие с учетом риска природопользования, повысить безопасность общества, сократить социальные и материальные потери в результате хозяйственной деятельности. Важная часть этой стратегии – разработка *новых унифицированных методик* составления карт опасных природных процессов, а на их основе и риска природопользования, которые позволили бы сопоставлять угрозы для отдельных стран, а также территорий, округов и субъектов Российской Федерации, и которые будут составлены с использованием их собственных финансовых средств, научного потенциала и банков данных. Эти тематические и интегральные карты должны служить основой для разработки федеральных и региональных нормативных документов, с учетом которых органы управления принимают решения по использованию территорий и проведению мероприятий по управлению риском природопользования. Важно также принятие законодательных решений о величине *допустимого риска* и информирование населения о природных опасностях (Осипов В.И. Природные опасности и стратегические риски в мире и России // Экология и жизнь. 2009. № 11-12. С.5-15).

Принимая во внимание вышесказанное, в настоящей главе диссертации представлен новый авторский метод оценки риска природопользования, который базируется на текущем социально-экономическом и природном состоянии исследуемых административных единиц, а не на установленных ранее номенклатурах (ГОСТы, СНиПы, ПДК, ПДВ и др.). Опыт таких исследований имеется в литературе, например, составлена карта природных опасностей мира (Berz G., Kron W., Loster T.R. et al. World map of natural hazards: a global view of the distribution and intensity of significant exposures // Natural Hazards. 2001. № 2-3. P.P. 443-465). Однако в ее основе лежали природные, а не административно-территориальные границы объектов, что представляется для целей оценки риска природопользования на этом уровне не совсем верным.

В экологической политике при оценке риска природопользования, прогнозе, предупреждении, смягчении последствий стихийных бедствий и катастроф между различными административно-территориальными образованиями – от стран мира до муниципалитетов внутри

стран – существует множество противоречий, порой неразрешимых. Аппарат управления природопользованием, политические лидеры и организации стремятся в первую очередь обезопасить вверенные им структуры, границы которых часто не совпадают с природными границами объектов, провоцирующих опасные процессы, а также границами распространения последних. Тем не менее, любые геоэкологические исследования, должны проводиться таким образом, чтобы по их результатам можно было принять соответствующие конкретные административно-управленческие решения по территориальному планированию. А такие решения, как показывает практика, принимаются в основном исходя из сугубо внутренних административно-управленческих интересов. Поэтому для самых высоких уровней геоэкологических исследований – глобального и национального – в диссертации объекты исследований вписаны в административно-территориальные границы с нарушением границ природных. Эти противоречия отчасти разрешены в диссертации с помощью эколого-экономической теории анклава региона академика А.Г. Гранберга, отчасти они остались и приводят иногда к несколько противоречивым результатам, что является пока объективно довлеющим обстоятельством.

Глобальные аспекты риска природопользования для каждой страны мира являются практическим следствием и фундаментом рассматриваемых в предыдущих главах теоретических и методологических вопросов оценки опасных геоморфологических процессов и риска природопользования. Кроме этого актуальной представляется также оценка места Российской Федерации в современной мировой системе риска и защищенности от стихийных бедствий и катастроф, а также в системе других геополитических образований. Для этого в диссертации проведена оценка риска природопользования для всех стран мира на полуколичественной основе, т.е. в анализе используются как статистические данные, так и экспертные оценки.

В отношении Российской Федерации следует сказать, что она является большим по площади государством. В его границах располагаются целые физико-географические зоны и провинции. Поэтому для перехода к национальному уровню геоэкологических исследований целесообразно рассмотреть в диссертации природную опасность, защищенность от стихийных бедствий и катастроф и риск природопользования для крупных административных единиц Российской Федерации – федеральных округов и субъектов Российской Федерации в составе Сибирского федерального округа. Для геоэкологической оценки опасных геоморфологических процессов на территории Иркутской области следует рассмотреть ее положение в Сибирском федеральном округе в сравнении с другими субъектами Российской Федерации.

Актуальность этих исследований продиктована и резкими изменениями планетарного климата и природной среды, включая изменения антропогенного характера, которые привели в последние годы к активизации многих опасных природных процессов. На эту проблему обратил внимание еще С.М. Мягков более 15 лет назад, но с тех пор ситуация не улучшилась.

В Российской Федерации уделяется большое внимание созданию систем защиты от опасных природных процессов, повышению уровня подготовленности и защищенности от них административных, территориальных, экономических, общественных структур, органов власти (Баринов А.В. Чрезвычайные ситуации природного характера и защита от них. М.: ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003. 495 с.). Проводится последовательное освоение системных методов проектирования сложных технических систем слежения и контроля за опасными природными процессами и явлениями, что позволит в будущем более качественно решать задачи предупреждения возникновения крупных аварий и катастроф в техносфере. Эти методы проектирования основаны на следующих принципах: 1) Принцип многоуровневой защиты – создание последовательных уровней защиты, уменьшающих вероятность возникновения природно-техногенных аварий и ограничивающих их последствия (материальный и моральный ущерб). Применяется для компенсации потенциальных ошибок человека или отказов технических устройств и еализуется путем создания серии специальных барьеров для удержания энергии или опасных веществ, которые должны быть нарушены, прежде чем может быть нанесен ущерб человеку и окружающей среде. 2) Принцип комбинированной защиты – объединение систем жесткой (физические барьеры на пути распространения опасного процесса) и функциональной (датчики, следящие за состоянием и развитием опасного процесса и др.) защиты объекта от природно-техногенных аварий. 3) Принцип единичного отказа – техногенный объект должен оставаться безопасным при отказе любого его элемента. 4) Принцип безопасного отказа – отказы системы аварийной защиты техногенного объекта должны способствовать ее ложному срабатыванию, но не допускать перерастания аварийной ситуации в природно-техногенную аварию. 5) Принцип независимости и разнообразия – влияние дефектов, ошибок, отказов на работоспособность технической системы должно было минимальным. При этом независимость достигается физическим, функциональным и пространственным разнесением, а разнообразие – разнотипностью физических, методических и аппаратных принципов реализации. 6) Принцип надежности и живучести – обеспечивается высокий уровень надежности функционирования важнейших элементов систем безопасности в нормальных условиях эксплуатации и при проектных внешних воздействиях. 7) Принцип естественной технической безопасности – реализуется путем применения автономных средств защиты, максимально упрощенной и надежной конструкции технической системы, минимизации уровня запасенной энергии и вредных веществ, а также исключением влияния ошибок оператора на развитие природно-техногенных аварийных процессов. 8) Принцип самозащищенности систем – создание систем с пассивными и внутренне присущими характеристиками безопасности. Пассивные средства защиты действуют автономно, основаны на знании законов природы и поэтому заведомо обладают высокой надежностью (Акимов В.А., Владимиров В.А., Измалков В.И. Катастрофы и безопасность. М.: Деловой экспресс, 2006. 392 с.).

Поэтому использование в диссертации для оценки риска природопользования показателя защищенности от стихийных бедствий и катастроф является актуальным и своевременным.

Разработанные ранее методики оценки риска природопользования и прогноза опасных природных (в т.ч. геоморфологических) процессов базируются на опыте 70-80-х годов XX века и регламентированных несколько позднее ПДК, ПДВ и других технических номенклатур. В современных условиях, особенно после мирового экономического кризиса 2008-2010 г.г., они оказываются далеко не всегда достаточными или достоверными. Это обуславливает актуальность и необходимость разработки новых или модернизированных вариабельных стратегий предупреждения, защиты и ликвидации последствий стихийных бедствий и катастроф, учитывающих, в том числе и социально-экономические аспекты риска, на что в последние годы стали активно обращать внимание в мировой и отечественной научной литературе.

Большое значение в Российской Федерации уделяется также вопросам изучения собственно опасных природных процессов и явлений, например: 1) различным видам природного и природно-хозяйственного районирования территории Российской Федерации, ее субъектов и их муниципальных образований, в результате чего выделяются границы природно-хозяйственных единиц различных рангов, осуществляющих свою деятельность в условиях природной опасности и риска природопользования; 2) созданию картографических произведений, отражающих условия и характер территориального распространения опасных природных процессов и явлений в административных образованиях; 3) разработке методов оценки риска природопользования и степени опасности природных процессов и явлений для конкретных видов и субъектов хозяйственной деятельности (природопользования), установленные в соответствие с теми или иными природными рубежами, которые корректируются в зависимости от территориального распространения уже созданных и эвентуальных производственных систем

Предлагаемый в диссертации метод оценки опасных природных процессов и риска природопользования базируется, как мы уже указывали выше, на текущем социально-экономическом и природном состоянии исследуемых административных единиц – субъектов Российской Федерации, а не на установленных ранее номенклатурах (ГОСТы, СНиПы и др.). Он применим для оценки риска природопользования в нескольких случаях: 1) при комплексном территориальном анализе и планировании всего административного субъекта или отдельного его муниципально-го образования, когда учитываются все виды опасных природных процессов и явлений для всех видов природопользования в рамках этого субъекта; 2) при анализе конкретного вида природопользовательской деятельности, осуществляемой в рамках административного субъекта или его муниципального образования, например, разработка месторождений полезных ископаемых, прокладка линейных сооружений (трубопроводов, дорог, линий электропередачи и др.), строительство горно-обогатительных комбинатов, создание рекреационно-туристических комплексов

и т.п., когда учитываются только те факторы природной опасности, которые непосредственно влияют на производственный процесс; 3) при изучении конкретного фактора природной опасности, который может так или иначе повлиять на хозяйственную инфраструктуру в рассматриваемом субъекте Российской Федерации или его муниципальном образовании, например, создание атласов сейсмической опасности, разработка карт эрозионно-дефляционной опасности для ведения сельского хозяйства, создание кадастров опасных паводков и наводнений для ведения экстремального земледелия в горных и предгорных районах и т.п.

Законодательно регламентированный в Российской Федерации и утвержденный в МЧС России список опасных природных процессов, приводящих к стихийным бедствиям и катастрофам, был в общих чертах рассмотрен в Главе 1 в табл. 1.3. Однако для целей диссертации список этих процессов следует несколько изменить и расставить приоритеты в аспекты материалов, рассмотренных в конце Главы 1, в связи с новым подходом к выбору критериев их оценки и с новым административно-территориальным подходом к их анализу (Табл. 3.1).

Табл. 3.1

Опасные природные процессы по масштабам стихийных бедствий и катастроф

Очень опасные	Наводнения, землетрясения, цунами, оползни и обвалы, ураганы и смерчи, лавины, сели, засухи, эпидемии
Опасные	Линейная эрозия, извержения вулканов, карст, суффозия, набухание и просадочность грунтов, подтопление и переработка берегов
Слабо опасные	Плоскостная эрозия, площадное засоление грунтов, дефляция, термокарст, наледообразование, термоэрозия, солифлюкция

Важно отметить, что выполненные в диссертации расчеты уровня природной опасности и защищенности от стихийных бедствий и катастроф для стран мира и субъектов Российской Федерации произведены по косвенным социально-экономическим показателям, поскольку в настоящее время вычисления по прямым показателям – статистика количества жертв и материального ущерба (овещественного и в денежной форме) от стихийных бедствий и катастроф – страдают двумя существенными недостатками: 1) разноречивость, а зачастую и завышенность официальных данных по этим показателям, поскольку государства стремятся получить как можно больше гуманитарной помощи от других стран и мирового сообщества, для чего усиливают трагизм ситуации, преднамеренно завышают данные о разрушениях и смертности среди населения; 2) прямые показатели, в т.ч. и валовый внутренний продукт (ВВП), не дают полной уверенности при расчетах защищенности от стихийных бедствий и катастроф, и опыт ликвидации последствий наводнений в Новом Орлеане США 2005 г., землетрясений и цунами в Индонезии 2006 г. и Японии в 2011 г. это как нельзя лучше иллюстрирует. Проблема риска природопользования – это явление во многом социально-экономическое, субъективное.

Предложенная методика оперирует вариабельными критериями оценки всех показателей природной опасности, защищенности от стихийных бедствий и катастроф и риска природопользования. В каждом конкретном случае применения данной методики следует использовать либо комплексные, либо выборочные данные, которые должны постоянно, по мере возможности, обновляться. В частных случаях опасных природных процессов и обусловленного ими риска природопользования каждый раз должно быть четко определено, какой вид природопользования рассматривается и, следовательно, какие конкретные факторы природной опасности для него существенны и как их следует ранжировать по уровню воздействия.

В диссертации методика применена только для одного случая – комплексного геоэкологического изучения территории всей страны, всего субъекта Российской Федерации или его муниципального образования. Для этого использованы обобщенные показатели как природной опасности и ее факторов, так и уровня защищенности от стихийных бедствий и катастроф. Эти материалы являются официальными статистическими данными. Они размещены в свободном доступе и постоянно обновляются на сайтах www.ciaworldfactbook.us (информационное подразделение ЦРУ Правительства США), www.worldbank.org (Всемирный банк), www.imf.org (Международный валютный фонд), www.unstats.un.org (статистический справочник ООН), <http://guide.aonb.ru/stat.html> (русскоязычный портал со статистическими данными по миру и Российской Федерации), www.gks.ru (Федеральная служба государственной статистики РФ), www.rgd.ru (ЗАО «Региональный информационный центр» РФ), на официальных сайтах субъектов Сибирского федерального округа и их муниципальных образований. Также их можно почерпнуть из Ежегодных государственных докладов о состоянии окружающей среды, которые в законодательном порядке издаются всеми субъектами Российской Федерации.

На глобальном уровне геоэкологических исследований расчеты проведены по всем странам мира. В этот список включены страны с площадью территории более 50 км² и населением более 25 тысяч человек. Особое внимание уделено положению Российской Федерации в мировой системе, среди европейских и азиатских государств, на постсоветском пространстве и в кругу стран, имеющих протяженную границу с Россией. Для Российской Федерации оценка риска природопользования проведена для всех федеральных округов (8 единиц) и для субъектов Российской Федерации в рамках Сибирского федерального округа: 4 республики, 3 края, 5 областей (12 единиц). Сибирский федеральный округ является сегодня ареной стратегических социально-экономических и геополитических инициатив руководства Российской Федерации, что отражено в Бюджетном послании Президента РФ В.В. Путина на 2013-2015 г.г. от 28.06.2012 г. Округ является регионом, через который осуществляется взаимодействие европейской и дальневосточной частей России, а также западно-европейского и азиатско-тихоокеанского секторов мировой экономики. За период 2000-2010 г.г. экономический ущерб

от стихийных бедствий на территории округа составил около 1 млрд. 400 млн. рублей [Кнауб Р. В. Комплексная оценка ущерба природных и техногенных катастроф на примере Сибирского федерального округа // Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление. 2012. Т. 8. № 4. С. 56-75]. Это определило выбор его в качестве объекта наших исследований.

Для оценки риска природопользования в диссертации использованы официальные статистические данные по странам мира и субъектам Российской Федерации за период 2010-2012 г.г., поэтому полученные результаты следует распространять только на этот период времени, а для специальных геоэкологических оценок следует вводить поправки.

По риску природопользования страны мира разделены на пять категорий: 1) пренебрежимо или очень низкий риск; 2) низкий; 3) средний; 4) высокий; 5) очень высокий. Эти категории выделяются на основании расчета коэффициента риска природопользования по формуле:

$$R_c = H_c / V_c,$$

где H_c – коэффициент природной опасности, V_c – коэффициент защищенности от стихийных бедствий и катастроф. Коэффициент природной опасности рассчитывается по формуле:

$$H_c = D / (S/P),$$

где D – количество природных процессов опасных в масштабе страны, S – площадь страны, км², P – численность населения страны, человек.

Опасным считался такой природный процесс, которому подвержено не менее 10 % населения и/или 10 % площади страны или субъекта Российской Федерации согласно официальным данным. Показатели S и P используются для расчета плотности населения. Чем выше плотность населения страны, при прочих равных условиях, тем выше, соответственно, коэффициент природной опасности. На основе коэффициента природной опасности выделяются пять категорий природной опасности: очень низкая, низкая, средняя, высокая, очень высокая.

Коэффициент защищенности от стихийных бедствий рассчитывается по формуле:

$$V_c = (B + P_j + T + C + W + L + K) / (P_p + CHD + E),$$

где B – коэффициент ВВП на душу населения; P_j – доля трудоспособного населения; T – телекоммуникационный коэффициент; C – транспортный коэффициент; L – коэффициент ожидаемой продолжительности жизни; K – коэффициент грамотности; P_p – доля населения, находящегося за чертой бедности; CHD – коэффициент детской смертности; E – коэффициент экологической напряженности.

Для общей относительной оценки риска природопользования все коэффициенты считаются эквивалентными по своему вкладу в расчеты. В этой связи максимальное значение каждого коэффициента принималось за 1 для того чтобы уравнивать их весовой вклад, а все другие значения этого коэффициента в выборке высчитывались относительно 1. Таким образом, все использованные в расчетах коэффициенты и параметры становятся безразмерными, и их можно сво-

бодно сопоставлять друг с другом, но только в рамках конкретной выборки. Сравнение коэффициентов между отдельными выборками, например между федеральными округами и субъектами Российской Федерации в Сибирском федеральном округе, недопустимо.

При оценке доли работоспособного населения P_j под рабочей силой понимались люди, регулярно получающие заработную плату и являющиеся надежным резервом для проведения широкомасштабных спасательных и восстановительных работ, реабилитации земель.

Телекоммуникационный коэффициент T рассчитывался по формуле:

$$T = (T_{ph} + T_{mph} + T_{rd} + T_v + T_{int}) / P,$$

где T_{ph} – количество телефонов, T_{mph} – количество мобильных телефонов, T_{rd} – количество радиоприемников, T_v – количество телевизоров, T_{int} – количество пользователей Internet, P – численность населения страны. Этот коэффициент отражает надежность передачи информации, своевременность и массовость оповещения населения о приближении природной опасности, о мерах спасения, о поиске пропавших без вести и т.п.

Транспортный коэффициент C рассчитывался по формуле:

$$C = (C_R + C_A + C_W + C_L) / (P + S),$$

где C_R – протяженность железнодорожных путей, км; C_A – протяженность автомобильных путей, км; C_W – протяженность водных путей с функционирующим водным транспортом, км; C_L – коэффициент авиалиний (количество аэропортов, умноженное на 100 км – минимальный радиус действия авиалинии). Этот коэффициент показывает степень транспортной освоенности страны, доступности для эвакуации населения из очагов стихийных бедствий, размещения беженцев, подвоза продовольствия, медикаментов и оказания другой гуманитарной помощи.

Коэффициент военных ресурсов W рассчитывался по формуле:

$$W = P_W / P,$$

где P_W – количество людских военных ресурсов, человек; P – численность населения, человек. Общее количество военных ресурсов – это количество людей, способных нести военную службу в возрасте от 15 до 49 лет. В этом возрасте население наиболее физически развито, способно оказывать реальное содействие в ликвидации последствий стихийных бедствий. Коэффициент важен постольку, поскольку армия – наиболее организованная и мобильная часть общества.

Коэффициент экологической напряженности E показывает уровень негативного воздействия на окружающую природную среду основных видов хозяйственной деятельности на территории страны мира или субъекта Российской Федерации, степень эффективности проводимых природоохранных мероприятий структурами управления и экологического контроля в случае техногенных нарушений в окружающей природной среде. Этот коэффициент определяется эмпирически на основе официальных данных по странам мира или субъектам Российской Федерации как относительный показатель для данной конкретной выборки.

3.2. Страны мира

На основе коэффициента защищенности от стихийных бедствий V_c определялся уровень защищенности в государстве в пяти категориях: 1) очень низкой защищенности – стихийные бедствия наносят непоправимый ущерб человеку и хозяйству; 2) низкой – стихийные бедствия наносят с трудом поправимый ущерб; 3) средней – стихийные бедствия наносят поправимый ущерб; 4) высокой – стихийные бедствия наносят легко поправимый ущерб; 5) очень высокой – стихийные бедствия практически не наносят ущерба или условно отсутствуют.

Очень высокой и высокой природной опасности подвержена всего 31 страна из 207 анализируемых (Табл. 3.2). По площади это также невысокий показатель – 19 %, но проживает на ней 61 % населения Земли, что, прежде всего, касается стран Южной и Юго-Восточной Азии, таких как Китай, Индия, Бангладеш, Япония, Филиппины (Рис. 3.1, 3.2).

Табл. 3.2

Природная опасность по странам мира

Страна	Площадь, S , км ²	Население, P , чел.	Плотность населения, P_D , чел./км ²	Количество опасных природных процессов, D	Коэфф. природной опасности, H_c	Природ- ная опас- ность, H
Бангладеш	144 000	131 269 860	911,6	3 – засухи, наводнения, эрозия почв	3,6	Очень высокая
Гаити	27 750	6 964 549	251,0	4 – ураганы, землетрясения, наводне- ния, засухи	3,2	
Италия	301 230	57 679 825	191,5	4 – землетрясения, вулканизм, ополз- ни, лавины, наводнения	3,2	
КНДР	120 540	21 968 228	182,2	4 – засухи, наводнения, тайфуны, эрозия почв	3,2	
Непал	140 800	25 284 463	179,6	4 – грозовые бури, оползни, наводне- ния, засухи	3,2	
Филиппины	298 170	82 841 518	277,8	4 – тайфуны, вулканизм, землетрясе- ния, цунами	3,2	
Виргинские острова (США)	352	122 211	347,2	3 – ураганы, засухи, наводнения	3,0	
Индия	3 287 590	1 029 991 145	313,3	3 – засухи, наводнения, землетрясе- ния	3,0	
Корея Юж- ная	98 480	47 904 370	486,4	3 – тайфуны, наводнения, землетря- сения	3,0	
Мартиника	1 100	418 454	380,4	3 – ураганы, вулканизм, наводнения	3,0	
Япония	374 744	126 771 662	338,3	3 – землетрясения, цунами, вулка- низм	3,0	
Бахрейн	620	645 361	1040,9	2 – засухи, пыльные бури	2,4	Высокая
Бурунди	27 830	6 223 897	223,6	3 – наводнения, оползни, эрозия почв	2,4	
Газа сектор	360	1 178 119	3272,6	2 – опустынивание, эрозия почв	2,4	
Египет	1 001 450	69 536 644	69,4	4 – засухи, землетрясения, наводне- ния, песчаные бури	2,4	
Индонезия	1 826 440	228 437 870	125,1	4 – землетрясения, вулканизм, засухи, цунами	2,4	
Кабо-Верде	4 033	405 163	100,5	4 – засухи, землетрясения, вулканизм, эрозия почв	2,4	
Китай	9 596 960	1 273 111 290	132,7	4 – тайфуны, наводнения, землетря- сения, засухи	2,4	
Мексика	1 972 550	101 879 171	51,6	4 – землетрясения, вулканизм, цуна- ми, ураганы	2,4	

Мьянма	678 500	41 994 678	61,9	4 – землетрясения, наводнения, оползни, засухи	2,4	Сред- няя
Пакистан	803 940	144 616 639	179,9	3 – землетрясения, обвалы, наводнения	2,4	
Руанда	26 338	7 312 756	277,7	3 – засухи, вулканизм, эрозия почв	2,4	
Швейцария	41 290	7 283 274	176,4	3 – лавины, оползни, наводнения	2,4	
Эфиопия	1 127 127	65 891 874	58,5	4 – землетрясения, вулканизм, засухи, эрозия почв	2,4	
Барбадос	430	275 330	640,3	2 – оползни, эрозия почв	2,0	
Западный берег реки Иордан	5 860	2 090 713	356,8	2 – засухи, суховеи	2,0	
Ливан	10 400	3 627 774	348,8	2 – пыльные бури, опустынивание	2,0	
Маврикий	1 860	1 189 825	639,7	2 – циклоны с ливнями, рифы	2,0	
Пуэрто-Рико	9 104	3 937 316	432,5	2 – ураганы, засухи	2,0	
Сан-Марино	62	27 336	440,9	2 – обвалы, лавины	2,0	
Тайвань	35 980	22 370 461	621,7	2 – тайфуны, землетрясения	2,0	
Австрия	82 738	8 150 835	98,5	3 – обвалы, лавины, землетрясения	1,8	
Азербайджан	86 600	7 771 092	89,7	3 – засухи, наводнения, землетрясения	1,8	
Гватемала	108 890	12 974 361	119,2	3 – землетрясения, вулканизм, ураганы	1,8	
Грузия	69 700	4 989 285	71,6	3 – землетрясения, обвалы, лавины	1,8	
Ирак	437 072	23 331 985	53,4	3 – песчаные бури, наводнения, опустынивание	1,8	
Кения	582 650	30 765 916	52,8	3 – наводнения, засухи, эрозия почв	1,8	
Коста-Рика	51 100	3 773 057	73,8	3 – землетрясения, ураганы, наводнения	1,8	
Кувейт	17 820	2 041 961	114,6	3 – наводнения, пыльные бури, опустынивание	1,8	
Марокко	446 550	30 645 305	68,6	3 – землетрясения, засухи, эрозия почв	1,8	
Сенегал	196 190	10 284 929	52,4	3 – наводнения, засухи, эрозия почв	1,8	
Тонга	748	104 227	139,3	3 – циклоны, землетрясения, вулканизм	1,8	
Турция	780 580	66 493 970	85,2	3 – землетрясения, засухи, обвалы	1,8	
Узбекистан	447 400	25 155 064	56,2	3 – землетрясения, наводнения, опустынивание	1,8	
Антигуа и Барбуда	442	66 970	151,5	2 – ураганы, засухи	1,6	
Вьетнам	329 560	79 939 014	242,6	2 – тайфуны, наводнения	1,6	
Германия	357 021	83 029 536	232,6	2 – наводнения, обвалы	1,6	
Гуам (США)	549	157 557	287,0	2 – тайфуны, штормы	1,6	
Доминиканская Респ.	48 730	8 581 477	176,1	2 – ураганы, наводнения	1,6	
Израиль	20 770	5 938 093	285,9	2 – песчаные бури, засухи	1,6	
Иран	1 648 000	66 128 965	40,1	4 – засухи, пыльные бури, наводнения, землетрясения	1,6	
Киргизия	198 500	4 753 003	23,9	4 – землетрясения, обвалы, лавины, сели	1,6	
Коморские Острова	2 170	596 202	274,7	2 – циклоны, эрозия почв	1,6	
Лихтенштейн	160	32 528	203,3	2 – обвалы, лавины	1,6	
Папуа – Новая Гвинея	452 860	5 049 055	11,1	4 – вулканизм, землетрясения, сели, цунами	1,6	
Перу	1 285 220	27 483 846	21,4	4 – землетрясения, цунами, наводнения, оползни	1,6	
Реюньон (Франция)	2 512	732 570	291,6	2 – циклоны, вулканизм	1,6	
Сальвадор	21 040	6 237 662	296,5	2 – вулканизм, землетрясения	1,6	
Сев. Марианские острова	477	74 612	156,4	2 – вулканизм, тайфуны	1,6	

Сейшельские Острова	455	79 715	175,2	2 – штормы, засухи	1,6
Сен-Винсент и Гренадины	389	115 942	298,1	2 – вулканизм, ураганы	1,6
Сент-Люсия	620	158 178	255,1	2 – ураганы, вулканизм	1,6
США	9 158 960	278 058 881	30,4	4 – ураганы и торнадо, лесные пожары, наводнения, землетрясения	1,6
Сомали	637 657	7 488 773	11,7	4 – засухи, пыльные бури, наводнения, эрозия почв	1,6
Шри-Ланка	65 610	19 408 635	295,8	2 – циклоны, ураганы	1,6
Гонконг	1 092	7 210 505	6603,0	1 - тайфуны	1,4
Сингапур	648	4 300 419	6336,4	1 - подтопление	1,4
Албания	27 398	3 510 484	128,1	2 - землетрясения, засухи	1,2
Алжир	2 381 720	31 736 053	13,3	3 - землетрясения, сели, засухи	1,2
Андорра	468	67 627	144,5	2 – лавины, обвалы	1,2
Аргентина	2 766 890	37 384 816	13,5	3 - землетрясения, пыльные бури, наводнения	1,2
Армения	29 800	3 336 100	111,9	2 - землетрясения, засухи	1,2
Афганистан	647 500	26 813 057	41,4	3 - землетрясения, наводнения, эрозия почв	1,2
Бермуды	59	63 503	1076,3	1 - ураганы	1,2
Болгария	110 910	7 707 495	69,5	2 - землетрясения, оползни	1,2
Бруней	5 770	343 653	59,6	2 - землетрясения, наводнения	1,2
Венесуэла	882 050	23 916 810	27,1	3 – наводнения, оползни, засухи	1,2
Гана	238 540	19 894 014	83,4	2 – засухи, суховеи	1,2
Гвинея-Бисау	36 120	1 315 822	36,4	3 – суховеи, лесные пожары, эрозия почв	1,2
Гондурас	112 090	6 406 052	57,2	2 – ураганы, наводнения	1,2
Джибути	22 000	460 700	20,9	3 – землетрясения, засухи, циклоны	1,2
Доминика	754	70 860	94,0	2 – ураганы, наводнения	1,2
Иордания	92 300	5 153 378	55,8	2 – эрозия почв, опустынивание	1,2
Испания	504 782	40 037 995	79,3	2 – засухи, обвалы и осыпи	1,2
Камбоджа	181 040	12 491 501	69,0	2 – наводнения, засухи	1,2
Катар	11 437	769 152	67,3	2 – пыльные и песчаные бури, туманы	1,2
Кипр	9 250	762 887	82,5	2 - землетрясения, засухи	1,2
Кирибати	717	94 149	131,3	2 – тайфуны, торнадо	1,2
Колумбия	1 138 910	40 349 288	35,4	3 – вулканизм, землетрясения, засухи	1,2
Кот-д'Ивуар	322 460	16 393 221	50,8	2 - наводнения, вырубка лесов	1,2
Куба	110 860	11 184 023	100,9	2 – ураганы, наводнения	1,2
Лаос	236 800	5 635 967	23,8	3 – наводнения, засухи, эрозия почв	1,2
Лесото	30 335	2 177 062	71,8	2 – засухи, эрозия почв	1,2
Мадагаскар	587 040	15 982 563	27,2	3 – циклоны, опустынивание, эрозия почв	1,2
Македония	25 333	2 046 209	80,8	2 - землетрясения, обвалы	1,2
Малави	118 480	10 548 250	89,0	2 – оползни, эрозия почв	1,2
Малайзия	329 750	22 229 040	67,4	2 – наводнения, оползни	1,2
Мальдивы	300	310 764	1035,9	1 - затопление	1,2
Молдова	33 843	4 431 570	130,9	2 – оползни, эрозия почв	1,2
Нигерия	923 768	126 635 626	137,1	2 – опустынивание, эрозия почв	1,2
Никарагуа	129 494	4 918 393	38,0	3 – землетрясения, вулканизм, оползни	1,2
Польша	312 685	38 633 912	123,6	2 – оползни, подтопление	1,2
Португалия	92 391	10 066 253	109,0	2 – землетрясения, эрозия почв	1,2
Румыния	237 500	22 364 022	94,2	2 – землетрясения, оползни	1,2
Самоа	2 860	179 058	62,6	2 – тайфуны, вулканизм	1,2
Сирия	185 180	16 728 808	90,3	2 – пыльные бури, опустынивание	1,2
Словения	20 253	1 930 132	95,3	2 – землетрясения, наводнения	1,2
Соломоновы острова	27 540	480 442	17,4	3 – тайфуны, землетрясения, вулканизм	1,2
Таджикистан	143 100	6 578 681	46,0	3 – землетрясения, обвалы, оползни	1,2
Таиланд	514 000	61 797 751	120,2	2 – оползни, засуха	1,2

Того	56 785	5 153 088	90,7	2 – засухи, суховеи	1,2	Низкая
Тунис	163 610	9 705 102	59,3	2 - опустынивание, эрозия почв	1,2	
Украина	603 700	48 760 474	80,8	2 – оползни, эрозия почв	1,2	
Уругвай	176 220	3 360 105	19,1	3 – сильные холодные ветра, наводнения, засухи	1,2	
Франция	547 030	59 551 227	108,9	2 – наводнения, лавины	1,2	
Хорватия	56 542	4 334 142	76,7	2 – землетрясения, обвалы	1,2	
Чехия	78 866	10 264 212	130,1	2 – наводнения, обвалы	1,2	
Чили	756 950	15 328 467	20,3	3 – землетрясения, вулканизм, цунами	1,2	
Эквадор	283 560	13 183 978	46,5	3 – землетрясения, вулканизм, засухи	1,2	
Эритрея	121 320	4 298 269	35,4	3 – засухи, нашествия саранчи, эрозия почв	1,2	
Югославия	102 136	10 677 290	104,5	2 – землетрясения, оползни	1,2	
Вост. Самоа	199	67 084	337,1	1 - тайфуны	1,0	
Бельгия	30 510	10 258 762	336,2	1 - затопление	1,0	
Маршалловы острова	181	70 822	391,3	1 - тайфуны	1,0	
Нидерланды	41 526	15 981 472	384,9	1 - затопления	1,0	
Белиз	22 966	256 062	11,1	2 – ураганы, наводнения	0,8	
Бразилия	8 511 965	174 468 575	20,5	2 – засухи, наводнения	0,8	
Бутан	47 000	2 049 412	43,6	2 – грозы, оползни	0,8	
Вануату	12 200	192 910	15,8	2 – тайфуны, вулканизм	0,8	
Гваделупа	1 780	431 170	242,2	1 - ураганы	0,8	
Гвинея	245 857	7 613 870	31,0	2 - суховеи, эрозия почв	0,8	
Гренада	340	89 227	262,4	1 - ураганы	0,8	
Замбия	752 614	9 770 199	13,0	2 – тропические штормы, эрозия	0,8	
Зимбабве	390 580	11 365 366	29,1	2 – засухи, бури	0,8	
Йемен	527 970	18 078 035	34,2	2 – песчаные бури, опустынивание	0,8	
Казахстан	2 717 300	16 731 303	6,2	4 - землетрясения, сели, обвалы, опустынивание	0,8	
Камерун	475 440	15 803 220	33,2	2 - опустынивание, вулканизм	0,8	
Конго	2 345 410	53 624 718	22,9	2 – вулканизм, засухи	0,8	
Либерия	111 370	3 225 837	29,0	2 – пыльные бури, эрозия почв	0,8	
Люксембург	2 586	442 972	171,3	1 - оползни	0,8	
Микронезия	702	134 597	191,7	1 - тайфуны	0,8	
Мозамбик	801 590	19 371 057	24,2	2 – засухи, наводнения	0,8	
Антильские острова	960	212 226	221,1	1 - ураганы	0,8	
Новая Зеландия	268 670	3 864 129	14,4	2 – землетрясения, вулканизм	0,8	
Новая Каледония	18 575	204 863	11,0	2 – циклоны, эрозия почв	0,8	
Норвегия	324 220	4 503 440	13,9	2 – оползни, лавины	0,8	
ОАЭ	82 880	2 407 460	29,0	2 – песчаные бури, опустынивание	0,8	
Оман	212 460	2 622 198	12,3	2 – пыльные бури, засухи	0,8	
Панама	78 200	2 845 647	36,4	2 – ураганы, эрозия почв	0,8	
Парагвай	406 750	5 734 139	14,1	2 – наводнения, заболачивание	0,8	
Сан-Томе и Принсипи	1 001	165 034	164,9	1 - цунами	0,8	
Саудовская Аравия	1 960 582	22 757 092	11,6	2 – пыльные бури, опустынивание	0,8	
Судан	2 505 810	36 080 191	14,4	2 – пыльные бури, опустынивание	0,8	
Сьерра-Леоне	71 740	5 426 618	75,6	2 – суховеи, пыльные бури	0,8	
Танзания	945 087	36 232 074	38,3	2 – наводнения, засухи	0,8	
Тринидад и Тобаго	5 128	1 169 682	228,1	1 – эрозия почв	0,8	
Финляндия	305 470	5 175 783	16,9	2 – мерзлота, заболачивание	0,8	
Швеция	449 964	8 875 053	19,7	2 – мерзлота, плавучие льды	0,8	
Экватор. Гвинея	28 051	486 060	17,3	2 – бури, наводнения	0,8	
ЮАР	1 219 912	43 586 097	35,7	2 – засухи, опустынивание	0,8	

Ямайка	10 990	2 665 636	242,6	1 - ураганы	0,8	Очень низкая
Ангола	1 246 700	10 366 031	8,3	3 – наводнения, эрозия, опустынивание	0,6	
Бенин	112 620	6 590 782	58,5	1 – пыльные бури	0,6	
Босния и Герцеговина	51 129	3 922 205	76,7	1 - землетрясения	0,6	
Гамбия	11 300	1 411 205	124,9	1 - засухи	0,6	
Греция	131 940	10 623 835	80,5	1 - землетрясения	0,6	
Дания	43 094	5 352 815	124,2	1 - наводнения	0,6	
Ливия	1 759 540	5 240 599	3,0	3 - опустынивание, пыльные бури, суховеи	0,6	
Литва	65 200	3 610 535	55,4	1 - заболачивание	0,6	
Мавритания	1 030 400	2 747 312	2,7	3 – суховеи, засухи, эрозия почв	0,6	
Мали	1 240 000	11 008 518	8,9	3 – засухи, опустынивание, эрозия почв	0,6	
Монголия	1 565 000	2 654 999	1,7	3 – пыльные бури, пожары, засухи	0,6	
Россия	17 075 200	145 470 197	8,5	3 – вечная мерзлота, землетрясения, оползни	0,6	
Сент-Китс и Невис	261	38 756	148,4	1 - ураганы	0,6	
Словакия	48 485	5 414 937	111,7	1 - оползни	0,6	
Уганда	236 040	23 985 712	101,6	1 – эрозия почв	0,6	
Французская Полинезия	3 660	253 506	69,3	1 - штормы	0,6	
Чад	1 284 000	8 707 078	6,8	3 – суховеи, засухи, нашествия саранчи	0,6	
Австралия	7 617 930	19 357 594	2,5	2 - циклоны, засухи	0,4	
Багамские острова	10 070	297 982	29,6	1 - ураганы	0,4	
Беларусь	207 600	10 350 194	49,9	1 - заболачивание	0,4	
Буркина-Фасо	274 200	12 272 289	44,8	1 - засухи	0,4	
Исландия	103 000	277 906	2,7	2 -землетрясения, вулканизм	0,4	
Канада	9 976 140	31 592 805	3,2	2 – вечная мерзлота, снежные бури	0,4	
Конго Республика	342 000	2 894 336	8,5	2 – наводнения, эрозия почв	0,4	
Латвия	64 589	2 385 231	36,9	1 - заболачивание	0,4	
Намибия	825 418	1 797 677	2,2	2 – засухи, опустынивание	0,4	
Нигер	1 267 000	10 355 156	8,2	2 – опустынивание, эрозия почв	0,4	
Свазиленд	17 363	1 104 343	63,6	1 – эрозия почв	0,4	
Туркменистан	488 100	4 603 244	9,4	2 - опустынивание, заболачивание	0,4	
Фарерские острова	1 399	45 661	32,6	1 - морозы	0,4	
Фиджи	18 270	844 330	46,2	1 - штормы	0,4	
Французская Гвиана	91 000	177 562	2,0	2 – сильные грозы, наводнения	0,4	
ЦАР	622 984	3 576 884	5,7	2 – суховеи, наводнения	0,4	
Эстония	45 226	1 423 316	31,5	1 - наводнения	0,4	
Аруба	193	70 007	362,7	0,1	0,3	
Мальта	316	394 583	1248,7	0,1	0,3	
Боливия	1 098 580	8 300 463	7,6	1 - наводнения	0,2	
Ботсвана	600 370	1 586 119	2,6	1 - засухи	0,2	
Великобритания	244 820	59 647 790	243,6	0,1	0,2	
Габон	267 667	1 221 175	4,6	1 - наводнения	0,2	
Гайана	214 970	697 181	3,2	1 - наводнения	0,2	
Запад. Сахара	266 000	250 259	0,9	2 – суховеи, засухи	0,2	
Ирландия	70 280	3 840 838	54,7	0,1	0,2	
Суринам	163 270	433 998	2,7	1 - наводнения	0,2	
Венгрия	92 340	10 106 017	109,4	0,1	0,1	

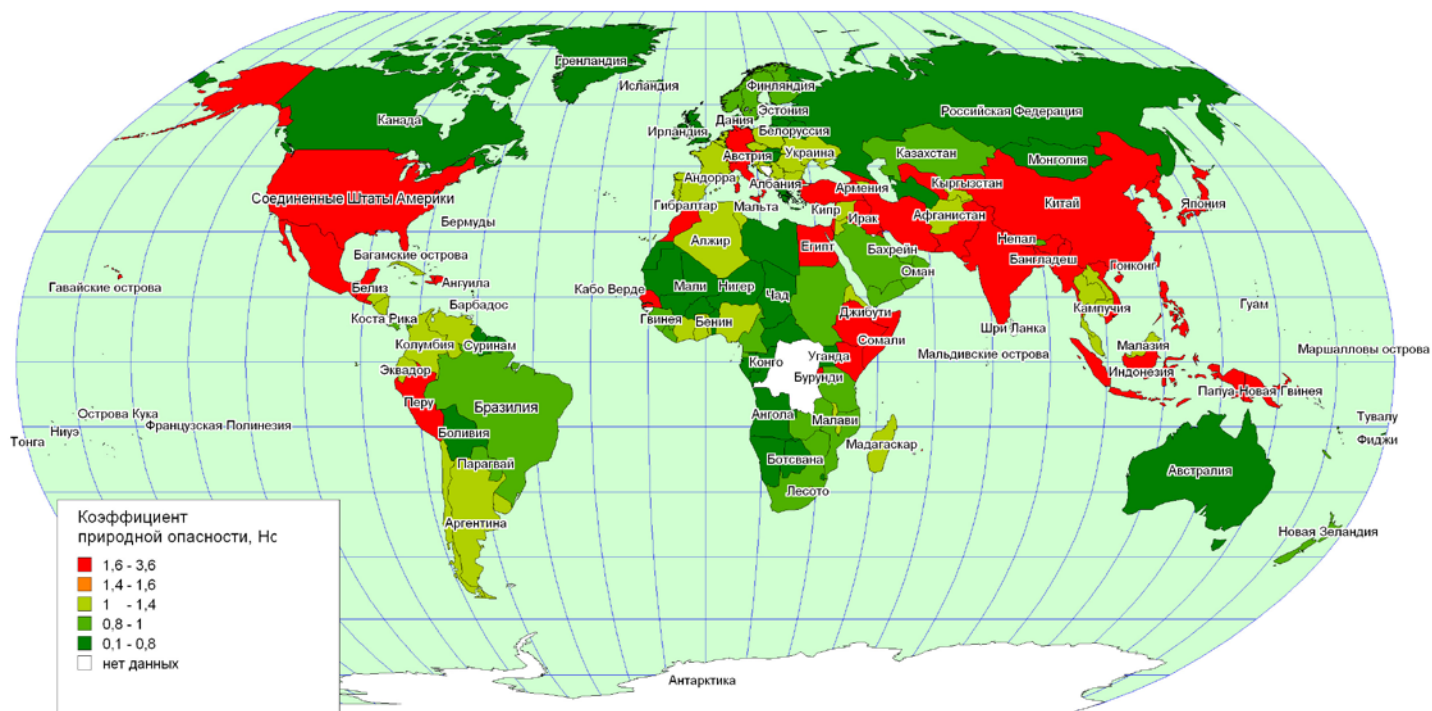
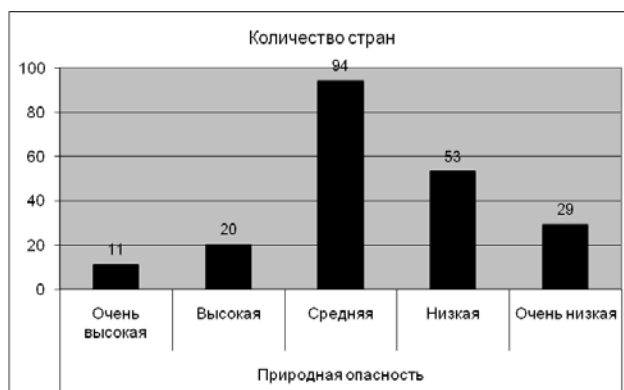
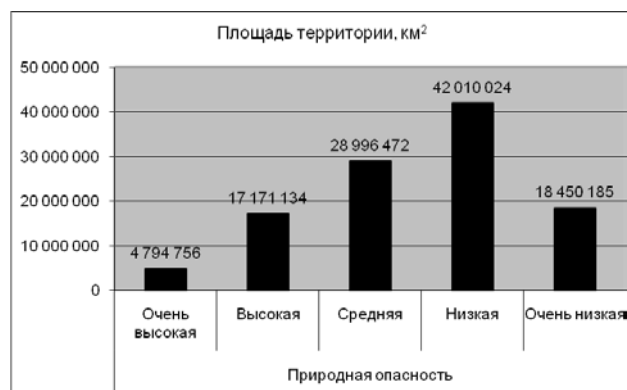


Рис. 3.1. Степень природной опасности по странам мира



A



Б



B

Рис. 3.2. Глобальное распределение стран (А), занимаемой ими площади (Б) и численности населения (В) по категориям природной опасности

В зоне с очень низкой природной опасностью расположено 29 государств мира, которые занимают 17 % общей площади, где проживают лишь 1 % населения Земли. Среди таких стран следует назвать Австралию и Канаду, некоторые страны бывшего СССР – Эстонию, Латвию, Литву, Беларусь, а также страны, где проблемы с опасными природными процессами практически отсутствуют – Мальта, Ирландия, Венгрия. Тем не менее, это не значит, что в данных государствах нет проблем с опасными геоморфологическими или иными природными процессами, но они проявляются на локальном уровне и не значимы в масштабах всей страны.

По защищенности от стихийных бедствий и катастроф картина следующая (Табл. 3.3). Очень высокая и высокая защищенность в 39 государствах, которые занимают 22 % общей площади, а по численности населения – 11 %. Это высокоразвитые государства мира – США, Япония, Франция, Великобритания, Италия, Канада, Австралия, Новая Зеландия, все западно-европейские государства. Примечательная высокая степень защищенности в колониальных владениях США, Великобритании, Франции, Нидерландов, Дании. Подчас она выше, чем собственно в метрополиях. Из 12 стран, лидирующих в мировом масштабе по уровню защищенности от стихийных бедствий и катастроф, 7 приходится на колонии (Рис. 3.3, 3.4).

Табл. 3.3

Защищенность от стихийных бедствий и катастроф по странам мира

Страна	Коэфф. ВВП на душу населения, В	Доля работоспособного населения, P_j	Доля населения за чертой бедности, P_p	Коэффициент ожидаемой продолжительности жизни, L	Коэфф. детской смертности, CHD	Коэфф. грамотности, K	Телекоммуникационный коэффициент, T	Транспортный коэффициент, C	Коэфф. экологической напряженности, E	Коэффициент уровня защищенности, V_c	Уровень защищенности от стихийных бедствий, V
Лихтенштейн	0,63	0,70	0,02*	0,79	0,03	1,00	0,38	0,15	0,2	16,56	Очень высокий
Бермудские острова	0,91	0,56	0,05*	0,70	0,06	0,98	0,85	0,10	0,2	14,81	
Аруба (Нидерланды)	0,77	0,59	0,05*	0,79	0,04	0,97	0,36	0,23	0,2	14,48	
Ирландия	0,59	0,47	0,10	0,77	0,04	0,98	0,54	0,45	0,2	12,71	
Фарерские острова	0,55	0,53	0,10*	0,79	0,05	1,00	0,40	0,21	0,2	11,34	
Исландия	0,68	0,57	0,06*	0,80	0,02	1,00	0,61	1,00	0,4	10,77	
Венгрия	0,31	0,41	0,08	0,72	0,06	0,99	0,38	0,35	0,2	10,76	
Люксембург	1,00	0,56	0,02*	0,77	0,03	1,00	0,62	0,23	0,4	10,40	
Сев. Марианские о-в	0,34	0,51	0,10*	0,76	0,04	0,97	0,19	0,23	0,2	10,26	
Антильские острова	0,31	0,42	0,06*	0,75	0,08	0,98	0,41	0,08	0,2	10,12	
Виргинские острова	0,41	0,39	0,10*	0,78	0,06	0,95*	0,47	0,15	0,2	10,11	
Норвегия	0,76	0,53	0,04*	0,79	0,03	1,00	0,68	0,40	0,4	9,87	
Финляндия	0,63	0,50	0,04*	0,76	0,02	1,00	0,81	0,35	0,4	9,85	Высокий
Швеция	0,61	0,50	0,05*	0,80	0,02	0,99	0,71	0,48	0,4	9,68	
Дания	0,70	0,53	0,04*	0,77	0,03	1,00	0,76	0,29	0,4	9,64	
Новая Зеландия	0,49	0,49	0,08*	0,78	0,04	0,99	0,56	0,47	0,4	9,25	
Бруней	0,46	0,42	0,10*	0,74	0,10	0,88	0,46	0,11	0,2	9,20	
Нидерланды	0,67	0,45	0,03*	0,78	0,03	0,99	0,63	0,15	0,4	9,15	
Япония	0,68	0,53	0,04*	0,81	0,03	0,99	0,65	0,17	0,4	9,15	
Бельгия	0,70	0,42	0,04	0,78	0,03	0,98	0,48	0,29	0,4	8,81	
Франция	0,67	0,42	0,05*	0,79	0,03	0,99	0,56	0,29	0,4	8,75	
Канада	0,68	0,51	0,12*	0,80	0,03	0,97	0,66	0,46	0,4	8,36	
Сан-Марино	0,88	0,68	0,04*	0,81	0,04	0,96	0,38	0,14	0,4	8,35	

Французская Гвиана	0,16	0,33	0,10*	0,76	0,09	0,83	0,24	0,22	0,2	7,92	Сред- ний
Новая Каледония	0,41	0,39	0,04*	0,73	0,06	0,91	0,25	0,62	0,4	7,60	
Восточный Самоа	0,22	0,21	0,15*	0,75	0,07	0,97	0,30	0,20	0,2	7,48	
Италия	0,61	0,41	0,10*	0,79	0,04	0,98	0,55	0,21	0,4	7,48	
Гваделупа	0,25	0,29	0,15*	0,77	0,06	0,90	0,22	0,14	0,2	7,46	
Франц. Полинезия	0,30	0,28	0,20*	0,75	0,06	0,98	0,21	0,37	0,2	7,35	
Маврикий	0,29	0,43	0,11	0,71	0,12	0,83	0,19	0,04	0,2	7,10	
Великобритания	0,63	0,49	0,17	0,78	0,04	0,99	0,71	0,13	0,4	6,90	
Корея Южная	0,44	0,46	0,12*	0,75	0,05	0,98	0,63	0,04	0,4	6,81	
Гуам	0,58	0,38	0,35*	0,78	0,05	0,99	0,69	0,16	0,2	6,78	
США	0,99	0,51	0,13	0,77	0,05	0,97	1,00	0,50	0,6	6,72	
Швейцария	0,79	0,54	0,04*	0,80	0,03	0,99	0,62	0,20	0,6	6,63	
Мальта	0,39	0,37	0,10*	0,78	0,04	0,89	0,46	0,08	0,4	6,41	
Австрия	0,69	0,45	0,06*	0,78	0,03	0,98	0,61	0,31	0,6	6,28	
Реюньон	0,13	0,37	0,20*	0,73	0,06	0,79	0,20	0,07	0,2	6,11	
Антигуа и Барбуда	0,23	0,45	0,20*	0,71	0,15	0,89	0,36	0,41	0,2	5,91	
Греция	0,47	0,41	0,18*	0,79	0,04	0,95	0,33	0,21	0,4	5,89	
Гонконг	0,70	0,47	0,04*	0,80	0,04	0,92	0,50	0,01	0,6	5,81	
Андорра	0,49	0,46	0,01*	0,83	0,03	1,00	0,33	0,07	0,6	5,73	
Тайвань	0,48	0,44	0,01	0,77	0,05	0,86	0,62	0,03	0,6	5,73	
Германия	0,64	0,49	0,10*	0,78	0,03	0,99	0,58	0,16	0,6	5,66	
Мартиника	0,30	0,41	0,10*	0,78	0,05	0,93	0,19	0,10	0,4	5,65	
Чехия	0,35	0,51	0,20*	0,75	0,04	1,00	0,35	0,13	0,4	5,63	
Сейшельские острова	0,21	0,39	0,25*	0,71	0,12	0,58	0,28	0,39	0,2	5,46	
Словения	0,33	0,44	0,25*	0,75	0,03	0,99	0,44	0,20	0,4	5,43	
Кувейт	0,41	0,64	0,20*	0,76	0,08	0,79	0,25	0,04	0,4	5,37	
Австралия	0,64	0,49	0,10*	0,80	0,03	1,00	0,71	0,69	0,8	5,20	
Малайзия	0,29	0,43	0,07	0,71	0,14	0,84	0,32	0,05	0,4	5,18	
Оман	0,21	0,32	0,08*	0,72	0,15	0,80	0,30	0,30	0,4	5,13	
Эстония	0,27	0,55	0,09	0,70	0,09	1,00	0,47	0,42	0,6	5,01	
Сент-Китс и Невис	0,19	0,47	0,30*	0,71	0,11	0,97	0,34	0,26	0,2	4,98	
Словакия	0,28	0,55	0,25*	0,74	0,06	0,98*	0,39	0,04	0,4	4,96	
Катар	0,56	0,30	0,15*	0,73	0,15	0,79	0,21	0,04	0,4	4,90	
Испания	0,49	0,42	0,14*	0,79	0,03	0,97	0,34	0,16	0,6	4,79	
Литва	0,20	0,55	0,25*	0,69	0,10	0,98	0,33	0,30	0,4	4,73	
Чили	0,28	0,38	0,22	0,76	0,06	0,95	0,19	0,13	0,4	4,72	
Сингапур	0,73	0,49	0,06*	0,80	0,02	0,94	0,53	0,02	0,8	4,68	
Португалия	0,43	0,50	0,12*	0,76	0,04	0,87	0,35	0,14	0,6	4,67	
ОАЭ	0,63	0,58	0,10*	0,74	0,11	0,79	0,33	0,06	0,6	4,65	
Хорватия	0,16	0,39	0,04	0,74	0,05	0,97	0,24	0,15	0,6	4,55	
Гренада	0,12	0,47	0,40*	0,65	0,10	0,98	0,31	0,27	0,2	4,43	
Кипр	0,29	0,49	0,20*	0,77	0,05	0,94	0,42	0,33	0,6	4,41	
Израиль	0,52	0,40	0,10*	0,79	0,05	0,95	0,43	0,07	0,8	4,38	
Панама	0,16	0,39	0,37	0,76	0,14	0,91	0,15	0,14	0,4	4,36	
Тринидад и Тобаго	0,26	0,48	0,21	0,68	0,17	0,98	0,27	0,14	0,4	4,36	
Доминика	0,11	0,35	0,15*	0,74	0,11	0,94	0,24	0,24	0,4	4,27	
Барбадос	0,40	0,58	0,20*	0,73	0,08	0,97	0,36	0,11	0,6	4,22	
Таиланд	0,18	0,53	0,13	0,69	0,21	0,94	0,14	0,02	0,4	4,15	
Уругвай	0,26	0,45	0,30*	0,75	0,10	0,97	0,29	0,10	0,4	4,13	
Македония	0,12	0,49	0,25	0,74	0,09	0,92*	0,15	0,09	0,4	4,11	
Багамские острова	0,41	0,52	0,35*	0,70	0,12	0,98	0,31	0,53	0,4	4,10	
Польша	0,23	0,45	0,18	0,73	0,06	0,99	0,27	0,19	0,6	4,05	
Латвия	0,20	0,59	0,25*	0,69	0,10	1,00	0,40	0,47	0,6	4,04	
Маршалловы Острова	0,05	0,35*	0,25*	0,66	0,27	0,93	0,08	0,53	0,2	3,89	
Пуэрто-Рико (США)	0,27	0,33	0,35*	0,76	0,06	0,89	0,31	0,08	0,4	3,86	
Куба	0,04	0,38	0,35*	0,76	0,05	0,96	0,15	0,14	0,4	3,72	
Фиджи	0,20	0,28	0,30*	0,68	0,10	0,92	0,17	0,14	0,4	3,65	
Суринам	0,09	0,23	0,30*	0,72	0,17	0,93	0,24	0,31	0,4	3,53	
Бахрейн	0,44	0,46	0,10*	0,73	0,13	0,85	0,31	0,10	0,8	3,47	
Беларусь	0,21	0,46	0,22	0,68	0,10	0,98	0,18	0,15	0,6	3,46	

Турция	0,19	0,35	0,15*	0,71	0,32	0,85	0,23	0,11	0,4	3,45	Низ- кий
Ямайка	0,10	0,42	0,34	0,75	0,10	0,85	0,18	0,15	0,4	3,40	
Болгария	0,17	0,50	0,30*	0,71	0,10	0,98	0,36	0,14	0,6	3,35	
Китай	0,10	0,55	0,10	0,72	0,19	0,82	0,19	0,02	0,6	3,34	
Гайана	0,13	0,35	0,20*	0,63	0,26	0,98	0,18	0,37	0,4	3,30	
Тонга	0,06	0,33	0,50	0,68	0,10	0,98	0,16	0,22	0,2	3,29	
Парагвай	0,13	0,35	0,36	0,74	0,20	0,92	0,11	0,35	0,4	3,19	
Микронезия	0,05	0,35	0,40*	0,69	0,23	0,89	0,02	0,12	0,2	3,14	
Аргентина	0,35	0,40	0,37	0,75	0,12	0,96	0,27	0,18	0,6	3,13	
Сент-Люсия	0,12	0,28	0,25*	0,73	0,10	0,67	0,27	0,16	0,4	3,11	
Коста-Рика	0,18	0,50	0,21	0,76	0,08	0,95	0,15	0,25	0,8	3,06	
Бразилия	0,18	0,45	0,17	0,63	0,25	0,83	0,18	0,23	0,6	2,99	
Тунис	0,18	0,27	0,06	0,74	0,20	0,67	0,09	0,05	0,6	2,98	
Мексика	0,25	0,39	0,27	0,72	0,17	0,90	0,16	0,09	0,6	2,91	
Шри-Ланка	0,09	0,34	0,22	0,72	0,11	0,90	0,07	0,01	0,6	2,87	
Россия	0,21	0,45	0,40	0,67	0,14	0,98	0,26	0,16	0,6	2,86	
Албания	0,08	0,48	0,20	0,72	0,23	0,93	0,09	0,10	0,6	2,81	
Ливан	0,14	0,36	0,28	0,72	0,19	0,86	0,35	0,04	0,6	2,81	
Самоа	0,09	0,50	0,40*	0,70	0,22	0,97	0,26	0,11	0,4	2,77	
Колумбия	0,17	0,45	0,55	0,71	0,16	0,91	0,19	0,10	0,4	2,76	
ЮАР	0,23	0,39	0,20*	0,48	0,41	0,82	0,15	0,18	0,4	2,74	
Белиз	0,09	0,28	0,33	0,71	0,17	0,70	0,20	0,52	0,6	2,71	
Алжир	0,15	0,29	0,23	0,70	0,28	0,62	0,09	0,06	0,4	2,70	
Румыния	0,16	0,44	0,45	0,70	0,13	0,97	0,18	0,14	0,6	2,64	
Иордания	0,10	0,22	0,30	0,78	0,14	0,87	0,12	0,04	0,6	2,58	
Украина	0,11	0,47	0,50	0,66	0,15	0,98	0,35	0,14	0,6	2,57	
Индонезия	0,08	0,43	0,20	0,68	0,28	0,84	0,05	0,03	0,6	2,47	
Мальдивы	0,05	0,22	0,35*	0,63	0,43	0,93	0,05	0,04	0,2	2,43	
Домин. Республика	0,16	0,30	0,25	0,73	0,24	0,82	0,08	0,03	0,6	2,41	
Монголия	0,05	0,49	0,40	0,64	0,36	0,98	0,04	0,04	0,4	2,41	
Филиппины	0,10	0,58	0,41	0,68	0,20	0,95	0,05	0,04	0,6	2,40	
Вьетнам	0,05	0,48	0,37	0,70	0,21	0,94	0,04	0,03	0,6	2,36	
Перу	0,13	0,28	0,49	0,70	0,27	0,89	0,10	0,07	0,4	2,32	
Саудовская Аравия	0,29	0,31	0,25*	0,68	0,35	0,63	0,16	0,12	0,6	2,25	
Кирибати	0,02	0,08	0,40*	0,60	0,37	0,80*	0,05	0,52	0,2	2,24	
Сирия	0,09	0,28	0,25	0,69	0,23	0,71	0,09	0,03	0,6	2,23	
Новая Гвинея	0,07	0,38	0,37	0,63	0,40	0,72	0,03	0,26	0,4	2,22	
Сан-Томе и Принсип	0,03	0,30*	0,35*	0,66	0,33	0,73	0,10	0,06	0,4	2,12	
Казахстан	0,14	0,53	0,35	0,63	0,40	0,98	0,17	0,20	0,8	2,05	
Сальвадор	0,11	0,38	0,48	0,70	0,19	0,72	0,14	0,05	0,6	2,02	
Югославия	0,06	0,15	0,50*	0,74	0,12	0,93	0,18	0,10	0,6	2,00	
Босния и Герцеговина	0,05	0,26	0,40*	0,72	0,17	0,90*	0,10	0,12	0,8	1,99	
Газа сектор	0,03	0,20	0,35*	0,71	0,17	0,76*	0,02	0,01	0,6	1,98	
Армения	0,08	0,45	0,45	0,66	0,28	0,99	0,16	0,05	0,8	1,92	
Иран	0,17	0,26	0,53	0,70	0,20	0,72	0,10	0,04	0,6	1,91	
Грузия	0,13	0,62	0,60	0,65	0,36	0,99	0,29	0,14	0,8	1,89	
Никарагуа	0,07	0,35	0,50	0,69	0,23	0,66	0,08	0,14	0,6	1,88	
Венесуэла	0,17	0,41	0,67	0,73	0,17	0,91	0,19	0,10	0,8	1,86	
Вануату	0,04	0,30	0,50*	0,61	0,42	0,53	0,09	0,37	0,2	1,82	
Молдова	0,07	0,38	0,75	0,65	0,29	0,96	0,27	0,10	0,6	1,80	
Эквадор	0,08	0,32	0,50	0,71	0,23	0,90	0,12	0,08	0,8	1,78	
Боливия	0,07	0,30	0,70	0,64	0,40	0,83	0,18	0,14	0,4	1,76	
Туркменистан	0,12	0,51	0,58	0,61	0,50	0,98	0,12	0,11	0,6	1,76	
Ливия	0,24	0,29	0,60*	0,76	0,20	0,76	0,11	0,09	0,8	1,75	
КНДР	0,03	0,44	0,65*	0,71	0,16	0,99	0,05	0,04	0,8	1,74	
Марокко	0,10	0,36	0,19	0,69	0,33	0,44	0,09	0,04	0,8	1,70	
Киргизия	0,07	0,36	0,51	0,63	0,52	0,97	0,05	0,09	0,6	1,64	
Гондурас	0,07	0,36	0,53	0,69	0,21	0,73	0,12	0,08	0,8	1,63	
Того	0,04	0,34	0,32	0,54	0,48	0,52	0,04	0,03	0,4	1,63	
Кабо-Верде	0,05	0,30	0,30*	0,69	0,36	0,72	0,08	0,08	0,8	1,62	

Нигерия	0,03	0,52	0,45	0,51	0,50	0,57	0,04	0,02	0,4	1,60	Очень низкий
Гватемала	0,10	0,32	0,60	0,67	0,31	0,64	0,06	0,09	0,6	1,56	
Узбекистан	0,07	0,47	0,60*	0,64	0,49	0,99	0,18	0,08	0,8	1,56	
Гана	0,05	0,45	0,31	0,57	0,38	0,65	0,07	0,04	0,8	1,55	
Египет	0,10	0,29	0,23	0,64	0,41	0,51	0,11	0,02	0,8	1,53	
Намибия	0,12	0,28	0,60*	0,41	0,49	0,38	0,04	0,53	0,4	1,50	
Танзания	0,02	0,37	0,51	0,52	0,54	0,68	0,05	0,05	0,4	1,48	
Индия	0,06	0,42	0,35	0,63	0,43	0,52	0,05	0,06	0,8	1,44	
Мьянма	0,04	0,47	0,23	0,55	0,50	0,83	0,03	0,01	1,0	1,44	
Ботсвана	0,18	0,15	0,47	0,37	0,43	0,70	0,05	0,23	0,6	1,43	
Камбоджа	0,04	0,48	0,36	0,57	0,44	0,35	0,03	0,06	0,6	1,42	
Камерун	0,05	0,40	0,48	0,55	0,47	0,63	0,04	0,05	0,6	1,41	
Габон	0,17	0,49	0,75*	0,50	0,65	0,63	0,06	0,19	0,4	1,39	
Йемен	0,02	0,20	0,19	0,60	0,47	0,38	0,02	0,07	0,6	1,38	
Бангладеш	0,04	0,49	0,40*	0,61	0,48	0,56	0,01	0,03	0,8	1,36	
Лесото	0,07	0,32	0,49	0,49	0,56	0,83	0,01	0,06	0,6	1,36	
Западная Сахара	0,03	0,05	0,60*	0,57*	0,48	1,00*	0,06	0,25	0,6	1,35	
Коморские Острова	0,02	0,24	0,50*	0,60	0,57	0,57	0,03	0,04	0,4	1,34	
Зимбабве	0,07	0,48	0,60	0,37	0,43	0,85	0,04	0,10	0,8	1,33	
Соломоновы Острова	0,05	0,06	0,40*	0,72	0,17	0,40*	0,03	0,16	0,6	1,32	
Таджикистан	0,03	0,29	0,80	0,64	0,79	0,98	0,07	0,09	0,4	1,30	
Бенин	0,03	0,40*	0,37	0,50	0,61	0,36	0,03	0,02	0,4	1,29	
Кения	0,04	0,30	0,42	0,47	0,46	0,78	0,03	0,05	0,6	1,29	
Ирак	0,07	0,19	0,45*	0,67	0,41	0,58	0,08	0,04	0,8	1,28	
Азербайджан	0,08	0,37	0,60	0,63	0,57	0,97	0,03	0,07	1,0	1,24	
Экватор. Гвинея	0,05	0,25*	0,80*	0,54	0,63	0,78	0,09	0,12	0,4	1,24	
Пакистан	0,05	0,28	0,40	0,61	0,55	0,43	0,03	0,03	0,6	1,23	
Уганда	0,03	0,35	0,55	0,43	0,62	0,62	0,03	0,02	0,4	1,21	
Джибути	0,04	0,61	0,60*	0,51	0,69	0,46	0,04	0,15	0,6	1,20	
Конго	0,02	0,27	0,70*	0,49	0,68	0,77	0,10	0,06	0,4	1,20	
Кот-д'Ивуар	0,04	0,68	0,65*	0,45	0,64	0,49	0,05	0,06	0,6	1,19	
Непал	0,04	0,39	0,42	0,58	0,50	0,28	0,01	0,01	0,6	1,18	
Лаос	0,04	0,27	0,46	0,53	0,63	0,57	0,03	0,07	0,6	1,17	
Свазиленд	0,11	0,25*	0,65*	0,38	0,74	0,77	0,05	0,08	0,4	1,16	
Мадагаскар	0,02	0,44	0,70	0,55	0,57	0,80	0,05	0,07	0,8	1,15	
Сенегал	0,04	0,40*	0,50*	0,63	0,39	0,33	0,04	0,03	0,8	1,13	
Гамбия	0,03	0,28	0,55*	0,54	0,53	0,48	0,04	0,04	0,6	1,10	
Судан	0,03	0,31	0,65*	0,57	0,47	0,46	0,06	0,01	0,6	1,10	
ЦАР	0,05	0,30*	0,70*	0,44	0,72	0,60	0,02	0,13	0,4	1,10	
Бутан	0,03	0,30*	0,60*	0,53	0,74	0,42	0,01	0,02	0,4	1,03	
Замбия	0,02	0,35	0,86	0,37	0,62	0,78	0,03	0,14	0,6	1,03	
Малави	0,2	0,33	0,54	0,37	0,82	0,58	0,04	0,04	0,6	1,03	
Мавритания	0,05	0,27	0,50	0,51	0,52	0,47	0,04	0,05	0,8	1,01	
Бурунди	0,02	0,30	0,36	0,46	0,48	0,35	0,01	0,04	0,8	1,00	
Гвинея-Бисау	0,02	0,36	0,50	0,49	0,75	0,54	0,01	0,10	0,8	0,97	
Чад	0,03	0,30*	0,64	0,51	0,65	0,48	0,04	0,07	0,6	0,97	
Гвинея	0,04	0,39	0,40	0,46	0,88	0,36	0,01	0,08	0,6	0,96	
Руанда	0,02	0,49	0,70	0,39	0,81	0,48	0,01	0,03	0,6	0,91	
Гаити	0,05	0,52	0,80	0,49	0,65	0,45	0,01	0,01	0,8	0,88	
Буркина-Фасо	0,03	0,41	0,70*	0,46	0,73	0,19	0,01	0,02	0,4	0,84	
Ангола	0,03	0,48	0,45*	0,39	1,32	0,42	0,02	0,16	0,8	0,77	
Либерия	0,03	0,30*	0,80	0,51	0,90	0,38	0,06	0,06	0,6	0,77	
Мозамбик	0,05	0,38	0,70	0,36	0,95	0,42	0,01	0,04	0,6	0,77	
Сомали	0,02	0,50	0,60*	0,47	0,84	0,24	0,03	0,06	1,00	0,74	
Эфиопия	0,2	0,25*	0,70*	0,45	0,68	0,35	0,04	0,01	0,8	0,72	
Мали	0,02	0,35*	0,80*	0,47	0,83	0,31	0,01	0,03	0,8	0,66	
Эритрея	0,02	0,20*	0,80*	0,56	0,51	0,25	0,02	0,03	0,8	0,65	
Афганистан	0,02	0,37	0,65*	0,46	1,00	0,32	0,01	0,02	1,0	0,64	
Сьерра-Леоне	0,01	0,25	0,68	0,46	1,00	0,31	0,05	0,04	1,00	0,57	
Нигер	0,03	0,07	0,63	0,42	0,84	0,14	0,01	0,01	0,6	0,53	

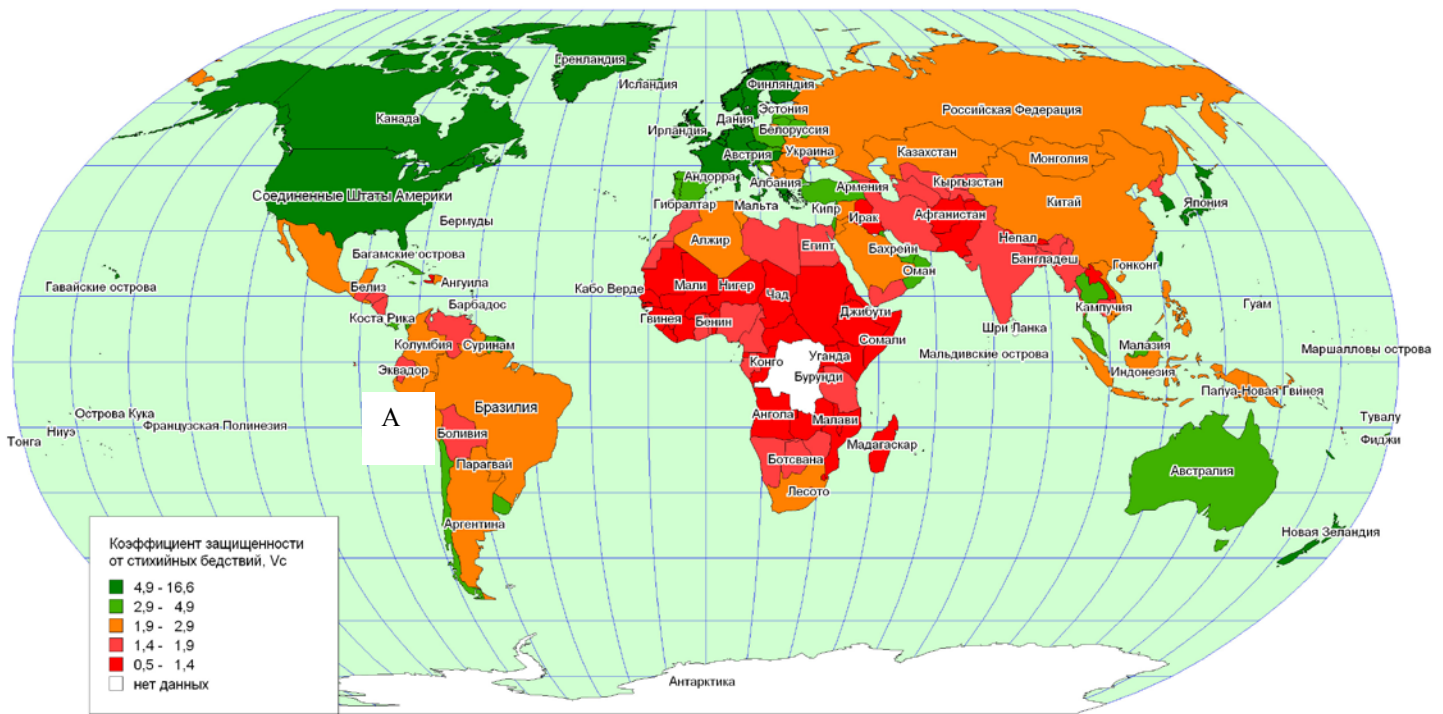
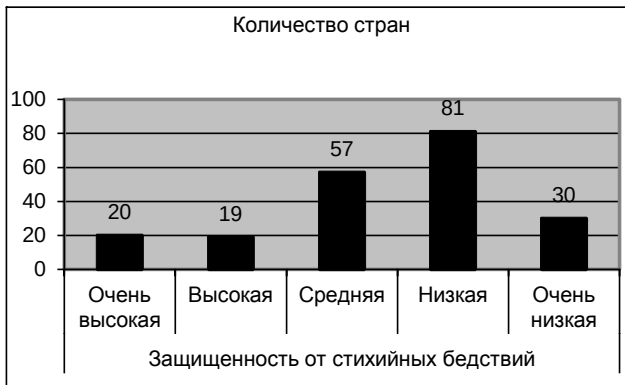
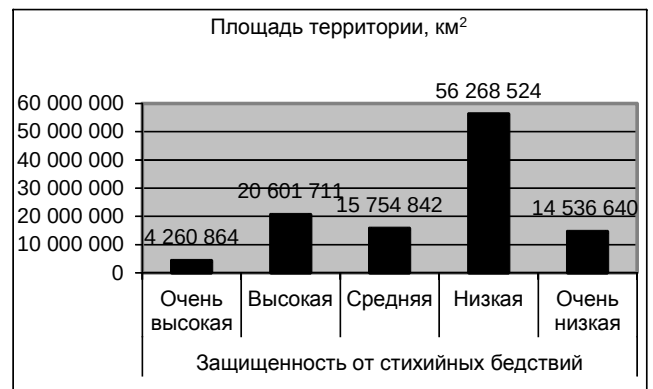


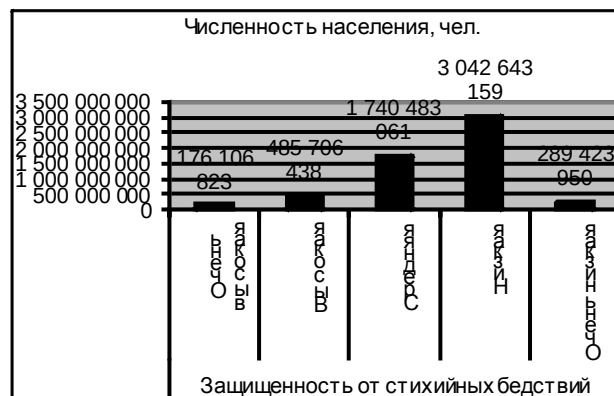
Рис. 3.3. Степень защищенности от стихийных бедствий и катастроф по странам мира



А



Б



В

Рис. 3.4. Глобальное распределение стран (А), занимаемой ими площади (Б) и численности населения (В) по категориям защищенности от стихийных бедствий и катастроф

На другом полюсе защищенности от стихийных бедствий дело обстоит достаточно драматично. Низкую и очень низкую защищенность от стихийных бедствий имеют более государств – 111, которые занимают 64 % общей площади и в них проживает 59 % населения планеты (более 3,3 млрд. человек). Это в первую очередь беднейшие государства Африканского континента, такие как Нигер, Сьерра-Леоне, Мозамбик, Сомали, Эфиопия, Мали, Ангола, Чад, Мавритания, Эритрея а также страны Южной и Юго-Восточной Азии – Лаос, Непал, Пакистан, Ирак, Бангладеш, Северная Корея, и среди них – бывшие республики СССР, такие как Азербайджан, Таджикистан, Узбекистан, Туркменистан (см. Рис. 3.2).

Собственно риск природопользования имеет очень высокую и высокую степень в 71 стране мира (Табл. 3.4), которые занимают 39 % общей площади, где проживает 68 % населения Земли. И здесь лидерство сохраняют также густонаселенные и, одновременно, неблагополучные в экономическом и социальном отношении государства, такие как Бангладеш, Индия, Пакистан, Индонезия, Эфиопия, Египет, Филиппины, Нигерия. Есть в списке таких «лидеров» и республики бывшего СССР – Азербайджан, Узбекистан, Киргизия, Таджикистан (Рис. 3.5, 3.6).

Табл. 3.4

Риск природопользования по странам мира

Страна	Площадь, S, км ²	Население, Р, чел.	Коэффициент риска	Риск
Гаити	27 750	6 964 549	3,64	Очень высокий
Эфиопия	1 127 127	65 891 874	3,33	
Непал	140 800	25 284 463	2,71	
Бангладеш	144 000	131 269 860	2,65	
Руанда	26 338	7 312 756	2,64	
Бурунди	27 830	6 223 897	2,40	
Сомали	637 657	7 488 773	2,16	
Индия	3 287 590	1 029 991 145	2,08	
Пакистан	803 940	144 616 639	1,95	
Афганистан	647 500	26 813 057	1,88	
Эритрея	121 320	4 298 269	1,85	
КНДР	120 540	21 968 228	1,84	
Мьянма	678 500	41 994 678	1,67	
Сенегал	196 190	10 284 929	1,59	
Египет	1 001 450	69 536 644	1,57	
Кабо-Верде	4 033	405 163	1,48	
Азербайджан	86 600	7 771 092	1,45	
Ирак	437 072	23 331 985	1,41	
Кения	582 650	30 765 916	1,40	
Сьерра-Леоне	71 740	5 426 618	1,40	
Филиппины	298 170	82 841 518	1,33	
Гвинея-Бисау	36 120	1 315 822	1,24	
Газа сектор	360	1 178 119	1,21	
Коморские Острова	2 170	596 202	1,19	
Малави	118 480	10 548 250	1,17	
Гватемала	108 890	12 974 361	1,15	
Узбекистан	447 400	25 155 064	1,15	
Марокко	446 550	30 645 305	1,06	
Либерия	111 370	3 225 837	1,04	
Мадагаскар	587 040	15 982 563	1,04	
Мозамбик	801 590	19 371 057	1,04	

Лаос	236 800	5 635 967	1,03	Высокий
Кот-д'Ивуар	322 460	16 393 221	1,01	
Джибути	22 000	460 700	1,00	
Киргизия	198 500	4 753 003	0,98	
Индонезия	1 826 440	228 437 870	0,97	
Грузия	69 700	4 989 285	0,95	
Таджикистан	143 100	6 578 681	0,92	
Мали	1 240 000	11 008 518	0,91	
Соломоновы Острова	27 540	480 442	0,91	
Западный берег реки Иордан	5 860	2 090 713	0,89	
Лесото	30 335	2 177 062	0,88	
Камбоджа	181 040	12 491 501	0,85	
Иран	1 648 000	66 128 965	0,84	
Гвинея	245 857	7 613 870	0,83	
Мексика	1 972 550	101 879 171	0,82	
Сальвадор	21 040	6 237 662	0,79	
Ангола	1 246 700	10 366 031	0,78	
Бутан	47 000	2 049 412	0,78	
Замбия	752 614	9 770 199	0,78	
Гана	238 540	19 894 014	0,77	
Нигер	1 267 000	10 355 156	0,75	
Нигерия	923 768	126 635 626	0,75	
Гондурас	112 090	6 406 052	0,74	
Того	56 785	5 153 088	0,74	
Судан	2 505 810	36 080 191	0,73	
Китай	9 596 960	1 273 111 290	0,72	
Папуа – Новая Гвинея	452 860	5 049 055	0,72	
Ливан	10 400	3 627 774	0,71	
Бахрейн	620	645 361	0,69	
Перу	1 285 220	27 483 846	0,69	
Вьетнам	329 560	79 939 014	0,68	
Конго Демократическая Республика	2 345 410	53 624 718	0,67	Средний
Молдова	33 843	4 431 570	0,67	
Эквадор	283 560	13 183 978	0,67	
Доминиканская Республика	48 730	8 581 477	0,66	
Венесуэла	882 050	23 916 810	0,65	
Экваториальная Гвинея	28 051	486 060	0,65	
Никарагуа	129 494	4 918 393	0,64	
Армения	29 800	3 336 100	0,63	
Чад	1 284 000	8 707 078	0,62	
Зимбабве	390 580	11 365 366	0,60	
Югославия	102 136	10 677 290	0,60	
Коста-Рика	51 100	3 773 057	0,59	
Мавритания	1 030 400	2 747 312	0,59	
Йемен	527 970	18 078 035	0,58	
Камерун	475 440	15 803 220	0,57	
Шри-Ланка	65 610	19 408 635	0,56	
Гамбия	11 300	1 411 205	0,55	
Тонга	748	104 227	0,55	
Кирибати	717	94 149	0,54	
Сирия	185 180	16 728 808	0,54	
Танзания	945 087	36 232 074	0,54	
Мартиника	1 100	418 454	0,53	
Пуэрто-Рико (США)	9 104	3 937 316	0,52	
Турция	780 580	66 493 970	0,52	
Сент-Люсия	620	158 178	0,51	
Уганда	236 040	23 985 712	0,50	
Мальдивы	300	310 764	0,49	
Буркина-Фасо	274 200	12 272 289	0,48	
Барбадос	430	275 330	0,47	

Бенин	112 620	6 590 782	0,47	Низкий
Иордания	92 300	5 153 378	0,47	
Украина	603 700	48 760 474	0,47	
Румыния	237 500	22 364 022	0,45	
Алжир	2 381 720	31 736 053	0,44	
Вануату	12 200	192 910	0,44	
Корея Южная	98 480	47 904 370	0,44	
Албания	27 398	3 510 484	0,43	
Италия	301 230	57 679 825	0,43	
Колумбия	1 138 910	40 349 288	0,43	
Самоа	2 860	179 058	0,43	
Сен-Винсент и Гренадины	389	115 942	0,41	
Тунис	163 610	9 705 102	0,40	
Казахстан	2 717 300	16 731 303	0,39	
Аргентина	2 766 890	37 384 816	0,38	
Сан-Томе и Принсипи	1 001	165 034	0,38	
Израиль	20 770	5 938 093	0,37	
Болгария	110 910	7 707 495	0,36	
Саудовская Аравия	1 960 582	22 757 092	0,36	
Центральноафриканская Республика	622 984	3 576 884	0,36	
Швейцария	41 290	7 283 274	0,36	
Тайвань	35 980	22 370 461	0,35	
Кувейт	17 820	2 041 961	0,34	
Ливия	1 759 540	5 240 599	0,34	
Свазиленд	17 363	1 104 343	0,34	
Япония	374 744	126 771 662	0,33	
Конго Республика	342 000	2 894 336	0,32	
Куба	110 860	11 184 023	0,32	
Белиз	22 966	256 062	0,30	
Босния и Герцеговина	51 129	3 922 205	0,30	
Виргинские острова (США)	352	122 211	0,30	
Польша	312 685	38 633 912	0,30	
Сингапур	648	4 300 419	0,30	
Австрия	82 738	8 150 835	0,29	
Македония	25 333	2 046 209	0,29	
Сейшельские Острова	455	79 715	0,29	
Таиланд	514 000	61 797 751	0,29	
Уругвай	176 220	3 360 105	0,29	
Южно-Африканская Республика	1 219 912	43 586 097	0,29	
Германия	357 021	83 029 536	0,28	
Доминика	754	70 860	0,28	
Маврикий	1 860	1 189 825	0,28	
Антигуа и Барбуда	442	66 970	0,27	
Бразилия	8 511 965	174 468 575	0,27	
Кипр	9 250	762 887	0,27	
Намибия	825 418	1 797 677	0,27	
Маршалловы Острова	181	70 822	0,26	
Португалия	92 391	10 066 253	0,26	
Реюньон (Франция)	2 512	732 570	0,26	
Хорватия	56 542	4 334 142	0,26	
Испания	504 782	40 037 995	0,25	
Микронезия	702	134 597	0,25	
Монголия	1 565 000	2 654 999	0,25	
Парагвай	406 750	5 734 139	0,25	
Чили	756 950	15 328 467	0,25	
Гонконг	1 092	7 210 505	0,24	
Гуам (США)	549	157 557	0,24	
Катар	11 437	769 152	0,24	
Сан-Марино	62	27 336	0,24	
США	9 158 960	278 058 881	0,24	

Ямайка	10 990	2 665 636	0,24	Очень низ- кий
Малайзия	329 750	22 229 040	0,23	
Туркменистан	488 100	4 603 244	0,23	
Словения	20 253	1 930 132	0,22	
Андорра	468	67 627	0,21	
Россия	17 075 200	145 470 197	0,21	
Чехия	78 866	10 264 212	0,21	
Гренада	340	89 227	0,18	
Панама	78 200	2 845 647	0,18	
Тринидад и Тобаго	5 128	1 169 682	0,18	
Объединенные Арабские Эмираты	82 880	2 407 460	0,17	
Оман	212 460	2 622 198	0,16	
Северные Марианские Острова (США)	477	74 612	0,16	
Западная Сахара	266 000	250 259	0,15	
Ботсвана	600 370	1 586 119	0,14	
Габон	267 667	1 221 175	0,14	
Франция	547 030	59 551 227	0,14	
Восточный Самоа (США)	199	67 084	0,13	
Бруней	5 770	343 653	0,13	
Литва	65 200	3 610 535	0,13	
Беларусь	207 600	10 350 194	0,12	
Сент-Китс и Невис	261	38 756	0,12	
Словакия	48 485	5 414 937	0,12	
Бельгия	30 510	10 258 762	0,11	
Боливия	1 098 580	8 300 463	0,11	
Гваделупа (Франция)	1 780	431 170	0,11	
Нидерланды	41 526	15 981 472	0,11	
Новая Каледония (Франция)	18 575	204 863	0,11	
Фиджи	18 270	844 330	0,11	
Багамские острова	10 070	297 982	0,10	
Греция	131 940	10 623 835	0,10	
Латвия	64 589	2 385 231	0,10	
Лихтенштейн	160	32 528	0,10	
Новая Зеландия	268 670	3 864 129	0,09	
Австралия	7 617 930	19 357 594	0,08	
Бермудские острова (Великобритания)	59	63 503	0,08	
Люксембург	2 586	442 972	0,08	
Нидерландские Антильские Острова	960	212 226	0,08	
Норвегия	324 220	4 503 440	0,08	
Финляндия	305 470	5 175 783	0,08	
Французская Полинезия	3 660	253 506	0,08	
Швеция	449 964	8 875 053	0,08	
Эстония	45 226	1 423 316	0,08	
Гайана	214 970	697 181	0,06	
Дания	43 094	5 352 815	0,06	
Суринам	163 270	433 998	0,06	
Канада	9 976 140	31 592 805	0,05	
Мальта	316	394 583	0,05	
Французская Гвиана	91 000	177 562	0,05	
Исландия	103 000	277 906	0,04	
Фарерские Острова (Дания)	1 399	45 661	0,04	
Великобритания	244 820	59 647 790	0,03	
Аруба (Нидерланды)	193	70 007	0,02	
Ирландия	70 280	3 840 838	0,02	
Венгрия	92 340	10 106 017	0,01	

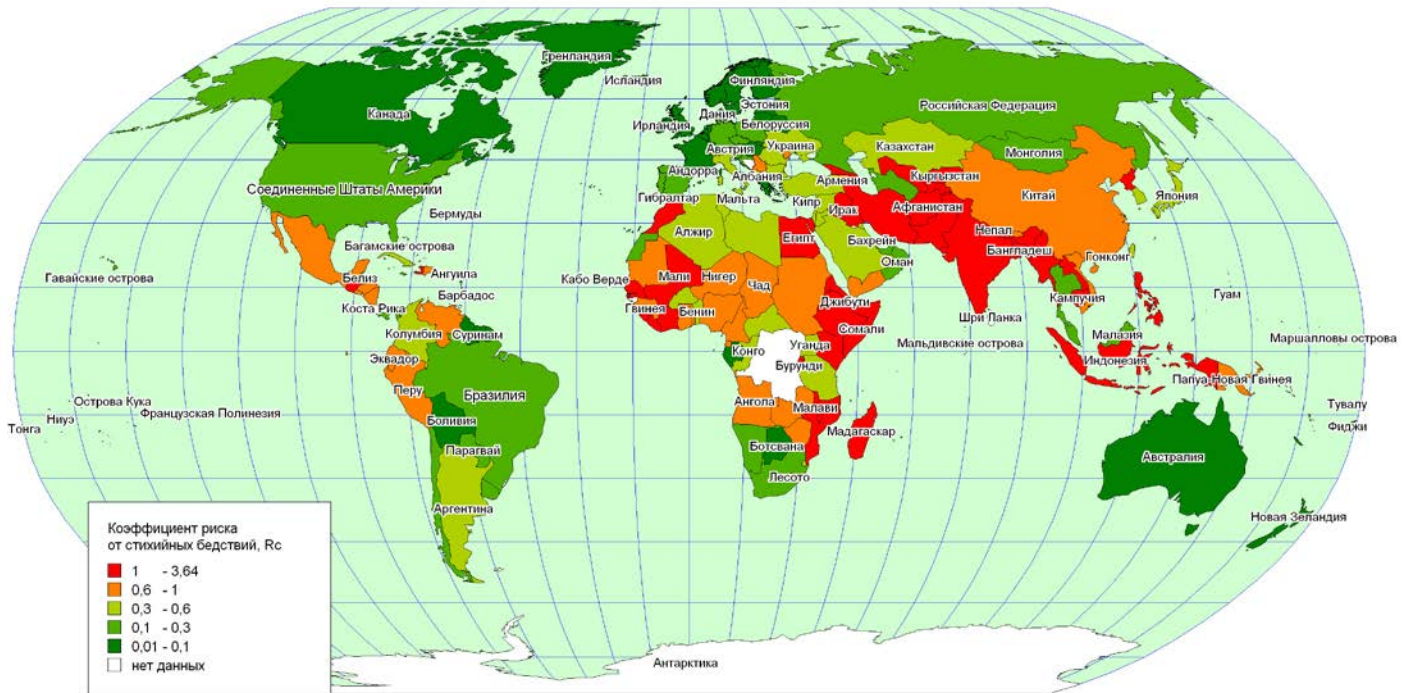
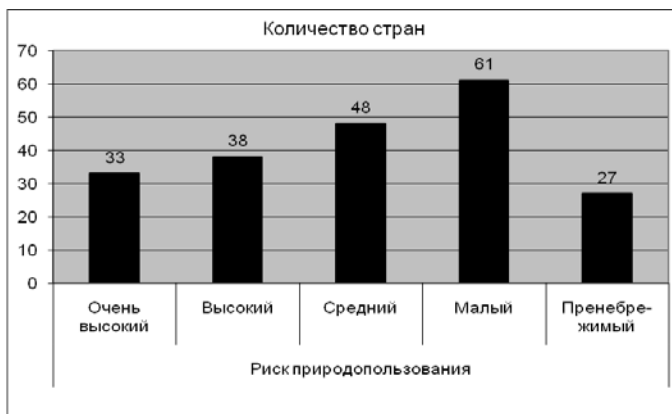
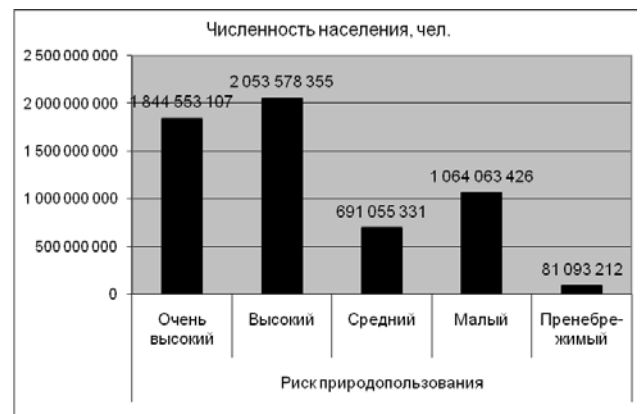


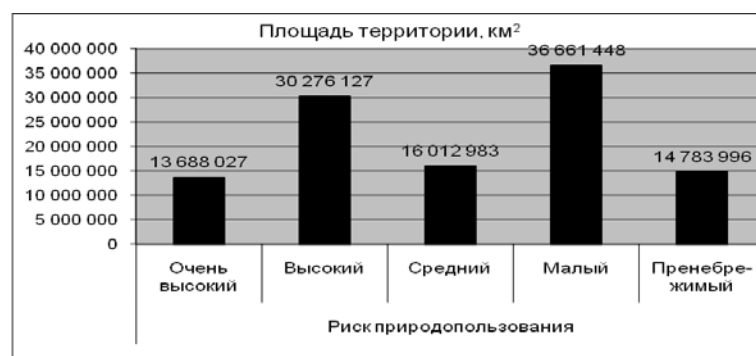
Рис. 3.5. Степень риска природопользования в условиях стихийных бедствий и катастроф по странам мира



А



Б



В

Рис. 3.6. Глобальное распределение стран (А), занимаемой ими площади (Б) и численности населения (В) по категориям риска природопользования

Условно пренебрегать риском природопользования в процессе хозяйственной деятельности могут 27 государств мира, которые занимают 13 % площади, однако численность их населения составляет всего около 1 %. В пятерку самых безопасных стран входят Гренландия (Дания), Венгрия, Ирландия, Аруба (Нидерланды), Великобритания. Несколько хуже показатели у развитых стран мира, таких как Канада, Австралия, Греция, Дания, скандинавские государства, Финляндия. Есть среди них и республики бывшего СССР – Эстония, Латвия (см. Рис. 3.3).

Проведен анализ площади территорий и численности населения, подвергнутых природной опасности и риску природопользования, в странах с разным уровнем экономического развития (Рис. 3.7). По степени природной опасности, осредненной по группам стран, определенных тенденций не прослеживается. По защищенности от стихийных бедствий и риску природопользования, напротив, установлена четкая тенденция к снижению защищенности и возрастанию риска при снижении уровня жизни населения. Например, риск природопользования для стран с очень низким уровнем жизни населения почти в 10 раз ниже, чем в странах с очень высоким уровнем жизни. Но не всегда высокий уровень социального положения в стране адекватно отражает и ее возможность противостоять стихийным бедствиям и катастрофам. Так, по данным на 2005 г. наивысший индекс развития человеческого потенциала принадлежал Исландии, но глобальный экономический кризис 2008-2010 г.г. в сочетании с мощнейшей вулканической активностью этих лет поставил экономику страны в критическое положение. Ирландия обладает очень высоким уровнем защищенности от стихийных бедствий и катастроф и очень низким риском природопользования. Однако это не помогло ее экономике в период глобального кризиса стать самой подверженной деструктивным процессам в Евросоюзе. Лишь финансовая поддержка других европейских стран помогло ей избежать полного экономического коллапса.

Положение России в мировой системе риска отражено на Рис. 3.8. По природной опасности Россия занимает 172 место из 207 проанализированных стран мира. По угрозе развития опасных природных процессов ее положение аналогично таким странам Африки как Ангола, Ливия или Мавритания, странам Азии – Монголия, странам Европы – Словакия, Греция, Литва. По защищенности от стихийных бедствий и катастроф Россия находится в середине списка (102 место), а по риску природопользования – на 157 месте, что также относительно благополучно.

Среди европейских стран Россия занимает среднее положение по риску (21 место из 44 государств), а по природной опасности выглядит благополучно (33 место), но по защищенности от стихийных бедствий – значительно хуже (38 место). По последнему показателю более угрожающе обстоят дела только в странах Балканского региона – Босния и Герцеговина, Сербия, Албания, которые недавно находились в состоянии гражданской войны, либо под протекторатом военных блоков (Косово). Среди азиатских стран положение России заметно лучше. По природной опасности и риску природопользования она располагается на 47 месте из 49 стран, и

лучше складывается ситуация только в ОАЭ и Омане по риску природопользования, а в Монголии и Туркменистане по природной опасности. По защищенности от стихийных бедствий и катастроф Россия занимает 18 место и находится на уровне таких государств как Китай, Шри-Ланка, Ливан, Иордания. Похожая же картина наблюдается в положении Российской Федерации среди государств постсоветского пространства и пограничных стран (см. Рис. 3.9).

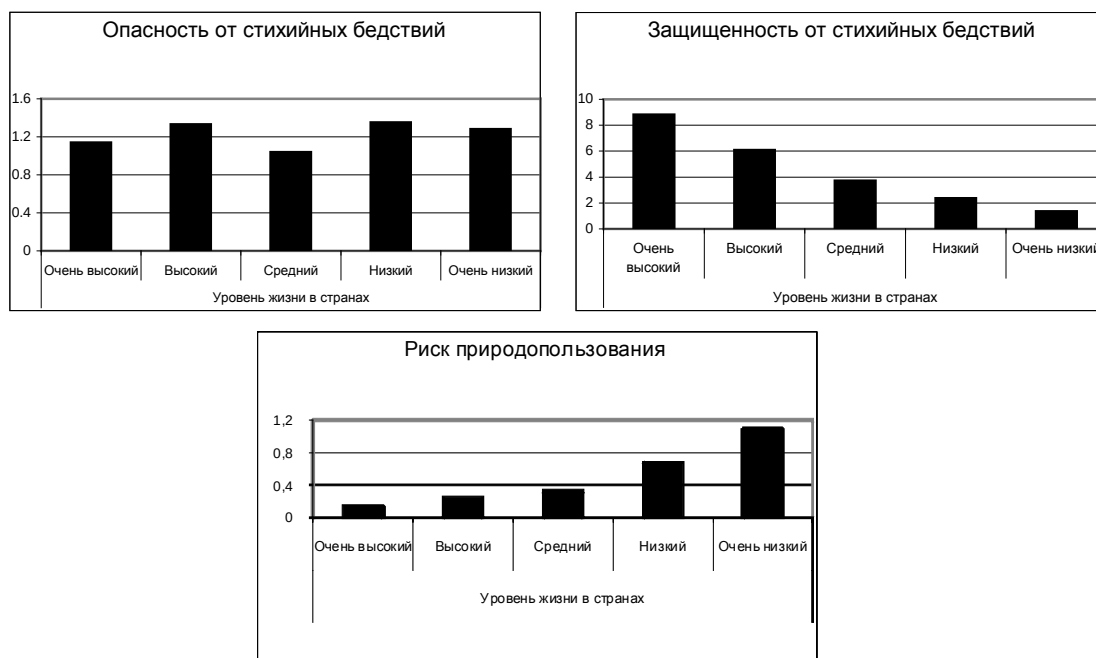


Рис. 3.7. Диаграммы распределения стран с разным уровнем жизни – ВВП на душу населения в год – по природной опасности, защищенности от стихийных бедствий и катастроф и риску природопользования

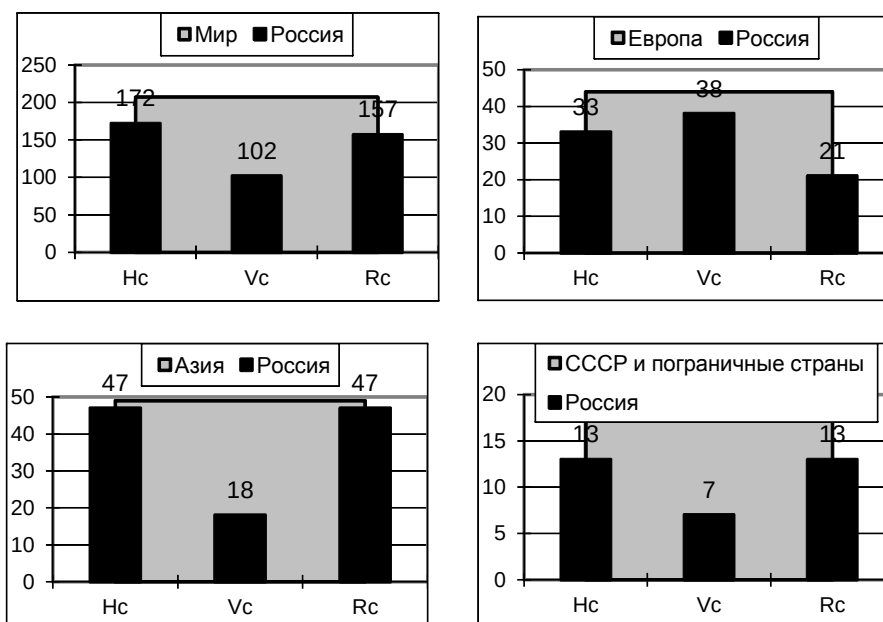


Рис. 3.8. Положение России в мировой системе риска природопользования, по сравнению с европейскими и азиатскими странами, пограничными странами и странами бывшего СССР. Серый фон – общее количество анализируемых стран, черные столбцы диаграмм – место Российской Федерации. Нс – природная опасность; Vc – защищенность от стихийных бедствий и катастроф; Rc – риск природопользования.

Прослеживается удовлетворительное, а в ряде случаев – хорошее положение России в отношении природной опасности и риска природопользования как в географическом, так и в геополитическом аспекте; риск природопользования повышается за счет слабой защищенности от стихийных бедствий и катастроф. Наиболее рельефно это выглядит при сравнительном анализе по европейскому региону и сглаживается на фоне азиатских государств и стран бывшего СССР. Риск природопользования на глобальном уровне зависит от большого числа факторов. Границы между странами с разной степенью риска природопользования не определяются исключительно только природными, социально-экономическими или этнокультурными факторами. Они формируются в процессе исторического развития как природы, так и общества.

Важной представляется оценка опасности со стороны собственно геоморфологических процессов. Для этого мной по описанной выше методике был рассчитан коэффициент степень геоморфологической опасности (Табл. 3.5) и построена карта геоморфологической опасности по всем странам мира (Рис. 3.9), для которых имеются официальные данные по ведущим опасным геоморфологическим процессам, их масштабности и активности.

Табл. 3.5

Геоморфологическая опасность по странам мира

Страна	Ведущие опасные геоморфологические процессы из официального списка опасных природных процессов в странах мира	Коэффициент геоморфологической опасности, H_{CG}	Геоморфологическая опасность, H_G
Италия	землетрясения, вулканизм, оползни	6,2	Очень высокая
Киргизия	землетрясения, обвалы, лавины, сели	5,6	
Кабо-Верде	землетрясения, вулканизм, эрозия	5,4	
Эфиопия	землетрясения, вулканизм, эрозия	5,4	
Филиппины	вулканизм, землетрясения	5,2	
Япония	землетрясения, вулканизм	5	
Австрия	обвалы, лавины, землетрясения	4,8	Высокая
Грузия	землетрясения, обвалы, лавины	4,8	
Бангладеш	эрозия, сели, оползни	4,6	
Папуа – Новая Гвинея	вулканизм, землетрясения, сели	4,6	
Бурунди	оползни, эрозия	4,4	
Индонезия	землетрясения, вулканизм	4,4	
Мексика	землетрясения, вулканизм	4,4	
Мьянма	землетрясения, оползни	4,4	
Пакистан	землетрясения, обвалы	4,4	
Руанда	вулканизм, эрозия	4,4	
Швейцария	лавины, оползни	4,4	
Гаити	землетрясения	4,2	
Корея Северная	эрозия	4,2	
Непал	оползни	4,2	
Никарагуа	землетрясения, вулканизм, оползни	4,2	
Таджикистан	землетрясения, обвалы, оползни	4,2	

Индия	землетрясения	4	Средняя
Корея Южная	землетрясения	4	
Барбадос	оползни, эрозия	4	
Сан-Марино	обвалы, лавины	4	
Гватемала	землетрясения, вулканизм	3,8	
Марокко	землетрясения, эрозия	3,8	
Тонга	землетрясения, вулканизм	3,8	
Турция	землетрясения, обвалы	3,8	
Казахстан	землетрясения, сели, обвалы	3,8	
Лихтенштейн	обвалы, лавины	3,6	
Перу	землетрясения, оползни	3,6	
Сальвадор	вулканизм, землетрясения	3,6	
Россия	криогенез, землетрясения, оползни	3,6	
Газа сектор	эрозия	3,4	
Египет	землетрясения	3,4	
Китай	землетрясения	3,4	
Алжир	землетрясения, сели	3,2	
Андорра	лавины, обвалы	3,2	
Афганистан	землетрясения, эрозия	3,2	
Болгария	землетрясения, оползни	3,2	
Колумбия	вулканизм, землетрясения	3,2	
Македония	землетрясения, обвалы	3,2	
Малави	оползни, эрозия	3,2	
Молдова	оползни, эрозия	3,2	
Португалия	землетрясения, эрозия	3,2	
Румыния	землетрясения, оползни	3,2	
Соломоновы Острова	землетрясения, вулканизм	3,2	
Украина	оползни, эрозия	3,2	
Хорватия	землетрясения, обвалы	3,2	
Чили	землетрясения, вулканизм	3,2	
Югославия	землетрясения, оползни	3,2	
Виргинские острова (США)	оползни	3	
Мартиника	вулканизм	3	
Тайвань	землетрясения	3	
Азербайджан	землетрясения	2,8	
Кения	эрозия	2,8	
Коста-Рика	землетрясения	2,8	
Сенегал	эрозия	2,8	
Узбекистан	землетрясения	2,8	
Новая Зеландия	землетрясения, вулканизм	2,8	
Норвегия	оползни, лавины	2,8	
Иран	землетрясения	2,6	
Коморские Острова	эрозия	2,6	
Реюньон (Франция)	вулканизм	2,6	
Северные Марианские острова	вулканизм	2,6	
Сен-Винсент и Гренадины	вулканизм	2,6	

Сент-Люсия	вулканизм	2,6
США	землетрясения	2,6
Сомали	эрозия	2,6
Бахрейн	абразия	2,4
Исландия	землетрясения, вулканизм	2,4
Албания	землетрясения	2,2
Аргентина	землетрясения	2,2
Армения	землетрясения	2,2
Бруней	землетрясения	2,2
Венесуэла	оползни	2,2
Гвинея-Бисау	эрозия	2,2
Джибути	землетрясения	2,2
Иордания	эрозия	2,2
Испания	обвалы и осыпи	2,2
Кипр	землетрясения	2,2
Лаос	эрозия	2,2
Лесото	эрозия	2,2
Мадагаскар	эрозия	2,2
Малайзия	оползни	2,2
Нигерия	эрозия	2,2
Польша	оползни	2,2
Самоа	вулканизм	2,2
Словения	землетрясения	2,2
Таиланд	оползни	2,2
Тунис	эрозия	2,2
Франция	лавины	2,2
Чехия	обвалы	2,2
Эквадор	землетрясения, вулканизм	2,2
Эритрея	эрозия	2,2
Западный берег р. Иордан	эрозия	2
Ливан	эрозия	2
Маврикий	абразия	2
Пуэрто-Рико (США)	землетрясения	2
Ирак	эрозия	1,8
Кувейт	абразия	1,8
Бутан	оползни	1,8
Вануату	вулканизм	1,8
Гвинея	эрозия	1,8
Замбия	эрозия	1,8
Камерун	вулканизм	1,8
Демократическая Республика Конго	вулканизм	1,8
Либерия	эрозия	1,8
Люксембург	оползни	1,8
Новая Каледония (Франция)	эрозия	1,8
Панама	эрозия	1,8
Тринидад и Тобаго	эрозия	1,8

Низкая

Финляндия	криогенез	1,8	Очень низкая
Швеция	криогенез	1,8	
Антигуа и Барбуда	абразия	1,6	
Вьетнам	эрозия	1,6	
Германия	эрозия	1,6	
Гуам (США)	абразия	1,6	
Доминиканская Республика	землетрясения	1,6	
Израиль	эрозия	1,6	
Сейшельские Острова	абразия	1,6	
Шри-Ланка	оползни	1,6	
Ангола	эрозия	1,6	
Босния и Герцеговина	землетрясения	1,6	
Греция	землетрясения	1,6	
Мавритания	эрозия	1,6	
Мали	эрозия	1,6	
Словакия	оползни	1,6	
Уганда	эрозия	1,6	
Гонконг	абразия	1,4	
Сингапур	абразия	1,4	
Канада	криогенез	1,4	
Нигер	эрозия	1,4	
Свазиленд	эрозия	1,4	
Бермудские острова	абразия	1,2	
Гана	эрозия	1,2	
Гондурас	эрозия	1,2	
Доминика	абразия	1,2	
Камбоджа	эрозия	1,2	
Катар	абразия	1,2	
Карибати	абразия	1,2	
Кот-д'Ивуар	оползни	1,2	
Куба	эрозия	1,2	
Мальдивы	абразия	1,2	
Сирия	эрозия	1,2	
Того	оползни	1,2	
Уругвай	оползни	1,2	
Гренландия (Дания)	криогенез	1,1	
Восточный Самоа (США)	абразия	1	
Бельгия	оползни	1	
Маршалловы Острова	абразия	1	
Нидерланды	оползни	1	
Белиз	-	0,8	Очень низкая
Бразилия	-	0,8	
Гваделупа (Франция)	-	0,8	
Гренада	-	0,8	
Зимбабве	-	0,8	
Йемен	-	0,8	

Микронезия	-	0,8
Мозамбик	-	0,8
Нидерландские Антильские о-ва	-	0,8
Объединенные Арабские Эмираты	-	0,8
Оман	-	0,8
Парагвай	-	0,8
Сан-Томе и Принсипи	-	0,8
Саудовская Аравия	-	0,8
Судан	-	0,8
Сьерра-Леоне	-	0,8
Танзания	-	0,8
Экваториальная Гвинея	-	0,8
Южно-Африканская Республика	-	0,8
Ямайка	-	0,8
Бенин	-	0,6
Гамбия	-	0,6
Дания	-	0,6
Ливия	-	0,6
Литва	-	0,6
Монголия	-	0,6
Сент-Китс и Невис	-	0,6
Французская Полинезия	-	0,6
Чад	-	0,6
Австралия	-	0,4
Багамские острова	-	0,4
Беларусь	-	0,4
Буркина-Фасо	-	0,4
Конго Республика	-	0,4
Латвия	-	0,4
Намибия	-	0,4
Туркменистан	-	0,4
Фарерские Острова (Дания)	-	0,4
Фиджи	-	0,4
Французская Гвиана	-	0,4
Центральноафриканская Республ-	-	0,4
Эстония	-	0,4
Аруба (Нидерланды)	-	0,3
Мальта	-	0,3
Боливия	-	0,2
Ботсвана	-	0,2
Великобритания	-	0,2
Габон	-	0,2
Гайана	-	0,2
Западная Сахара	-	0,2
Ирландия	-	0,2
Суринам	-	0,2
Венгрия	-	0,1

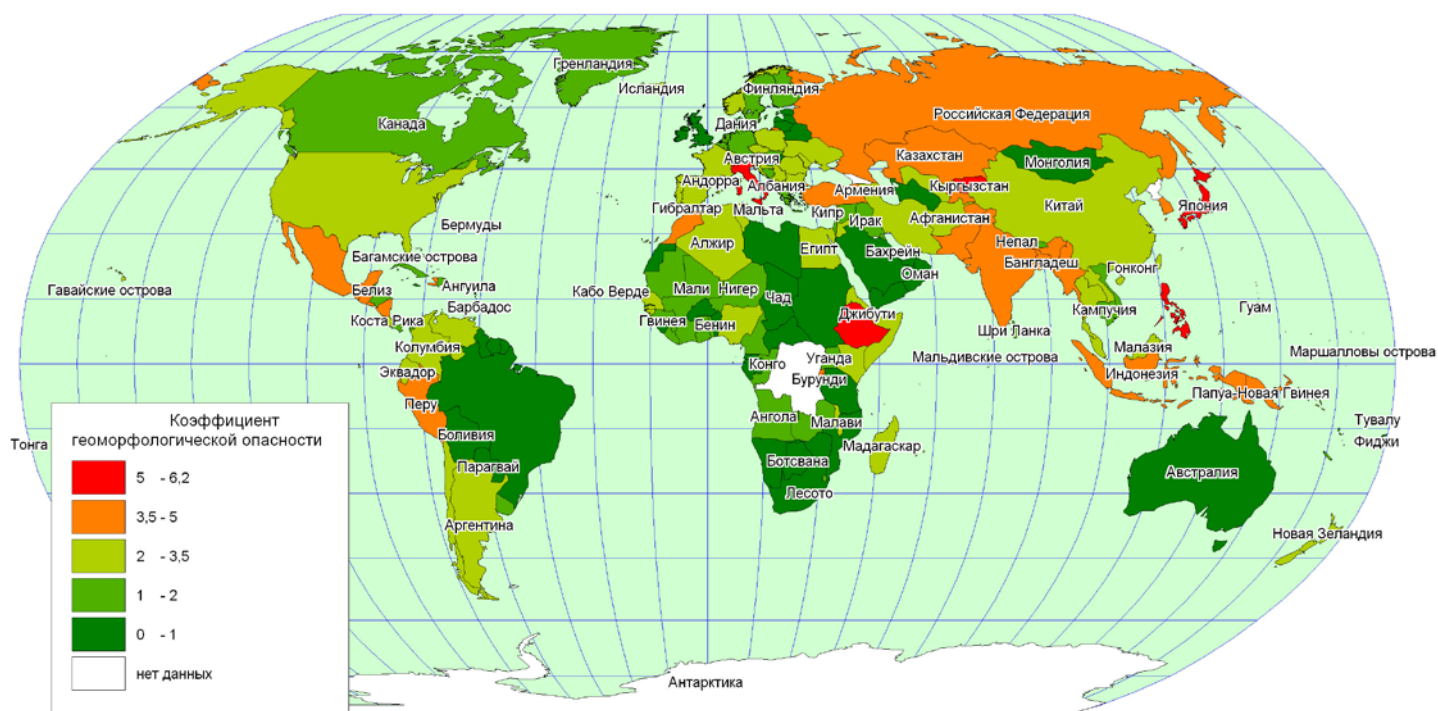


Рис. 3.9. Коэффициент геоморфологической опасности по странам мира, рассчитанный согласно официальным источникам, в которых имеются данные по опасным геоморфологическим процессам

В категорию с высокой геоморфологической опасностью попало 5 стран, в основном расположенные в областях позднекайнозойского и современного горообразования на границах литосферных плит: в областях коллизии – это Италия, Киргизия; в областях субдукции – Филиппины, Япония; в областях рифтогенеза – Эфиопия. Главными генераторами всех опасных геоморфологических процессов в этих странах являются современная тектоническая активность: землетрясения и вулканизм. В категорию с высокой геоморфологической опасностью также попали страны, расположенные главным образом на границе литосферных плит. Следует особо отметить страны с обширной территорией, такие как Индия, Казахстан и Россия, которые хоть и попали в категорию с высокой геоморфологической опасностью, но в их пределах имеются крупные регионы с различной степенью геоморфологической опасности, вплоть до самой низкой. Однако они находятся в самом низу списка, а Россия стоит вообще последней, уже на переходе к средней опасности. Большая часть стран попала в категорию средней геоморфологической опасности и геодинамическая ситуация на их территории весьма различна. В спокойных геодинамических условиях с низкой геоморфологической опасностью располагается также достаточно большой список стран, на территории которых серьезную опасность может представлять только один геоморфологический процесс. И очень большой список стран определился для очень низкой или условно отсутствующей геоморфологической опасности, где геоморфологические процессы слабо развиты и вообще не оказывают серьезной угрозы для человека.

Следует особо отметить опасность активной тектоники и землетрясений для прибрежно-океанических стран в зонах субдукции литосферных плит, где происходят самые мощные землетрясения на планете (Трифонов В.Г., Караханян А.С. Динамика Земли и развитие общества. М.: Изд-во ОГИ, 2008, 435 с.). Они приводят к значительным колебаниям границ литосферных плит, что порождает в океане разрушительные волны – цунами. В 365 г. н.э. в Александрии (Египет) волны погубили 5000 человек; в 1755 г. в Лиссабоне жертвами цунами стали тысячи людей. При взрыве вулкана Кракатау в Зондском проливе между островами Ява и Суматра в 1883 г. гигантская волна смыла в море более 36 000 человек. В 1896 г. в Японии волны высотой 15 м привели к смерти нескольких тысяч человек, в 1933 г. у побережья Санрику в Японии, где высота волн цунами достигала 24 м, погибли 3000 жителей. В 1952 г. цунами высотой 18 м разрушило город Северо-Курильск, расположенный на острове Парамушир на севере Курильской островной дуги, при этом погибли несколько тысяч жителей. За последние 10 лет катастрофические цунами обрушились на берега Индонезии, Таиланда, Шри-Ланки и юга Индии (2004, 2006 и 2009 г.г.). В этих странах в 2004 г. в результате землетрясения и последующего за ним цунами с высотой волн 15 м погибло, по разным оценкам, от 225 тысяч до 300 тысяч человек. В марте 2011 г. в Японии цунами, волны которого достигали 15 м, унесло жизни 20 тысяч человек на северо-восточном побережье о. Хонсю. Этот цунами вызвал сильные разрушения систем энергоснабжения и аппараты охлаждения АЭС «Фукусима-1», в результате чего произошло расплавление тепловыделяющих элементов в трех из шести энергоблоков АЭС и произошел мощный выброс радиации. К апрелю город Хироно и восемь других муниципалитетов, входящих в 30-километровую зону вокруг "Фукусима-1", превратились в города-призраки.

3.3. Федеральные округа Российской Федерации

Указом Президента РФ № 849 «О полномочном представителе Президента РФ в федеральном округе» от 13 мая 2000 г. вся территория РФ поделена на семь федеральных округов: Центральный, Северо-Западный, Приволжский, Южный, Уральский, Сибирский, Дальневосточный. По поручению Правительства РФ ведущими экономистами России были проанализированы границы федеральных округов на фоне уже сложившейся в стране сетки экономического районирования, внесены предложения по их совершенствованию, дан комплексный анализ перспектив экономического развития (Гохберг М.Я. Федеральные округа Российской Федерации. Анализ и перспективы развития. М.: Финансы и статистика. 2002. 357 с.; Адамеску А.А., Гранберг А.Г., Кистанов В.В. Государственно-территориальное устройство России (экономические и правовые основы). М.: ДЕКА. 2003. 448 с.). Необходимость выделения федеральных округов была продиктована процессом сближения федеральной власти и субъектов РФ для

осуществления взаимодействия центра с регионами, поиска компромиссных вариантов объединения ресурсов государства путем принятия адекватных управленческих решений.

Указом Президента РФ от 19 января 2010 г. Южный федеральный округ был разделен на собственно Южный и Северокавказский. Обстоятельства такого разделения в новых социально-экономических и политических условиях и современная территориальная схема размещения экономики и производительных сил подробно рассмотрена в книге В.Г. Глушковой (Глушкова В.Г. Федеральные округа Российской Федерации. Региональная экономика. М.: КНОРУС, 2011. 344 с.). Таким образом, сегодня вся территория РФ подразделяется на восемь федеральных округов (Рис. 3.10). Округа состоят из административно-территориальных образований – субъектов федерации и национально-территориальных образований – республик. В федеральных округах определены города-центры, в которых размещаются руководящие и координирующие органы федеральных округов в виде полномочного представителя президента в федеральном округе, его аппарата и региональных управлений федеральных ведомств.



Рис. 3.10. Федеральные округа Российской Федерации

Разнообразие природных условий в Российской Федерации обуславливает развитие на ее территории всех известных типов опасных природных процессов (ОПП). Их регистрация и учет выполняется путем накопления данных о наиболее крупных активизированных и вновь образованных ОПП. Оно осуществляется как посредством режимных наблюдений, так и при специальных инженерно-экологических обследованиях территорий, подвергшихся воздействию ОПП. Типизация и учет воздействий ОПП на населенные пункты и хозяйственные объекты ве-

дятся по анализу чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного характера для всех их уровней. При этом учитываются факторы активизаций ОПП, последствия воздействий, ущерб и другие характеристики. Получение данных об ОПП осуществляется на основе мониторинга в пунктах наблюдательной сети и в результате оперативных и дежурных изысканий территорий. Мониторинг – составная часть государственной системы предупреждения, смягчения и ликвидации ЧС. Наблюдательная сеть мониторинга охватывает все регионы РФ с высоким уровнем опасности развития ОПП. Используется определенное число приоритетных объектов мониторинга с разработкой индивидуальных программ наблюдений и контроля. Прогнозирование ОПП осуществляется в краткосрочном режиме. Прогнозы составляются на предстоящий год и сезоны с повышенной вероятностью развития ОПП. Составляются локальные и субрегиональные прогнозы с использованием метода экспертных оценок на основе анализа результатов многолетних мониторинговых наблюдений. На региональном уровне краткосрочное прогнозирование ОПП осуществляется на основе обобщения прогнозных заключений территориального уровня. На федеральном (национальном) уровне разрабатываются фоновые региональные краткосрочные прогнозы активности ОПП по федеральным округам РФ на основе подготовленных прогнозных оценок вероятности проявления ОПП с использованием ГИС-технологий.

Органом, ответственным за контроль и защиту населения и хозяйственных объектов на территории РФ является МЧС РФ и координационные центры министерства в федеральных округах и субъектах федерации. Основным направлением деятельности органов координации и управления Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера является реализации комплекса мер, направленных на прогноз и предупреждение ЧС и смягчение их последствий, создание условий, обеспечивающих приемлемые уровни риска жизнедеятельности и природопользования населения, которые могут реализоваться при возникновении ЧС природного и техногенного характера. Для определения уровней потенциальных природных опасностей для жизнедеятельности населения формируются количественные показатели, позволяющие выполнить сравнительный анализ состояния защиты населения в федеральных округах и субъектах РФ и оценить эффективность реализации комплекса мер, направленных на предупреждение чрезвычайных ситуаций.

Членами Российского научного общества анализа риска, учеными и специалистами РАН, МЧС РФ, Ростехнадзора, других министерств, ведомств и организаций проведена большая работа по разработке методов количественной оценки риска природопользования для населения и территорий. В частности, разработана номенклатура показателей и индикаторов опасностей и угроз, а также алгоритмы расчета их значений и принципы анализа риска природопользования для населения и территорий. Обобщенным показателем защиты населения от потенциальных опасностей является средняя величина индивидуального риска. Численное значение этой вели-

чины для РФ определяется отношением числа пострадавших (число погибших или получивших ущерб здоровью) при реализации потенциальных опасностей к численности населения страны. Аналогичным показателем характеризуется состояние защиты населения субъектов РФ.

На основе данных, представленных субъектами Российской Федерации для подготовки ежегодного Государственного доклада Правительства РФ, определяются количественные значения средних величин индивидуального риска для жизнедеятельности населения по стране, федеральным округам и субъектам Российской Федерации, что позволяет сопоставить уровни возможных потенциальных опасностей в крупных регионах (федеральных округах). Сравнительная оценка уровней потенциальных опасностей осуществляется путем сопоставления средних величин индивидуального риска жизнедеятельности по стране, в субъектах Российской Федерации и федеральных округах. Составляются специальные карты уровня потенциальной опасности (по материалам сайта <http://www.agps-mipb.ru>). Для повышения достоверности результатов при оценке индивидуального риска его средняя величина по отдельным регионам и отраслям хозяйства нормируется и создается методика определения обобщенного показателя оценки состояния защиты населения от ЧС природного и природно-техногенного характера. Данный показатель необходимо использовать при разработке типовых паспортов безопасности субъектов Российской Федерации и муниципальных образований.

В диссертации предлагается использовать рассмотренную выше авторскую методику, и провести оценку риска природопользования для федеральных округов Российской Федерации. Результаты проведенных расчетов излагаются ниже.

Природная опасность по федеральным округам РФ представлена в Табл. 3.6 и на Рис. 3.11.

Табл. 3.6

Природная опасность по федеральным округам РФ

Округ	Площадь, км ²	Население, чел.	Плотность населения, чел./км ²	Количество опасных природных процессов	Коэффициент природной опасности	Природная опасность
Северокавказский	172 360	9 254 940	53,7	5 – землетрясения, обвалы и осыпи, эрозия, сели, лавины	1.00	Высокая
Центральный	650 700	37 121 812	57,1	4 – наводнения, ураганы, снегопады, овражная эрозия	0.85	
Южный	416 840	13 798 404	33.1	4 – эрозия, дефляция, пыльные бури, засухи	0.49	Средняя
Приволжский	1 038 000	30 241 581	30,5	3 – эрозия, пыльные бури, засухи	0.34	
Уральский	1 788 900	12 240 382	6,8	5 – эрозия, карст, заболачивание, криогенные процессы, засухи	0.17	
Северо-западный	1 677 900	13 462 000	8,0	3 – снегопады и гололеды, подтопление берегов, заболачивание	0.09	Низкая
Сибирский	5 114 800	19 553 461	3,8	5 – криогенные процессы, эрозия, обвалы, осыпи, сели, землетрясения	0.07	
Дальневосточный	6 215 900	6 486 419	1,1	6 – криогенные процессы, эрозия, абразия, землетрясения, обвалы и осыпи, подтопление	0.03	



Рис. 3.11. Природная опасность по федеральным округам Российской Федерации.

Выделены высокий, средний и низкий уровни природной опасности, которая распределена по площади и количеству населения для групп федеральных округов Российской Федерации крайне неравномерно (Табл. 3.7).

Табл. 3.7

Распределение площади и населения для групп федеральных округов РФ по уровню природной опасности

Природная опасность	Площадь, в % от общей площади РФ	Население, в % от всего населения РФ	Округа
Высокая	5.37	32.62	Северокавказский, Центральный
Средняя	18.89	39.59	Южный, Приволжский, Уральский
Низкая	75.74	27.79	Северо-Западный, Сибирский, Дальневосточный

Защищенность от стихийных бедствий и катастроф по федеральным округам Российской Федерации представлена в Табл. 3.8 и на Рис. 3.12.

Табл. 3.8

Защищенность от стихийных бедствий по федеральным округам РФ по коэффициентам

Округ	ВВП на душу населения	Индекс промышленного производства	Работоспособное население	Население, находящееся за чертой бедности	Ожидаемая продолжительность жизни	Детская смертность	Грамотность	Телекоммуникационный коэфф.	Транспортный коэфф.	Напряженность экологических проблем	Защищенность	Уровень защищенности
Центральный	0.88	0.89	0.66	0.66	0.84	0.60	0.98	1.00	1.00	0.25	1.00	Высокий
Северо-Западный	0.64	0.86	0.69	0.58	0.82	0.51	0.98	0.67	0.43	0.20	0.95	
Уральский	1.00	0.85	0.65	0.51	0.83	0.59	0.96	0.58	0.29	0.33	0.87	Средний

Приволжский	0.45	0.90	0.64	0.74	0.83	0.60	0.95	0.50	0.42	0.33	0.67	Низкий
Дальневосточный	0.60	1.00	0.66	0.83	0.79	0.88	1.00	0.58	0.29	0.33	0.58	
Южный	0.30	0.88	1.00	0.87	1.00	0.86	0.92	0.50	0.55	0.50	0.56	
Сибирский	0.45	0.89	0.63	0.90	0.81	0.76	0.99	0.83	0.19	0.50	0.53	
Северокавказский	0.22	0.88	0.57	1.00	0.87	1.00	0.86	0.17	0.33	1.00	0.33	

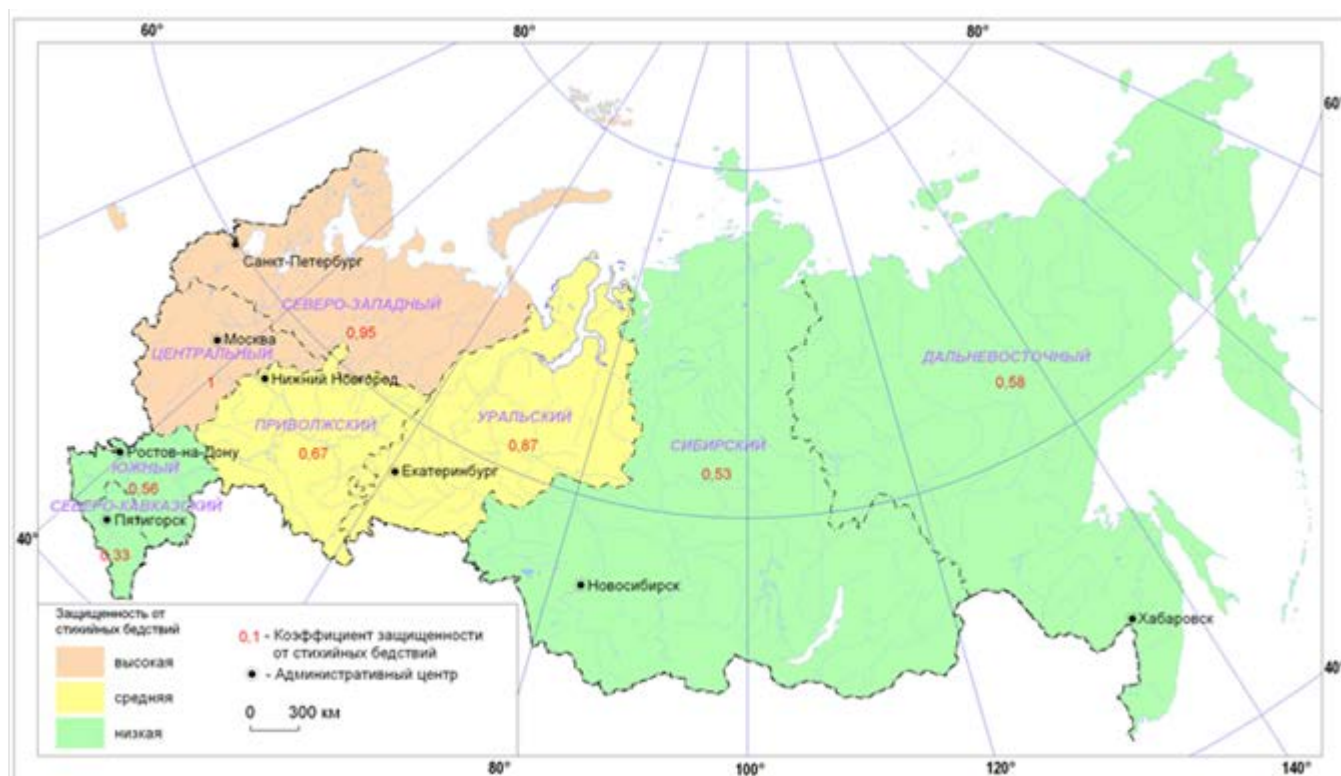


Рис. 3.12. Защищенность от стихийных бедствий и катастроф по федеральным округам Российской Федерации.

На этом основании выделены высокий, средний и низкий уровни защищенность от стихийных бедствий и катастроф, который распределен по площади и количеству населения для групп федеральных округов РФ следующим образом (Табл. 3.9).

Табл. 3.9

Распределение площади и населения для групп федеральных округов РФ по уровню защищенности от стихийных бедствий и катастроф

Защищенность от стихийных бедствий	Площадь, в % от общей площади РФ	Население, в % от всего населения РФ	Округа
Высокая	13.64	35.58	Центральный, Северо-Западный
Средняя	16.56	29.88	Уральский, Приволжский
Низкая	69.80	34.54	Дальневосточный, Южный, Сибирский, Северокавказский

Риск природопользования по федеральным округам Российской Федерации представлен в Табл. 3.10 и на Рис. 3.13.

Табл. 3.10

Риск природопользования по федеральным округам РФ

Округ	Коэффициент природной опасности	Коэффициент защищенности от стихийных бедствий	Коэффициент риска	Риск
Северокавказский	1.00	0.33	1.00	Высокий
Южный	0.49	0.56	0.29	
Центральный	0.85	1.00	0.28	
Приволжский	0.34	0.87	0.13	Средний
Уральский	0.17	0.87	0.07	
Сибирский	0.07	0.53	0.04	
Северо-западный	0.09	0.95	0.03	Низкий
Дальневосточный	0.03	0.58	0.02	



Рис. 3.13. Риск природопользования по федеральным округам Российской Федерации.

Выделены высокий, средний и низкий риск природопользования, который распределен по площади и количеству населения для федеральных округов Российской Федерации следующим образом (Табл. 3.11).

Табл. 3.11

Распределение площади и населения для групп федеральных округов
РФ по уровню риска природопользования

Риск природопользования	Площадь, в % от общей площади РФ	Население, в % от всего населения РФ	Округ
Высокий	7.26	42.29	Северокавказский, Южный, Центральный
Средний	16.56	29.90	Приволжский, Уральский
Низкий	76.18	27.81	Дальневосточный, Северо-Западный, Сибирский

Все данные в приведенных выше таблицах, взяты за 2009-2011 г.г. Для диссертации здесь был важен и защищается сам геоэкологический метод оценки риска природопользования. Собственно же количественные показатели в таблицах для оценок всех необходимых параметров естественным образом меняются со временем, и для выявления текущей ситуации необходимо проводить перерасчет этих параметров и строить обновленные карты.

Анализ составленных таблиц и карт показывает, что наибольшая природная опасность характерна для Северокавказского и Центрального федеральных округов, а наименьшая – для Северо-Западного, Сибирского и Дальневосточного федеральных округов. По защищенности от стихийных бедствий и катастроф распределение имеет следующий вид: наилучшая защищенность характерна для Северо-Западного и Центрального федеральных округов, наиболее низкая защищенность характерна для Северокавказского, Сибирского, Южного и Дальневосточного федеральных округов. На основе этих двух показателей, используя изложенные выше в методическом разделе формулы, получаем, что наиболее высок риск природопользования в Северокавказском, Южном и Центральном федеральных округах, а наиболее низок риск природопользования в Дальневосточном, Северо-Западном и Сибирском федеральных округах.

Наиболее драматичная ситуация складывается для Северокавказского округа. Он занимает ведущее место среди федеральных округов Российской Федерации по природной опасности и риску природопользования, а защищенность от стихийных бедствий и катастроф в нем наиболее низкая. Высокая природная опасность в Центральном федеральном округе связана с его высокой и длительной хозяйственной освоенностью (в основном – распаханность и вырубка лесов, опасные природные процессы активизируются под воздействием человека), но в значительной степени нивелируется высокой степенью защищенности от стихийных бедствий и катастроф, так что в целом риск природопользования здесь не так высок. Южный федеральный округ не имеет высокой степени природной опасности, но за счет низкого уровня защищенности от стихийных бедствий общий риск природопользования здесь достаточно высок. Приволжский и Уральский округа занимают промежуточное положение среди других округов и все показатели для них являются средними. Сибирский и Дальневосточный округа входят в группу средних по исследуемым характеристикам, но это связано, главным образом, с их малой хозяйственной освоенностью, низкими показателями численности населения и его плотности. Самым благоприятным округом по всем характеристикам является Северо-Западный.

Для территории Российской Федерации также была проведена оценка опасности со стороны собственно геоморфологических процессов. Для этого был рассчитан коэффициент геоморфологической опасности (Табл. 3.12) и построена карта геоморфологической опасности по всем федеральным округам (Рис. 3.14), для которых имеются официальные данные по ведущим опасным геоморфологическим процессам, их масштабности и активности.

Табл. 3.12

Геоморфологическая опасность по федеральным округам РФ, рассчитанная согласно официальным источниками по опасным геоморфологическим процессам

Округ	Ведущие опасные геоморфологические процессы из официального списка опасных природных процессов	Коэффициент геоморфологической опасности	Геоморфологическая опасность
Северокавказский	землетрясения, обвалы и осыпи, эрозия, сели, лавины	6.00	Высокая
Сибирский	криогенные процессы, эрозия, обвалы и осыпи, сели, землетрясения	5.07	
Дальневосточный	криогенные процессы, эрозия, абразия, землетрясения, обвалы и осыпи	5.03	
Уральский	эрозия, карст, криогенез	3.17	Средняя
Южный	эрозия, дефляция	2.49	
Центральный	овражная эрозия	1.85	Низкая
Приволжский	эрозия	1.34	
Северо-Западный	переработка берегов	1.09	



Рис. 3.14. Геоморфологическая опасность для федеральных округов Российской Федерации, рассчитанная согласно официальным источникам, в которых имеются данные по опасным геоморфологическим процессам, их масштабности и активности

В категорию с высокой геоморфологической опасностью попали Северокавказский, Сибирский и Дальневосточный округа. Причем ситуация в этих округах достаточно интересная. С большим отрывом по количественному коэффициенту геоморфологической опасности отстоит Северокавказский округ, который почти полностью расположен в зоне тектонической коллизии всей горной системы Кавказа с очень высокой позднекайнозойской и современной геодинами-

ческой активностью. Сибирский и Дальневосточный округа еще сильнее отстоят от округов со средней геоморфологической опасностью. Они обширные по площади, в них встречаются регионы с разной геоморфологической опасностью, от высокой – до низкой, для них был взят усредненный показатель, который не зависел от площади всего округа.

В категорию со средней геоморфологической опасностью попали Уральский и Южный округа. Их контраст по геоморфологической опасности между собой и округами с низкой геоморфологической опасностью также велик. Уральский округ расположен в границах горной системы Урала; и хотя тектоническая активность здесь слабая, но за счет еще сохранившегося гравитационного потенциала рельефа, а на севере округа – за счет сурового полярного климата возможно развитие опасных геоморфологических процессов. Территория Южного округа также обладает некоторым потенциалом для развития опасных геоморфологических процессов за счет воздействия со стороны тектонически активного кавказского региона и особых климатических условия: низкого увлажнения и высокой приземной атмосферной циркуляцией.

В категорию с низкой геоморфологической опасностью попали Центральный, Приволжский и Северо-Западный округа. Они расположены в платформенных тектонических условиях с очень спокойным геодинамическим режимом. Проявления геоморфологической опасности связаны преимущественно с экзогенными рельефообразующими процессами, которые активно перерабатывают приповерхностные рыхлые отложения, несвязные грунты и слабоустойчивые к денудации горные породы, такие как песчаники, аргиллиты, известняки и др. Наиболее низкая геоморфологическая опасность в Северо-Западной округе, где серьезную тревогу в рамках всего округа вызывают только абразионно-аккумулятивные процессы, приводящие к переработке берегов Балтийского, Белого, Баренцевого и Карского морей. Хотя в приполярных и полярных районах высока опасность криогенных процессов, но они практически незаселены человеком.

3.4. Сибирский федеральный округ

Сибирский округ располагается на обширных территориях восточной и юго-восточной части Западносибирской равнины, Среднесибирского плоскогорья, горных массивов Южной Сибири и полуострова Таймыр, обширных предгорных равнин Алтая, Западного и Восточного Саяна, Забайкалья¹. Площадь округа составляет 5 114,8 тысяч км², на которой в настоящий момент проживает 19 553,5 тысяч человек. В состав Сибирского округа входят 12 субъектов РФ, в том числе: 4 республики – Алтай, Бурятия, Тыва, Хакасия; 3 края – Алтайский, Забайкальский, Красноярский; 5 областей – Иркутская, Кемеровская, Новосибирская, Омская, Томская. С 1 ян-

¹ Ниже приводятся данные с сайтов <http://www.sibfo.ru> – официальный сайт Сибирского федерального округа; <http://www.ruschudo.ru>; <http://www.bankgorodov.ru> и др.

варя 2007 г. Таймырский (Долгано-Ненецкий) автономный округ и Эвенкийский автономный округ входят в состав объединенного Красноярского края. С 1 января 2008 г. Усть-Ордынский Бурятский автономный округ входит в состав объединенной Иркутской области. С 1 марта 2008 г. в результате объединения Читинской области и Агинского Бурятского автономного округа образован Забайкальский край. В состав Сибирского округа входит 4190 муниципальных образований, из которых: муниципальных районов – 320, городских округов – 79, городских поселений – 261, сельских поселений – 3530. Административным центром Сибирского федерального округа является город Новосибирск. Здесь расположен аппарат управления федеральным округом во главе с полномочным представителем Президента РФ (Рис. 3.15).



Рис. 3.15. Административно-территориальная структура Сибирского федерального округа

С севера территория Сибирского федерального округа омывается водами Северного Ледовитого океана и здесь он граничит с Уральским федеральным округом – Ямало-Ненецкий автономный округ, входящий в состав Тюменской области. На западе Сибирский федеральный округ граничит с Тюменской областью, Ямало-Ненецким и Ханты-Мансийским автономными

округами. На востоке Сибирский федеральный округ граничит с Дальневосточным федеральным округом – Республика Саха (Якутия), Амурская область. На юге Сибирский федеральный округ граничит с Республикой Казахстан (протяженность границы 2697,9 км), Республикой Монголия (3316,2 км), Китайской Народной Республикой (1255,5 км).

В Сибирском федеральном округе сосредоточены значительные природные ресурсы. Наиболее значимы запасы свинца и платины (85 % общероссийских), угля и молибдена (по 80 %), никеля (71 %), меди (69 %), цинка и марганца (более 65 %), серебра и золота (более 40 %); велики запасы титана, вольфрама, фосфоритов, железной руды, бокситов и др. Структура земельных ресурсов: 59,0 % – под лесами; 8,1 % – болота; 11,1 % – сельскохозяйственные угодья; 3,3 % – водные объекты; 18,5 % – другие угодья. Из всех земель оленьими пастбищами занято 11,0 % территории. Значительны лесные ресурсы: общая площадь лесного фонда составляет 371 899 тыс. га, в т.ч. площадь, занятая хвойными породами – 190 268 тыс. га; общий запас древесины на корню – 33 346 млн. м³. Площадь охотничьих угодий округа – 30,7 % от общей площади охотничьих угодий РФ. На территории округа располагаются: 21 государственный природный заповедник (42,3 % площади российских заповедников); 6 национальных парков (35,9 % площади российских национальных парков). Валовой региональный продукт округа – 715,2 млрд. руб. (11,4 % общероссийского), на душу населения – 34,5 тыс. руб. (среднероссийский – 43,3 тыс. руб.). Доля в общероссийском объеме промышленного производства – 12,4 %. Развита цветная металлургия; электроэнергетика; лесная и деревообрабатывающая; черная металлургия; химическая и нефтехимическая; пищевая и мукомольная; топливная; строительных материалов; машиностроение и металлообработка; легкая. Доля округа в объеме сельскохозяйственного производства России – 16,2 %. Важнейшими отраслями являются животноводство, производство зерна, овощеводство. Объем продукции сельского хозяйства – 161 875 млн. руб./год. Транзитом через округ проходят основные грузо- и пассажиропотоки из европейской части России в азиатскую. Доля в общей протяженности железных дорог России – 17,5 %; автомобильных дорог – 16,8 %; судоходных внутренних водных путей – 29,7 %.

Значительная часть округа расположена в районах Крайнего Севера с обширным развитием вечной мерзлоты. Приравненным к районам Крайнего Севера относятся: Республика Тыва, Таймырский (Долгано-Ненецкий) и Эвенкийский муниципальные районы; частично – территории Республики Бурятия, Республики Алтай, Красноярского и Забайкальского краев, Иркутской и Томской областей. Во многих районах Сибири активно проявляются опасные природные процессы, которые воздействуют на хозяйственную инфраструктуру, определяют экономический потенциал субъектов РФ, риск природопользования, факторы устойчивого развития (Винокуров Ю.И., Красноярова Б.А., Овденко В.И., Суразакова С.П., Счастливцев Е.Л. Устойчивое развитие Сибирских регионов. Новосибирск, Наука, 2003. 240 с.).

В 2010-2011 г.г. между МЧС и субъектами РФ заключены соглашения о передаче друг другу части полномочий в решении вопросов защиты населения и территории от ЧС. Эти соглашения типовые для всех субъектов РФ. Их действие будет продолжаться до 31.12.2016 г. Полномочным представителем МЧС РФ в Сибирском федеральном округе является Сибирский региональный центр МЧС. На основе этих соглашений субъекты РФ передали в МЧС следующие полномочия: 1) осуществление подготовки и содержания в готовности необходимых сил и средств для защиты населения и территории от ЧС; 2) организацию обучения населения способам защиты и действиям в ЧС; 3) участие в эвакуационных мероприятиях при ЧС; 4) осуществление в установленном порядке сбора и обмена информацией для защиты населения и территории от ЧС; 5) обеспечение своевременного оповещения и информирования населения об угрозе или о возникновении ЧС; 6) участие в организации создания резервов материальных ресурсов для ликвидации ЧС; 7) содействие устойчивому функционированию организаций в ЧС; 8) организацию и проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ при ЧС; 9) организация тушения пожаров силами Государственной противопожарной службы.

Природная опасность по субъектам Российской Федерации, входящим в Сибирский федеральный округ представлена в Табл. 3.13 и на Рис. 3.16.

Табл. 3.13

Природная опасность по субъектам РФ в Сибирском федеральном округе

Субъект	Площадь, км ²	Население, чел.	Плотность населения, чел./км ²	Количество опасных природных процессов, D	Коэффициент природной опасности	Природная опасность
Кемеровская область	95 725	2 820 636	29.5	2 – эрозия, оврагообразование	1.00	Высокая
Алтайский край	167 996	2 490 714	14.9	3 – оврагообразование, оползни, засоление	0.76	
Новосибирская область	177 756	2 649 871	14.9	3 – оврагообразование, заболачивание, засоление	0.76	
Омская область	141 140	2 012 092	14.3	3 – заболачивание, эрозия	0.48	Средняя
Республика Хакасия	61 569	539 151	8.74	3 – эрозия, оврагообразование, обвалы и оползни	0.44	
Иркутская область	774 846	2 502 691	3.23	4 – эрозия, криогенные процессы, обвалы и осыпи, землетрясения	0.22	
Томская область	314 391	1 043 759	3.3	4 – заболачивание, криогенные процессы, эрозия, подтопление	0.22	
Республика Бурятия	351 334	963 492	2.73	4 – эрозия, дефляция, криогенные процессы, землетрясения	0.19	Низкая
Забайкальский край	431 892	1 116 974	2.59	4 – криогенные процессы, эрозия, дефляция, засоление	0.18	
Республика Тыва	168 604	317 056	1.86	5 – эрозия, обвалы и оползни, криогенные процессы, землетрясения, тектонический крип	0.16	
Республика Алтай	92 903	210 725	2.25	4 – землетрясения, обвалы и оползни, эрозия, криогенные процессы	0.15	
Красноярский край	2 366 797	2 893 926	1.22	5 – криогенные процессы, эрозия, обвалы и оползни, заболачивание, подтопление	0.10	

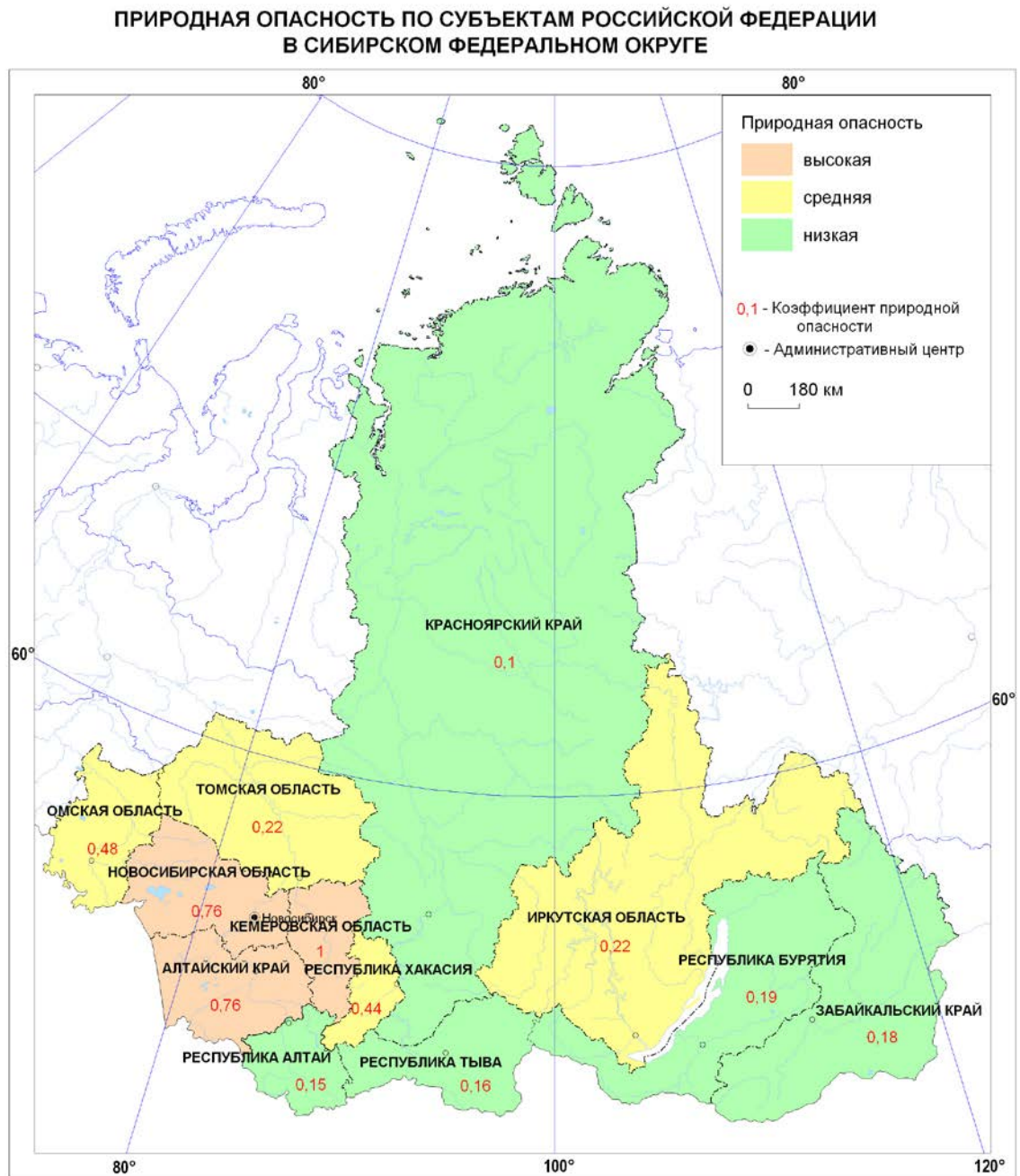


Рис. 3.16. Природная опасность по субъектам Российской Федерации в Сибирском федеральном округе

На этом основании выделены высокий, средний и низкий уровни природной опасности. Она распределена по площади и количеству населения для групп субъектов РФ в составе Сибирского федерального округа крайне неравномерно (Табл. 3.14).

Табл. 3.14

Уровень природной опасности по субъектам РФ в Сибирском федеральном округе

Природная опасность	Площадь, км ²	Население, чел.	Плотность населения, чел./км ²	Площадь, в % от площади СФО	Население, в % от населения СФО	Коэффициент природной опасности	Субъект
Высокая	441 477	7 961 221	19.77	8.73	40.70	0.84	Кемеровская область Алтайский край Новосибирская область

Средняя	1 291 946	6 097 693	7.39	25.25	31.17	0.34	Омская область Республика Хакасия Иркутская область Томская область
Низкая	3 411 530	5 502 173	2.13	66.02	28.13	0.16	Республика Бурятия Забайкальский край Республика Тыва Республика Алтай Красноярский край

Защищенность от стихийных бедствий и катастроф по субъектам РФ в Сибирском федеральном округе представлена в Табл. 3.15 и Рис. 3.17.

**ЗАЩИЩЕННОСТЬ ОТ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ ПО СУБЪЕКТАМ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
В СИБИРСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ**

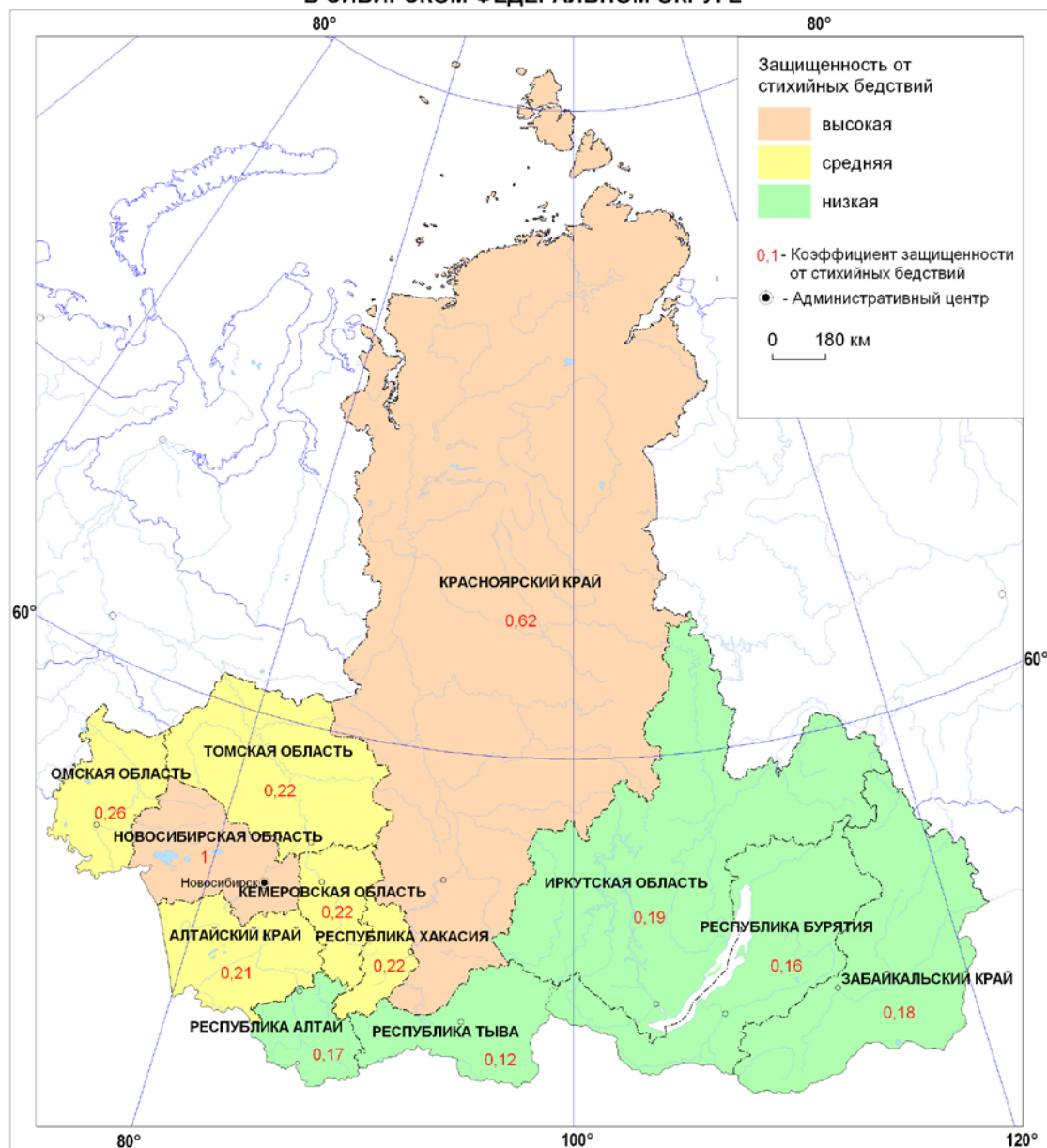


Рис. 3.17. Защищенность от стихийных бедствий и катастроф по субъектам Российской Федерации в Сибирском федеральном округе

Табл. 3.15

Защищенность от стихийных бедствий по субъектам РФ в Сибирском федеральном округе

Субъект	Коэффициент ВВП на душу населения	Индекс промышленного производства	Коэффициент работоспособного населения	Коэффициент населения, находящегося за чертой бедности	Коэффициент ожидаемой продолжительности жизни	Коэффициент детской смертности	Коэффициент грамотности	Телекоммуникационный коэффициент	Транспортный коэффициент	Коэффициент напряженности экологических проблем	Коэффициент уровня защищенности	Уровень защищенности от стихийных бедствий
Новосибирская область	0.68	0.95	0.89	0.51	1.00	0.53	0.96	0.53	1.00	0.40	1.00	Высокий
Красноярский край	1.00	1.00	1.00	0.57	0.98	0.65	0.89	0.42	0.42	1.00	0.62	
Омская область	0.68	0.97	0.67	0.48	1.00	0.44	0.92	0.68	0.61	0.60	0.26	
Республика Хакасия	0.54	0.91	0.18	0.58	0.98	0.53	0.94	0.42	0.54	0.40	0.22	
Кемеровская область	0.80	0.99	0.92	0.37	0.94	0.52	0.89	0.37	1.00	1.00	0.22	
Томская область	0.95	0.94	0.35	0.55	0.99	0.64	0.96	0.53	0.17	0.40	0.22	
Алтайский край	0.42	0.98	0.81	0.79	0.99	0.56	0.91	0.80	0.73	0.60	0.21	Средний
Иркутская область	0.71	1.00	0.83	0.60	0.94	0.62	0.90	0.47	0.41	0.80	0.19	
Забайкальский край	0.49	0.83	0.35	0.62	0.93	0.41	0.96	0.63	0.37	0.80	0.18	
Республика Алтай	0.35	0.75	0.06	1.00	0.95	0.59	0.94	1.00	0.16	0.20	0.17	
Республика Бурятия	0.52	0.92	0.30	0.59	0.94	0.56	0.95	0.53	0.11	0.80	0.16	
Республика Тыва	0.30	0.94	0.08	0.87	0.86	1.00	1.00	0.26	0.10	0.20	0.12	Низкий

Выделены высокий, средний и низкий уровни защищенности от стихийных бедствий и катастроф, которые распределены по площади и количеству населения для групп субъектов Российской Федерации в составе Сибирского федерального округа следующим образом (Табл. 3.16).

Табл. 3.16

Уровень защищенности от стихийных бедствий по субъектам РФ в Сибирском федеральном округе

Защищенность	Площадь, км ²	Население, чел.	Плотность населения, чел./км ²	Площадь, в % от общей площади СФО	Население, в % от всего населения СФО	Коэффициент уровня защищенности	Субъект
Высокая	2 544 553	5 543 797	8.06	49.46	29.34	0.81	Новосибирская область Красноярский край
Средний	780 821	8 906 352	14.12	15.18	44.53	0.23	Омская область Республика Хакасия Кемеровская область Томская область Алтайский край
Низкий	1 819 579	5 110 938	2.53	35.36	26.13	0.16	Иркутская область Забайкальский край Республика Алтай Республика Бурятия Республика Тыва

Риск природопользования по субъектам Российской Федерации в Сибирском федеральном округе представлен в Табл. 3.17 и на Рис. 3.18.

Табл. 3.17

Риск природопользования по субъектам РФ в Сибирском федеральном округе

Субъект Российской Федерации	Коэффициент природной опасности	Коэффициент защищенности от стихийных бедствий	Коэффициент риска	Риск
Кемеровская область	1.00	0.22	1.00	Высокий
Алтайский край	0.76	0.21	0.80	
Республика Хакасия	0.44	0.22	0.44	
Омская область	0.48	0.26	0.41	
Республика Тыва	0.16	0.12	0.29	Средний
Республика Бурятия	0.19	0.16	0.26	
Иркутская область	0.22	0.19	0.25	
Забайкальский край	0.18	0.18	0.22	
Томская область	0.22	0.22	0.22	
Республика Алтай	0.15	0.17	0.19	Низкий
Новосибирская область	0.76	1.00	0.17	
Красноярский край	0.10	0.62	0.04	

РИСК ОТ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ ПО СУБЪЕКТАМ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В СИБИРСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ

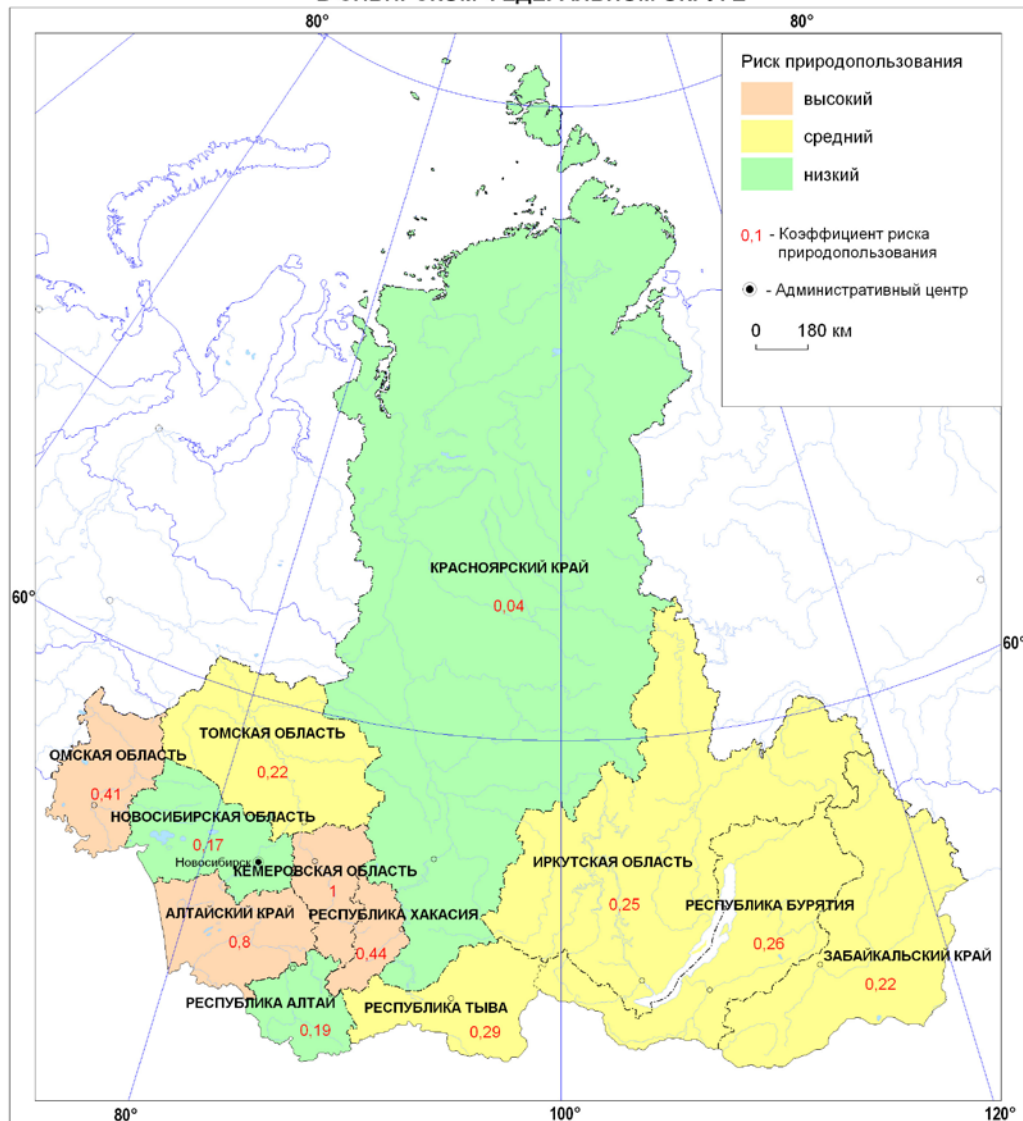


Рис. 3.18. Риск природопользования по субъектам Российской Федерации в Сибирском федеральном округе

На этом основании выделены высокий, средний и низкий уровни риска природопользования, который распределен по площади и количеству населения для групп субъектов РФ в составе Сибирского федерального округа следующим образом (Табл. 3.18).

Табл. 3.18

Уровень риска природопользования для групп субъектов РФ в составе
Сибирского федерального округа

Риск	Площадь, км ²	Население, чел.	Плотность населения, чел./км ²	Площадь, в % от общей площади СФО	Население, в % от всего населения СФО	Коэффициент риска	Субъект
Высокий	466 430	7 862 593	16.96	9.07	40.19	0.66	Кемеровская область Алтайский край Республика Хакасия Омская область
Средний	2 041 067	5 943 972	2.74	39.67	30.39	0.25	Республика Тыва Республика Бурятия Иркутская область Забайкальский край Томская область
Низкий	2 637 456	5 754 522	6.12	51.26	29.42	0.13	Республика Алтай Новосибирская область Красноярский край

Все данные в таблицах взяты за 2010-2011 г.г. Анализ таблиц и карт показывает, что наибольшая природная опасность характерна для Кемеровской и Новосибирской областей, Алтайского, а наименьшая – для Республик Бурятия, Тыва, Алтай, Забайкальского и Красноярского краев (по мере снижения уровня опасности). По уровню защищенности от стихийных бедствий и катастроф распределение для групп субъектов РФ имеет следующий вид: наилучшая защищенность – для Новосибирской области и Красноярского края, наиболее слабая – для Иркутской области, Забайкальского края, Республики Алтай, Бурятия, Тыва (по мере снижения уровня защищенности). На основе этих двух показателей получаем, что наиболее высокий уровень риска природопользования отмечается в Кемеровской области, Алтайском крае, Республике Хакасия и Омской области, а наиболее низкий уровень риска природопользования характерен для Республики Алтай, Новосибирской области и Красноярского края.

Наиболее неблагоприятная ситуация складывается для Кемеровской области и Алтайского края, поскольку они занимают ведущее место среди других субъектов РФ в составе Сибирского федерального округа по уровню природной опасности, а за счет невысокой защищенности от стихийных бедствий и катастроф, и по уровню риска природопользования. В Новосибирской области уровень природной опасности также достаточно высок, но за счет высокого уровня защищенности от стихийных бедствий и катастроф (наилучший показатель среди всех других субъектов), общий уровень риска природопользования здесь достаточно низкий и область по этому параметру располагается на 11 месте из 12. В средних категориях ситуация очень пестрая. Относительно стабильные показатели имеют Омская область и Республика Хакасия. Хотя

невысокий уровень природной опасности в них недостаточно хорошо нивелируется уровнем защищенности от стихийных бедствий и катастроф, что делает общий уровень риска природопользования относительно высоким. Группа субъектов с сопряженными границами – Иркутская область, Республика Бурятия и Забайкальский край, также вращаются около некоторого стабильного центра, не попадая в крайние области. Группа соседних горных республик Тыва, Алтай и Хакасия за счет относительно невысокого уровня природной опасности и малой населенности территории также не вызывают серьезного беспокойства, хотя здесь внутрисубъектная ситуация может существенно варьировать. Самым спокойным субъектом является Красноярский край. Он занимает последнее место по уровню природной опасности и второе место по уровню защищенности от стихийных бедствий, что и определило самый низкий риск природопользования здесь среди других субъектов РФ в составе Сибирского федерального округа.

Автор диссертации осознает, что для отдельных субъектов Российской Федерации их положение в общей структуре других субъектов в составе Сибирского федерального округа может вызывать некоторые вопросы. Здесь важно понимать, что в данном случае методика предполагает расчеты усреднено для территории всего субъекта Российской Федерации, и эти субъекты рассматриваются как эквивалентные. Конечно, они разнятся как по площади и численности населения, по его распределению, по природным условиям, набору факторов природной опасности, степени их проявления и т.п. Некоторые субъекты, например, Республика Алтай, расположены компактно, в одинаковых физико-географических условиях, другие, например Красноярский край, расположены в нескольких физико-географических провинциях и областях, как на равнинных, так и на горных территориях, их население и хозяйственная инфраструктура размещены по территории крайне неравномерно. Внутри самого субъекта Российской Федерации, особенно, если это большие по площади административно-территориальные единицы, природная и социально-экономическая ситуации могут складываться по-разному, вплоть до диаметральнойности. Например, север, центр и юг Красноярского края, или север, северо-восток и юг Иркутской области. Но для всего субъекта весовые значения параметров в этом конкретном случае применения методики выравниваются волевым путем (см. теорию анклава региона), поскольку в данном случае методика использована для сравнительного анализа всех субъектов Российской Федерации в составе Сибирского федерального округа в целом, как единых законодательно равноправных и равноответственных административно-территориальных образований.

Для территории округа проведена оценка опасности со стороны собственно геоморфологических процессов. Для этого по описанной выше методике рассчитан коэффициент степень геоморфологической опасности (Табл. 3.19) и построена карта геоморфологической опасности по субъектам федерации (Рис. 3.19), для которых имеются официальные данные по ведущим опасным геоморфологическим процессам, их масштабности и активности.

Табл. 3.19

Геоморфологическая опасность по субъектам РФ в Сибирском федеральном округе,			
Субъект	Ведущие опасные геоморфологические процессы из официального списка опасных природных процессов	Коэффициент геоморфологической опасности	Геоморфологическая опасность
Республика Тыва	эрозия, обвалы и оползни, криогенез, землетрясения, тектонический крип	5.16	Высокая
Иркутская область	эрозия, криогенез, обвалы и осыпи, землетрясения	4.22	
Республика Бурятия	эрозия, дефляция, криогенез, землетрясения	4.19	
Республика Алтай	землетрясения, обвалы и оползни, эрозия, криогенез	4.15	
Алтайский край	эрозия, оврагообразование, дефляция	3.76	Средняя
Республика Хакасия	эрозия, оврагообразование, обвалы и оползни	3.44	
Забайкальский край	криогенез, эрозия, дефляция	3.18	
Красноярский край	криогенез, эрозия, обвалы и оползни	3.10	
Кемеровская область	эрозия, оврагообразование	3.00	Низкая
Томская область	криогенез, эрозия	2.22	
Новосибирская область	оврагообразование	1.76	
Омская область	эрозия	1.48	

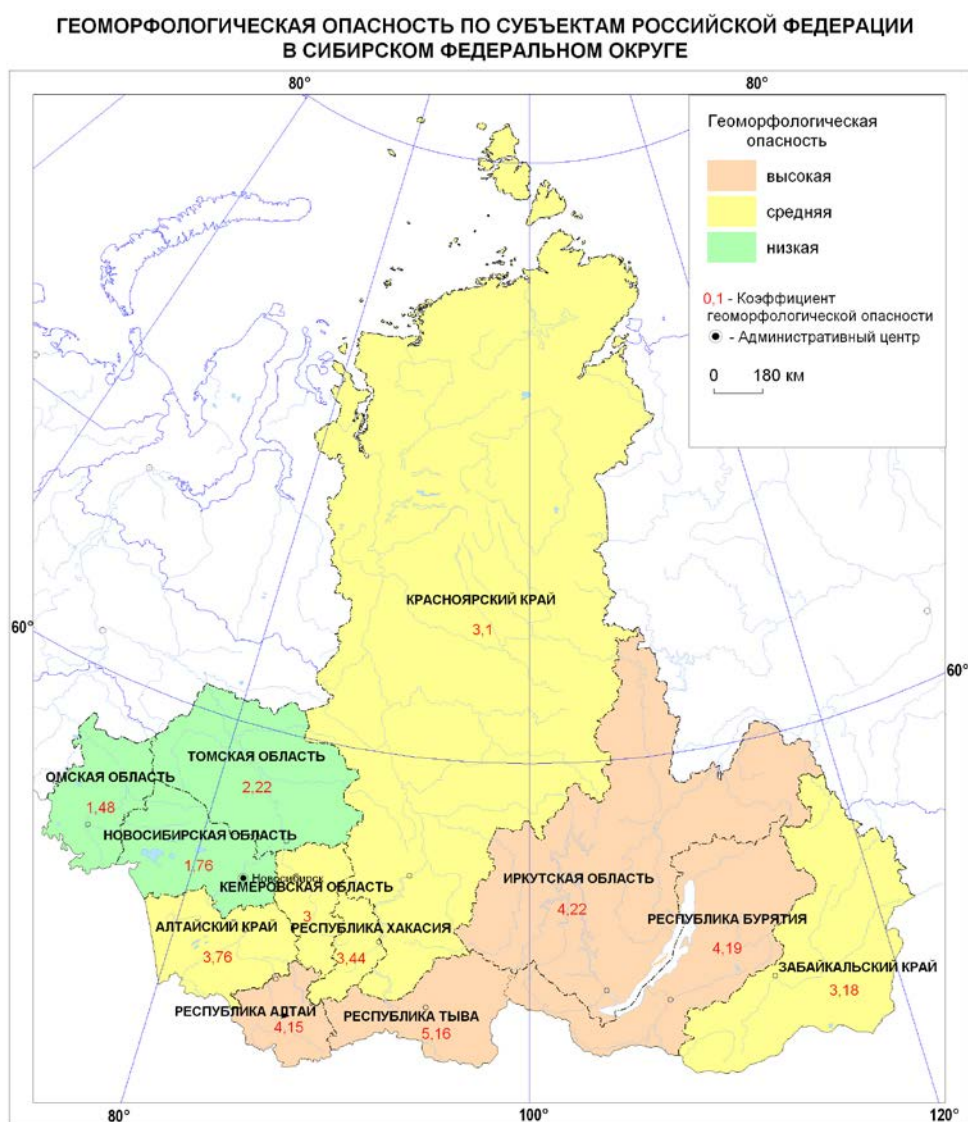


Рис. 3.19. Геоморфологическая опасность по субъектам Российской Федерации в Сибирском федеральном округе

В категорию с высокой геоморфологической опасностью попали четыре субъекта: в областях позднекайнозойского и современного рифтогенеза – Иркутская область и Республика Бурятия, в областях коллизии – Республики Тыва и Алтай. Для Иркутской области опасность усугубляется расположением ее обширных территорий в зоне криогенеза, для Республики Бурятия – резко континентальным климатом. В категорию со средней геоморфологической опасностью попала большая часть субъектов федерации, а для Красноярского края эта опасность усугубляется суровым приполярным и полярным климатом большей части территории. В категорию низкой геоморфологической опасности вошли три субъекта, среди которых только Томская область отличается суровым климатом, а территории Новосибирской и Омской области в целом не представляют серьезной угрозы для человека по геоморфологическим процессам.

На основе специализации методики под конкретные задачи возможно создание карт риска природопользования для комплексного территориального планирования, для анализа конкретного вида природопользования или фактора природной опасности в субъекте Российской Федерации. При этом главными мерами по снижению риска природопользования должны быть: 1) сохранение и восстановление естественных экосистем и биоразнообразия; 2) охрана здоровья населения; 3) преодоление потребительского отношения к природе и экологической безграмотности при удовлетворении биологических потребностей населения; 4) планирование и развитие хозяйства в соответствии со способностью экосистем к самовосстановлению; 5) приоритет национальных требований экологической безопасности по отношению к региональным нуждам природопользователей; 6) замена невозобновимых природных ресурсов на возобновимые; 7) рекультивация земель, восстановление природных ресурсов; 8) экономическое стимулирование безотходных технологий; 9) предупреждение кризисных экологических ситуаций.

Для этого административные органы должны последовательно проводить в жизнь три группы методов управления риском природопользования: 1) собственно административные методы или установление нормативов, лицензирование, сертификация, которые выполняют функции регулирования и контроля; 2) экологический менеджмент, стандартизация и экологический аудит, которые мотивируют использование международных экологических стандартов, предоставляют возможности для развития отношений с деловыми партнерами за рубежом, создают кредит доверия в отношениях с инвесторами, органами местной власти и государственного экологического контроля; 3) экономические методы, реализующие такие функции как стимулирование, перераспределение и аккумуляирование финансов, т.е. плата за загрязнение окружающей среды, налоги за загрязнение окружающей среды, экологическое страхование и т.п.

Таким образом, проведена верификация метода оценки риска природопользования для комплексного анализа стран мира и субъектов Российской Федерации как единых административно-территориальных образований по им же установленным факторам природной опасности

и параметрам защищенности от стихийных бедствий и катастроф. Риск природопользования в равной мере зависит как от природной опасности, так и от защищенности от стихийных бедствий и катастроф, другими словами – как от природной, так и от социально-экономической ситуации в странах мира и субъектах Российской Федерации. Во многих случаях последний показатель играет даже ведущую роль, поскольку в его оценку входят текущие социально-экономические показатели, которые определяют реальную способность управленческих структур, предсказывать и бороться с последствиями стихийных бедствий и катастроф, а также психологические показатели, т.е. воля и последовательность действий управляющих лиц в принятии конкретных решений по природопользованию в обстановке риска.

На национальном уровне оценку риска природопользования следует проводить строго в рамках административно-территориальных границ стран мира и субъектов Российской Федерации, пусть даже с нарушением границ природных, для достижения реального социально-экономического и экологического эффекта хозяйственной деятельности человека и устойчивости природопользования. Такое устойчивое природопользование возможно только в русле эколого-экономических компромиссов, т.е. уступок как со стороны эффективности экономики, человека и качества хозяйственной инфраструктуры, так и со стороны качества и сохранности окружающей природной среды. Поэтому переход к новому постиндустриальному устойчивому в своем развитии обществу, особенно в обстановке глубоких экономических кризисов и неминуемого риска природопользования, не может осуществляться с позиций только экономики или экологии. Баланс экономических и экологических интересов в странах мира, а также федерального, регионального и муниципального уровня в Российской Федерации должен складываться как из проблем охраны окружающей природной среды, ее экологического и воспроизводственного потенциала – природных ресурсов, так и из масштабных геополитических стратегий, социально-экономического состояния стран и регионов, перспектив их развития. Полученные результаты и разработанная методика оценки риска природопользования при ее соответствующей адаптации под конкретные задачи окажутся в этом смысле весьма полезными.

ГЛАВА 4. ОПАСНЫЕ ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА ТЕРРИТОРИИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ – РЕГИОНАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ

4.1. Обоснования выбора объектов исследований

Геоэкологические методы оценки риска природопользования на региональном уровне требуют сужения круга объектов исследования, поскольку в зависимости от региональных географических условий и видов природопользования люди оказывают воздействие преимущественно на какие-то отдельные компоненты (компонент) ландшафтов. Анализируя это воздействие, мы неминуемо затрагиваем проблемы пространственно-временной системной организации ландшафтов. Этот феномен, открытый отечественной школой ландшафтоведения (Солнцев Н.А. О морфологии природного географического ландшафта // Вопросы географии, М.: Географгиз. 1949. Сб. 16. С. 16-86), стал основой всех последующих за этим открытием ландшафтных исследований. В основу ландшафтоведения был положен тезис о том, что иерархию ландшафта следует рассматривать как отражение иерархии рельефа Земли, а базой формирования ландшафтного разнообразия является литогенная основа ландшафтов – горные породы и геолого-геоморфологические процессы (Солнцев В.Н. Системная организация ландшафтов. М.: Мысль, 1981. 239 с.; Преображенский В.С., Александрова Т.Д., Куприянова Т.П. Основы ландшафтного анализа. М.: Наука, 1988. 192 с.; Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. М: Высшая школа, 1991. 366 с.; Короткий А.М., Макарова Т.М. Палеогеографические и геоморфологические аспекты устойчивости геосистем в бассейнах горных рек. Владивосток: Дальнаука, 2005. 293 с.).

Согласно Д.А. Тимофееву (Тимофеев Д.А. Пути разработки проблемы взаимодействия геосфер // Известия РАН. Серия географическая. 1999. № 4. С. 14-22) рельеф Земли является не только границей раздела геосфер, он есть и результат их исторического взаимодействия, а через свою морфологию и динамику сам активно воздействует на процессы, происходящие в этих геосферах, приводит к перераспределению потоков вещества и энергии. Поэтому решение геоэкологических задач должно иметь в своей основе, прежде всего, геоморфологические методы, в частности, методы экологической геоморфологии. Упорядочить их, обозначить методологическую направленность на комплексное геоэкологическое исследование может общая теория систем.

Геоморфология как наука о морфологии всех географических явлений и процессов главную свою цель усматривает в создании теории географических систем. Для этого она обладает большим потенциалом, который выражается: 1) в ведущей роли рельефа и геоморфологических процессов в дискретизации, строении и функционировании географических полей, компонентов, комплексов; 2) в интегрирующей функции рельефа, связующего все общее между веществом, структурой и про-

цессами в ландшафте; 3) в контроле со стороны рельефа за распределением энергии, потоков водных, воздушных, минеральных и техногенных масс с их как вредными, так и полезными для человека компонентами (Ласточкин А.Н. О новом предназначении геоморфологии в системе наук о Земле // Геоморфология. 1995. № 2. С. 18-27; Ласточкин А.Н. Системно-морфологическое исследование наук о Земле. Санкт-Петербург.: СПбГУ, 2002. 762 с.). Рельеф определяет геофизические, геотехнические и геохимические функции территории, формирует ее топоструктуру, геопропространственную систему, пространственно-временную иерархию ландшафта, влияет на особенности регионального природопользования, специфику хозяйствования, ритмы этногенеза. Прогнозирование геоморфологических процессов способствует формированию более эффективной системы защиты от неблагоприятных воздействий морфогенеза Земли на человека.

Рельеф определяет термодинамические отношения и формирует динамическое равновесие сложной геобиоантропной системы через следующие свои главные функции: 1) модифицирует энергетический баланс территории через сложность, экспозицию и крутизну геоморфологических поверхностей; 2) управляет переносом вещества и энергии, фокусируя и концентрируя их в большой мере, нежели другие природные факторы; 3) является субстратом органической жизни; 4) определяет развитие общества через способы хозяйствования, этническую самобытность, культуру и менталитет социумов; 5) формирует экологические ситуации (Черванев И.Г., Боков В.А. Развитие представлений о саморегулировании и самоорганизации рельефа // Самоорганизация и динамика геоморфосистем. Томск: Институт оптики атмосферы СО РАН, 2003. С. 14-19).

Рельеф – это главный плацдарм и ресурс хозяйственной деятельности человека. Поэтому в настоящее время, когда во всем мире предельно обострены проблемы охраны окружающей природной среды, вопросы пространственно-временной организации географических явлений, участвующих в современном морфогенезе, стали активно обсуждаться в научной литературе (Ласточкин А.Н. Системно-морфологическое исследование наук о Земле. СПб.: СПбГУ, 2002. 762 с.; Природно-антропогенные процессы и экологический риск. М.: Городец, 2004. 616 с.; Bishop M., Shroder J.F. Geographic Information Science and Mountain Geomorphology. Amsterdam: Springer-Ferlag. 2004. 486 p.; Löffler J., Finch O.-D. Spatio-temporal gradients between high mountain ecosystems of central Norway // Arctic, Antarctic, and Alpine Research. 2005. Vol. 37. P.P. 499-513.). Исследования, проведенные в различных природных зонах, от аридных до гумидных, свидетельствуют о многоаспектных возможностях геоморфологических работ при определении экологического статуса регионов и выявлении очагов кризисных экологических ситуаций (Ковальчук И.П. Эколого-геоморфологический анализ региона // Вестник МГУ. Серия географическая. 1992. № 3. С. 10-16; Скублова Н.В. Геоморфологический анализ при комплексной оценке геоэкологических ситуаций // Геоморфология. 1995. № 2. С. 66-74). Любые геоэкологические исследования, сопровождающие

природопользование человека должны проводиться таким образом, чтобы в последующем по их результатам можно было принять соответствующие административно-управленческие и технические решения по исправлению недостатков в природопользовании, а для этого такие исследования следует проводить в рамках административно-территориальных единиц, а для их реального внедрения практику – под контролем соответствующих территориальных органов управления, экологической экспертизы и аудита (Симонов Ю.Г. Эколого-геоморфологический анализ. Концепция и главные задачи // Эколого-геоморфологические исследования. М.: МГУ, 1995. С. 87-93; Симонов Ю.Г., Кружалин В.И., Симонова Т.Ю. Методы диагностики экологически опасных воздействий на рельеф // Эколого-геоморфологические исследования. М.: МГУ, 1995. С. 177-184).

Для регионального уровня геоэкологических исследований опасных геоморфологических процессов на первый план выступают вопросы территориальной организации природопользования, формирования структурированных территориальных сетей, их привязка к административным образованиям для успешной, рациональной, экологически ориентированной хозяйственной деятельности (Рунова Т.Г., Волкова И.Н., Нефедова Т.Г. Территориальная организация общества. М.: Наука, 1993. 208 с.; Михайлов Ю.П. К вопросу о территориальной организации общества и организации территории // География и природные ресурсы. 1998. № 4. С. 10-17; Краснаярова Б.А. Территориальная организация природопользования // Вестник НГГУ. 2009. № 4. С. 50-53).

Таким образом, для регионального уровня будут рассмотрены опасные эндогенные и экзогенные геоморфологические процессы на территории Иркутской области.

4.2. Положение Иркутской области в системе районирования Российской Федерации по опасным природным процессам

Иркутская область образована 26 сентября 1937 года и в настоящий момент входит в состав Сибирского федерального округа Российской Федерации. Площадь – 767.8 тыс. или 4.6 % общероссийской. Иркутская область расположена в центре Азии, на значительном удалении от морских берегов. Крайняя южная точка – , крайняя северная – северной широты.

По Карте физико-географического районирования СССР в масштабе 1 : 10 000 000 (Физико-географическое районирование СССР. М.: МГУ. 1968. 576 с.) Иркутская область входит в состав двух стран: 1) Средняя Сибирь; 2) горы Южной Сибири. В стране Средняя Сибирь Иркутская область располагается в зоне тайги, частично или полностью занимает провинции: Тунгусскую, Верхневиллюйскую, Приангарскую, Приленскую, Ангара-Ленскую и Предсаянскую. В стране горы Южной Сибири она входит в состав областей: Саянской (провинции – Восточно-Саянская и Окинская), Прибайкальской (провинции – Хамар-Дабанская, Байкальская, Баргузинская) и Байкало-

Становой (провинции – Северо-Байкальская, Витимо-Олекминская, Западно-Становая). Согласно схеме физико-географического районирования Н.А. Гвоздецкого и Н.И. Михайлова (Гвоздецкий Н.А., Михайлов Н.И. Физическая география СССР. М.: Мысль. 1978. 512 с.) Иркутская область расположена в двух физико-географических странах: 1) Средняя Сибирь; 2) горы Южной Сибири. В стране Средняя Сибирь Иркутская область располагается в провинциях: Приангарской, частично Присаянской и Приленской, а также своим самым северным дистальным окончанием входит в состав Тунгусской провинции. В стране горы Южной Сибири Иркутская область частично занимает три провинции: Саянскую, Прибайкальскую и Байкальско-Становую. Более обобщенное деление приведено на схеме физико-географического районирования А.А. Макуниной (Макунина А.А. Физическая география СССР. М.: МГУ. 1985. 296 с.), где Иркутская область входит в состав двух физико-географических стран: 1) Среднесибирской и 2) Байкальской горной. В Среднесибирской стране Иркутская область входит в состав двух физико-географических областей: Тунгусской и Ангаро-Ленской, а в границах Байкальской горной страны – Байкальско-Становой.

Первая схема физико-географического районирования Сибири, на которой нашла отражение Иркутская область, разработана С.П. Суловым (Сулов С.П. Физическая география СССР. М.: Учпедгиз. 1954. 364 с.). Сибирь поделена им на две страны – Западную и Восточную. Иркутская область вошла в состав трех областей: Средней Сибири (зона тайги, подзона южной тайги с Ангарским и Ленским районами; зона южная лесостепная типичная с Балаганско-Иркутским районом), Саяны и Предсаянье (область Восточный Саян со степным, лесным и высокогорным поясом), Забайкалье и Прибайкалье (области Западное Прибайкалье и Восточное Прибайкалье). Первым физико-географическое районирование собственно Иркутской области осуществил В.П. Шощкий (Шощкий В.П. Природные условия сельскохозяйственного производства и естественноисторические районы Иркутской области. Иркутск: ИГУ, 1956. 236 с.). Он выделил 10 районов: Иркутско-Балаганский, Чуно-Бирюсинский, Ия-Чунский, Ангаро-Илимский, Верхнеленский, Лено-Киренгский, Тунгусский, Прибайкальский, Бодайбинско-Мамский, Восточносаянский. Но эта схема ориентирована на нужды сельского хозяйства, и главную роль играли экономические факторы. Поэтому собственно ландшафтные рубежи отражены слабо. Этими же недостатками (с точки зрения диссертации) обладали и последующие схемы физико-географического районирования: Ю.П. Пармузина (1961 г.), Г.Д. Рихтера (1964 г.), Л.И. Мухиной и В.С. Преображенского (1965 г.).

В 1970-х годах выходит схема физико-географического районирования В.М. Бояркина, отражающая ландшафтно-геоморфологическое строение Иркутской области (География Иркутской области. Вып. 3. Физико-географическое районирование Иркутской области. Иркутск: Изд-во ИГУ. 1973. 328 с.). На схеме Иркутская область входит в состав трех стран: 1) Средняя Сибирь; 2) Алтайско-Саянская; 3) Байкальско-Становая. Средняя Сибирь поделена на семь провинций: Нижнетун-

гусская, Чуно-Приангарская, Ангаро-Илимская, Лено-Ангарская, Приленская, Присянская, Усть-Ордынско-Куйтунская. Алтайско-Саянская страна на три провинции: Окинско-Китойскую, Ийско-Бирюсинскую, Манско-Канскую. Байкальско-Становая страна на шесть провинций: Байкальскую, Прибайкальскую, Хамар-Дабанскую, Северо-Байкальскую, Патомскую, Делюн-Уранскую.

Первым собственно геоморфологическое районирование территории Иркутской области осуществил А.Г. Золотарев (Золотарев А.Г. Геоморфологическое районирование Иркутской области // Материалы по геологии и полезным ископаемым Иркутской области. Иркутск. 1962. Вып. 31. С. 14-26.). Им выделена область Средне-Сибирского плоскогорья: районы – 1) траппового рельефа (подрайон островного распространения трапповых форм); 2) Приленской плоской возвышенности; 3) Присянской кайнозойской депрессии; 4) Ангарской плоской возвышенности (линейно-грядового структурно-денудационного рельефа). Область Саяно-Байкальская горная: районы – 1) горы Восточного Саяна; 2) горы Прибайкалья; 3) Байкало-Патомского нагорья.

По схеме геоморфологического районирования СССР (Воскресенский С.С. Геоморфология СССР. М.: Высшая школа, 1968. 368 с.) Иркутская область входит в состав двух провинций: 1) плоскогорья и низменности Восточной Сибири; 2) горы Южной Сибири. Иркутская область своими границами занимает только одну область – Средне-Сибирское плоскогорье. Вторая включает 20 областей, из которых в границах Иркутской области расположены: 1) Восточный Саян; 2) горы Прибайкалья; 3) Северо-Байкальское нагорье; 4) Патомское нагорье. А.Г. Золотарев объединил две последние области в одну – Байкало-Патомское нагорье (Золотарев А.Г. Рельеф и новейшая структура Байкало-Патомского нагорья. Новосибирск: Наука, 1974. 120 с.).

Основные геоэкологические проблемы Иркутской области связаны: 1) с освоением минерального сырья – Иркутско-Черемховский угольный бассейн, Коршуновский ГОК и железорудное месторождение, Сухоложское и Бодайбинское золоторудные месторождения, Ковыктинское газоконденсатное и Марковское нефтегазовое месторождения и др.; 2) с освоением гидроэнергетических ресурсов – ангарский каскад ГЭС; 3) с защитой от катастрофических паводков на крупных реках – Бирюса, Ия, Уда, Белая, Китой, 4) с Байкальским целлюлозно-бумажным комбинатом; 5) с загрязнением воздуха и почвенно-растительного покрова от атмосферных эмиссий в крупных промышленных центрах – Иркутск, Усолье-Сибирское, Братск, Усть-Илимск, Шелехов, Черемхово; 6) с эрозией и дефляцией почв на обрабатываемых землях Иркутско-Черемховской равнины; 7) с сильными землетрясениями в районах, прилегающих к Байкальской рифтовой зоне; 8) с загрязнением подземных вод в районах бурения глубоких поисковых и эксплуатационных скважин.

В Институте географии РАН в 2000-х годах разработаны принципы оценки, классификации и картографирования природных и природно-техногенных опасностей. Составлены карты для Российской Федерации и ее субъектов. Внимание сосредоточено на двух видах ущерба: 1) экологиче-

ских – жизни и здоровью людей, природному комплексу; 2) социально-экономических – социально-хозяйственной инфраструктуре и ресурсной базе. При оценке вероятности ущерба во внимание принята пороговая устойчивость природных процессов, при которой ущерб становится значимым для данной отрасли хозяйства или субъекта Российской Федерации. На карте суммарного риска природных и техногенных воздействий выделено пять категорий. Иркутская область попадает в категорию, где высока естественная вероятность развития опасных природных процессов, прежде всего – геоморфологических (суммарный риск на неосвоенных землях – повышенный), а уровень экономического и социального развития не позволяет на должном уровне предупреждать и ликвидировать стихийные бедствия, их последствия и другие чрезвычайные ситуации природного характера (суммарный риск на освоенных землях – высокий) (Рельеф среды жизни человека. М.: Медиа-ПРЕСС. 2002. 640 с.; Карта районирования территории России по степени экстремальности развития эколого-геоморфологических ситуаций. Масштаб 1 : 9 000 000. М.: ООО «ДиЭмБи», 2006).

Методы оценки природной опасности и риска, классификации эколого-геоморфологических ситуаций, районирования территорий по опасным природным процессам разработаны в МГУ. На их основе проведено мелкомасштабное районирование территории России по отдельным опасным процессам и по комплексному показателю (Природно-антропогенные процессы и экологический риск. М.: Городец, 2004. 616 с.). Эти карты свидетельствуют о высокой опасности геоморфологических процессов на территории Иркутской области, особенно в ее южных районах.

Сложная ситуация в Иркутской области складывается согласно расчетам индивидуального риска смертности населения в результате чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Расчеты за период 1995-2001 г.г. показали, что все субъекты РФ подразделяются на три категории по уровню индивидуального риска: 1) с повышенной опасностью для жизнедеятельности – области высокого риска; 2) с умеренной опасностью для жизнедеятельности – области приемлемого риска; 3) безопасные для жизнедеятельности – области пренебрежимого риска. Иркутская область входит в категорию высокого риска и среди субъектов РФ занимает 12 место – 20.1×10^{-6} чел./год (Радаев Н.Н. Обоснование уровней рисков в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера // Известия РАН. Серия географическая, 2003. № 5. С. 74-86).

Опасные природные процессы Иркутской области детально изучал Л.М. Корытный (Корытный Л.М. Экспертная оценка природных рисков региона (на примере Иркутской области) // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. 1997. Вып. 4. С. 93-99). По его данным, список основных факторов, оказывающих негативное влияние на хозяйственные объекты и здоровье населения, составляет 26 видов. Из них наиболее существенными оказываются (по убыванию): землетрясения, наводнения, обвалы, ливни, сели, лавины, эрозия, лесные пожары. Большая их часть связана с неблагоприятными геоморфологическими процессами и явлениями.

Сводка и детальный анализ формирования экстремальных морфоклиматических ситуаций на территории Иркутской области за последние десятилетия дан в работе (Баженова О.И., Мартыанова Г.Н. Формирование экстремальных морфоклиматических ситуаций на юге Сибири // География и природные ресурсы. 2004. № 4. С. 87-94). Ими рассмотрена периодичность, ритмика и вероятность возникновения опасных морфоклиматических процессов. Геодинамика опасных геоморфологических процессов в зонах природно-техногенных комплексов Восточной Сибири, в т.ч. и на территории Иркутской области и их геоэкологический анализ подробно представлены в монографии (Лапердин В.К., Качура Р.А. Геодинамика опасных процессов в зонах природно-техногенных комплексов Восточной Сибири // Иркутск: Институт земной коры СО РАН. 2010. 312 с.).

Иркутская область располагается на территории с повышенной опасностью природных процессов, в т.ч. геоморфологических, что определило разработку в 2001-2003 гг. Программы «Экологическая безопасность Иркутской области». Проведено: 1) интегрально-блоковое районирование по совокупности природных опасностей (геолого-геоморфологические, гидрометеорологические, биологические); 2) учет пространственной дифференциации устойчивости ландшафтов к природным и техногенным опасностям, физико-географического районирования; 3) интегральное районирование (Корытный Л.М., Воробьева И.Б., Коновалова Т.И., Кузьмин С.Б., Шеховцов А.И.. Районирование и ранжирование территории Иркутской области по природной и техногенной опасности // Экологический риск. Иркутск: ИГ СО РАН. 2001. С. 114-117).

4.3. Классификация опасных геоморфологических процессов и геоэкологическое районирование Иркутской области

Основные подходы и принципы исследований

В Главе 3 в качестве объектов геоэкологических исследования использовались политические и административно-территориальные образования, чему было дано соответствующее обоснование. На региональном, субрегиональном и топологическом уровнях геоэкологического анализа противоречия между отдельными районами и муниципальными структурами значительно сглаживаются. Возникает очевидная общность интересов, поддерживаемая единым управлением, повышением уровня совместной ответственности чиновников, снижением региональных географических различий, что позволяет вписывать объекты исследований уже в природные границы с меньшим опасением за то, что разработанные геоэкологические рекомендации не найдут отклика и поддержки в административно-управленческом аппарате, который осуществляет территориальную политику природопользования. Поэтому в данной и последующей главах объекты геоэкологических исследований будут рассматриваться в их естественных, природных границах.

Для геоэкологической оценки геоморфологических процессов необходимо выделить классы экологической опасности, что требует создания геолого-геоморфологического каркаса – выделение районов с характерными типами опасных геолого-геоморфологических процессов, т.е. геоэкологического районирования. Сама идея оценки геолого-геоморфологического каркаса для изучения физико-географической структуры территории не нова (Солнцев В.Н. Геолого-геоморфологический каркас в формировании физико-географической структуры территории // Вестник МГУ. Серия географическая. 1974. № 1. С. 53-62), но ее приложение к геоэкологическому подходу не разработано. Хотя для Байкальского региона имеются отдельные примеры (Яценко Р.И. Выделение морфолито-систем для эколого-ландшафтного районирования // Геоморфология. 2001. № 4. С. 17-25).

Необходимо выбрать критерии геоморфологической опасности (Табл. 4.1).

Табл. 4.1

Шкала оценок опасности геоморфологических процессов на территории Иркутской области (по Рельеф среды жизни человека. М.: Медиа-ПРЕСС. 2002. 640 с. с изменения и дополнениями автора)

Интенсивность	Характеристика процесса	Изменения ландшафта	Примеры процессов	Возможные разрушения	Ликвидация ЧС
1 – не интенсивный процесс, низкая опасность	Происходит на небольшой площади, охватывает малые массы грунта, малые скорости и расстояние перемещения по горизонтали и вертикали	Ландшафт практически не изменяется	Формирование оплывин на склонах, откосах дорог, малые оползни, размыв донных оврагов, локальный смыв-намыв почв, пучение грунтов, подмыв берегов, суффозия и солифлюкция	Небольшие нарушения сооружений и конструкций, локальные деформации и разрушения дорожного полотна	Не требуют привлечения административных структур, ликвидируются местным населением
2 – умеренно интенсивный процесс, умеренная опасность	Охватывает заметную площадь и массы грунта, перемещение: первые метры по горизонтали, первые сантиметры по вертикали;	Локальные изменения в ландшафте и гидрогеологической среде	Камнепады, смещение осыпей, локальная активизация оползней, образование и рост донных и береговых оврагов и эрозионных рытвин, заметный смыв-намыв почв	Частичное разрушение сооружений и конструкций, наклон зданий, искривление трубопроводов и дорожного полотна, линий электропередачи	Местные административные и муниципальные власти
3 – интенсивный процесс, высокая опасность	Охватывает большую площадь и массы грунта; перемещение – до десятков метров по горизонтали, до десятков сантиметров по вертикали;	Заметные изменения в ландшафте и гидрогеологической среде	Сели, крупные оползни, обрушение скал, откосов дорог, стенок карьеров, активная эрозия, сильный смыв-намыв почв, русловые деформации, обширные карстовые и суффозионные просадки	Значительное, но не полное разрушение сооружений и конструкций, больших участков сельхозугодий, трубопроводов, дорог, травмы, ранения и единичные жертвы среди населения	Местные административные, муниципальные, областные и краевые власти
4 – очень интенсивный процесс, очень высокая опасность	Быстрые перемещения значительных масс грунта на больших площадях, горизонтальные – до сотен метров, вертикальные – до десятков метров;	Сильные изменения ландшафта. Негативное влияние на соседние территории вне очага распространения	Серия селей, площадная активизация оползней, карстовые провалы, разрушение берегов, дефляция, массовое оврагообразование, сплошной смыв-намыв почв, пыльные бури	Полное разрушение хозяйственной инфраструктуры, сохраняются отдельные сооружения, участки сельхозугодий, трубопроводов, число жертв среди населения превышает 10 человек	Областные и федеральные организации, общенациональные и международные службы спасения

Одним из принципов геоэкологического районирования территорий является иерархичность и соблюдение пространственного масштаба. В диссертации использованы методы бельгийского геоморфолога Дирка Де Бойера (De Boer D. Hierarchies and spatial scale in geomorphologic processes // *Geomorphology*. 1992. № 5. P.P. 303-318). Им показано, что форма и функционирование геоморфосистем являются результатом определенного набора взаимодействующих процессов, протекающих в разных масштабах пространства и времени. Каждая геоморфосистема должна рассматриваться в контексте иерархии, в них существует подобие между масштабом процесса и результирующей формой, между пространственным и временным масштабом. Модель геоморфосистемы в пределах одного масштаба меняется в зависимости от исследуемого промежутка времени. Если временной масштаб постоянный, то модель может быть различной в зависимости от пространственного масштаба: направленное изменение крупных форм рельефа за большие промежутки времени – колебания около средних значений (динамическое равновесие), в среднем масштабе – статическое равновесие малых форм в течение коротких промежутков времени. С увеличением размера геоморфосистем связь между ними приобретает все более случайный характер из-за увеличения количества путей распространения связующего сигнала и возможностей его трансформации.

Большинство объектов изучались автором диссертации дистанционно, поэтому был использован принцип гомологической закономерности для экстраполяции на них данных, полученных непосредственно в полевых условиях. Этот принцип формулируется так: действие каждой рельефообразующей силы (процесса) в определенном направлении с положительным или отрицательным знаком может создавать морфологические элементы, несущие черты сходства друг с другом (Иванов А.В., Зайонц В.Н. Гомологическое сходство элементов и форм рельефа и его значение для их классификации // *Труды СГУ*. 1999. № 1. С. 11-14). Хотя представления о гомологической закономерности не могут быть полностью реализованы в природных системах, но их универсальность позволяет нам построить относительно непротиворечивую классификацию.

Классификация является главным подходом к геоэкологическому районированию. Основные принципы классификации и типизации геоморфологических процессов детально рассмотрены Д.А. Тимофеевым (Тимофеев Д.А. Принципы типизации геоморфологических процессов // *Геоморфология*. 2004. № 4. С. 16-20), который отмечал, что эта процедура должна осуществляться по трехчленной формуле: рельеф (его морфология) ↔ процессы ↔ факторы рельефообразования. Основные принципы и подходы к геоморфологическим классификациям разрабатываются на принципиально единой основе и соответствуют общим принципам физико-географических классификаций (Тикунов В.С. Классификации в географии. Москва-Смоленск: СГУ, 1997. 362 с.).

Классификацию экзогенных процессов горных стран разработал В.Ф. Перов (Перов В.Ф. Классификация экзогенных процессов горных стран // *Геоморфология*. 1981. № 1. С. 3-7). Она ге-

нетическая, основана на выделении главных агентов денудации. Геоморфологические процессы подразделены на типы, подтипы, классы, подклассы, виды и комплексы. Типов два: гидрогенный и безводный. В гидрогенном типе выделены подтипы: водный (с классами флювиальный и инфильтрационный) и ледяной (с классами гляциальный и мерзлотный). Безводный тип не подразделен на подтипы и в нем выделяется три класса процессов: гравитационный, термический, эоловый. Каждый класс гидрогенного типа подразделен на подклассы: флювиальный – склонового и руслового стока; инфильтрационный – нерастворимых и растворимых горных пород; гляциальный – сезонный снегов и льдов и многолетних льдов; мерзлотный – сезонной и многолетней мерзлоты. Далее идут виды и комплексы экзогенных геоморфологических процессов.

Генетическая классификация геоморфологических процессов, основанная на анализе агентов рельефообразования, разработана В.Б. Выркиным (Выркин В.Б. Классификация экзогенных процессов рельефообразования суши // География и природные ресурсы. 1986. № 4. С. 20-24). Выделены тип, подтип, класс, группа и собственно сами геоморфологические процессы. Типов процессов два: абиогенный и биогенный. Подтипы выделяются по характеру перемещения вещества экзогенными процессами (ближнее, дальнее и т.п.). Класс геоморфологических процессов выделен по происхождению агентов рельефообразования: термогенный, гидрогенный, криогенный, гравитационный и т.д. Группа геоморфологических процессов выделяется по характеру их протекания: быстрые – медленные, площадные – линейные, денудационные – аккумулятивные.

Специальная классификация разработана для Карты современных геоморфологических процессов СССР (Горелов С.К., Граве М.К., Козлова А.Е. Карта современных геоморфологических процессов СССР // Геоморфология. 1990. № 1. С. 4-14). В ней синтезированы разные подходы, и она проведена по нескольким основаниям. Субординация сохраняется только на уровне типов процессов, которых три: экзогенные, эндогенные, техногенные. Классы процессов выделяются на разных основаниях: экзогенный – по характеру разрушения/накопления вещества (денудационные, аккумулятивные, денудационно-аккумулятивные); эндогенный – по скорости процессов (медленные, быстрые), особый класс – вулканические и грязевулканические процессы; в техногенном типе классы отсутствуют. В классе денудационных и аккумулятивных процессов выделены подклассы: ведущих процессов, комплексной денудации и аккумуляции. Группы процессов и процессы выделены во всех классах. В виде самостоятельных подгрупп выделены техногенные процессы.

Итогом любой классификации должна быть возможность отображения классифицируемых единиц на карте и районирование территории по их сходству и различию. Тем не менее, на одних и тех же элементах рельефа развивается целый комплекс процессов, изменяющихся в пространстве и времени. Это осложняет процесс картографирования (Чайко А.В., Мистрюков А.А. Классификация экзогенных процессов и проблема их картографирования // Геоморфология. 1992. № 1. С. 25-30) и

требует создания морфологической классификации на базе идеального геоморфологического профиля – катенный принцип. Выделены: комплексы геоморфологических процессов (водораздельный, приводораздельный, склоновый, водораздельно-склоновый, придолинный, долинный, котловинный), собственно геоморфологические процессы, приуроченные к характерным геоморфологическим поверхностям. Классификация проведена на едином основании и внутренне непротиворечива, но имеет региональный характер (на примере Среднесибирского плоскогорья) и охватывает далеко не все геоморфологические процессы, хотя и может быть использована для локальных и региональных построений, особенно в областях развития многолетнемерзлых пород.

Классификация геоморфологических процессов и форм рельефа, на которых они развиты, есть два этапа одного действия. Геоморфологический процесс не может быть изображен вне элемента рельефа, на котором развит и который формирует. Поэтому, классифицируя процесс, мы классифицируем и пространство его развития. Это пространство характеризуется не только геометрией, но и историей развития, генезисом. Поэтому выбор принципов классификаций должен диктоваться целью исследования. Вещественность или невещественность форм рельефа имеет смысл только в методологической области, когда предмет исследования определяется в зависимости от решаемой задачи. Геоморфология способна применять разные подходы и принципы исследования, не изменяя своему главному объекту – рельефу земной поверхности (Тимофеев Д.А. Размышления о философии геоморфологии // Геоморфология. 2003. № 4. С. 3-8).

Имеется опыт создания интегральной геоморфологической классификации на морфогенетической основе (Невский В.Н. Новые подходы к созданию базовой геоморфологической классификации // Геоморфология. 2003. № 1. С. 40-48). Автор предлагает для геоморфологической классификации определить низший таксономический геоморфологический ранг. Это геоморфологическая фация, т.е. такая типологическая единица, которая представляется одновременно и как поверхность с соответствующим ей веществом, и как обстановка ее формирования. Следующей единицей классификации является геоморфологический ландшафт – комплекс фаций, относящихся к одному морфоклиматическому подразделению. Заключительным уровнем принята формация. В попытках отыскать унифицированную классификацию В.И. Невский обвинил ландшафтоведов в том, что их фации феноменологичны и их таксономический ранг определен произвольно, а геологов в том, что их фации сугубо генетические. Но сам выделил на примере Южного Сихотэ-Алиня геоморфологические фации по произвольным критериям, а его таксономические единицы выше ранга фации и есть феноменологичны в силу невозможности верифицировать их границы и генетичны, поскольку критериями выделения выступают сугубо генетические факторы: климат и геодинамика.

Интересных результатов в плане геоморфологической классификации удалось добиться А.Р. Агатовой (Агатова А.Р. Крупномасштабное картографирование рельефа горных стран // Геоморфо-

логия. 2003. № 2. с. 48-60) при крупномасштабном картографировании рельефа на модельной территории в пределах горной системы Алтая. Автор предлагает классифицировать и картографировать рельеф на основе его изогradientных поверхностей между перегибами морфоизогипс или граней рельефа. А.Р. Агатовой рассмотрена иерархия геоморфологических процессов на изогradientных поверхностях от современного эрозионного вреза, образованного двумя одновозрастными поверхностями одинакового происхождения, но имеющими разный угол наклона (детальный уровень), до речных долин и водоразделов, состоящих из целого ряда поверхностей разного возраста, генезиса и наклона (локальный уровень). Изогradientные поверхности характеризуется морфометрией, генезисом и возрастом. Автором разработаны классификационные шкалы.

Проведенный обзор классификаций показывают, что для задач диссертации наиболее целесообразно остановиться в качестве отправной точки на генетической классификации В.Б. Выркина. Поводом к тому служит и то обстоятельство, что анализ опасных геоморфологических процессов Иркутской области осуществляется на региональном уровне. Значит, морфологическая классификация (катенный принцип) не может отвечать поставленным целям. Отмеченные же А.В. Чайко и А.А. Мистрюков ым трудности при генетической классификации могут быть устранены при использовании понятия и концепции о ведущем геоморфологическом процессе.

Впервые понятие о ведущем процессе использовано Н.И. Николаевым при генетической классификации физико-геологических процессов (Николаев Н.И. Опыт построения генетической классификации экзогенных физико-геологических процессов // Труды Комиссии по изучению четвертичного периода. М.-Л.: АН СССР. 1948. Т. 7. Вып. 1. С. 3-13). Оно имеется в работах Н.А. Флоренсова (Флоренсов Н.А. Очерки структурной геоморфологии. М.: Наука. 1978. 238 с.), но наиболее полно разработано Л.Н. Ивановским (Ивановский Л.Н. Вопросы развития ведущих экзогенных процессов рельефообразования // География и природные ресурсы. 1988. № 1. С. 23-30; Ивановский Л.Н. Структура ведущих экзогенных процессов на региональном уровне // География и природные ресурсы. 1989. № 4. С. 14-22) и В.Б. Выркиным (Выркин В.Б. Современное экзогенное рельефообразование котловин байкальского типа. Иркутск: ИГ СО РАН. 1998. 175 с.). Л.Н. Ивановский считал, что структура нисходящего литодинамического потока есть некоторая система процессов. Выделение в ней ведущего по таксономическим уровням – группам процессов и элементарным процессам – позволяет оценивать степень вероятной геоморфологической опасности. Развитие рельефа обуславливает геоморфологический риск на разных таксономических уровнях классификации геоморфологических процессов. В.Б. Выркин полагал, что анализ ведущих геоморфологических процессов позволяет выявить закономерности, определяющие характер формирования рельефа на том или ином иерархическом пространственном уровне, разделить общее и частное, главное и второстепенное, доминирующее и эфемерное в процессах рельефообразования.

Теперь из анализа рассмотренных выше геоморфологических классификаций сформулируем основные принципы классификации, разработанной в настоящей диссертации, на примере опасных геоморфологических процессов на территории Иркутской области.

1) Классификация проводится на региональном уровне административного деления Российской Федерации, на котором анализируются элементы геоморфологического районирования – области и подобласти. Региональная специфика географических условий Иркутской области определила специфический набор и уровень соподчинения опасных процессов.

2) В классификацию включены классы и группы геоморфологических процессов, которые представляют реальную угрозу для человека, социальной и хозяйственной инфраструктуры Иркутской области. Остальные геоморфологические процессы включены в категорию «другие».

3) Список опасных процессов дополнен. Тип процесса – эндогенный; подтип – мобилизация и местное перемещение вещества; класс – сейсмогенный; группы: быстрые и медленные; процессы: землетрясения и тектонический крип. Южные районы Иркутской области находятся под сеймотектоническим воздействием Байкальской рифтовой зоны и Главного Саянского разлома. Здесь регистрируются землетрясения высоких энергетических классов, а их балльность повышается за счет высокой хозяйственной освоенности региона (Региональное совещание по сейсмобезопасности Иркутской области. Материалы до-кладов. Иркутск: Администрация Иркутской области, 2004. 136 с.). С опасностью для человека связан только тектонический крип, а не крип вообще, поскольку последний обладает меньшими скоростями и проявляется в межразломных стабильных блоках.

4) Основания деления выбраны на уровне типа и класса процессов – источник привноса вещества и энергии; на уровне подтипа – дальность переноса вещества и энергии; на уровне группы процессов и собственно процессов – форма и виды перемещения вещества и энергии.

5) На основе разработок В.Б. Выркина и Л.Н. Ивановского в проведенной классификации определен ведущий опасный геоморфологический процесс.

6) По Карте современных геоморфологических процессов СССР (1990 г.) определен характер пространственного проявления опасных геоморфологических процессов. Распределение опасного природного процесса может иметь характер: ареальный, линейный, фронтальный. Нами ареальный класс разделен на два самостоятельных класса: площадной и точечный.

7) По аналогии с классификацией А.В. Чайко, А.А. Мистрюкова и А.Р. Агатовой определены ярусы рельефа, где распространены опасные геоморфологические процессы.

8) На базе классификации В.Н. Невского определен низший таксономический ранг и проведена типизация единиц районирования для регионального уровня оценки.

9) Определен источник возникновения опасного геоморфологического процесса в виде субординированной системы процессов или морфогеодинимических и климатических ситуаций.

10) Определены возможные негативные воздействия опасных геоморфологических процессов на человека и хозяйственную инфраструктуру. Они используются для формирования системы предупреждения и ликвидации стихийных бедствий, катастроф и чрезвычайных ситуаций.

В процессе картографирования опасных геоморфологических процессов на территории Иркутской области использованы стандартные методические наставления и научные принципы, широко используемые в современной картографии. *Принцип ранговости* требует соблюдения пространственной иерархии при выделении на карте геоморфологических элементов или развитых на них процессов. *Принцип полноты деления* требует, чтобы вся территория картографирования была разделена на субординированные объекты в соответствии с выбранной методикой. *Принцип целостности* требует, чтобы каждый из картографируемых элементов рельефа отвечал определенному этапу рельефообразования, принадлежал к определенному генетическому типу, характеризовался определенными морфометрическими показателями, геоморфологическими процессами и структурно-вещественными комплексами. *Принцип однородности описания* требует, чтобы каждый типологический элемент рельефа был охарактеризован одинаковым набором свойств с равной степенью детальности в соответствии с иерархическим уровнем принятой систематики. *Принцип специализации* требует использовать при картографировании элементов рельефа такое их разбиение, которое наиболее полно отвечает поставленным целям и задачам исследования. *Принцип однородности границ* требует проведения границ между геоморфологическими элементами только с фиксированным набором свойств. *Принцип непересечения границ* требует, чтобы при картографировании не выделялись участки, относящиеся более чем к одному классу объектов.

В целом пространственно-таксономические уровни рельефа таковы (Табл. 4.2). Эти уровни выделены на основе таксономических и типологических геоморфологических единиц. Соотношение таксономических единиц геоморфологического районирования и типологических категорий на разных пространственно-таксономических уровнях представлено в Табл. 4.3.

Пространственно-таксономические уровни рельефа, а в дальнейшем и пространственный каркас для карты геоэкологического районирования в диссертации привязываются к схеме геоморфологического районирования С.С. Воскресенского (Воскресенский С. С., Леонтьев О. К., Спиридонов А. И. Геоморфологическое районирование СССР. М.: Высшая школа, 1980. 343 с.). Геоморфологическое районирование в диссертации понимается как выделение территориальных или теоретически и акваториальных подразделений рельефа (районов), обладающих внутренним единством и своеобразными чертами. Это особый вид синтеза и систематики элементов рельефа и геоморфологических процессов, метод определения их индивидуальной специфики. Признаки, по которым выделяются районы, могут быть различны по характеру, по широте охвата, по цели районирования, в нашем случае – геоэкологическая оценка опасных геоморфологических процессов.

Пространственно-таксономические уровни рельефа

Уровень анализа	Административно-территориальные единицы	Главные геоморфологические единицы картографирования		Масштаб картографирования
		Формы	Процессы	
Глобальный	Содружества и сообщества государств (Европейское экономическое сообщество; Ассоциация стран Азиатско-Тихоокеанского региона; СНГ)	Геоморфологические сектора и страны (плоскогорья и низменности Восточной Сибири; Средне-Сибирское плоскогорье; горы Южной Сибири)	Типы процессов – подтипы процессов	1 : 15 000 000 и мельче
Национальный	Государства (Российская Федерация)	Геоморфологические провинции (горы Прибайкалья; Лено-Ангарское плато; Иркутско-Черемховская равнина и т.д.)	Подтипы процессов – классы процессов	1 : 5 000 000 – 1 : 15 000 000
Региональный	Административные подразделения государств (Иркутская область)	Геоморфологические области (Алтайский, Байкальский, Приморский хребты; Приольхонское плато и т.д.)	Класс процессов – группы процессов	1 : 1 000 000 – 1 : 5 000 000
Субрегиональный	Административные единицы субъектов федерации (Ольхонский район)	Геоморфологические округа (Приморский, Приольхонский и т.д.)	Группы процессов – процессы	1 : 100 000 – 1 : 1 000 000
Локальный	Муниципальные образования (Черно-Иркутская сельская администрация)	Геоморфологические районы (полигон Култура, Саяно-Шушенский)	Процессы	1 : 10 000 – 1 : 100 000

Табл. 4.3.

Соотношение пространственно-таксономических уровней рельефа Иркутской области

Пространственно-таксономические уровни анализа рельефа	Таксономические единицы геоморфологического районирования С.С. Воскресенского	Типологические морфогенетические категории геоморфологического картирования И.И. Краснова
Глобальный	Сектора, страны	Мегаморфоструктуры
Национальный	Провинции	Морфоструктуры
Региональный	Области	Комплексы типов рельефа
Субрегиональный	Округа	Типы рельефа
Локальный	Районы	Группы форм, формы рельефа

Геоморфологическое районирование является неотъемлемой частью общего физико-географического районирования, которое лежит в основе выделения систем регионального природопользования (Винокуров Ю.И., Цимбалай Ю.М., Красноярова Б.А. Физико-географическое районирование Сибири как основа разработки региональных систем природопользования // Ползуновский вестник. 2005. № 4. Ч. 2. С. 3-13). Выделяют следующие подразделения: сектор, страна, провинция, область, округ, район. На каждый район воздействуют зональные (широтное распределение солнечной радиации на земной поверхности) и азональные (особенности гипсометрического положения, литологического состава горных пород, движений земной коры, соотношения суши и моря) агенты морфогенеза, т.е. главные факторы, определяющие геоэкологическую обстановку. Одновременно в рельефе действуют процессы интеграции, связующие посредством циркуляции воздушных масс, стока, склонового перемещения твердого материала разнородные участки земной поверхности в сложные территориальные системы – геоморфосистемы (Поздняков А.В., Черванев И.Г. Самоорганизация в развитии форм рельефа. М.: Наука, 1990. 202 с.; Ласточкин А.Н. Системно-морфологическое исследование наук о Земле. СПб.: СПбГУ, 2002. 762 с.).

Наиболее тесные и разносторонние связи наблюдаются между смежными участками рельефа (между склонами и подножиями гор, речными долинами и водосборами рек и т.п.). По мере увеличения размеров и сложности элементов районирования (от районов к секторам) «теснота» связей массо-энергопереноса в геоморфосистемах ослабевает и степень пространственной однородности уменьшается. Это вызывает необходимость различать районы разного ранга и пользоваться многоступенчатой системой районирования. При районировании горных территорий (а в Иркутской области они занимают основную часть площади) роль главного критерия играет структура высотной поясности. Различным горным провинциям и районам свойственны специфические ряды (спектры) высотных поясов, зависящие от широтно-зонального и долготного положения того или иного горного поднятия, его абсолютной высоты, ориентировки хребтов и экспозиции склонов.

Поэтому теоретическую основу геоэкологического районирования Иркутской области в диссертации на региональном, а также на более низких уровнях составляют закономерности территориальной дифференциации рельефообразующих процессов и явлений. Базовую пространственную привязку границ геоэкологических районов формируют карты геоморфологического районирования, эколого-геоморфологические, геодинамические и другие оценочные карты.

Начиная с *регионального уровня*, анализируются отдельные субъекты Российской Федерации, в нашем случае – Иркутская область. Пространственным масштабом картографирования выступает уровень геоморфологических областей. Собственно опасные геоморфологические процессы и их структуры анализируются, начиная с уровня «класс процесса» и выше. Границы объектов исследований – природные, но строго в рамках административных границ (настоящая глава 4).

На *субрегиональном уровне* исследуются административные подразделения субъектов РФ, в нашем случае – Ольхонский район Иркутской области. Пространственным масштабом картографирования выступает уровень геоморфологических округов (Приморский геоморфологический район). Анализ опасных процессов начинается с уровня «группа процессов» и выше. Границы объектов природные в рамках административных границ Ольхонского района. Этому посвящена глава 5.

На *локальном уровне* исследуются муниципальные образования в пределах субъектов Российской Федерации, например, Чернорудская сельская администрация Ольхонского района Иркутской области. Пространственным масштабом выступают геоморфологические районы, трансекты, модельные полигоны. Анализу подвергнут самый высокий иерархический ранг – собственно опасные геоморфологические процессы. Границы объектов природные. Этому посвящена глава 6.

Классификация, картографирование и районирование

Классификация опасных геоморфологических процессов рассматривалась в ряде работ (Рельеф среды жизни человека. М.: Медиа-ПРЕСС, 2002. 640 с.; Природные опасности России. Т. 3. Эк-

зогенные геологические опасности. М.: КРУК, 2002. 345 с.; Природно-антропогенные процессы и экологический риск. М.: Городец, 2004. 616 с. и др.). Классификация опасных геоморфологических процессов Иркутской области по разработанному в диссертации методу представлена в Табл. 4.4.

Табл. 4.4

Классификация опасных геоморфологических процессов Иркутской области

Класс процессов	Группа процессов	Ведущий процесс	Характер	Высотный пояс (м), ярус рельефа	Источник опасности	Возможные негативные последствия
Сейсмогенный	Быстрые	Землетрясения	Площадной	460-3000, все ярусы	Тектонические движения, мантийная дифференциация вещества	Разрушение сооружений и конструкций, средств коммуникации, гибель людей
	Медленные	Тектонический крип	Фронтальный	400-2500, все ярусы	Тектонические движения по зонам разломов	Разрушение сооружений и конструкций, средств коммуникации
Криогенный	Мерзлотная	Термокарст, пучение грунтов	Точечный	300-1800, пойменный, водораздельный	Термогидрогенные изменения в грунтах, наледообразование	Деформации оснований конструкций и фундаментов сооружений, разрыв средств коммуникации
Гравитационно-склоновый	Гравитационная	Обвалы, осыпи, лавины	Фронтальный	700-2500, склоновый	Гравитационные процессы, трещинообразование, сейсмичность	Разрушение сооружений и конструкций, средств коммуникации, гибель людей
Склоновый гидрогенного оползания и течения	Блоково-го сползания	Оползни, осыпи	Фронтальный	500-1000, склоновый, террасовый	Дезинтеграция и обводнение рыхлых осадков, сейсмические сотрясения, гравитационные процессы	Деформации оснований конструкций и фундаментов сооружений, разрыв средств коммуникации
Склоновый водно-эрозионный	Линейного размыва	Овражная эрозия	Линейный	400-800, склоновый, террасовый	Обильные атмосферные осадки, техногенное разрушение почв и грунтов	Разрушение сельхозугодий, отдельных зданий и конструкций, нарушение коммуникации
Озерный	Абразионная	Абразия	Фронтальный	450-500, прибрежно-озерный	Волноприбойная деятельность	Нарушение оснований сооружений
Флювиальный	Эрозии рек и временных водотоков	Глубинная и боковая эрозия	Линейный	400-1500, пойменно-долинный	Обильные атмосферные осадки, питание за счет ледников и снежников, гравитационный потенциал рельефа	Нарушение оснований сооружений и строительных площадок, объектов промышленности и соцкультбыта, разрыв средств коммуникации
	Аккумуляции рек и временных водотоков	Сели	Линейный	460-1000, пойменный	Обильные атмосферные осадки, образование подпруд в речных долинах	Нарушение строительных площадок, объектов промышленности, разрыв коммуникаций, возможна гибель людей
Подземноводный	Денудации растворимых пород	Карст	Точечный	500-1000, все ярусы, исключая пойменно-долинный	Наличие карстующихся пород	Нарушение оснований сооружений и строительных площадок, объектов промышленности и соцкультбыта, разрыв средств коммуникации
	Денудации нерастворимых пород	Суффозия	Точечный	400-800, все ярусы, за исключением останцового	Наличие подземных водоносных горизонтов	Нарушение сооружений и строительных площадок, объектов промышленности и соцкультбыта, разрыв средств коммуникации
Техногенный	Технобилизационная	Подтопление, просадки	Площадной	300-500, пойменно-долинный	Техногенно спровоцированное формирование водоемов, наличие водупорных пород и грунтов	Подтопление объектов промышленности, средств коммуникации с просадкой и деформацией грунтов

На базе классификации проведено геоэкологическое районирование территории Иркутской области. В его основу положены схемы геоморфологического районирования С.С. Воскресенского (Табл. 4.5; Рис. 4.1). Главная единица картографирования – геоморфологическая подобласть.

Табл. 4.5

Геоморфологическое районирование Иркутской области
по (Воскресенский, С.С., Леонтьев О.К., Спиридонов А.И. Геоморфологическое районирование СССР.
М.: Высшая школа, 1980. 343 с.) с исправлениями и добавлениями автора

Страна	Провинция	Область	Класс – ведущие процессы
Плоскогорья и низменности Восточной Сибири Подпровинция – Среднесибирское плоскогорье	Лено-Ангарское моноклиналиное плато	Высокие плато и пластовые плоскогорья на антиклинальных структурах, расчлененные глубокими речными долинами	Флювиальный, гравитационно-склоновый, подземноводный, гидрогенный, термогенный
		Низкие плато на синклинальных структурах, расчлененные редкой сетью неглубоких речных долин, древние галечники на междуречьях	Термогенный, гидрогенный, криогенный, фитогенный
	Среднеангарское плато, осложненное пластовыми интрузиями	Ангарский кряж, образованный системой слившихся антиклинальных массивов, бронированных траппами	Гравитационно-склоновый, флювиальный, криогенный, термогенный
		Ангаро-Чунское плоское плато с невысоко поднимающимися над ним трапповыми сопками, с редкой сетью неглубоких речных долин	Подземноводный, криогенный, гидрогенный, термогенный
	Тунгусское плато	Низкие плато с плоскими водоразделами, покрытыми древними галечниками	Криогенный, гидрогенный, термогенный
		Низкие плато с плоскими водоразделами и невысокими трапповыми грядами	Криогенный, флювиальный, склоновый гидрогенного течения
	Иркутско-Черемховская равнина	Равнины с почти плоскими междуречьями и наклонные равнины древних озерных террас, слабо расчлененными речными долинами	Флювиальный, термогенный, подземноводный, склоновый гидрогенного оползания
		Озерно-аллювиальные равнины внутренних дельт	Флювиальный, оловый
	Канско-Рыбинская равнина	Равнины с почти плоскими междуречьями слабо расчлененная неглубокими речными долинами	Флювиальный, фитогенный, термогенный
	Равнины Предбайкальского краевого прогиба	Равнина с грядово-ложбинным структурным рельефом	Флювиальный, фитогенный, криогенный
		Плоские предгорные равнины, расчлененные неглубокими речными долинами, и волнистые ледниково-аккумулятивные равнины	Флювиальный, фитогенный, криогенный
Горы Южной Сибири	Горы Восточного Саяна (сводовое поднятие)	Горстовые хребты, выдвинутые над поверхностью свода, с хорошо сохранившимися древними ледниковыми формами (трогами, карами, карлингами)	Флювиальный, гравитационно-склоновый, криогенный, сейсмогенный, термогенный
		Эрозионное среднегорье и низкогорье с фрагментами древней поверхности выравнивания	Флювиальный, гравитационно-склоновый
	Горы Прибайкалья (скалчатоглыбовые, сформировавшиеся в результате дифференцированных неотектонических движений в БРЗ)	Хребет Хамар-Дабан – эрозионное среднегорье с ледниковыми формами на водоразделах, с фрагментами древней поверхности выравнивания	Флювиальный, гравитационно-склоновый, криогенный, термогенный, сейсмогенный
		Приморский, Байкальский и Аkitканский хребты – эрозионное высокогорье, среднегорье и низкогорье с ледниковыми формами в осевой части хребтов и фрагментами древней поверхности выравнивания	Флювиальный, гравитационно-склоновый, сейсмогенный, криогенный, гидрогенный, термогенный
		Хребты Делюн-Уранский и Кодар – высокогорья с ледниковыми формами (кары, трог и др.)	Гравитационно-склоновый, флювиальный, сейсмогенный, криогенный
		Приольхонское плато – низкогорный сопочно-грядовый ложинно-западинный рельеф	Оловый, подземноводный, флювиальный
	Байкало-Патомское нагорье сводового поднятия	Собственно Байкало-Патомское нагорье со среднегорными массивами и хребтами, несущими древние ледниковые формы	Флювиальный, гравитационно-склоновый, криогенный, термогенный
		Эрозионное низкогорье краевых частей Байкало-Патомского нагорья с выработанным в древней геологической структуре грядовым рельефом	Флювиальный, криогенный, склоновый гидрогенного сползания и течения

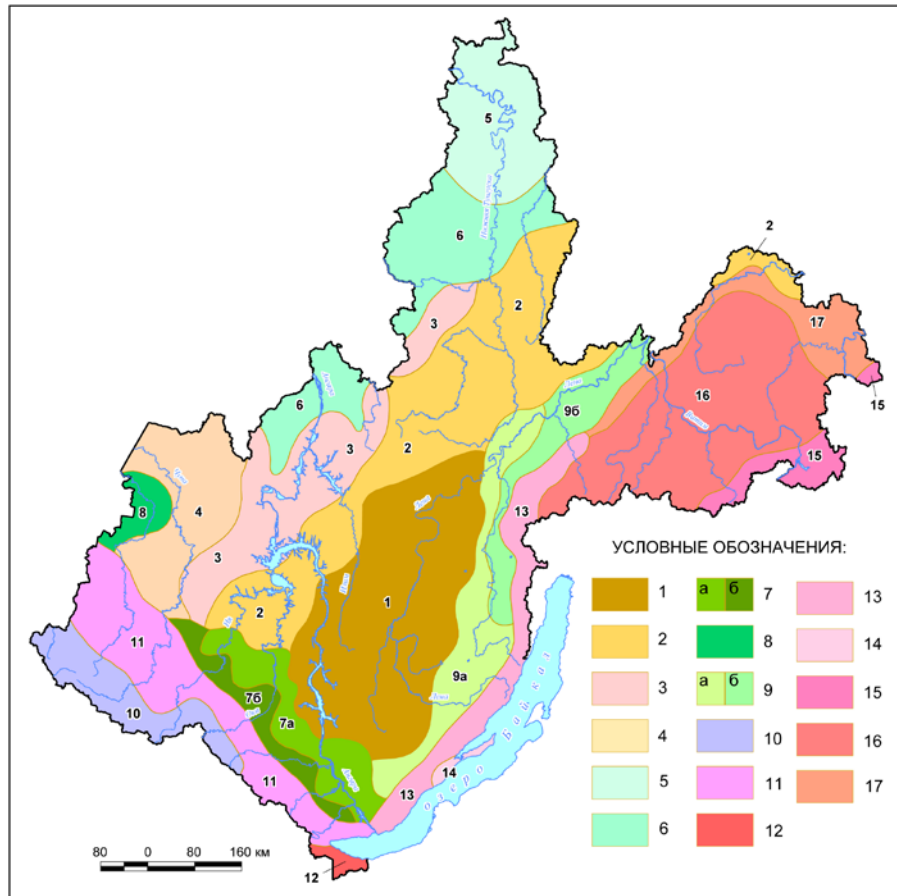


Рис. 4.1. Геоморфологическое районирование Иркутской области (по С.С. Воскресенскому).

Средне-Сибирское плоскогорье

Лено-Ангарское моноклиналиное плато: 1 – высокие плато и плоскогорья; 2 – низкие плато. *Среднеангарское плато, осложненные пластовыми интрузиями:* 3 – Ангарский кряж; 4 – Ангаро-Чунское плоское плато. *Тунгусская синклинальная впадина:* 5 – низкие плато с плоскими водоразделами; 6 – низкие плато с плоскими водоразделами и невысоко поднимающимися над ними трапповыми грядками. *Крайние впадины:* 7 – Иркутско-Черемховская равнина (а – равнины с почти плоскими междуречьями и наклонные равнины древних озерных террас; б – плоские озерно-аллювиальные равнины внутренних); 8 – Канско-Рыбинская равнина; 9 – равнина Предбайкальского краевого прогиба (а – равнина с грядово-ложбинным структурным рельефом; б – почти плоские предгорные равнины).

Горы Южной Сибири

Горы Восточного Саяна: 10 – высокогорные горстовые хребты; 11 – эрозионное среднегорье и низкогорье. *Горы Прибайкалья:* 12 – хребет Хамар-Дабан; 13 – Приморский и Байкальский хребты; 14 – Приольхонское плато; 15 – хребты Делюн-Уранский и Кодар. *Нагорья сводового поднятия:* 16 – Байкало-Патомское нагорье; 17 – эрозионное низкогорье краевых частей.

Для построения карты неотектоники и сейсмической опасности использованы следующие материалы: 1) Карта новейшей тектоники юга Восточной Сибири. Масштаб 1 : 1 500 000. Под ред. А.Г. Золотарева и П.М. Хренова. М.: ГУГК. 1981; 2) Карта неотектоники Прибайкалья и Забайкалья. Масштаб 1 : 2 500 000. Под ред. Н.А. Логачева. Иркутск. 1982; 3) схемы сейсмического районирования юга Восточной Сибири (Солоненко В.П. Сейсмогеология и сейсмическое районирование трассы БАМ и зоны ее экономического влияния. Новосибирск: Наука. 1979. 69 с.; Солоненко В.П., Хилько С.Д., Хромовских В.С. Сейсмическое районирование Восточной Сибири. Новосибирск: Наука. 1977. 303 с.); 4) схемы разломов Прибайкалья и Забайкалья (Шерман С.И. Физические закономерности развития разломов земной коры. Новосибирск: Наука. 1977. 101 с.; Неотекто-

ника. Геология и сейсмичность зоны БАМ. Новосибирск: Наука. 1984. 208 с.; Карта разломов юга Восточной Сибири. Масштаб 1 : 1 500 000. Под ред. П.М. Хренова. М.: ГУГК. 1988). Выделены области суммарных неотектонических деформаций мел-палеогеновой поверхности выравнивания, отражающие формы новейшей структуры и интенсивность тектонических движений земной коры четырех градаций: 1) 0-500 м; 2) 500-1000 м; 3) 1000-2000 м; 4) более 2000 м. Главные активные разломы земной коры с тектоническими подвижками за последние 100 тыс. лет. Эпицентры сильных землетрясений с магнитудой по шкале Рихтера $M \geq 6$ баллов). Палеосейсмодислокации с магнитудой землетрясений $M \geq 6.5$ баллов – сильные (Рис. 4.2).

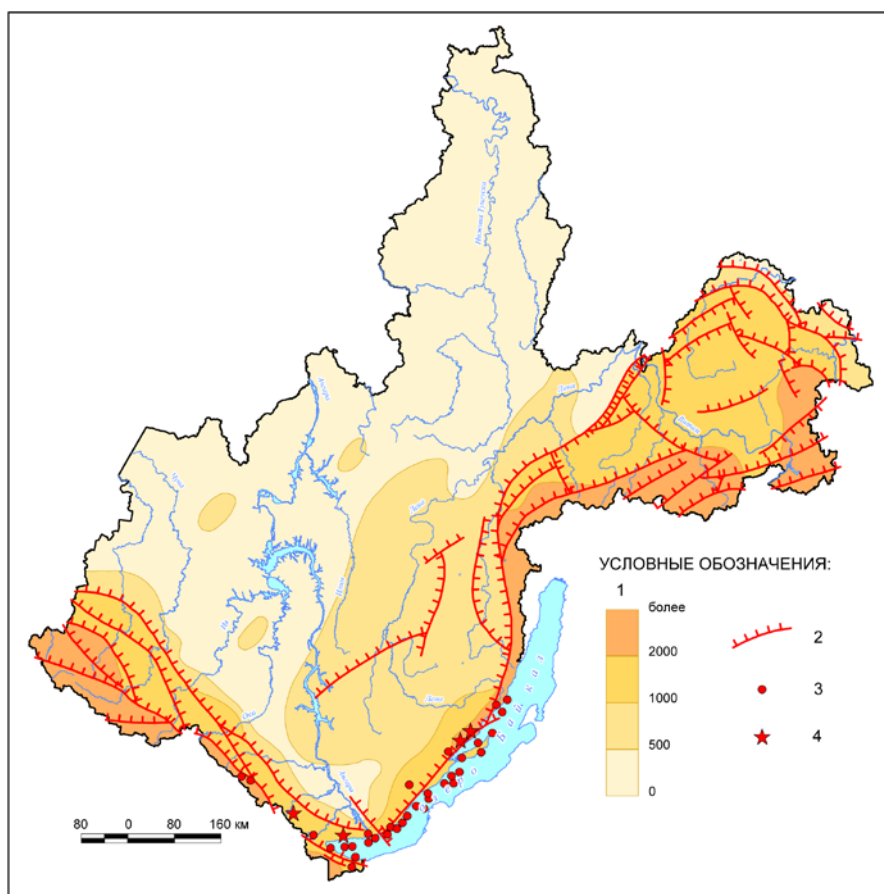


Рис. 4.2. Неотектоника и сейсмичность территории Иркутской области в приложении к классам экологической опасности.

1 – области суммарных неотектонических деформаций мел-палеогеновой поверхности выравнивания, отражающие формы новейшей структуры и интенсивность тектонических движений земной коры (м); 2 – главные активные разломы земной коры с тектоническими подвижками за последние 100 тыс. лет; 3 – эпицентры зарегистрированных землетрясений энергетического класса $K \geq 13$ (сильные, с магнитудой по шкале Рихтера $M \geq 6$ баллов); 4 – палеосейсмодислокации с вероятной магнитудой землетрясений по шкале Рихтера $M \geq 6.5$ баллов (сильные).

На основе особенностей геолого-геоморфологического строения, генезиса и истории развития рельефа, геоморфологических процессов, распределения эпицентров землетрясений и сетки активных разломов, величины деформаций мел-палеогеновой поверхности выравнивания (см. Рис. 4.1-4.3), выделенные на карте геоморфологические области в дальнейшем объединялись, разъединялись, экстраполировались, насыщались дополнительной информацией.

Были разъединены: 1) области Приморский, Байкальский и Аkitканский хребты провинции горы Прибайкалья; 2) область Ангара-Чунское плато провинции Среднеангарское плато; 3) область низкие пластовые плато провинции Лено-Ангарское плато; 4) область хребты Делюн-Уранский и Кодар провинции горы Прибайкалья. Остались в прежних границах: 1) область высокие плато и плоскогорья провинции Лено-Ангарское плато; 2) области высокогорные горстовые хребты и эрозионное среднегорье и низкогорье провинции горы Восточного Саяна; 3) область хребет Хамар-Дабан провинции горы Прибайкалья. Были объединены: 1) области Иркутско-Черемховская равнина, Канско-Рыбинская равнина, равнины Предбайкальского краевого прогиба и часть области Ангара-Чунское плато провинции Среднеангарское плато; 2) области Тунгусское плато, Ангарский кряж провинции Среднеангарское плато, части областей низкие плато провинции Лено-Ангарское плато и Ангара-Чунское плато провинции Среднеангарское плато; 3) область Приольхонское плато провинции горы Прибайкалья и части областей Приморский, Байкальский и Аkitканский хребты провинции горы Прибайкалья; 4) область нагорья сводового поднятия, части областей низкие пластовые плато провинции Лено-Ангарское плато и хребты Делюн-Уранский и Кодар провинции горы Прибайкалья; 5) части областей провинции Байкало-Патомское нагорье.

На интегральной карте (Рис. 4.3) выделено 10 геоэкологических районов на территории Иркутской области: 1 – *Канско-Ленский* – Канско-Рыбинская и Иркутско-Черемховская равнины и равнины Предбайкальского прогиба, юго-восточная часть Приленского плато; 2 – *Ангара-Тунгусский* – Ковинская гряда, Ангарский кряж, Ангара-Чунское и Бирюсинское плато, северо-западная часть Лено-Ангарского плато, восточная часть Центрально-Тунгусского плато, Ербогаченская и Мурская равнины, северо-западная часть Приленского плато; 3 – *Лено-Ангарский* – юго-восточная часть Лено-Ангарского плато; 4 – *Приморский* – Приморский хребет, Онотская возвышенность, Приольхонское плато; 5 – *Предсаянский* – предгорья и отроги хребта Восточный Саян – Бирисюнский, Гутарский, Олхинское плоскогорье; 6 – *Байкало-Патомский* – Байкало-Патомское нагорье, предгорья хребта Кодар, хребет Кропоткина; 7 – *Восточно-Саянский* – Восточный Саян и его главные отроги – Джуглымский, Тагульский, Шэлэ, Шитский, Булгутуйский; 8 – *Хамар-Дабанский* – хребет Хамар-Дабан; 9 – *Северо-Байкальский* – Байкальский и Аkitканский хребты; 10 – *Муйско-Кодарский* – хребты Делюн-Уранский, Северо-Муйский, Кодар.

К I классу экологической опасности относятся Ангара-Тунгусский и Канско-Ленский геоэкологические районы. Равнины с плоскими междуречьями и равнинами древних озерных террас, слабо расчлененные речными долинами. Плоские озерно-аллювиальные равнины внутренних дельт предгорных прогибов; равнины с плоскими водоразделами, слабо расчлененные речными долинами. Равнины южных окраинных частей Среднесибирского плоскогорья с грядово-ложбинным структурным рельефом. Плоские предгорные равнины, расчлененные неглубокими речными доли-

нами и ледниково-аккумулятивные равнины с волнистой поверхностью. Низкие пластовые плато, расчлененные редкой сетью неглубоких речных долин, местами сохранившие древние галечники на водоразделах. Низкие плато, образованные системой слившихся антиклинальных тектонических массивов, бронированных траппами. Плоские синклинальные плато с невысоко поднимающимися трапповыми сопками, с редкой сетью неглубоких речных долин. Низкие плато с плоскими водоразделами, перекрытые древними галечниками. Низкие плато с плоскими водоразделами и невысоко поднимающимися трапповыми грядами. Гравитационный потенциал рельефа низкий. Амплитуды суммарных неотектонических деформаций мел-палеогеновой поверхности выравнивания составляют 0-500 м. Потенциальная сейсмичность достигает 4-5 баллов.

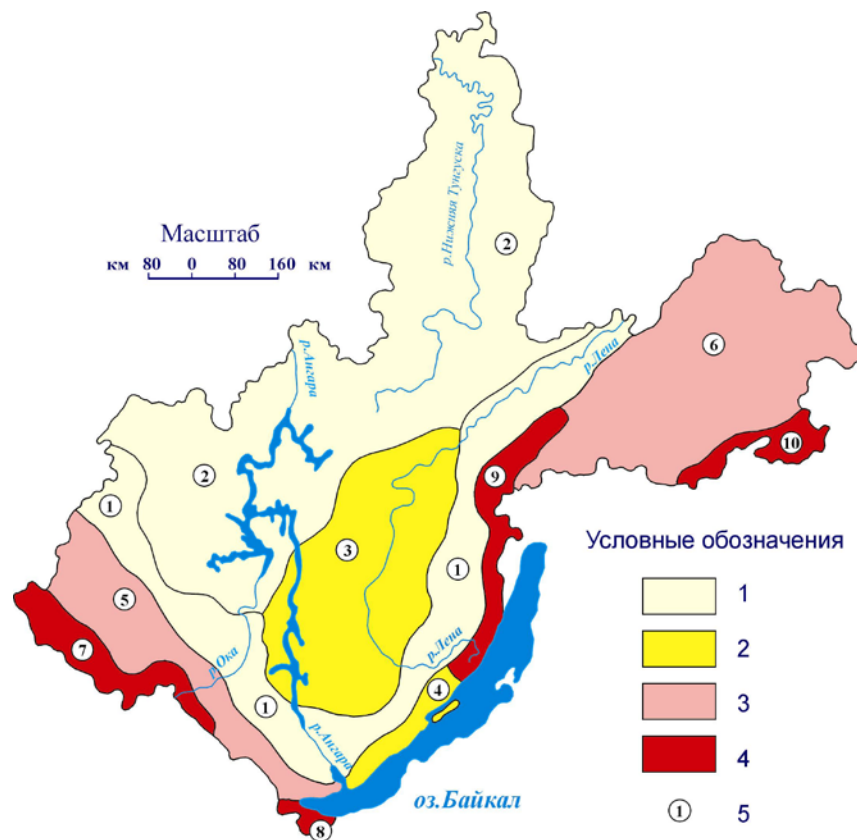


Рис. 4.3. Геоэкологическое районирование Иркутской области

Классы экологической опасности: 1 – I класс (низкая опасность); 2 – II класс (умеренная опасность); 3 – III класс (высокая опасность); 4 – IV класс (очень высокая опасность).

5 – геоэкологические районы по номерам: 1 – Канско-Ленский; 2 – Ангара-Тунгусский; 3 – Лено-Ангарский; 4 – Приморский; 5 – Предсаянский; 6 – Байкало-Патомский; 7 – Восточно-Саянский; 8 – Хамар-Дабанский; 9 – Северо-Байкальский; 10 – Муйско-Кодарский.

Ко II классу относятся Лено-Ангарский и Приморский районы. Высокие плато и пластовые плоскогорья на антиклинальных структурах, расчлененные глубокими речными долинами. Низкогорные хребты (приподнятая расчлененная древняя мел-палеогеновая поверхность выравнивания). Гравитационный потенциал рельефа средний. Амплитуды суммарных неотектонических деформаций мел-палеогеновой поверхности выравнивания – 500-1000 м. Потенциальная сейсмичность 5-6 баллов. Редкие активные разломы с тектоническими подвижками за последние 100 тыс. лет.

К III классу относятся Предсаянский и Байкало-Патомский районы. Эрозионное среднегорье и низкогорье с фрагментами древней поверхности выравнивания. Нагорье со средне- и низкогорными массивами и хребтами, несущими реликтовые и современные ледниковые формы. Эрозионные краевые части нагорья с выработанным в древней геологической структуре грядовым рельефом. Гравитационный потенциал рельефа высокий. Амплитуды неотектонических деформаций мел-палеогеновой поверхности выравнивания – 1000-2000 м. Потенциальная сейсмичность 7-8 баллов. Характерны активные разломы земной коры с тектоническими подвижками за последние 100 тыс. лет, палеосейсмодислокации с магнитудой землетрясений по шкале Рихтера $M \geq 6.5$ баллов.

К IV классу относятся Восточно-Саянский, Хамар-Дабанский, Северо-Байкальский и Муйско-Кодарский геозоологические районы. Эрозионное среднегорье с реликтовыми ледниковыми формами на водоразделах, редкими фрагментами древней поверхности выравнивания. Высокогорные хребты, выдвинутые над поверхностью сводового орогенного поднятия, рифтогенные высокогорные хребты с современными и реликтовыми ледниковыми формами. Гравитационный потенциал рельефа очень высокий. Амплитуды неотектонических деформаций мел-палеогеновой поверхности выравнивания – более 2000 м. Потенциальная сейсмичность – 8-9 баллов. Частые активные разломы с подвижками за последние 100 тыс. лет. Палеосейсмодислокации с вероятной магнитудой землетрясений по шкале Рихтера $M \geq 6.5$ баллов. Эпицентры сильных землетрясений энергетического класса $K \geq 13$ (с магнитудой по шкале Рихтера $M \geq 6$ баллов).

4.4. Структура опасных геоморфологических процессов

Основные принципы анализа структуры процессов

Развитие форм рельефа всегда обусловлено несколькими геоморфологическими процессами, среди которых можно выделить ведущий. Он проявляется с неодинаковой интенсивностью, по-разному взаимодействует с другими процессами, образуя систему геоморфологических процессов. Единство геоморфологических процессов находится в пространственном и временном соотношении и взаимодействии. Это позволяет говорить о структуре процессов, т.е. их пространственных и временных соотношениях, порождающих новые процессы, парагенетические связи, направленность и ритмичность развития (Ивановский Л.Н. Структура ведущих экзогенных процессов на региональном уровне // География и природные ресурсы. 1989. № 4. С. 14-22). Создана процедура составления карт ведущих геоморфологических процессов, когда известный принцип абстрагирования реализуется на высоком уровне, позволяющем разобраться в сложной мозаике процессов, выявить главные факторы и тенденции развития рельефа (Выркин В.Б. Современное экзогенное рельефообразование котловин байкальского типа. Иркутск: ИГ СО РАН. 1998. 175 с.).

Анализ структуры опасных процессов проведен в двух направлениях: 1) оценка спектра процессов по геоэкологическим районам; 2) оценка взаимосвязей процессов внутри и между районами. Все геоморфологические процессы разделены на 3 типа: 1) ведущие; 2) сопутствующие; 3) второстепенные. *Ведущий процесс* формирует основные геоморфологические черты района, имеет наибольшую интенсивность и скорость и представляет наибольшую опасность. *Сопутствующий процесс* участвует в формировании основных геоморфологических черт района, имеет значительную интенсивность и представляет потенциальную опасность. *Второстепенным процесс* участвует в формировании геоморфологических черт локальных участков в пределах района, на которых он представляет потенциальную опасность. Другие процессы представляют потенциальную опасность на детальных участках, где их интенсивность по сравнению со всем районом не значима.

Для выявления спектров процессов использован экспертно-статистический метод. Его эффективность при балльных оценках обоснована в ряде работ (Литвак Б.Г. Экспертные оценки и принятие решений. М.: Патент. 1996. 271 с.; Елохин А.Н., Заикин И.А., Федькушов И.Ю. Применение методов экспертных оценок для расчета риска // Проблемы управления безопасностью сложных систем. Т.1. М.: ИРИС. 2002. С. 128-136; Коробов В.Б. О методологии построения шкал для классификации природных объектов на основе балльных оценок // Проблемы региональной экологии. 2002. № 4. С. 99-108; Коробов В.Б., Кочуров Б.И. Балльные классификации в геоэкологии: преимущества и недостатки // Проблемы региональной экологии. 2007. № 1. С. 66-70). Он основан на учете весовых коэффициентов, которые определяются методом анализа иерархий (Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. М.: Радио и связь. 1991. 224 с.). Результаты экспертно-статистического анализа представлены на Рис. 4.4. и в Табл. 4.6.

%

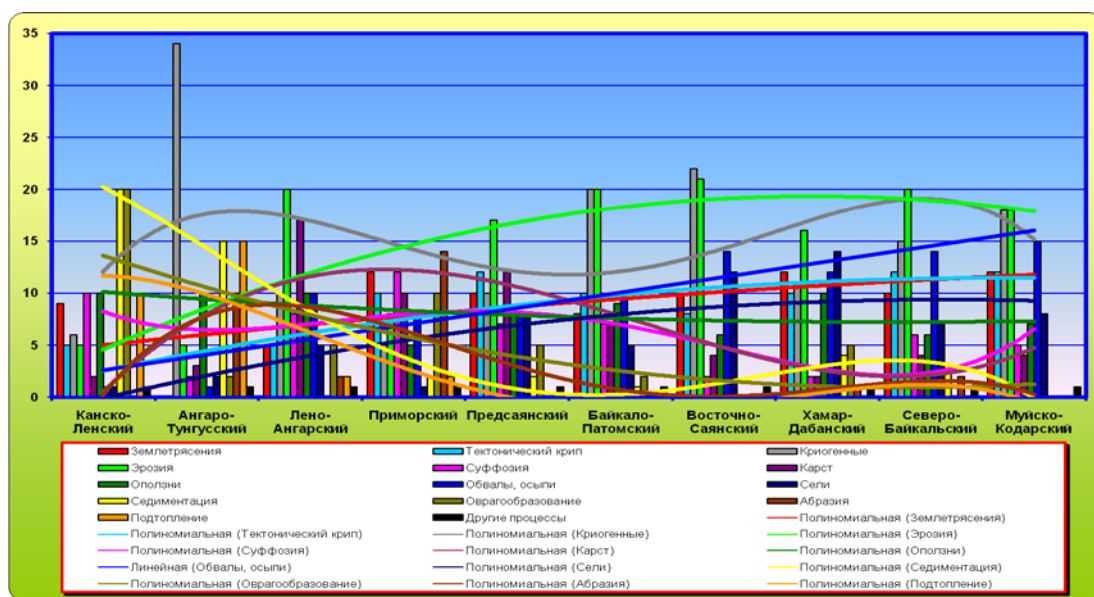


Рис. 4.4. Спектр опасных геоморфологических процессов в геоэкологических районах Иркутской области и полиномиальные тренды их распределения

Спектры (структура) опасных геоморфологических процессов Иркутской области (площадь, %)

Класс опасно- сти	Гео- экол. районы	Ведущие процессы			Сопутствующие процессы			Второстепенные процессы				
		Кол- во	Наиме- нование	Спектр	Кол- во	Наименование	Спектр	Кол- во	Наименование	Спектр		
I	Канско- Лен- ский	2	Овраго- образо- вание	20	4	Суффозия	10	8	Криогенные	6		
						Седимен- тация	20		Оползни	10	Тектонический крип	5
									Подтопление	10	Эрозия	5
			Землетрясения	9					Карст	2		
			Обвалы, осыпи	1								
			Сели	1								
			Другие процессы	1								
	Ангаро- Тунгус- ский	1	Криоген- ные	34	4	Седиментация	15	7	Эрозия	5		
						Подтопление	15		Карст	3		
						Оползни	10		Суффозия	2		
						Абразия	10		Оврагообразование	2		
						Сели	2					
						Обвалы, осыпи	1					
						Другие процессы	1					
II	Лено- Ангар- ский	2	Эрозия	20	3	Обвалы, осыпи	10	8	Суффозия	8		
						Карст	17		Оползни	10	Оврагообразования	5
									Криогенные	10	Сели	5
			Землетрясения	5								
			Тектонический крип	5								
			Абразия	2								
			Подтопление	2								
	При- мор- ский	3	Абразия	14	3	Тектонический крип	10	8	Обвалы, осыпи	8		
						Земле- трясения	12		Карст	10	Эрозия	8
									Оврагообразова- ние	10	Оползни	5
			Суф- фозия	12		Криогенные	5					
			Седиментация	2								
			Подтопление	2								
			III	Пред- саян- ский		1	Эрозия		17	4	Тектонический крип	12
Карст	12	Оползни			8							
Землетрясения	10	Сели			8							
Криогенные	10	Суффозия			7							
Оврагообразование	5											
Седиментация	2											
Другие процессы	1											
Байка- ло- Патом- ский	2	Эрозия		20	6	Обвалы, осыпи	10	4	Сели	5		
						Криоген- ные	20		Тектонич. крип	10	Оврагообразование	2
									Оползни	9	Седиментация	1
		Землетрясения		8					Другие процессы	1		
		Суффозия		7								
		Карст		7								
		IV		Во- сточ- но- Саян- ский		2	Криоген- ные		22	3	Обвалы, осыпи	14
Сели	12		Оползни		6							
Эрозия	21		Землетрясения		10		Карст	4				
			Суффозия		2							
Хамар- Дабан- ский	2		Эрозия	16	5	Землетрясения	12	6	Оврагообразование	5		
						Обвалы, осыпи	12		Седиментация	4		
						Криогенные	11		Суффозия	2		
			Сели	14		Оползни	10		Карст	2		
						Крип	10		Абразия	1		

Иркутская область в целом	Северо-Байкальский	1	Эрозия	20	4	Криогенные	15	7	Сели	7		
						Обвалы, осыпи	14		Суффозия	6		
									Оползни	6		
									Карст	4		
									Седиментация	3		
									Абразия	2		
									Другие процессы	1		
	Муйско-Кодарский	2	Эрозия	18	3	Обвалы, осыпи	15	5	Сели	8		
						Землетрясения	12		Оползни	7		
									Тектонический крип	12	Суффозия	5
											Карст	4
			Криогенные	18		Другие процессы	1					
									Карст	7		
											Суффозия	6
Эрозия	15	4	Землетрясения	9	8	Сели	6					
			Обвалы, осыпи	9		Оврагообразование	5					
						Тектонический крип	8	Седиментация	5			
						Оползни	8	Абразия	3			
								Подтопление	3			

Спектр процессов по геоэкологическим районам

I класс. Канско-Ленский геоэкологический район. В спектре опасных геоморфологических процессов ведущими являются оврагообразование и седиментация (по 20 %): первый – за счет полого-холмистого рельефа, развитого на терригенных отложениях юрского возраста – объекта длительного и активного сельскохозяйственного использования (Баженова О.И., Лещиков Ф.Н., Любцова Е.М. и др. Экзогенные процессы и геоморфологический риск на Иркутско-Черемховской равнине // География и природные ресурсы. 1995. № 3. С. 38-51; Рыжов Ю.В. Оценка современной овражной эрозии юга Восточной Сибири // Известия РГО. 2003. Т. 135. Вып. 1. С. 70-77); второй – за счет активного прогибания предгорных впадин в позднекайнозойское время (Логачев Н.А, Ломоносова Т.К., Климанова В.М. Кайнозойские отложения Иркутского амфитеатра. М.: Наука. 1964. 195 с.; Структура и история развития Предбайкальского прогиба. М.: Наука. 1976. 134 с.). Определенное значение в спектре процессов имеют суффозия, оползни, подтопление (по 10 %). Суффозия и оползни приурочены к краевым предгорным прогибам. Подтопление связано с крупными городами: Иркутск, Ангарск, Усолье-Сибирское и др. Землетрясения занимают в спектре процессов 9 %. Эпицентры сильных землетрясений не встречаются, но сейсмические колебания от далеких землетрясений в зоне Главного Саянского разлома и Байкальской рифтовой зоне доходят до района и могут представлять реальную опасность (Голенецкий С.И. Сотрясаемость Прибайкалья // Сейсмическое районирование Восточной Сибири. Новосибирск: Наука. 1977. С. 185-197; Солоненко В.П., Хилько С.Д., Хромовских В.С. Сейсмическое районирование Восточной Сибири. Новосибирск: Наука, 1977. 303 с.). Усугубляется опасность и высокой хозяйственной освоенностью района. Здесь расположены крупнейшие промышленные центры Прибайкалья и Приангарья. Климатические

условия в западной части района самые благоприятные в Иркутской области. Эти четыре процесса относятся к разряду сопутствующих. В отношении второстепенных процессов следует сказать, что в восточной части района в Предбайкальском прогибе климат более суровый и здесь возрастает опасность криогенных процессов (6 %), которые особенно активно развиваются в лессовых породах (Томирдиаро С.В. Лессово-ледовая формация Восточной Сибири в позднем плейстоцене и голоцене. М.: Наука. 1980. 230 с.). Остальные процессы имеют подчиненное значение, и их вклад не превышает 1-5 %. Можно отметить важную роль в перемещении и отложении рыхлого материала (глинистого и суглинистого) эоловых процессов, но активно они протекают лишь на локальных площадях в районе поселков Усть-Орда, Балаганск, Усть-Уда (Любцова Е.М. Оценка эоловых процессов в Предбайкалье // География и природные ресурсы, 1994. № 4. С. 71-77).

Ангаро-Тунгусский геоэкологический район. Наиболее опасными являются криогенные процессы (34 %), поскольку большая часть района лежит на севере Иркутской области в зоне развития многолетней и сезонной мерзлоты. Здесь широко представлены пучение грунтов, термическая эрозия, солифлюкция, режеляция, наледообразование и др. (Фотиев С.М., Данилова Н.С., Шевелева Н.С. Геокриологические условия Средней Сибири. М.: Наука. 1974. 146 с.; Равнины и горы Сибири. М.: Наука. 1975. 352 с.). Мерзлые грунты представляют не только прямую угрозу хозяйственной инфраструктуре, но и создают дополнительные трудности, связанные с удорожанием строительства и снижением сроков эксплуатации сооружений, что особенно относится к автомобильным и железнодорожным магистралям, линиям электропередачи, трубопроводам. Сопутствующие процессы – седиментация и подтопление (по 15 %), оползни и абразия (по 10 %) – наиболее значимы в средней части бассейна р. Ангары в районе каскада ангарских ГЭС и получили широкое распространение благодаря водохранилищам. Подтопление и размыв их берегов являются острой экологической проблемой в Иркутской области и некоторых других районах России (Лотоцкий Г.И., Зайонц В.Н. Опасные процессы современного геоморфогенеза в Саратовском Поволжье // Известия СГУ. Сер. 7. Науки о Земле. 2007. № 2. С. 14-16). В результате этих процессов проявляются ранее нетипичные для данной территории эоловые процессы (Формирование берегов ангаро-енисейских водохранилищ. М.: Наука. 1988. 110 с.; Овчинников Г.И., Павлов С.Х., Тржцинский Ю.Б. Изменение геологической среды в зонах влияния ангаро-енисейских водохранилищ. Новосибирск: Наука. 1999. 254 с.): происходит развеивание песчаных террас, формируются движущиеся песчаные массивы, ландшафты бедлендов. Необходимо отметить эвстатическое воздействие водной массы водохранилищ на горные породы. В результате этого создаются условия для формирования опасных гравитационных процессов, обусловленных наведенной сейсмичностью (Немиров А.А. Новейшая тектоника Ангара-Чунского междуречья // Геология и геофизика. 1976. № 7. С. 28-35). Остальные опасные процессы являются второстепенными, и их вклад в общий спектр не превышает 1-3 %.

II класс. Лено-Ангарский геоэкологический район. Ведущими опасными геоморфологическими процессами являются эрозия (20 %) и карст (17 %). Несмотря на небольшие абсолютные высоты рельефа, активность эрозионных процессов обусловлена активным современным развитием унаследованного поздний олигоцен – миоценового рельефа Средне-Сибирского плоскогорья (Плоскогорья и низменности Восточной Сибири. М.: Наука. 1971. 320 с.; Золотарев А.Г. Рельеф и новейшая структура Байкало-Патомского нагорья. Новосибирск: Наука. 1974. 120 с.), обилием осадков и развитой гидросетью. Карст Лено-Ангарского плато связан с кембрий-ордовикскими карбонатными породами осадочного чехла Сибирской платформы (Основные черты тектоники осадочного чехла южной части Сибирской платформы. Л.: Недра. 1976. 111 с.). Особенно опасен подземный карст, представляющий скрытую угрозу для линейных сооружений: трубопроводов, дорог, линий электропередачи. Сопутствующими опасными геоморфологическими процессами являются криогенные: оползни, обвалы и осыпи – по 10 %. Развитие криогенных процессов характерно для речных долин. Они представлены здесь наледеобразованием, термоэрозией и пучением грунтов, формированием перелетков и сезонно-мерзлых тел в грунтах. Для водораздельных пространств криогенные процессы не характерны. Гравитационные процессы – обвалы и осыпи, оползни – типичное явление на пластовых уступах и крутых склонах речных долин. В их генезисе ведущую роль играет физическое выветривание горных пород и гравитационный фактор (формирование трещин отрыва, скола, оползания). Среди второстепенных процессов внимания заслуживает суффозия (8 %), которая также тяготеет к речным долинам, где развивается преимущественно у подножия крутых склоном. Доля остальных процессов не высока и составляет 5 % и менее.

Приморский геоэкологический район. В спектре опасных геоморфологических процессов трудно выделить явно преобладающие, что связано с особым положением района в Байкальской рифтовой зоне (Ламакин В. В. Неотектоника Байкальской впадины, М.: Наука, 1968. 222 с.). К ведущим процессам отнесены абразионные (14 %), суффозия и землетрясения (по 12 %). Широкое развитие абразионных процессов обусловлено воздействием прибойно-волновой деятельности оз. Байкал. Приморский хребет вплотную подходит к озеру, и здесь практически отсутствуют предгорные шлейфы и широкие озерные террасы, за исключением северо-западного и частично юго-восточного побережья пролива Малое море. Береговая линия представлена тектоническими уступами (до 400 м) с обрывистыми, часто вертикальными склонами. Развитию абразии способствует высокая тектоническая раздробленность горных пород, наличие зон активных разломов. Современная сейсмическая активность в районе не высока, но в голоцене здесь происходило несколько достаточно сильных землетрясений, которые приводили к перестройке рельефа (Макаров С.А. Геоморфологические процессы Приольхонья в голоцене // География и природные ресурсы. 1997. № 1. С. 77-84). Типичный ложинно-западинный рельеф Приольхонского плато (Лут Б.Ф. Геомор-

фология Прибайкалья и впадины озера Байкал. Новосибирск: Наука, 1978. 213 с.) во многом связан с развитием суффозионных и карстовых процессов, которые в комплексе с особым гидрогеологическим режимом формируют множество подземных пустот в горных породах, пещер. К разряду сопутствующих процессов могут быть отнесены: тектонический крип, карст и оврагообразование (по 10 %). В отношении карста следует сказать, что в связи со слабой освоенностью территории района пещеры и подземные пустоты не представляют реальной угрозы для хозяйства, но являются источником опасности для жизни людей. Активно развивающийся в Иркутской области спелеологический туризм привлекает в регион множество любителей активного отдыха, но их специальная подготовка слабая (Трофимова Е.В. Карстовая денудация в Иркутской области // География и природные ресурсы. 1997. № 4. С. 95-100). Из второстепенных процессов можно отметить эрозию, обвалы и осыпи (по 8 %), остальные занимают 5 % и менее. Эоловые процессы не имеют большого значения, но на отдельных участках представляют трудности для ведения хозяйства – образуют ландшафты дюн и подвижных песков (Вика С., Снытко В.А., Щипек Т. Ландшафты подвижных песков острова Ольхон на Байкале. Иркутск: ИГ СО РАН. 1997. 63 с.).

III класс. Предсаянский геоэкологический район. Ведущим опасным геоморфологическим процессом является эрозия (17 %) в связи с увлажненным климатом и большим количеством атмосферных осадков в горах Восточного Саяна и разветвленной речной сетью. К разряду сопутствующих процессов относятся карст и тектонический крип (по 12 %), землетрясения и криогенные процессы (по 10 %). Высокое значение землетрясений и тектонического крипа обусловлено тем, что на юге район попадает под влияние зоны Главного Саянского разлома, которая проявляет высокую современную геодинамическую активность. Наличие карста способствует широкое развитие пород карбонатного состава (Вологодский Г.П. Карст Иркутского амфитеатра. М.: Наука. 1975. 124 с.). Криогенные процессы получают распространение в среднегорной части, особенно в речных долинах на Бирюсинском и Гутарском отрогах (Олюнин В.Н. Неотектоника и оледенение Восточного Саяна. М.: Наука. 1965. 127 с.). В группе второстепенных процессов следует отметить обвалы и осыпи, оползни, сели (по 8 %). Во многом они провоцируются тектоническими движениями, высокой раздробленностью горных пород, нестабильным паводковым режимом рек Бирюса, Уда, Ия, Ока и др. Для Олхинского плоскогорья можно отметить процессы склонового гидрогенного сползания и течения, эрозионных и суффозионных процессов (Перевозников Д.Д. Рыхлые отложения и экзогенные процессы на водоразделе Каи и Иркуты // География и природные ресурсы, 1997. № 1. С. 103-108); последние составляют 7 % и относятся к разряду второстепенных. Вклад других процессов незначителен. Но стоит рассмотреть береговую полосу Байкала на юге Олхинского плоскогорья. Его обращенный к озеру Байкал макросклон хоть и не высок (не более 200 м), но крутой, обрывистый, иногда отвесный. Здесь активно развиты опасные гравитационные, гравитационно-

тектонические и абразионные процессы (Качура Р.А., Куклин А.С., Лапердин В.К., Тимофеев Н.В. Геологические опасности в зоне освоения побережья озера Байкал на участке порт Байкал – пос. Култук // Вестник ИрГТУ. Науки о Земле. 2010. № 3 (43). С. 22–29). Вдоль берега проходит Кругобайкальская железная дорога – историко-культурный и архитектурно-промышленный памятник конца XIX века. Здесь расположены базы отдыха, проложены туристические маршруты, ежегодно посещаемые тысячами туристов. Поэтому весь комплекс факторов создает ситуацию повышенной опасности не только для хозяйственной инфраструктуры, но жизни и здоровья людей.

Байкало-Патомский геоэкологический район. Здесь выделяются два ведущих опасных процесса: эрозия и криогенные процессы (по 20 %). Причиной эрозии являются те же условия, что и в предыдущем районе. Причиной криогенных процессов является суровый, резко континентальный климат района. Здесь представлены как формы криогенеза, характерные для равнин – полигональные жильные льды, солифлюкция, так и формы горного оледенения – гольцовые эквиплены, нагорные морозобойные террасы, элювиальные термоэрозионные россыпи, подстанцовые котловины вымораживания, нивальные ниши, трещинно-жильные льды (Золотарев А.Г. Рельеф и новейшая структура Байкало-Патомского нагорья. Новосибирск: Наука, 1974. 120 с.; Нагорья Прибайкалья и Забайкалья. М.: Наука. 1974. 360 с.). Причиной образования последних является гористый рельеф, вершины Байкало-Патомского нагорья достигают высот более 1800 м. Отличительной чертой района является большая группа сопутствующих процессов. Среди них существенны обвалы и осыпи, тектонический крип (по 10 %), оползни (9 %). Их проявление связано с повышенной сейсмичностью района (землетрясения составляют 8 %) и глубокой расчлененностью рельефа (например, река Витим проходит район транзитом), наличием крутых склонов и уступов (Геоморфология Северного Прибайкалья и Станового нагорья. М.: Наука. 1981. 198 с.). К сопутствующим опасным процессам отнесены также суффозионные и карстовые (по 7 %). Причем, если первые приурочены к периферии нагорья и развиты в кембрийских терригенно-карбонатных породах, то вторые тяготеют к центральным частям и развиты в поле нижнепротерозойских кристаллических известняков, преимущественно в подземной форме. Остальные опасные геоморфологические процессы относятся к разряду второстепенных и составляют в общем спектре 5 % и менее.

IV класс. Восточно-Саянский геоэкологический район. Восточный Саян – высокогорное сооружение; в границах Иркутской области высоты рельефа достигают 2800 м. Спектр опасных геоморфологических процессов существенно дифференцирован. Выделяются два ведущих процесса: криогенные (22 %) и эрозия (21 %). Эрозия приводит к глубокой вертикальной расчлененности рельефа, что обуславливает высокий энергетический потенциал текучих вод и гравитационных рельефообразующих процессов. Криогенные процессы представлены современными и реликтовыми формами горно-долинного оледенения (Олюнин В.Н. Неотектоника и оледенение Восточного Сая-

на. М.: Наука. 1965. 127 с.; Мацера А.В. Рельефообразующая роль оледенения Восточного Саяна // Геоморфология. 1993. № 3. С. 84-92). В группу сопутствующих опасных геоморфологических процессов входят обвалы и осыпи (14 %), сели (12 %). Развитие гравитационно-склоновых процессов типично для гор, а формированию селей способствуют некоторые региональные особенности: достаточно увлажненный климат, формирование в зимнее время больших масс снега, широкое развитие в профилях речных долин перегибов и заторов в результате тектонических движений по разломам. Перегибы способствуют накоплению больших масс рыхлого осадочного материала, которые по достижении порога устойчивости в особо дождливый или снежный год обводняются и резко сбрасываются вниз по долине в виде грязе-селевых потоков (Лапердин В.К., Трждинский Ю.Б. Экзогенные геологические процессы и сели Восточного Саяна. Новосибирск: Наука, 1977. 103 с.). К числу сопутствующих процессов относятся землетрясения (10 %). Другие опасные геоморфологические процессы относятся к разряду второстепенных. Малое участие тектонического крипа (8 %) обусловлено тем, что тектоническая активность земной коры в северо-западном направлении затухает, а в верховьях рек Бирюса и Агул очаги сильных землетрясений вообще не регистрируются (Солоненко В.П., Хилько С.Д., Хромовских В.С. Сейсмическое районирование Восточной Сибири. Новосибирск: Наука. 1977. 303 с.). Склоново-оползневые процессы малозначимы (6 %), т.к. характер склонов не позволяет накапливаться на них мощному слою рыхлых отложений.

Хамар-Дабанский геоэкологический район также относится к разряду высокогорных. Спектр опасных геоморфологических процессов достаточно равномерен, что подтверждается исследованиями других авторов (Выркин В.Б. Современное экзогенное рельефообразование котловин байкальского типа. Иркутск: ИГ СО РАН. 1998. 175 с.; Алешин А.Г. Структура современных экзогенных процессов рельефообразования в Южном Прибайкалье // География и природные ресурсы. 2003. № 3. С. 61-68). К ведущим процессам отнесены: эрозия – 16 % и сели – 14 %. Их развитию, кроме прочих причин, способствует большое количество атмосферных осадков (до 1000 мм/год), которые выпадают преимущественно в зимний период, а в начале лета формируют катастрофические паводки. Селевая опасность Хамар-Дабана высока и является серьезной проблемой Иркутской области. У северного подножья хребта на побережье оз. Байкал расположены крупные промышленные центры и населенные пункты: Слюдянка, Байкальск, Утулик и др., курорты областного и всероссийского значения. В группу сопутствующих процессов входят землетрясения, обвалы и осыпи – по 12 %, оползни и тектонический крип – по 10 %. Наибольшую опасность они представляют для линейных сооружений, ВСЖД, трубопроводов. Основные очаги землетрясений расположены в Южно-Байкальской котловине (Хромовских В.С. Сейсмогеология Южного Прибайкалья. М.: Наука. 1965. 121 с.). Существенна роль криогенных процессов – 11 %; они также относятся к сопутствующим. Остальные процессы составляют не более 5 % и отнесены к группе второстепенных.

Северо-Байкальский геоэкологический район. Байкальский и Аkitканский хребты являются типичными высокогорными сооружениями на плечах активного рифта. Они испытывают активное современное тектоническое поднятие и денудационное расчленение (Неотектоника. Геология и сейсмичность зоны БАМ. Новосибирск: Наука. 1984. 208 с.). Ведущими опасными геоморфологическими процессами являются эрозионные (20 %). Меньшее значение имеют сопутствующие процессы: криогенные (15 %) и гравитационно-тектонические: обвалы и осыпи (14 %), тектонический крип (12 %), землетрясения (10 %). Криогенные процессы во многом аналогичны таковым в Восточно-Саянском геоэкологическом районе, поскольку абсолютные высоты на Байкальском хребте также достигают больших отметок – 2200 м и более. Наряду с современными формами криогенного рельефа, часто встречаются хорошо сохранившиеся реликты горно-долинного оледенения позднего неоплейстоцена (Геоморфология Северного Прибайкалья и Станового нагорья. М.: Наука. 1981. 198 с.). Обвалы, осыпи и тектонический крип являются результатом активной современной тектоники. Этому способствуют особенности морфологии и эволюции зоны контакта Сибирской платформы и ее горно-складчатого обрамления, наличие зон активизированных древних разломов и реликтовой трещиноватости горных пород. Другие опасные геоморфологические процессы относятся к второстепенным: сели – 7 %, оползни и суффозия – по 6 %, остальные – менее 4 %.

Муйско-Кодарский геоэкологический район. В пределах района расположены типичные рифтогенные хребты. Из них Делюн-Уранский и Северо-Муйский достигают высот 2200-2400 м, а хр. Кодар – 3000 м. Криогенные и эрозионные процессы являются ведущими (по 18 %). Их характеристика типична и достаточно полно дана при описании предыдущих высокогорных геоэкологических районов Иркутской области. Более интересна группа сопутствующих опасных геоморфологических процессов. Обвалы и осыпи (15 %) являются результатом активной тектоники (тектонический крип – 12 %) и высокой сейсмичности (землетрясения – 12 %). Район Северо-Муйского и Южно-Муйского хребтов и зажатой между ними Муйской межгорной котловины является самым высоко сейсмически и геодинамически активным в Байкальской рифтовой зоне (Разломы и сейсмичность Северо-Муйского полигона. Новосибирск: Наука. 1991. 111 с.; Лапердин В.К., Имаев В.С. Геологические опасные процессы в зоне Байкальского рифта и сопредельных территорий // Вопросы инженерной сейсмологии. 2010. Т. 37, № 1. С. 40–55). Среди второстепенных процессов отмечаются сели – 8 %, оползни – 7 %; остальные процессы – не существенны.

Взаимосвязи между процессами по геоэкологическим районам

Выявление взаимоотношений между геоэкологическими районами по опасным геоморфологическим процессам и между собственно опасными геоморфологическими процессами внутри геоэкологических районов производилось в диссертации в несколько этапов: 1) оценка связи геоэко-

логических районов по спектру (процентный вклад) опасных геоморфологических процессов; по доле (спектру) ведущих, сопутствующих и второстепенных процессов; по количеству этих процессов; 2) оценка связи районов по спектру опасных геоморфологических процессов с помощью полиномиальных зависимостей; 3) оценка распределения опасных геоморфологических процессов по геоэкологическим районам с помощью полиномиальных зависимостей; 4) оценка роли процесса как ведущего в структуре опасных процессов; 5) распределение опасных процессов внутри районов для создания модели формирования и типа структуры процессов.

Результаты анализа связи геоэкологических районов по спектру опасных геоморфологических процессов отражены в Табл. 4.7. Отмечается четкая зависимость между горными районами с коэффициентом корреляции более 0.9. Достаточно высокие коэффициенты корреляции с горными районами характерны для Байкало-Патомского района – более 0.7. Предсаянский район имеет высокую степень общности со всеми горными районами, а также с Байкало-Патомским районом. Одновременно он определил хоть и низкую ($R > -0,2$), но устойчивую степень разобщенности с равнинными районами. У Приморского района нет статистически достоверной общности с другими районами. Однако по степени разобщенности он имеет устойчивую отрицательную связь с равнинными районами. Лено-Ангарский район имеет среднюю степень общности с горными районами (более 0.5) и высокую – с предгорными и низкогорными районами (более 0.7), что позволяет рассматривать его как район, тяготеющий к горам. Ангаро-Тунгусский район не имеет статистически достоверной общности или разобщенности с другими районами; исключением является его высокая степень разобщенности с Приморским районом. Канско-Ленский район имеет высокую степень разобщенности с горными районами и среднюю степень разобщенности с предгорными и низкогорными районами; одновременно у него имеется хоть и статистически незначимая, но определенная тенденция к общности с Ангаро-Тунгусским геоэкологическим районом.

Табл. 4.7

Степень общности/разобщенности геоэкологических районов Иркутской области по спектру опасных геоморфологических процессов

Районы	Канско-Ленский	Ангаро-Тунгусский	Лено-Ангарский	Приморский	Предсаянский	Байкало-Патомский	Восточно-Саянский	Хамар-Дабанский	Северо-Байкальский	Муйско-Кодарский
Канско-Ленский	1,000									
Ангаро-Тунгусский	0,125	1,000								
Лено-Ангарский	-0,263	-0,048	1,000							
Приморский	-0,200	-0,430	0,075	1,000						
Предсаянский	-0,331	-0,238	0,785	0,167	1,000					
Байкало-Патомский	-0,314	0,252	0,707	0,024	0,828	1,000				
Восточно-Саянский	-0,443	0,238	0,554	-0,145	0,728	0,912	1,000			
Хамар-Дабанский	-0,279	-0,112	0,380	-0,183	0,702	0,706	0,846	1,000		
Северо-Байкальский	-0,419	0,047	0,589	0,051	0,795	0,916	0,923	0,816	1,000	
Муйско-Кодарский	-0,439	0,091	0,529	0,020	0,787	0,923	0,953	0,840	0,971	1,000

Примечание: коэффициент корреляции R – более 0,9/-0,9 – степень общности/разобщенности очень высокая; 0,7-0,9/-0,7-0,9 – высокая; 0,4-0,7/-0,4-0,7 – средняя; 0,2-0,4/-0,2-0,4 – низкая; менее 0,2/-0,2 – отсутствует.

Взаимоотношения между ведущими, сопутствующими и второстепенными процессами имеют большое значение при оценке характера их протекания и особенностей воздействия на хозяйственную инфраструктуру, специфики рельефообразования. Эти соотношения сведены в Табл. 4.8.

Табл. 4.8

Соотношение типов опасных геоморфологических процессов в геоэкологических районах Иркутской области по классам экологической опасности												
Опасные геоморфологические процессы		Классы экологической опасности										Иркутская область в целом
		I		II		III		IV				
		Канско-Ленский	Ангаро-Тунгусский	Лено-Ангарский	Приморский	Предсаянский	Байкало-Патомский	Восточно-Саянский	Хамар-Дабанский	Северо-Байкальский	Муйско-Кодарский	
Ведущие	Кол-во	2	1	2	3	1	2	2	2	1	2	2
	Вклад в спектр, %	40	34	37	38	17	40	43	30	20	36	30
Сопутствующие	Кол-во	4	4	3	3	4	6	3	5	4	3	4
	Вклад в спектр, %	39	50	30	30	44	51	36	55	51	39	34
Второстепенные	Кол-во	8	7	8	8	7	4	5	6	7	5	8
	Вклад в спектр, %	21	16	33	32	39	9	21	15	29	25	36
Количество значимых процессов		13	11	12	13	11	11	9	12	11	9	13

На базе Табл. 4.8 прослежено соотношение между геоэкологическими районами по вкладу ведущих, сопутствующих и второстепенных опасных геоморфологических процессов (Табл. 4.9).

Табл. 4.9

Степень общности/разобщенности геоэкологических районов Иркутской области по вкладу ведущих, сопутствующих и второстепенных опасных геоморфологических процессов

Районы	Канско-Ленский	Ангаро-Тунгусский	Лено-Ангарский	Приморский	Предсаянский	Байкало-Патомский	Восточно-Саянский	Хамар-Дабанский	Северо-Байкальский	Муйско-Кодарский
Канско-Ленский	1,000									
Ангаро-Тунгусский	0,860	1,000								
Лено-Ангарский	0,129	-0,396	1,000							
Приморский	0,322	-0,207	0,980	1,000						
Предсаянский	-0,375	0,140	-0,964	-0,998	1,000					
Байкало-Патомский	0,955	0,973	-0,172	0,024	-0,093	1,000				
Восточно-Саянский	0,964	0,692	0,388	0,563	-0,617	0,841	1,000			
Хамар-Дабанский	-0,371	0,984	-0,552	-0,376	0,313	0,916	0,554	1,000		
Северо-Байкальский	0,190	0,665	-0,949	-0,869	0,833	0,473	-0,079	0,786	1,000	
Муйско-Кодарский	0,969	0,960	-0,122	0,077	-0,143	0,999	0,867	0,895	0,426	1,000

Примечание: коэффициент корреляции R – более 0,9/-0,9 – степень общности/разобщенности очень высокая; 0,8-0,9/-0,8-0,9 – высокая; 0,6-0,8/-0,6-0,8 – средняя; 0,4-0,6/-0,4-0,6 – низкая; менее 0,4/-0,4 – отсутствует.

Это позволило выявить некоторые логически достоверные зависимости. Два равнинных геоэкологических района Канско-Ленский и Ангаро-Тунгусский показали высокую степень общности друг с другом с коэффициентом корреляции 0,86. Примечательна и статистически высоко значимая ($R > -0,9$) степень разобщенности Предсаянского геоэкологического района с другими средне- и низкорными геоэкологическими районами – Приморским и Ангаро-Тунгусским. Степень разобщенности Лено-Ангарского и Северобайкальского геоэкологических районов также статистически

высоко значима. Хотя эти районы и находятся территориально близко друг от друга, но структура опасных геоморфологических процессов указывает на различие их происхождения. Эти же выводы относятся и к зависимости Приморского и Северобайкальского геоэкологических районов. Не ясны отрицательные зависимости между Восточно-Саянским и Предсаянским геоэкологическими районами. Структура опасных геоморфологических процессов в горах и на равнинах более упорядочена, чем в предгорьях. Это подтверждают и положительные отношения общности по данным показателям между равнинными и горными геоэкологическими районами.

Выявленные выше тенденции были проверены с помощью полиномиальных трендов. Были построены диаграммы коэффициента корреляции в уравнениях регрессии между геоэкологическими районами по спектру опасных геоморфологических процессов и полиномиальные тренды распределения этих коэффициентов (Рис. 4.5). Из расчета исключены автокорреляционные коэффициенты для уменьшения уровня статистического «шума». Показатели достоверности аппроксимации для рассчитанных полиномиальных трендов сведены в Табл. 4.11.

Коэффициент корреляции

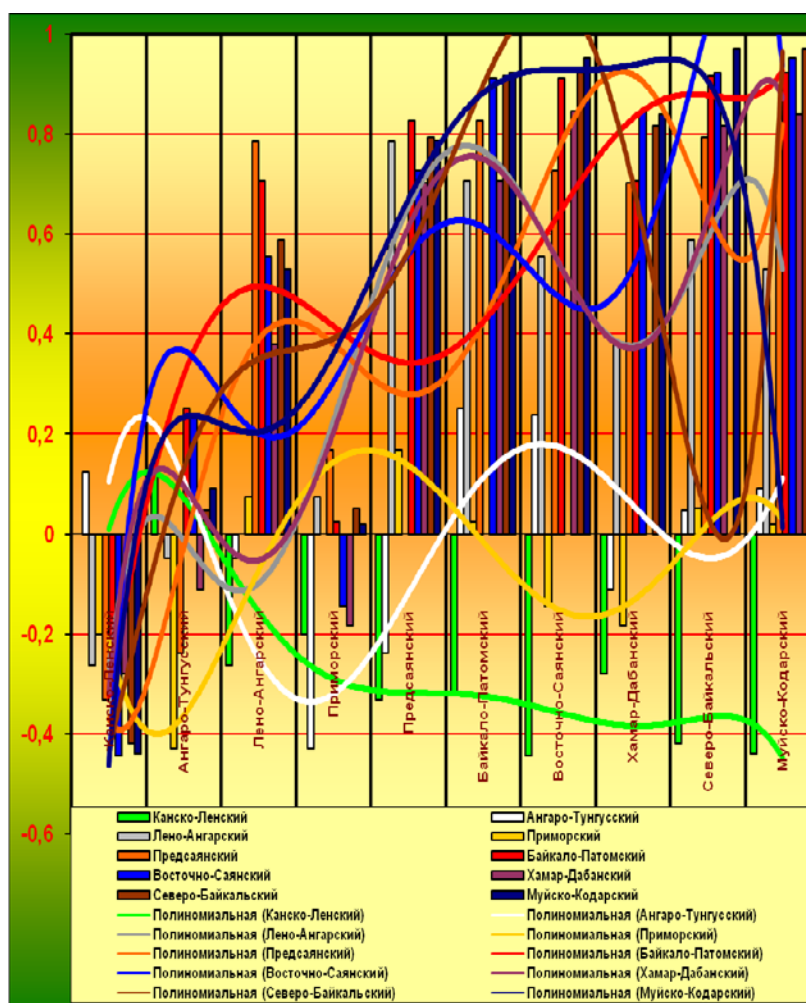


Рис. 4.5. Диаграммы распределения коэффициента корреляции в уравнениях регрессии между геоэкологическими районами по спектру опасных геоморфологических процессов и их полиномиальные тренды

Табл. 4.11

Степень (коэффициенты) достоверности аппроксимации для связей геоэкологических районов между собой по доле (спектру) опасных геоморфологических процессов

Геоэкологический район Иркутской области	Коэффициент достоверности аппроксимации
Канско-Ленский	0,9839
Ангаро-Тунгусский	0,9847
Лено-Ангарский	0,5238
Приморский	0,8112
Предсаянский	0,7528
Байкало-Патомский	0,8006
Восточно-Саянский	0,8618
Хамар-Дабанский	0,8444
Северо-Байкальский	0,8703
Муйско-Кодарский	0,8909

Рассмотрим подробнее рисунок с полиномиальными трендами (Рис. 4.6).

Полиномиальный тренд для Канско-Ленского геоэкологического района фиксирует только один положительный максимум общности с Ангаро-Тунгусским геоэкологическим районом; для других геоэкологических районов отмечается тенденция к разобщенности.

Полиномиальный тренд для Ангаро-Тунгусского геоэкологического района формирует два максимума, из которых только один имеет статистическую достоверность – это положительная связь с Канско-Ленским районом. Второй максимум указывает на тенденцию к связи с некоторыми горными районами (Байкало-Патомским, Восточно-Саянским и Хамар-Дабанским), однако сами коэффициенты корреляции в этом случае статистически слабо различимы.

Полиномиальный тренд для Лено-Ангарского района проявляет только один статистически и логически объяснимый максимум связи с Предсаянским и Байкало-Патомским районами, поскольку все они являются переходными геоморфологическими зонами. Тенденция к положительной связи Лено-Ангарского района с другими горными районами отражает специфику структуры опасных процессов, которая развивается отчасти по сценарию горных районов.

В полиномиальном тренде Приморского геоэкологического района статистически значимыми являются только минимумы: первый отражает отрицательную связь с равнинными районами, второй – разобщенность с высокогорными районами. Таким образом, Приморский район следует отнести скорее к перигорным зонам, что выражается хоть и в статистически мало значимой, но логически хорошо объяснимой положительной связи его с Предсаянским районом.

Полиномиальный тренд Предсаянского района фиксирует его как переходную зону от равнинных районов к горным, на что указывают два статистически хорошо различимых максимума.

Полиномиальный тренд Байкало-Патомского геоэкологического района указывает на его тенденцию к общности с Лено-Ангарским геоэкологическим районом и всеми высокогорными геоэкологическими районами, что также говорит о нем, как о некоторой переходной зоне между равнинными и горными территориями, но с большей общностью с горами.



Рис. 4.6. Полиномиальное распределение роли (значения) опасных геоморфологических процессов (1 – второстепенный, 2 – сопутствующий, 3 – ведущий) в их структуре на гипотетическом геоморфологическом профиле от равнинных к горным районам

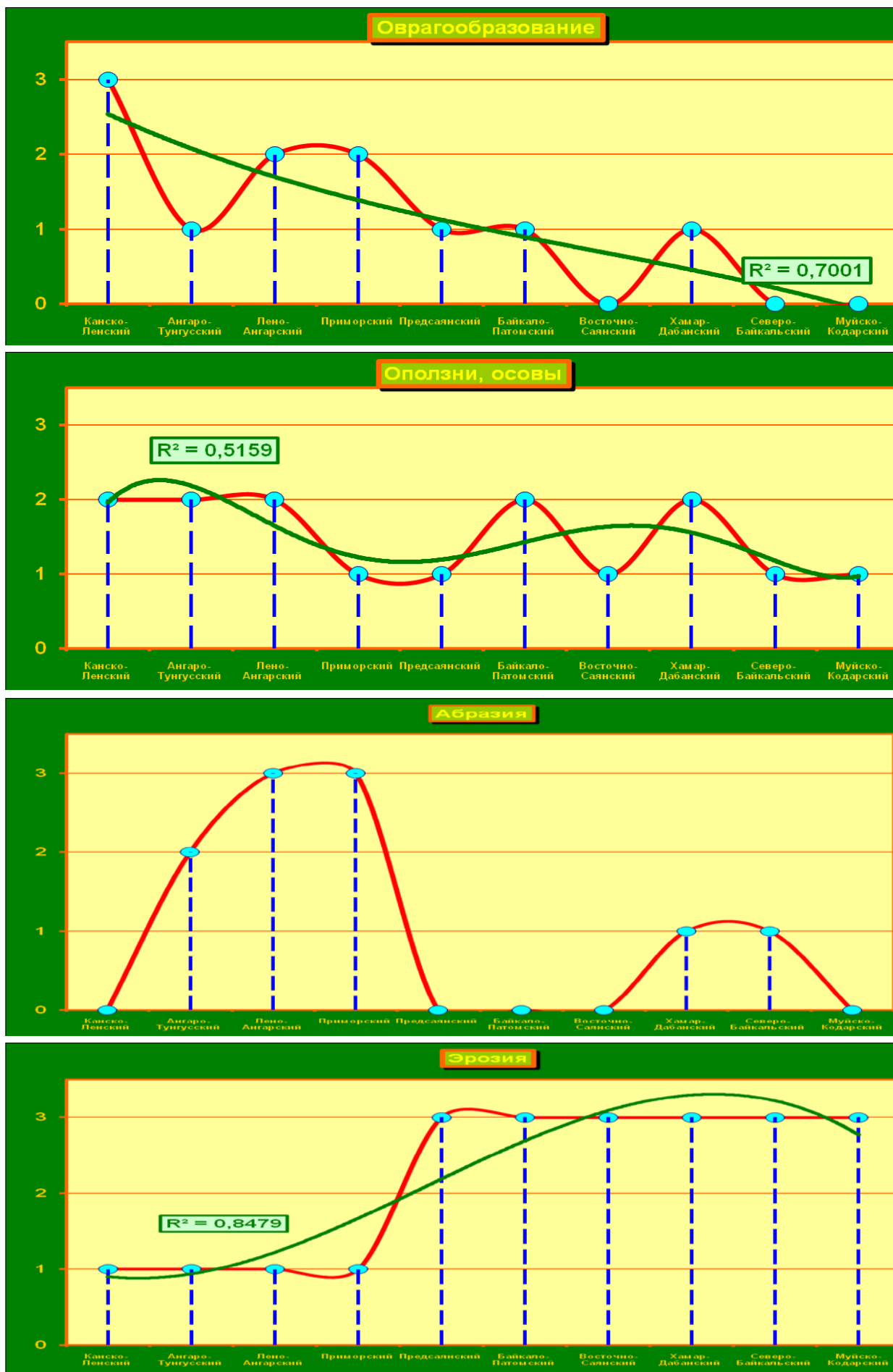


Рис. 4.6. Продолжение 1

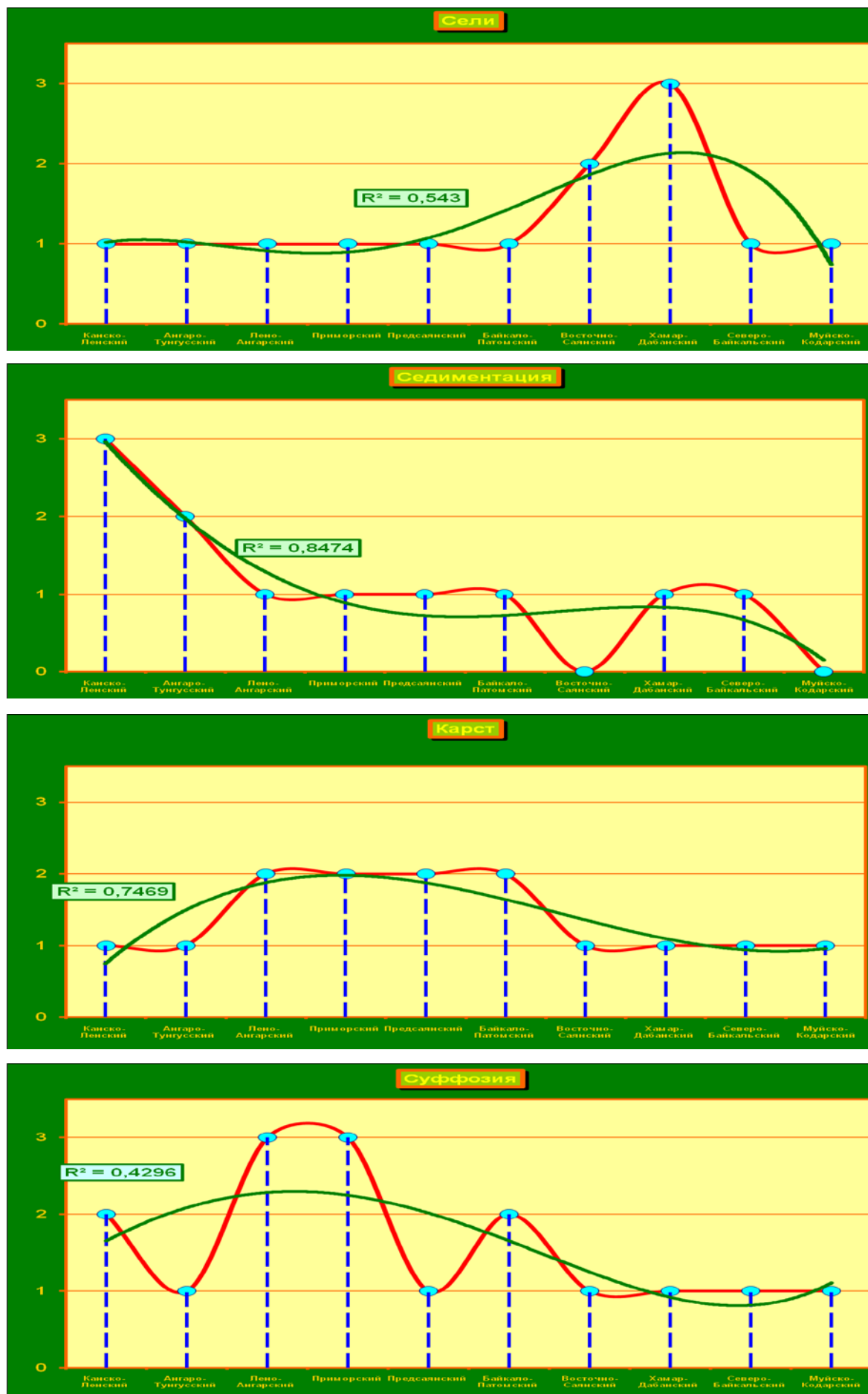


Рис. 4.6. Продолжение 2

Полиномиальные тренды высокогорных геоэкологических районов практически аналогичны с небольшими вариациями. Для них характерна статистически значимая разобщенность с равнинными районами, средняя степень общности с переходными зонами и высокая степень общности между собой (коэффициенты достоверности аппроксимации варьируют от 0,84 до 0,89).

Выделены четыре группы районов: I – с равнинно-холмисто-грядовым рельефом; II – с низко- и среднегорным и плоскогорным рельефом; III – со среднегорным и плоскогорно-нагорным рельефом; IV – с высокогорным рельефом. Выстроив районы в указанном порядке, получаем гипотетический геоморфологический профиль: от равнинных районов – к горным. На профиле отражен спектр опасных геоморфологических процессов всех геоэкологических районов и выявлен характер их полиномиального распределения (см. рис. 4.4, Табл. 4.12).

Табл. 4.12

Иерархия опасных геоморфологических процессов и коэффициенты достоверности аппроксимации для полиномиального распределения их спектра вдоль гипотетического геоморфологического профиля от равнинных к горным геоэкологическим районам

Класс процессов	Группа процессов	Процессы	Коэффициент достоверности аппроксимации
Сейсмогенный	Быстрые	Землетрясения	0,37
	Медленные	Тектонический крип	0,63
Криогенный	Мерзлотная	Термокарст, термоэрозия, пучение грунтов, нивация	0,10
Гравитационно-склоновый	Собственно гравитационная	Обвалы, осыпи, лавины	0,82
Склоновый гидрогенного оползания и течения	Блокового сползания	Оползни, осывы	0,26
Склоновый водно-эрозионный	Линейного размыва	Овражная эрозия	0,69
Озерный	Абразионная	Абразия	0,46
Флювиальный	Эрозии рек и временных водотоков	Глубинная и боковая эрозия	0,62
	Аккумуляции рек и временных водотоков	Сели	0,58
		Пойменная, старичная и дельтовая седиментация	0,98
Подземноводный	Денудации растворимых пород	Карст	0,69
	Денудации нерастворимых пород	Суффозия	0,39
Техногенный	Техномобилизационная	Подтопление	0,79

Класс процессов: сейсмогенные. Группа процессов: быстрые. Процесс: землетрясения проявляют тенденцию к возрастанию доли своего участия в спектре опасных геоморфологических процессов по мере продвижения от равнинных к горным районам. Группа процессов: медленные. Процесс: тектонический крип определяет уже зависимость к возрастанию доли своего участия в спектре опасных процессов по мере продвижения от равнинных к горным районам.

Класс процессов: криогенные. Группа процессов: мерзлотные. Процессы: термокарст, пучение грунтов, нивация, термоэрозия. Они определили два максимума: 1) для равнинных районов; 2) для высокогорных районов. В предгорных и низкогорных районах эти процессы менее развиты.

Класс процессов: гравитационно-склоновые. Группа процессов: гравитационные. Процессы: обвалы, осыпи, лавины. Полином линейный с высоким коэффициентом достоверности аппроксимации $= 0,82$, отражает увеличение доли этих процессов по направлению от равнин к горам.

Класс процессов: склоновый гидрогенного оползания и течения. Группа процессов: блокового сползания. Процессы: оползни, осыпи. Полином не показал достоверной связи или тенденции к ней. Оползни и осыпи в равной степени развиты как на равнинах, так и в горах, с той лишь особенностью, что приурочены к районам широкого распространения осадочных горных пород.

Класс процессов: склоновый вводно-эрозионный. Группа процессов: линейного размыва. Процессы: овражная эрозия. Полином показывает устойчивую закономерность к снижению их процентной доли в спектре опасных процессов по направлению от равнинных к горным районам.

Класс процессов: озерный. Группа процессов: абразионные. Процессы: абразия. Полином фиксирует максимумы в геоэкологических районах, тяготеющих к озеру Байкал и ангарскому каскаду водохранилищ, вдоль берегов которых главным образом и развита абразия.

Класс процессов: флювиальный. Группа процессов: эрозии рек и временных водотоков. Процессы: глубинная и боковая эрозия. Полином фиксирует тенденцию к нарастанию их доли в спектре по направлению от равнин к горам. Группа процессов: аккумуляции рек и временных водотоков. Процесс: сели. Полиномиальный тренд аналогичный, но с меньшим коэффициентом достоверности аппроксимации. Процесс: пойменная, старичная и дельтовая седиментация (аккумуляция). Полиномиальный тренд фиксирует два максимума: больший – для равнин, меньший – для гор. В первом случае седиментация развита в Канско-Ленском районе, во втором – в горных районах, обрамляющих активно прогибающиеся внутригорные котловины Байкальской рифтовой зоны.

Класс процессов: подземноводный. Группа процессов: денудации растворимых пород. Процесс: карст. Полиномиальный тренд указывает на устойчивую тенденцию к возрастанию роли карста в предгорных, низко- и среднегорных и снижению в равнинных и высокогорных районах. Группа процессов: денудации нерастворимых пород. Процесс: суффозия. Полиномиальный тренд аналогичен предыдущему классу, но коэффициент достоверности аппроксимации заметно ниже, что говорит о меньшей упорядоченности в распределении данного процесса.

Класс процессов: техногенный. Группа процессов: техномобилизационные. Процесс: подтопление. Полиномиальный тренд для этого процесса определил четкую тенденцию к снижению его влияния от равнин к горам. Это связано с тем, что основные техногенные объекты (индустриальные центры, водохранилища, коммуникации и др.) расположены в равнинных районах.

При анализе структуры важна оценка и спектра, и роли геоморфологических процессов в этой структуре, т.е. упорядоченное подразделение процессов по категориям: ведущий, сопутствующий, второстепенный. Для этого построены диаграммы распределения процессов вдоль гипотетического

геоморфологического профиля «равнины – горы». Участие процесса оценивалось цифрой 3 – ведущий, 2 – сопутствующий, 1 – второстепенный (Табл. 4.13).

Табл. 4.13

Коэффициенты достоверности аппроксимации для полиномиального распределения роли (значимости) опасных геоморфологических процессов вдоль гипотетического геоморфологического профиля от равнинных к горным геоэкологическим районам

Класс процессов	Группа процессов	Процессы	Коэффициент достоверности аппроксимации	Степень полинома
Сейсмогенный	Быстрые	Землетрясения	0,7949	5
	Медленные	Тектонический крип	0,4841	3
Криогенный	Мерзлотная	Термокарст, пучение грунтов, нивация, термоэрозия	статистически недостоверен	-
Гравитационно-склоновый	Собственно гравитационная	Обвалы, осыпи, лавины	0,6045	5
Склоновый гидрогенного оползания течения	Блокового сползания	Оползни, осывы	0,5159	5
Склоновый водно-эрозионный	Линейного размыва	Овражная эрозия	0,7001	3
Озерный	Абразионная	Абразия	логически недостоверен	-
Флювиальный	Эрозии рек и временных водотоков	Глубинная и боковая эрозия	0,8479	3
	Аккумуляции рек и временных водотоков	Сели	0,5430	4
		Пойменная, старичная и дельтовая седиментация	0,8474	4
Подземноводный	Денудации растворимых пород	Карст	0,7469	3
	Денудации нерастворимых пород	Суффозия	0,4296	4
Техногенный	Техномобилизационная	Подтопление	0,9280	2

Землетрясения выступают как ведущий опасный процесс только в одном геоэкологическом районе – Приморском. Во всех других геоэкологических районах – это сопутствующий процесс, так что полиномиальный тренд указывает на возрастание роли землетрясений по мере продвижения от равнинных к горным геоэкологическим районам (по направлению к сейсмоактивной Байкальской рифтовой зоне и зоне Главного Саянского разлома в Восточном Саяне).

Тектонический крип не является ведущим геоморфологическим процессом ни в одном из геоэкологических районов, но как сопутствующий процесс присутствует во всех горных районах, поэтому его полиномиальный тренд указывает на ту же тенденцию, что и в предыдущем случае, только с меньшим уровнем достоверности аппроксимации.

Криогенные процессы не позволяют построить статистически достоверного тренда. Они выступают в роли ведущего процесса в равнинных (Ангара-Тунгусский), горных (Восточно-Саянский, Муйско-Кодарский) и переходных (Байкало-Патомский) геоэкологических районах. В данном случае в структуре процессов большую роль играет широтная климатическая зональность, которая обеспечивает ведущую роль криогенеза в северных районах Иркутской области.

Гравитационно-склоновые опасные процессы – обвалы, осыпи, лавины – не играют ведущей роли в каком-либо районе, но встречаются как сопутствующий процесс в горных геоэкологических районах, на что указывает их полиномиальный тренд.

Склоновые гидрогенные опасные геоморфологические процессы – оползни, осывы – также не являются ведущими ни в одном из геоэкологических районов. Однако их полиномиальный тренд указывает на тенденцию к уменьшению роли (значимости) этих процессов по мере продвижения от равнинных районов к горным. Уловить эту тенденцию по спектру опасных процессов нельзя, но по их роли в структуре процессов данная тенденция отмечается четко.

Оврагообразование является ведущим опасным геоморфологическим процессом в Канско-Ленском геоэкологическом районе, а по мере продвижения к горным районам его влияние ослабевает, что и отражает полиномиальный тренд с высокой степенью достоверности аппроксимации.

Абразия не может рассматриваться на геоморфологическом профиле, т.к. зависит от наличия стоячих водных бассейнов как природного, так и антропогенного происхождения.

Эрозия является ведущим опасным геоморфологическим процессом во всех горных и большинстве переходных геоэкологических районов, что и отражено в полиномиальном тренде с высокой степенью достоверности аппроксимации.

Сели являются ведущим процессом только в одном геоэкологическом районе – Хамар-Дабанском. Полиномиальный тренд говорит о возрастании их роли в горных районах по сравнению с равнинными. Увеличение значимости селей в Хамар-Дабанском и Восточно-Саянском районах и снижение значимости в Северо-Байкальском и Муйско-Кодарском связано, по всей видимости, с тем, что хозяйственная освоенность двух первых на порядок выше.

Седиментация играет роль ведущего процесса в Канско-Ленском районе и по мере продвижения к горным районам ее значение падает. Максимум процесса в Северо-Байкальском и Хамар-Дабанском районах связан с активными седиментационными процессами на побережье оз. Байкал.

Карст не является ведущим опасным геоморфологическим процессом в каком-либо геоэкологическом районе, но как сопутствующий геоморфологический процесс отмечается во всех переходных геоэкологических районах, что и определило характер его полиномиального распределения.

Суффозия – ведущим опасный процесс в 2 районах – Лено-Ангарском и Приморском, ее полиномиальный тренд аналогичен предыдущему, но с меньшей достоверностью аппроксимации.

Установленные закономерности позволяют перейти к анализу структуры опасных геоморфологических процессов внутри геоэкологических районов. На основе иерархического соотношения процессов по источникам поступления энергии необходимо выявить характер распределения опасных геоморфологических процессов для оценки типов их структур, создать геоморфосистемную модель структур и синергетического баланса внутри этой модели.

Для этого используем теорию синергетики природных процессов (Хакен Г. Синергетика. М.: Мир, 1980. 404 с.; Лоскутов А.Ю., Михайлов А.С. Введение в синергетику. М.: Наука. 1990. 272 с.; Подлазов А.В. Самоорганизованная критичность и анализ риска // Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. 2001. № 1. С. 49-88; Пелюхова Е.Б., Фрадкин Э.Е. Синергетика в физических процессах. Самоорганизация физических систем. М.: Лань, 2011. 320 с.; Голицын Г.С. Статистика и динамика природных процессов и явлений. М.: КРАСАНД, 2013. 400 с.). Механизмом связи подсистем в систему является поле или пространственно-временная неравномерность распределения фактора, приведшего к формированию новой структуры – импульс самоорганизации. Механизмом взаимодействия системы со средой является вспышка энергии, приток отрицательной энтропии и последующая ее растрата – диссипация. Геоморфологические системы обладают основными признаками и свойствами диссипативных синергетических структур (Кашменская О.В. Теория систем и геоморфология. Новосибирск: Наука, 1980. 120 с.; Арманд А.Д. Самоорганизация и саморегулирование географических систем. М.: Наука, 1988. 264 с.; Лихачева Э.А. Тимофеев Д. А. Геоморфологические системы и их организованность // Геоморфология. 2007. № 1. С. 3-9; Петров О.В. Диссипативные структуры Земли. СПб.: ВСЕГЕИ. 2007. 304 с.; Геоморфологические системы: свойства, иерархия, организованность. М.: Медиа-ПРЕСС, 2010. 288 с.). Равновесным состоянием геоморфосистемы является гомеостаз – высокая энтропия. Поток энергии, снижающим энтропию (неравновесным фактором-полем), являются эндогенные и экзогенные факторы или процессы рельефообразования. Они формируют новые связи подсистем, новую структуру. Поэтому основу самоорганизации в геоморфологических системах составляет согласованное и упорядоченное действие факторов (агентов) рельефообразования, которое и выражается через формирования особых типов структур геоморфологических процессов. Диссипативные структуры в геоморфосистемах порождаются однонаправленными необратимыми процессами (потоками энергии).

Универсальность диссипативных механизмов заключается в том, что потоки энергии и энтропии в системах реализуются в виде дискретных переходов от неравновесного состояния геоморфосистемы к равновесному и обратно. Так, приток энергии к геоморфологической системе (оростаз – оростатическое начальное состояние системы) уже несет в себе некоторую определенную упорядоченность (структуру), которая зависит от количества источников и объема поступающей энергии. Принятие геоморфологической системой энергии и ее трансформация (метастаз – метастатическое переходное состояние системы) всегда осуществляется по наибольшему числу каналов связи между источником и приемником энергии. Это формирует новую синергетическую структуру системы, которая ведет себя всегда иначе, чем изначальная структура, что выражается в усилении неравновесности самой системы. Далее происходит диссипация трансформированной энергии и вновь формируется определенная структура системы, которая по законам синергетики стремится к фор-

мированию наименьшего числа каналов диссипации энергии, что упорядочивает ее и в целом повышает энтропию системы (гомеостаз – гомеостатическое финальное состояние).

Приток, трансформация и диссипация энергии в геоморфосистемах носят не поступательный, а колебательный характер. На графиках эти функции не представляют собой скачок значений с дальнейшим постепенным затуханием амплитуды колебаний (аналогичных автомодельных состояний) после сообщения геоморфосистеме энергетического импульса (Рис. 4.7). Наоборот, первоначальный импульс приводит к поступательному нарастанию амплитуды колебаний и увеличению неравновесности системы. Если синергетический фактор-поле стабильный и долгоживущий, то после нарастания амплитуды наступает период автомодельных гомологичных состояний системы. А как только фактор-поле прекращает сообщать системе энергетические импульсы, то после некоторого критического состояния происходит затухание амплитуды колебаний (аналогичных автомодельных состояний), которое повышает энтропию и приводит систему к гомеостазу.

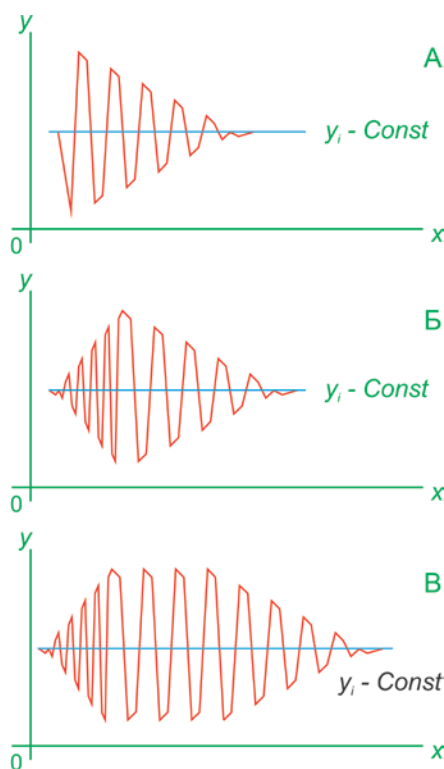


Рис. 4.7. Элементарные модели синергетического баланса в геоморфосистемах. А – с первоначальным скачком энергии и последующей ее диссипации через автомодельные аналогичные состояния системы, Б - с нарастанием притока энергии и последующей ее диссипации через автомодельные аналогичные состояния, В - с нарастанием энергии и последующим ее притоком и сохранением автомодельных гомологичных состояний и дальнейшей диссипацией через автомодельные аналогичные состояния.

Принципиальные теоретические положения и граничные условия создания модели формирования типов структур и синергетического баланса опасных геоморфологических процессов на территории Иркутской области (Рис. 4.8) заключаются в следующем.

1) Приток энергии к геоморфосистемам осуществляется из двух главных источников: а) эндогенный – горообразовательный процесс или восходящий литодинамический поток – энергия недр Земли; б) экзогенный – гороразрушительный процесс или нисходящий литодинамический поток – энергия Солнца, по терминологии Н.А. Флоренсова (Флоренсов Н.А. Очерки структурной геоморфологии. М.: Наука, 1978. 238 с.). Эти потоки энергии несут с собой изначальную структуру, которая для сохранения синергетического баланса в геоморфологической системе должна описываться бимодальным распределением функции кривой геоморфологических процессов. В результате притока энергии формируются оростатические геоморфологические системы с инициальной структурой геоморфологических процессов и аккумуляцией поступающей энергии.

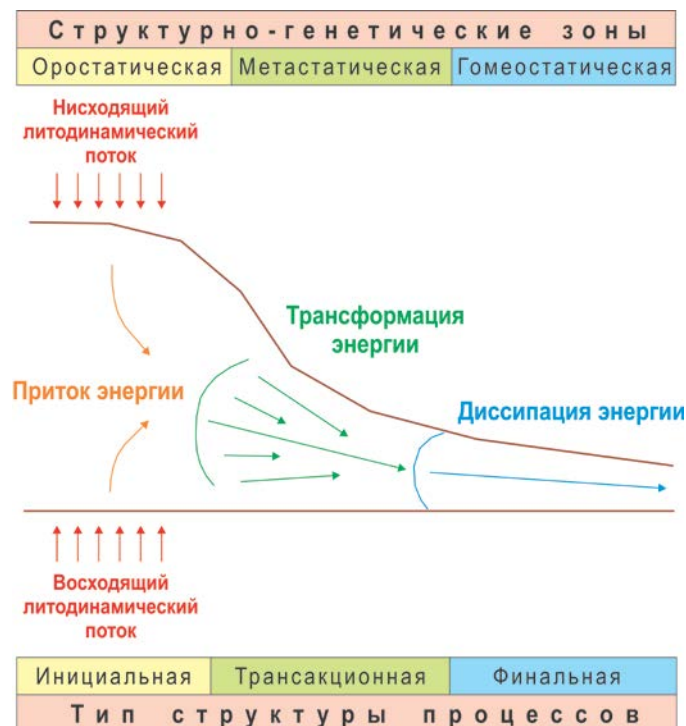


Рис. 4.8. Синергетическая модель формирования типов структур опасных геоморфологических процессов Иркутской области.

2) Далее нарастает амплитуда автомодельных колебаний графика функции геоморфологической системы, энергия распределяется по наибольшему из возможного числа каналов связи, происходит ее преобразование или трансформация. Такие потоки энергии в неравновесной области описываются полимодальным распределением графика кривой геоморфологических процессов. В результате формируются метастатические геоморфологические системы с трансакционной структурой геоморфологических процессов и трансформацией энергии.

3) Далее нарастает энтропия геоморфологической системы, происходит максимально возможное упорядочивание потока энергии (минимизация числа каналов связи геоморфосистемы с внешней средой) и последующая ее диссипация. Потоки энергии такого рода описываются уномодальным (или близким к нему) распределением графика кривой функции геоморфологических про-

цессов. В результате формируются гомеостатические геоморфологические системы с новой финальной структурой геоморфологических процессов и диссипацией энергии.

4) В конечном итоге формируются три синэнергетические зоны: а) притока энергии – оростатическое состояние геоморфологических систем; б) трансформации энергии – метастатическое состояние геоморфологических систем; в) диссипации энергии – гомеостатическое состояние геоморфологических систем. Этот процесс приводит к формированию трех типов структур геоморфологических процессов: инициальной, транзакционной и финальной.

Рассмотрим, насколько предложенная синергетическая модель подтверждается реальными данными по структуре опасных геоморфологических процессов для Иркутской области.

Для этого построим графики модального распределения кривой спектра опасных геоморфологических процессов для каждого геоэкологического района Иркутской области, расположив их последовательно по источникам поступления энергии к геоморфосистемам в построенной выше синергетической модели (Рис. 4.9). В результате получаем следующую картину деления или типизации геоэкологических районов по характеру модального распределения кривой функции опасных геоморфологических процессов в синергетической модели (Табл. 4.14).

Табл. 4.14

Характер модального распределения спектра опасных геоморфологических процессов в геоэкологических районах Иркутской области

Бимодальное	Переходное от бимодального к полимодальному	Полимодальное	Уномодальное
Восточно-Саянский, Хамар-Дабанский, Северо-Байкальский, Муйско-Кодарский	Лено-Ангарский, Байкало-Патомский	Канско-Ленский, Приморский, Предсаянский	Ангаро-Тунгусский

Геоэкологические районы классифицированы по типу структур геоморфологических процессов, синергетическому балансу и морфогенетической позиции геоморфосистем (Табл. 4.15).

Табл. 4.15

Синергетическая классификация геоэкологических районов Иркутской области

Геоэкологические районы	Распределение процессов	Синергетический баланс	Структурно-генетическая позиция	Тип структуры процессов
Восточно-Саянский, Хамар-Дабанский, Северо-Байкальский, Муйско-Кодарский	Бимодальное	Приток энергии	Оростатическая	Инициальный
Лено-Ангарский, Байкало-Патомский	Переходное от бимодального к полимодальному	Переход от притока к трансформации энергии	Переход от оростатической к метастатической	Переходный от инициального к транзакционному
Канско-Ленский, Приморский, Предсаянский	Полимодальное	Трансформация энергии	Метастатическая	Транзакционный
Ангаро-Тунгусский	Уномодальное	Диссипация энергии	Гомеостатическая	Финальный

Геоэкологические следствия и данные по синергетической структуре опасных геоморфологических процессов позволяют в некоторой степени прогнозировать сценарий их развития как на краткосрочную, так и на долгосрочную перспективу (Табл. 4.16).

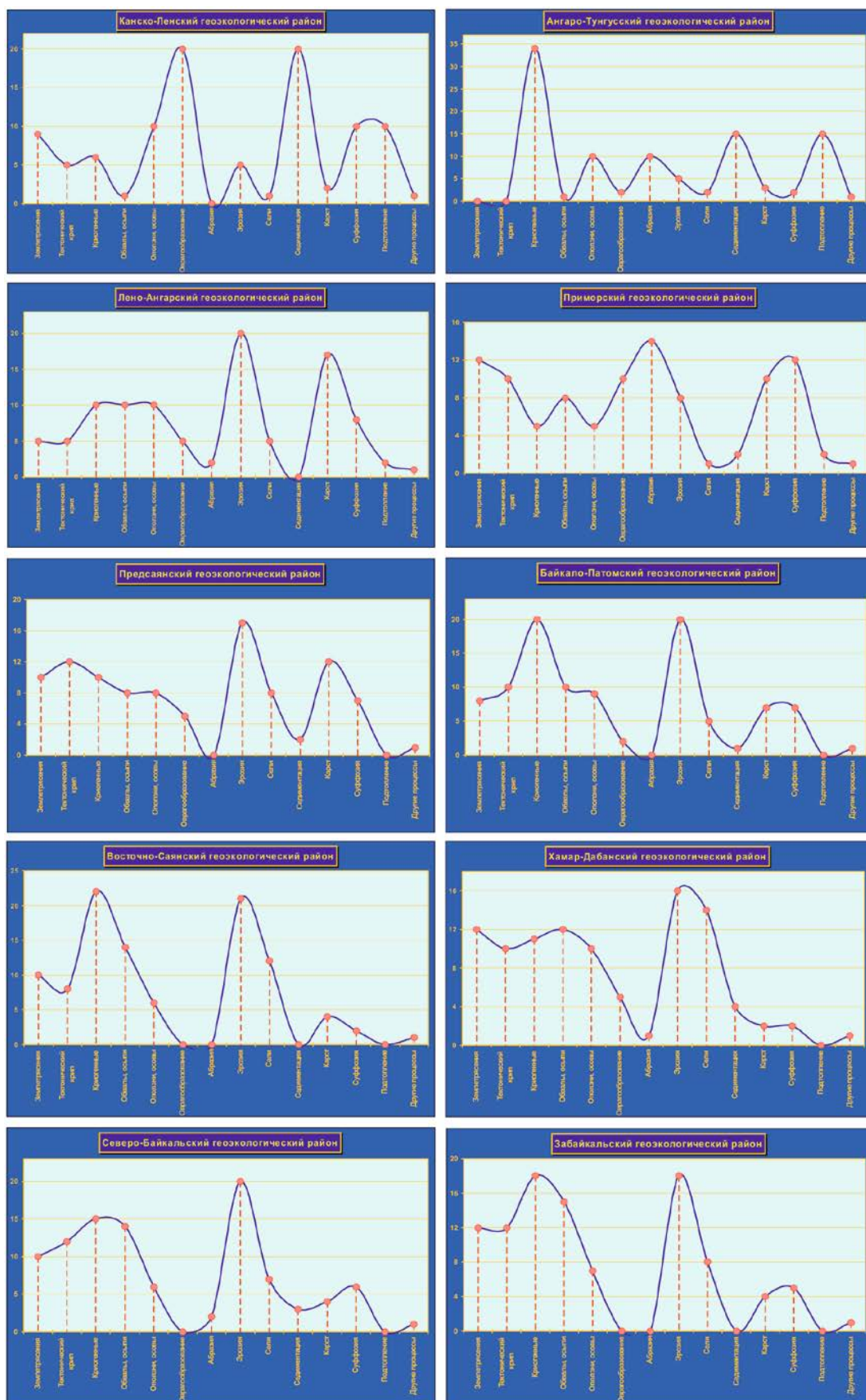


Рис. 4.9. Модальное распределение опасных геоморфологических процессов Иркутской области вдоль геоморфологического профиля от горных к равнинным районам (по вертикальной шкале отложены процентные значения в спектре опасных геоморфологических процессов по данному геоэкологическому району)

**Прогноз развития опасных геоморфологических процессов
в геоэкологических районах Иркутской области**

Геоэкологические районы	Краткосрочная перспектива (2-5 лет)	Долгосрочная перспектива (10-30 лет)
Восточно-Саянский, Хамар-Дабанский, Северо-Байкальский, Муйско-Кодарский	Тенденции в развитии процессов сохраняются	Слегка усилятся влияние ведущих и несколько ослабнет сопутствующих и второстепенных процессов
Лено-Ангарский, Байкало-Патомский	Слегка ослабнет влияние ведущих и несколько усилятся сопутствующих и второстепенных процессов	Существенно ослабнет влияние ведущих и усилятся сопутствующих и второстепенных процессов
Канско-Ленский, Приморский, Предсаянский	Тенденции в развитии процессов сохраняются	Тенденции в развитии процессов сохраняются
Ангаро-Тунгусский	Слегка ослабнет влияние ведущих и сопутствующих и несколько усилятся второстепенных процессов	Существенно ослабнет влияние ведущих и сопутствующих и усилятся второстепенных процессов

В аспекте прогноза развития опасных геоморфологических процессов Иркутской области отметим, что их динамики со свойственными им источниками поступления энергии, особенно эндогенными, не изменится, по крайней мере, в ближайшие 500-1000 лет (эволюция процессов). Однако влияние изменений глобального и регионального климата, которые активно протекают в последние 50-60 лет по все более нарастающей траектории в геометрической прогрессии (Основные закономерности глобальных и региональных изменений климата и природной среды в позднем кайнозое Сибири. Новосибирск: ИАЭТ СО РАН. 2002. 408 с.), несомненно, повлечет за собой преобразования в характере протекания геоморфологических процессов уже в ближайшие годы и десятилетия (динамика процессов). И этот фактор необходимо будет учитывать в ближайшем будущем при оценке развития природно-ресурсного потенциала Иркутской области.

Структура процессов в целом по Иркутской области

При геоэкологическом анализе спектра опасных геоморфологических процессов в целом для территории всей Иркутской области выделяются четыре их группы (Рис. 4.10, Табл. 4.16).

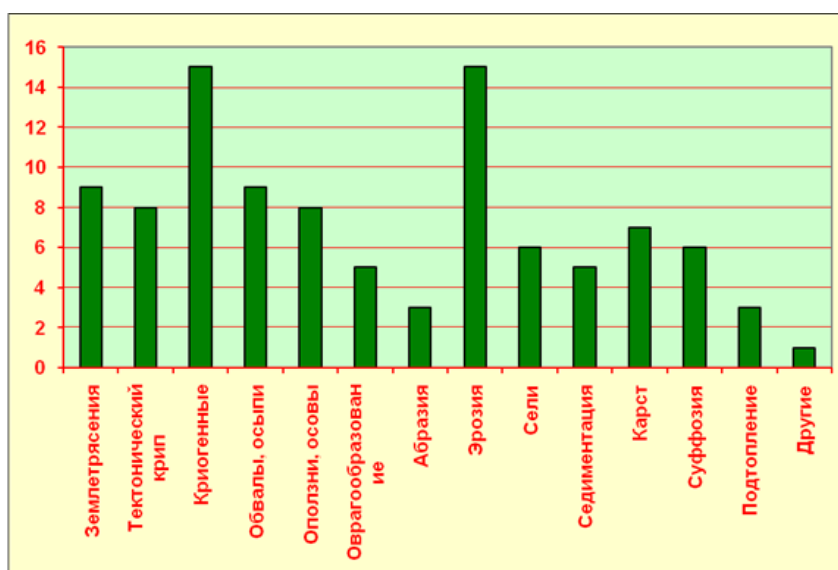


Рис. 4.10. Спектры опасных геоморфологических процессов в целом для Иркутской области

Табл. 4.16

Спектр опасных геоморфологических процессов Иркутской области по группам				
Группы	I	II	III	IV
Процессы	Криогенные, эрозионные	Обвалы и осыпи, землетрясения, крип, оползни	Карстовые, селевые, суффозионные	Оврагообразование, седиментация, абразия
Опасность в масштабах области	Высоко опасные	Опасные	Умеренно опасные	Не опасные
Доля в общей структуре, %	30	34	19	16

Первая группа – это *ведущие* опасные процессы: криогенные и эрозионные (по 15.0 %). Около 80 % площади Иркутской области находится либо в областях развития сезонной и многолетней мерзлоты на равнинных северных территориях, либо в средне- и высокогорных районах, подверженных горному оледенению. Широкое развитие эрозионных процессов связано как с глубоко расчлененным и резко дифференцированным рельефом, так и с достаточно увлажненным климатом и развитой гидросетью (реки Лена и Ангара – одни из крупнейших в Евразии).

Вторую группу составляют *сопутствующие* процессы. В их спектре на долю землетрясений, обвалов и осыпей приходится – по 9 %, оползней и тектонического крипа – по 8 %. Влияние активной тектоники и землетрясений на территорию Иркутской области очевидно. Все ее западные, южные и восточные районы находятся под воздействием этих геологических процессов. И хотя площадь воздействия не превышает 30 % всей территории Иркутской области, ситуация усугубляется тем, что именно здесь расположены основные населенные пункты, промышленные узлы, коммуникации. Только Братско-Усть-Илимский промышленный узел находится в удалении от сейсмотектонического воздействия со стороны Байкальской рифтовой зоны и Главного Саянского разлома. Также следует отметить, что опасные геоморфологические процессы в этой группе генетически тесно связаны; одни являются причиной порождения других (например, землетрясения вызывают обвалы и осыпи на склонах, тектонический крип – оползни).

Второстепенные опасные процессы разделены на две группы. Из них *третью группу* составляют: карстовые – 7 %, селевые и суффозионные – по 6 %. Карст и суффозия являются разным отражением одного процесса – разрушения зоны гипергенеза в земной коре водой и последующего переноса мелких частиц или растворов от одного геологического пласта (тела) к другому. Карст наиболее развит там, где встречаются легко размываемые горные породы: мел, гипс, мергели, мраморы, доломиты, известняки. Суффозия развивается в рыхлых отложениях в градиентных зонах рельефа, в предгорных шлейфах, зонах разломов. Широко развита на территории промышленных районов и урбанизированных центров техногенная суффозия. В городах она является самым опасным процессом. Сели приурочены к речным долинам в средне- и низкогорных частях хребтов. Селеопасные районы Иркутской области мало населены, но в Южном Прибайкалье сели представляют постоянную угрозу хозяйственной инфраструктуре и жизни людей.

Четвертую группу опасных геоморфологических процессов составляют оврагообразование и седиментация – по 5 %, абразия и подтопление – по 3 %. Оврагообразование развито в степных и лесостепных местностях на полого-холмистой Иркутско-Черемховской равнине. Незначительное развитие овражной эрозии отмечается в Предсаянском предгорном прогибе и на плоских водоразделах Канско-Рыбинской равнины. Седиментация не представляет серьезной угрозы и наиболее развита в Канско-Ленском и Ангара-Тунгусском районах. Очаги активной седиментации встречаются в Приморском и Байкало-Патомском районах. Абразионные процессы развиваются на побережье оз. Байкал – особенно активно на юго-восточных склонах Приморского и Байкальского хребтов. Здесь формируются многочисленные формы абразии: клифы, бенчи, гроты, изрезанные мысы, каменные острова и др. Опасность абразии увеличивается совместным действием тектонических и гравитационных процессов. В Предсаянском районе абразионная опасность на юго-восточных невысоких, но обрывистых склонах Олхинского плоскогорья может также негативно повлиять на элементы хозяйственной инфраструктуры.

Вклад остальных опасных геоморфологических процессов в общую структуру незначителен. Тем не менее, среди них можно отметить неблагоприятные (хотя и достаточно медленные) процессы эоловой седиментации на о. Ольхон, пролювиальные процессы в степных районах юга Иркутской области, просадочные и провальные явления, связанные с процессами галогенной тектоники в местах развития соляных структур – диапиров (Жигаловский вал). На локальном и детальном уровне при исследовании конкретного субъекта или вида природопользования возможно выделение и некоторых других опасных геоморфологических процессов.

Теперь проанализируем структуру опасных геоморфологических процессов всей Иркутской области по модальному распределению (Рис. 4.11).

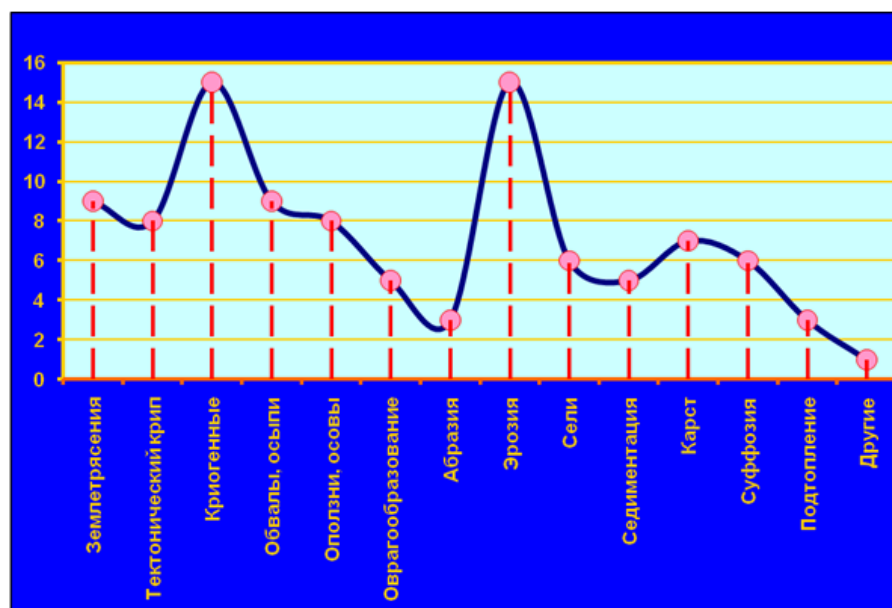


Рис. 4.11. Модальное распределение спектра опасных геоморфологических процессов в целом для территории Иркутской области

Получаем бимодальный характер распределения с началом перехода к полимодальному, т.е. для территории Иркутской области геоморфологическая система находится в состоянии окончания притока энергии и начала ее трансформации. Ее структурно-генетическая позиция характеризуется переходом от оростатического к метастатическому состоянию, а тип структуры процессов – переходный от инициального к трансакционному.

4.5. Пространственное распределение опасных геоморфологических процессов

Построены пространственные схемы для отдельных опасных геоморфологических процессов в геоэкологических районах по классам экологической опасности (Рис. 4.12).

Землетрясения. Сейсмоопасны Восточно-Саянский, Северо-Байкальский, Хамар-Дабанский, Муйско-Кодарский районы. В Байкало-Патомском районе количество землетрясений невелико, но он испытывает сейсмопотрясения от очагов в Республике Бурятия и Забайкальском крае. Они оказывают влияние на Приморский, Предсаянский и Лено-Ангарский районы. Слабое влияние землетрясений испытывает Канско-Ленский район и только в южной части с высокой освоенностью. В зоне свободной от сейсмовоздействия располагается Ангаро-Тунгусский район.

Тектонический крип вызывается слабыми подвижками в зонах разломов и повышенной трещиноватостью в тектонических блоках. Все сейсмоопасные районы испытывают негативное влияние со стороны тектонического крипа. По мере продвижения вглубь Сибирской платформы интенсивность тектонического крипа падает в связи с тем, что здесь практически отсутствуют активные разломы, а тектонические блоки являются геодинамически относительно стабильными.

Обвалы и осыпи – развиваются на крутых горных склонах, сложенных кристаллическими трещиноватыми или плотными осадочными горными породами. Их формированию способствуют и тектонические процессы. Эти виды геоморфологической опасности встречаются преимущественно в пределах горного расчлененного рельефа. Обвалы и осыпи представляют опасность в Приморском и Лено-Ангарском геоэкологических районах, особенно вдоль крутых придолинных склонов. Другие районы практически не подвержены данному виду опасности; их появление может быть спровоцировано непродуманной хозяйственной деятельностью.

Эрозия представляет наибольшую опасность в горных районах: Восточно-Саянском, Северо-Байкальском, Муйско-Кодарском. По мере продвижения к равнинам активность эрозионных процессов снижается, а в Канско-Ленском и Ангаро-Тунгусском районах не играет значительной роли.

Седиментация нигде не представляет угрозы, наиболее развита в Канско-Ленском и Ангаро-Тунгусском районах, где в совокупности с другими агентами морфогенеза может представлять опасность. Очаги седиментации встречаются в Приморском и Байкало-Патомском районах.

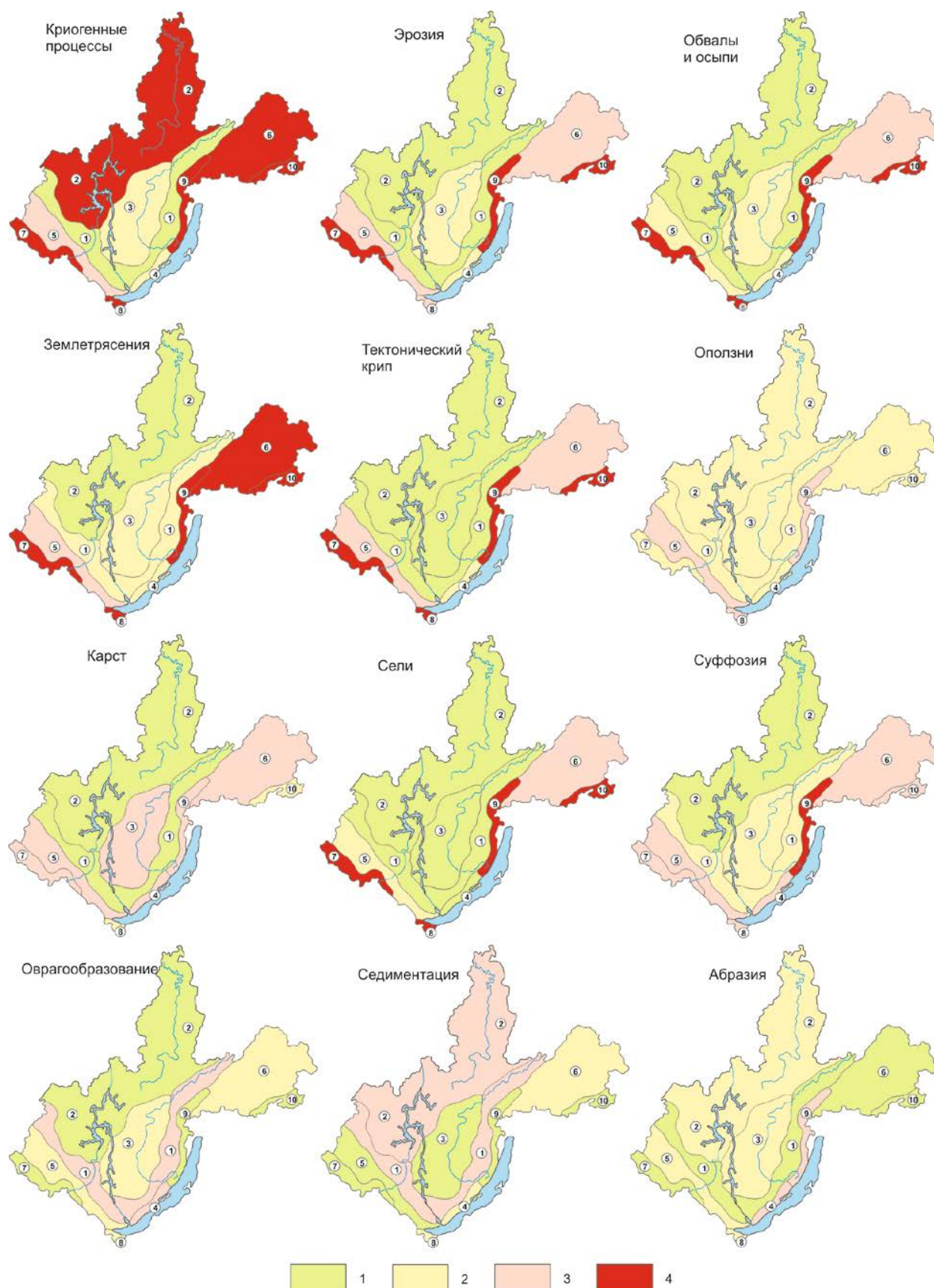


Рис. 4.12. Распределение опасных геоморфологических процессов по геоэкологическим районам Иркутской области. Классы экологической опасности: 1 – низкая (I класс); 2 – средняя (II класс); 3 – высокая (III класс); 4 – наиболее высокая (IV класс)

Суффозия распространена равномерно и представляет угрозу для хозяйственной инфраструктуры, за исключением Ангаро-Тунгусского геоэкологического района, где она сдерживается вечной и сезонной мерзлотой. Развита суффозия и у подножий горных хребтов, а также провоцируется человеком в местах подземных коммуникаций. Для городов суффозия представляет настоящее бедствие, постоянно нанося большой материальный ущерб.

Карст развит в карбонатных горных породах, в основном в Лено-Ангарском и Байкало-Патомском геоэкологических районах. В других горных геоэкологических районах, где карст связан с горными породами протерозоя, опасность меньше. Практически отсутствует карст в Канско-Ленском геоэкологическом районе и связан с мелкими островами развития карбонатных пород. Ангаро-Тунгусский геоэкологический район не подвержен карстовой опасности из-за отсутствия карстующихся горных пород (лишь небольшие ареалы на Ангарском кряже).

Оползни приурочены к обводненным рыхлым отложениям, размываемым террасам, участкам подтопления и солифлюкции. Распространены они в Иркутской области относительно равномерно, но нигде не представляют серьезной опасности, за исключением тех мест, где провоцируются хозяйственной деятельностью человека (например, по берегам Братского водохранилища).

Оврагообразование представляет опасность в Канско-Ленском и Приморском районах, в степных и лесостепных местностях, на полого-холмистой Иркутско-Черемховской равнине, где развиты податливые к эрозии песчаники. Незначительное развитие овражной эрозии отмечается в Предсаянском прогибе и на плоских водоразделах Канско-Рыбинской равнины.

Сели представляют угрозу в средне- и высокогорных районах: Восточно-Саянском, Хамар-Дабанском, Северо-Байкальском, Муйско-Кодарском. Особенно опасны они на северном макросклоне Хамар-Дабана, чему способствует большое количество атмосферных осадков (до 1000 мм/год). На низкогорьях и нагорьях сели развиты слабо, для равнин и плато не характерны.

Криогенные процессы развиты повсеместно. Особенно подвержены им Восточно-Саянский, Северо-Байкальский, Муйско-Кодарский, Хамар-Дабанский, Байкало-Патомский, Ангаро-Тунгусский геоэкологические районы. Снижается криогенная опасность в областях сезонно-мерзлых пород на плато, предгорьях и низкогорьях, покрытых темнохвойной тайгой (Предсаянский, Приморский, Лено-Ангарский районы). Криогенез не оказывает опасного воздействия на равнинах, покрытых светлохвойными лесами, в лесостепи и степи (Канско-Ленский район). Здесь он может быть спровоцирован непродуманной хозяйственной деятельностью.

Абразия развивается вдоль побережья оз. Байкал в Северо-Байкальском и Приморском геоэкологических районах. Опасность абразии увеличивается совместным действием тектонических и гравитационных процессов. В Предсаянском районе величина берегового размыва ниже. Лишь на склонах Олхинского плоскогорья она может повлиять на хозяйственную инфраструктуру.

Таким образом, в главе предложен новый метод оценки опасных геоморфологических процессов и риска природопользования на региональном уровне на примере Иркутской области. Проведено ее геоэкологическое районирование, классификация и картографирование опасных геоморфологических процессов, выявлены их спектры и структура, осуществлено синергетическое моделирование структуры процессов. На территории Иркутской области выделяется 10 геоэкологических районов. Предложенная классификация позволила выделить ведущие, сопутствующие и второстепенные опасные геоморфологические процессы для всех геоэкологических районов и Иркутской области в целом. Спектры и структура процессов обеспечили возможность их применения для оценки риска природопользования в отдельных районах Иркутской области, а синергетическое моделирование опасных геоморфологических процессов заложило основу для их структурно-генетического анализа. Все опасные геоморфологические процессы во всех геоэкологических районах подробно охарактеризованы, рассмотрена их региональная специфика.

ГЛАВА 5. ОПАСНЫЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА ТЕРРИТОРИИ ПРИОЛЬХОНЬЯ – СУБРЕГИОНАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ

5.1. Общая характеристика объекта исследований

Обоснование выбора объекта исследований

Субрегиональный уровень выдвигает ряд специфических требований: 1) геоморфологической единицей анализа должен быть геоэкологический район или его значительная часть, сопоставимая с геоморфологическим округом; 2) административной единицей следует принимать район, или его часть, сопоставимую с подрайоном; 3) территория исследований должна быть детально охарактеризована с геолого-геоморфологической точки зрения с акцентом на те явления и процессы, которые представляют опасность для главных видов природопользования; 4) территория исследований должна быть охарактеризована с экономико-географической точки зрения в плане выделения на ней главных субъектов и видов природопользования, для которых геоморфологические процессы и явления могут представлять опасность; 5) территория исследований должна быть охарактеризована с точки зрения антропогенной нарушенности ландшафтов; 6) необходимо наметить мероприятия по снижению риска природопользования, указать конкретные административные структуры, ответственные за их проведение; 7) ситуация в регионе должна быть охарактеризована посредством полевых исследований.

Опираясь на эти критерии, объектом исследований на субрегиональном уровне выбрана территория Приольхонья в Западном Прибайкалье по следующим соображениям.

1. Совпадение границ геоэкологических районов с административными границами Иркутской области – явление практически нереальное. Поэтому следует искать компромиссный вариант. Ему отвечает Приольхонье, которое располагается на западном побережье оз. Байкал, протягиваясь с юго-запада на северо-восток от пос. Бугульдейка до пос. Зама, а с юго-востока на северо-запад от берега Байкала до водораздела Приморского хребта. Согласно нашей карте геоэкологического районирования Приольхонье входит в состав Приморского геоэкологического района, а также в состав Ольхонского административного района Иркутской области.

2. Приольхонье расположено в центральной части Байкальской рифтовой зоны – области высокой современной геодинамической активности. Это определяет и высокий потенциал развития активных геоморфологических процессов, представляющих реальную угрозу (опасность) для человека и социально-хозяйственной инфраструктуры. Дополнительным фактором развития опасных процессов является особые мезоклиматические условия региона.

3. Приольхонье входит в состав Прибайкальского национального парка, что требует: а) высокой сохранности природных комплексов и экосистем; б) низкой антропогенной нарушен-

ности, упрощающей проведение природоохранных мероприятий; в) развития рекреационно-туристического хозяйства, минимально воздействующего на природу.

4. В Приольхонье выделяется один главный вид природопользования – рекреационно-туристический и два сопутствующих – сельское хозяйство, традиционные промыслы, что упрощает процедуру геоэкологических оценок риска природопользования. Рекреация представлена традиционным, экологическим и научно-познавательным туризмом.

5. Территория Приольхонья охарактеризована с геолого-геоморфологической и социально-экономической точек зрения с детальностью, достаточной для проведения намеченных геоэкологических исследований. Это собственные камеральные и полевые исследования автора диссертации, опубликованная литература, фондовые материалы.

6. Территория Приольхонья является перспективной в планах социально-экономического развития Иркутской области до 2015 г. в аспекте развития рекреационно-туристических отраслей экономики. Это обуславливает повышенное внимание к ней со стороны областных и муниципальных властей, перспективу привлечения инвестиций, что повышает вероятность внедрения в практику результатов проводимых нами геоэкологических исследований.

Общая географическая характеристика

Приольхонье располагается в Западном Прибайкалье (Рис. 5.1). На схеме физико-географического районирования Иркутской области (География Иркутской области. Вып. 3. Физико-географическое районирование Иркутской области. Иркутск: ИГУ. 1973. 328 с.) оно включено в состав Косостепско-Приольхонского округа Прибайкальской провинции Байкальско-Становой страны, что определяет особенности климата и геолого-геоморфологического строения. Климат формируется в результате смены систем циркуляции атмосферы в теплый и холодный периоды года и повышенного притока солнечной радиации к деятельной поверхности. Территория Приольхонья является частью крупной орографической системы – нагорья Прибайкалья и входит в структуру Байкальской рифтовой зоны. Здесь распространены горные породы раннепротерозойского, раннепалеозойского и позднекайнозойского возраста. Основной рельефообразующий элемент – зона Приморского разлома (Рис. 5.2).

Приморский разлом сформировался в раннем протерозое как взбросо-сдвиговая структура между Сибирской платформой и Байкальской горно-складчатой областью, а в кайнозое функционировал как сброс в структуре Байкальской рифтовой зоны. Вдоль зоны Приморского разлома по одному из мелких грабенов-сателлитов заложена Кучелго-Таловская котловина (депрессия), которая разделяет Приморский хребет с абсолютными отметками высот до 1500-1700 м и Приольхонское плато отметками высот до 800-900 м. Плато обрывается к котловине оз. Байкал отвесным уступом, вдоль которого заложена зона Обручевского разлома.

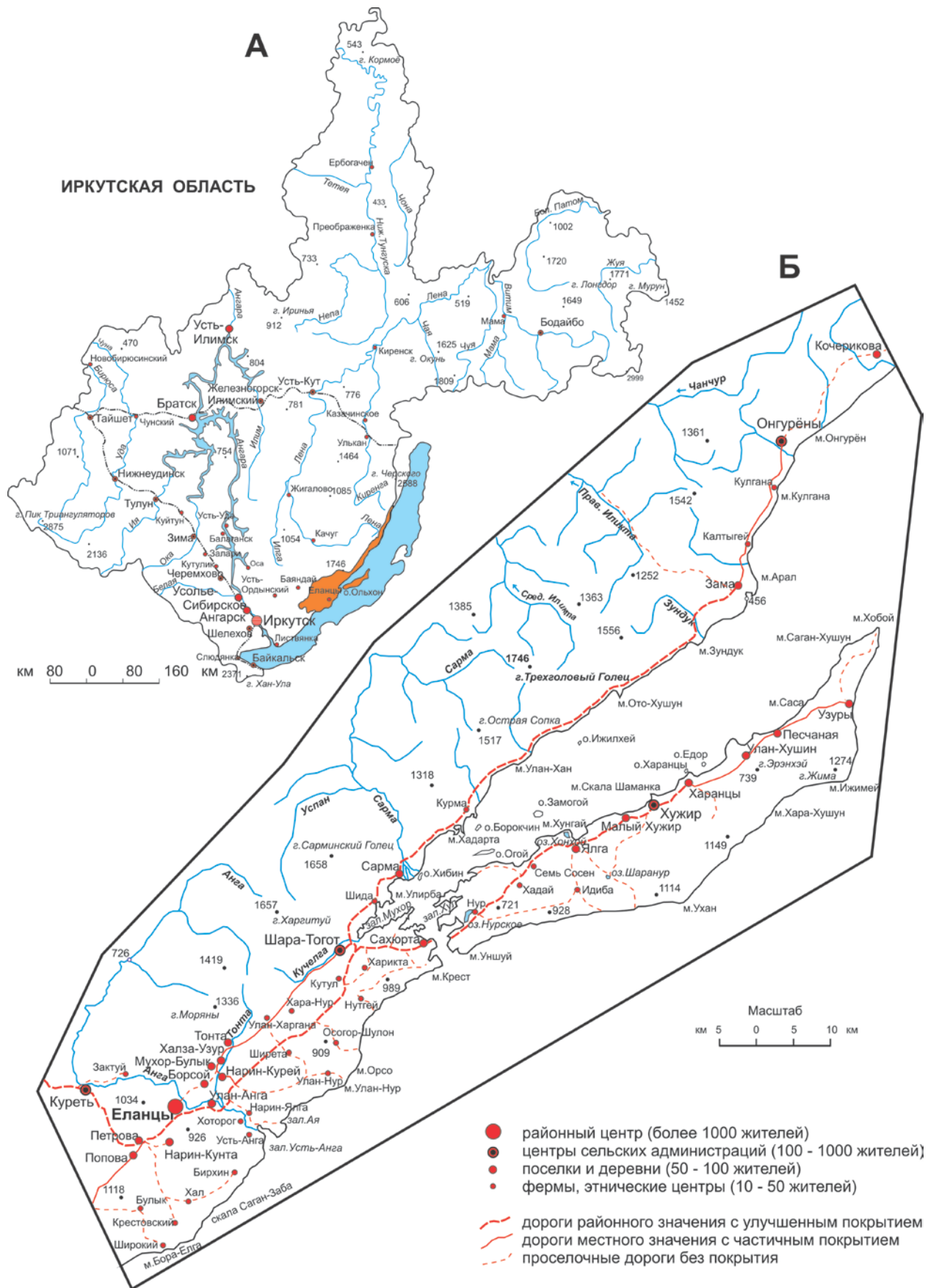


Рис. 5.1. Географическое положение Приольхонья: А - Ольхонский район Иркутской области (выделен оранжевым цветом); Б - Приольхонье - центральная часть Ольхонского района

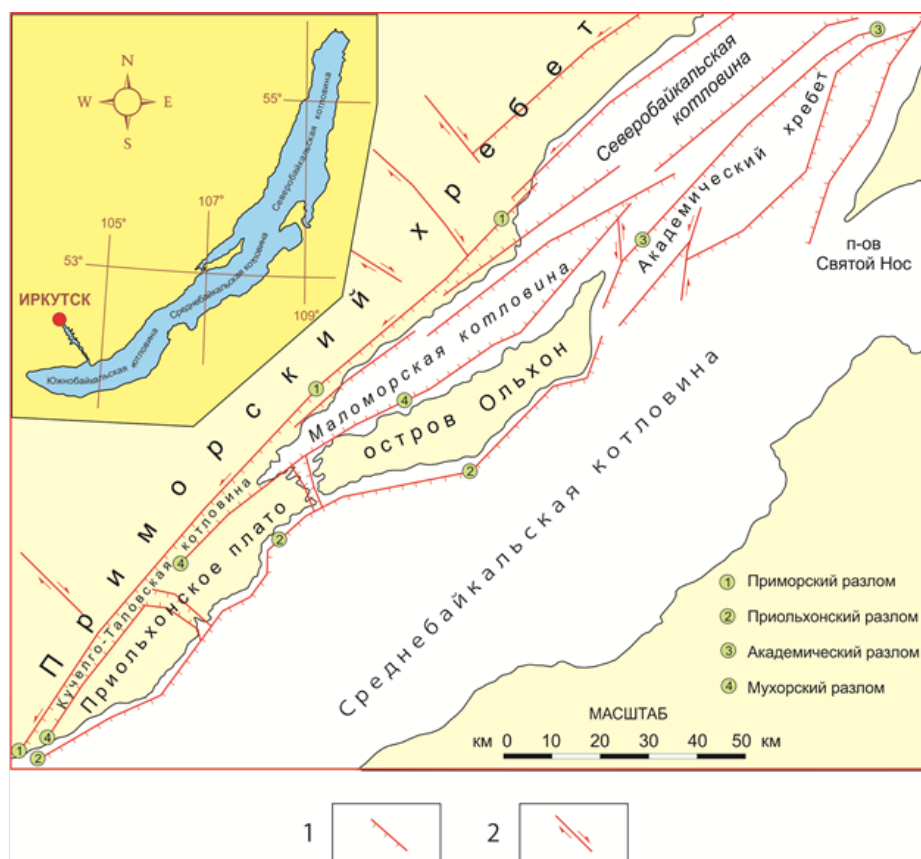


Рис. 5.2. Морфоструктурная схема Приольхонья

(составлена с использованием материалов из Хлыстов О.М., Мац В.Д., Воробьева С.С. Строение и развитие подводного Академического хребта // Геология и геофизика. 2000. № 6. С. 819-824; Хлыстов О.М., Мац В.Д., де Батист М. Юго-западное окончание Северобайкальской впадины: геологическое строение и корреляция с разрезами о. Ольхон и кернами BDP-96 и BDP-98 // Геология и геофизика. 2001. № 1-2. С. 373-383). Кинематика разломов: 1 – сбросы; 2 – сдвиги.

Сейсмический потенциал территории Приольхонья невысокий. Подавляющая часть зарегистрированных землетрясений не выше 10 энергетического класса. Значительно большее влияние оказывают далекие землетрясения с эпицентрами в центральных частях Байкальской рифтовой зоны. Развитие получили псевдосейсмогенные формы рельефа, обусловленные проявлением карстовых процессов. Широко представленные в Приольхонье карбонатные породы легко подвергаются размыву. В результате формируются пустоты в теле горного массива, куда проваливаются вышележащие слои. Провалы приводят к формированию замкнутых внутригорных бессточных котловин. Иногда в них формируются озера, вода которых слабо минерализована.

Ландшафтная ситуация на территории Приольхонья и всего Западного Прибайкалья детально изучалась Л.В. Данько (Данько Л.В., Кузьмин С.Б., Снытко В.А. Байкальские прибрежные геосистемы и их ландшафтно-геохимическая структура // География и природные ресурсы. 2000. № 3. С.45-51; Данько Л. В. О тенденциях развития геосистем западного побережья Байкала в голоцене // География и природные ресурсы. 2005. № 4. С. 48-54). Ею установлено, что ландшафты расположены в экотоне тайги и степи и отличаются уникальным разнообразием и контрастностью. Специфика физико-географических условий в регионе – влияние Байкала,

орографического положение и геоморфологическое строения – определяет черты ландшафтной организации. На небольшом пространстве здесь представлены нивально-альпинотипные, гольцовые, подгольцовые, горно-таежные, подтаежные и степные ландшафты. Особенностью природных комплексов Приольхонья является сочетание разнотипных геосистем. Особое положение занимает побережье Малого моря. Его ландшафтная структура характеризуется сочетанием разных ландшафтных систем: лесных, лесо-кустарничковых, остепненных сосняков и лиственничников, степных, луговых, лугово-болотных, песчаных, каменистых.

Ландшафтную структуру территории Приольхонья на модельных участках и полигонах детально изучала М.В. Загорская (Загорская М.В. Ландшафтная структура центрального Приольхонья // География и природные ресурсы. 2004. № 4. С. 58-68). Ею составлена специальная типологическая ландшафтная карта Приольхонья в масштабе 1 : 50 000, на которой показаны 32 группы фаций, относящиеся к 6 классам фаций, принадлежащих 2 геомам.

Кадастр типологических элементов ландшафтной зонально-высотно-поясной структуры ландшафтов Западного Прибайкалья рассматривался в (Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Ольхонский район. Иркутск: ИГ СО РАН. 1998. 183 с.). Выделены 7 региональных подразделений (типов ландшафтов), 15 морфоструктурных классов и 20 их вариантов (видов ландшафтов). К Приольхонью отнесены следующие виды ландшафтов (по катене от водораздела до побережья оз. Байкал): гольцовые среднегорья экзарационно-глыбовые, редколесно-таежные среднегорья денудационно-эрозионные глыбовые, таежные среднегорья денудационные глыбовые, низкогорья эрозионно-глыбовые, опустыненно-степные денудационные цокольные плато и равнины, лугово-степные аккумулятивно-денудационные равнины, равнины озерные аккумулятивные. Эта общая картина высотно-поясной структуры ландшафтов Западного Прибайкалья легла в основу наших построений.

Опасные природные процессы в зонах активных разломов

В последние 50-60 лет человек все более перемещаются из районов с благоприятными в районы с неблагоприятными, опасными природными условиями. Одними из таких регионов являются горы. Интерес к ним заметно возрос как в нашей стране, так и за рубежом. В горах наиболее фигурально проступают главные геоэкологические проблемы современности.

В горных странах опасность для человека и хозяйственной инфраструктуры связана в основном с развитием геолого-геоморфологических процессов. Их источником является геодинамическая активность земной коры. Степень и формы этой активности определяют сценарий эволюции и производительную силу опасных процессов и и повышают риск природопользования. Горный рельеф отличается сложным, специфическим строением и активным динамичным развитием, что наиболее характерно для изобилующих в горах активных разломов.

Сейсмический потенциал активных разломов обуславливает возникновение сейсмогравитационных процессов (отседание блоков горных массивов, образование в них трещин зияния, пливунов, обвалов, осыпей и др.) и тектонического крипа. Для геодинамически активных областей земной коры характерны высоко трещиноватые зоны в горных породах даже в межразломных, относительно устойчивых блоках. Это ослабляет их сопротивляемость выветриванию и способствует развитию эрозионных и гравитационных процессов, оползней, появлению подвижных курумов и осыпей, просадок грунтов, возникновению барьеров для стока подземных вод и ловушек для поверхностного стока, ареалов концентрации загрязнителей и т.п. Активные разломы служат каналами дегазации земных недр, обеспечивают разгрузку глубинных флюидов. По ним выносятся на поверхность массы химических элементов и соединений, как полезных для человека, так и токсичных. Изменяются ландшафтно-геохимические и биохимические характеристики горных пород, атмосферы, почв, растительности (прежде всего, древесной), формируются аномалии поступления тяжелых металлов, скапливаются аэрозоли.

В каждой конкретной зоне активного разлома сопутствующие опасные природные процессы проявляются по-разному, имеют индивидуальные различия в интенсивности протекания, создают неблагоприятные условия для ведения хозяйственной деятельности. Это обусловлено сочетанием следующих факторов: 1) развитием специфических геоморфологических условий, присущих конкретным разломным зонам; 2) особенностями осадконакопления и грунтовыми условиями; 3) гидрогеологическими особенностями; 4) характером геофизических полей; 5) степенью неоднородности и анизотропии в геолого-тектоническом строении зоны разлома; 6) строением скального субстрата; 7) проявлением новейших и современных тектонических движений; 8) самой морфологией (формой и строением) зоны разлома, ее размерами и пространственной ориентировкой (Рыбалкина Л.А. Активные разломы как факторы сейсмического риска на территории г. Петропавловска-Камчатского // Материалы ежегодной конференции, посвященной Дню вулканолога. Петропавловск-Камчатский: Наука – для Камчатки, 2003. С. 91-99).

Специфические процессы в зонах активных разломов приводят к образованию динамически неустойчивых форм рельефа. Зоны активных разломов – это области природной нестабильности и экологической напряженности на Земле. Острота экологических проблем возрастает здесь за счет критического состояния окружающей среды, вызванного геодинамическими процессами. Однако человек живет и осуществляет хозяйственную деятельность в зонах современной геодинамической активности земной коры. Иногда в таких местах расположены суперурбанизированные центры и крупные промышленные узлы. Например, западное побережье США от Лос-Анджелеса до Сан-Франциско (зона активного разлома Сан-Андреас); восточная Германия, южная Польша и Чехия (зона активного разлома Тейсейра-Торнквиста); северный Вьетнам и юго-восточный Китай (зона активного разлома реки Красная-Айлашань).

Не следует думать, что человек стал осваивать эти опасные районы Земли после того как достиг высокого технического уровня и глубокого знания опасных природных процессов, в частности в зонах активных разломов. Акклиматизация человека в таких неблагоприятных природных условиях складывалась постепенно, исторически, подсознательно началась еще в те периоды, когда он мало задумывался над глобальными проблемами окружающей среды. Технический прогресс, рост численности населения, его потребностей ставили вопросы обеспечения промышленности сырьем, а людей – продовольствием, землей, социальными и духовными благами. Человек перемещался из более «спокойных» регионов в менее «спокойные» с точки зрения развития опасных природных процессов. Человек рисковал. В новых районах его привлекала сиюминутная материальная выгода, отсутствие конкуренции, свобода выбора. То есть концепция допустимого риска родилась не двадцать и не тридцать лет назад, она развивалась и формировалась в течение всего исторического периода природопользования.

Активные разломы оказывали и продолжают оказывать влияние на жизнь и деятельность людей, и отрицательное, и положительное. Они были и остаются источником природных бедствий, иногда катастрофических. Но вместе с тем активность разломов определяла создание ландшафтов, благоприятствовавших становлению и развитию земледелия. Зоны разломов были источниками водоснабжения и естественными трассами речных и сухопутных коммуникаций. Двойственно воздействие разломов на живые организмы. С одной стороны, их мутагенный эффект обеспечил разнообразие диких предков культурных растений, позволившее древним земледельцам выбрать формы, наиболее продуктивные и пригодные для воспроизводства. С другой стороны, даже более слабые воздействия живых разломов равнинных территорий могут оказывать патогенное влияние на человека и биоту. Мы не можем изменить активность разломов и связанных с ней землетрясений и других опасных природных процессов, но можем и обязаны уменьшить их отрицательные воздействия путем разумного планирования строительства и землепользования и проведения защитных мероприятий. Следует использовать и положительные эффекты активного разломообразования как источников подземных вод, в частности минеральных, а также мест организации заповедников и национальных парков (Трифонов В.Г., Караханян А.С. Динамика Земли и развитие общества. М.: ОГИ, 2008. 435 с.).

Анализ рельефа на охраняемых природных территориях

Приольхонье на подавляющей части своей площади расположено в границах Прибайкальского национального парка, который является законодательно охраняемой государством природной территорией. Парк был создан в 1986 г. на площади 417297 га для защиты природных ландшафтов и экосистем, сохранения историко-культурного наследия, развития туризма на западном побережье оз. Байкал. За истекшие с этого момента годы было проведено функцио-

нальное зонирование территории парка с выделением зон рекреационно-туристического, природоохранного и средоформирующего назначения. К 1994 г. проведена инвентаризация и систематика животных и растений парка. В 1996 г. оз. Байкал и его побережье были включены в список Участков всемирного природного наследия ЮНЕСКО. В 1994-1998 г.г. по поручению Правительства Российской Федерации проведено экологически ориентированное планирование землепользования Ольхонского района Иркутской области, который включает значительную часть парка. В 1999 г. составлен «Кадастр участков, имеющих значение для сохранения биоразнообразия реликтовых степей Байкальской котловины». В 1999 г. принят Федеральный рамочный закон Российской Федерации «Об охране озера Байкал». В качестве подзаконных актов к нему приняты Постановления Правительства Российской Федерации: «Об экологическом зонировании Байкальской природной территории и информировании населения о границах Байкальской природной территории, ее экологических зон и об особенностях режима экологических зон» (2000 г., № 661); «О предельных значениях уровня воды в озере Байкал при осуществлении хозяйственной и иной деятельности» (2001 г., № 234); «Об утверждении перечня видов деятельности, запрещенных в центральной экологической зоне Байкальской природной территории» (2001 г., № 643); «Об особенностях охраны, вылова (добычи) эндемичных видов водных животных и сбора эндемичных водных растений озера Байкал» (2002 г., № 67). В 2000-2002 г.г. проведено зонирование Байкальской природной территории для целей охраны и воспроизводства природных систем. В 2000-2002 г.г. проведены работы по созданию на территории парка специальных микрорезерватов для сохранения реликтовых видов животных и растений (Воробьев В.В. Национальный парк на Байкале // География и природные ресурсы. 1986. № 4. С. 31-35; Антипов А.Н., Плюснин В.М. Экологическое зонирование Байкальской природной территории // География и природные ресурсы. 2002. № 4. С. 14-23; Закон РФ «Об охране озера Байкал» как фактор устойчивого развития Байкальского региона. Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2003. 258 с.; Рябцев В.В., Турута А.Е. Сохранение биоразнообразия байкальских степей: Прибайкальский парк // Степи Евразии. Оренбург, 2003. С. 436-440).

Геоэкологические исследования на охраняемых природных территориях проводятся для создания системы устойчивого природопользования, которая предполагает сохранение: 1) жизни и здоровья людей; 2) функционирующей хозяйственной инфраструктуры; 3) био- и георазнообразия геокомплексов и экосистем. Эта система требует сохранения всей среды обитания человека в состоянии, способствующем воспроизводству его материальных и духовных благ. Устойчивое природопользование – это основа экономической стабильности. Но в обстановке роста населения и нехватки ресурсов на первый план выходят вопросы ресурсосбережения.

С распадом СССР многие здравницы и туристические центры были Россией утеряны. Изменившаяся структура финансовой обеспеченности граждан определила поиск новых районов с

достаточными для обеспечения туризма природными ресурсами. Стало актуальным развитие местного рекреационно-туристического потенциала регионов. В последние годы туристы все чаще предпочитают путешествия в места с дикой (ненарушенной или слабонарушенной) природой с целью получить представление о ландшафтных и этнокультурных особенностях регионов, не нарушая при этом целостности экосистем. Такой туризм позволяет активно эксплуатировать рекреационный потенциал территории, получать материальную выгоду и одновременно поддерживать природу в относительно нетронутом состоянии для повторного (циклического) использования, создает условия, при которых охрана природы становится выгодной делопроизводителям туризма, туристам, местным властям, аборигенному населению. Небольшие капиталовложения в такого рода туризм позволяют получать высокие и устойчивые доходы (Панов И.Н. Экологический туризм и его роль в устойчивом развитии территорий // Вестник МГУ. Серия географическая. 1998. № 6. С. 13-18; Преловский В.И. О содержании понятия «экологический туризм» // География и природные ресурсы. 2002, № 2, с.24-31; Фаддеев А.О. Вопросы оценки геоэкологического риска и геоэкологической безопасности на рекреационных территориях // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2008. № 6. С. 86-93).

Опасные природные процессы чаще снижают экономический потенциал для развития хозяйственной деятельности, но в отдельных случаях могут и повышать его. Туризм является таким исключительным видом деятельности, для которого воздействие источников и видов геоморфологической и других видов природной опасности может положительным. Менеджеры и бизнесмены в сфере туризма имеют возможность с выгодой для своего бизнеса и для состояния окружающей природной среды и экосистем использовать некоторые опасные геоморфологические явления. А конкурентоспособность экономики туризма в обстановке геоморфологической опасности по сравнению с другими отраслями хозяйства закономерно возрастает.

Особенность туризма в дикой природе заключается в стремление человека получить эстетическое и духовное удовлетворение, эмоциональный и физический заряд бодрости посредством общения с дикой природой, изобилующей естественными опасностями, которые, разнообразят ритмы жизни, располагают к приключениям. Особенно это относится к жителям крупных городов, для которых особенно ценны ситуации повышенного риска (адреналин в крови) во время отдыха на природе: альпинизм, горнолыжный спорт, спелеотуризм, сплав по горным рекам и т.п. В этой связи туризм будет тяготеть именно к местам повышенной геоморфологической опасности, где он обеспечен надлежащими природными ресурсами.

Горный рельеф отличается сложностью и контрастностью, что обуславливает разнообразие и быструю смену в пространстве уникальных пейзажей, наличие эстетически значимых ландшафтов. Разные типы рельефа и климатических обстановок будут способствовать развитию разных видов экологического туризма (Табл. 5.1).

Перечисленные виды туризма связаны с местами повышенной геоморфологической опасности. В Приольхонье они встречаются повсеместно, являются составляющими природно-ресурсного потенциала экологического туризма. Большую роль играет эстетическая привлекательность опасных геоморфологических явлений. Основа этой привлекательности – горный рельеф, воспринимаемый через эстетику и гармоничность его морфологии, через соответствие нашим представлениям об идеальных формах окружающего мира (Борсук О.А., Тимофеев Д.А. Привлекательность как критерий эстетической геоморфологии // Геоморфология на рубеже XXI в. М.: МГУ, 2000. С. 124-126). Горы – наиболее привлекательный рекреационный объект. Большая часть населения Земли проживает на равнинах, что и определяет отношение к горам как особым ландшафтам с уникальными характеристиками (Жидков М.П., Лихачева Э.А. Альпы и Кавказ – эстетика рельефа // Геоморфология. 2002. № 3. С. 61-73; Черных Д.В. Горное ландшафтоведение: ретроспективный анализ и перспективы в контексте устойчивого развития // Ползуновский вестник. 2005. № 4. Ч. 2. С. 35-40).

Табл. 5.1

Виды туризма для разных типов горного рельефа и климата

Тип климата	Тип горного рельефа					
	Низкогорный		Среднегорный		Высокогорный	
	Слабо расчлененный	Сильно расчлененный	Слабо расчлененный	Сильно расчлененный	Слабо расчлененный	Сильно расчлененный
Гумидный	Пеший туризм, велотуризм, лыжный туризм	Спелеотуризм, конный туризм, сплавы по рекам, ориентирование	Конный туризм, велотуризм в сочетании с автосафари	Сплавы по рекам, спелеотуризм, ориентирование	Автосафари, горнолыжный туризм	Альпинизм
Аридный	Велотуризм, автосафари, бурный летний туризм	Пеший и конный туризм	Конный туризм, автосафари	Планерный туризм, альпинизм	Автосафари в сочетании с пешим туризмом	Альпинизм
Перигляциальный	Пеший туризм, велотуризм, бурный зимний туризм	Конный туризм, фристайл	Сплавы по рекам, горнолыжный туризм	Слалом, экстремальный спелеотуризм	Слалом-гигант	Альпинизм

В каждом регионе туристический продукт своеобразен в силу природных и социально-экономических причин. Его конкурентоспособность в рамках национального и мирового рынков определяет эффективность туризма. Под конкурентоспособностью понимается способность туристического продукта обеспечивать высокую доходность на вложенный капитал при устойчивом использовании ресурсов, постоянную ориентацию на изменяющийся спрос, сохранение и улучшение позиций на рынке относительно конкурентов. Формирование конкурентоспособного туристического продукта состоит из нескольких уровней: 1) маркетинг – анализ потребительских предпочтений, отраслевых и целевого рынков, структуры спроса, прогнозирование конъюнктуры; 2) природно-ресурсный потенциал; 3) культурно-историческое наследие; 4) объекты

инфраструктуры – гостиничный комплекс, транспортные предприятия, сфера торговли, телекоммуникационные системы и т.п.; 5) кадровый потенциал; 6) финансовый и инвестиционный потенциал; 7) управление воздействием на окружающую среду и безопасностью; 8) региональный мониторинг (Даниленко Н.Н., Думова И.И., Липнягова Р.Р. и др. Концепция развития туризма в регионе: основные положения // Регион, 2003. № 4. С. 37-46).

Поэтому туризм будет особенно актуален в смысле конкурентоспособности и эффективности для тех регионов, которые обладают уникальной, слабо нарушенной, эстетически значимой природой, но испытывают социально-экономические трудности. Примером такого рода регионов и является Приольхонье. Главный рекреационный объект здесь – это оз. Байкал и его побережье – Участок Всемирного наследия ЮНЕСКО, – которое занимают средне- и низкогорные массивы, плоскогорья, плато и соответствующие им ландшафты. Они отличаются высоким био- и геознергетическим потенциалом, который связан с длительной геологической историей региона, активным современным рифтогенезом, высокой сейсмичностью, выходами минерализованных вод и флюидов, особыми геофизическими и геохимическими полями и т.д. (Тайсаев Т.Т. Геохимические ландшафты Приольхонья и этногенез // География и природные ресурсы. 1999. № 4. С. 30-36; Снытко В.А., Данько Л.В., Кузьмин С.Б. и др. Разнообразие геосистем контакта тайги и степи западного побережья Байкала // География и природные ресурсы. 2001. № 2. С. 61-68). Природа региона уникальна, но очень ранима, а Ольхонский район, в состав которого входит Приольхонье, является самым экономически слабо развитых в Иркутской области.

5.2. Геолого-геоморфологическое строение

Территория Приольхонья вместе с островом Ольхон и Маломорской впадиной образуют Приольхонскую краевую тектоническую ступень в геолого-тектонической структуре центральной части Байкальской рифтовой зоны (Байкальский рифт. Новосибирск: Наука, 1975. 131 с.). Обручевский сброс в районе устья р. Бугульдейка разделяется на Приморский и собственно Обручевский разломы, между которыми и заключена Приольхонская краевая тектоническая ступень. В ее северо-восточное окончание вклинивается сухопутное продолжение Маломорской впадины – Кучелго-Таловская депрессия, развитая по Бугульдейско-Чернорудскому грабену, а сама ступень несколько отходит от Приморского хребта. По простиранию к северо-востоку Приольхонская ступень постепенно переходит в междувпадинную перемычку, составленную ансамблем неотектонических форм о. Ольхон и подводного Академического хребта. Абсолютные высоты рельефа Приольхонской ступени изменяются в пределах 580-1100 м, что обусловлено ее блоковой дифференциацией и ярусным разновозрастным рельефом (Уфимцев Г.Ф. О неотектонике Приольхонья // Геология и геофизика. 1985. № 6. С. 37-45; Уфимцев Г.Ф.

Морфотектоника Байкальской рифтовой зоны. Новосибирск: Наука, 1992. 216 с.). Поэтому развитие опасных геолого-геоморфологических процессов связано в Приольхонье с геодинамикой, активной тектоникой и сейсмичностью в Байкальской рифтовой зоне (Лапердин В.К., Имаев В.С. Геологические опасные процессы в зоне Байкальского рифта и сопредельных территорий // Вопросы инженерной сейсмологии. 2010. Т. 37. № 1. С. 40–55).

Обручевский и Приморский разломы отчетливо выражены в рельефе уступами-обрывами. Главным их элементом являются крутые до 45-55° склоны треугольной формы – фасеты, образующие в рельефе сбросовый эскарп. В основании уступа Приморского разлома обычны проявления молодой тектоники, мелкие разломы-эскарпы секут поверхность предгорного шлейфа Приморского хребта. Часть сместителей, приуроченных к опущенному крылу Приморского разлома-сброса, погребена предгорными отложениями. Долины рек Анга, Харга, Сарма, Курма, Зундук трассируют вкрест зону Приморского разлома и в своих приустьевых частях образуют S-образные изгибы, что свидетельствует о сдвиговых дислокациях.

Наряду с разломами северо-восточного простирания большое значение имеют разломы юго-западного простирания (Хренов П.М., Демин А.Н., Таскин А.П. Скрытые поперечные разломы Байкальской рифтовой системы // Роль рифтогенеза в геологической истории Земли. Новосибирск: Наука. 1977. С. 99-104). Они выражены в рельефе Приольхонья сквозными понижениями – блокоразделами (Плешанов С.П., Рамазина А.А. Основные этапы формирования рельефа Приольхонья // Геоморфология. 1975. № 4. С. 85-89). Наличие этих систем разломов определяет характерную особенность неотектонической структуры Приольхонья: составляющие ее композицию малые грабены и горсты образуют эшелонированные системы с особым полем тектонических напряжений (Шерман С.И. Приморский разлом в Западном Прибайкалье // Информационный бюллетень ИЗК СО АН СССР. Иркутск, 1970. С.14-15; Черемных А.В. Поля напряжений в зоне Приморского сброса (Байкальский рифт) // Литосфера. 2011. № 1. С. 135–142). Грабены приурочены к двум типам молодых тектонических структур: 1) линейным разломам северо-восточного простирания, унаследованным от раннепалеозойских геологических структур, 2) «пулл-апарт» структурам север-северо-восточного простирания, связанным с более поздними сдвиговыми дислокациями в Байкальской рифтовой зоне (Склярова О.А., Скляров Е.В., Федоровский В.С. Структурно-геологический контроль локализации и состава вод озер и родников Приольхонья // Геология и геофизика. 2002, № 8, с.732-745).

В Приольхонье можно выделить несколько главных морфоструктурных элементов. Основным является Приморский разлом (азимут падения сместителя – 130-140°, угол – 70-80°). Он имеет долгую тектоническую историю и в кайнозой функционировал как сброс с левосдвиговой компонентой. Вдоль опущенного крыла Приморского разлома заложена Кучелго-Таловская депрессия с отметками высот от 440 до 600 м, частично затопленная водами оз. Байкал в районе

залива Мухор. Депрессия разделяет два других морфоструктурных элемента: Приморский хребет с абсолютными отметками высот рельефа до 1500-1700 м и Приольхонское плато с отметками высот до 800-900 м. Приольхонское плато обрывается к основной впадине оз. Байкал почти отвесным уступом, вдоль которого протягивается зона Обручевского разлома.

Низкогорный слабоконтрастный ложинно-западинный мелкокотловинный рельеф Приольхонского плато унизан линейно вытянутыми грядами, гребнями и холмами, осложнен суффозионными воронками, карстовыми полостями и останцами. Многочисленные извилистые долины, в основном сухоходольные, с пологими днищами и бортами, расчленяют плато на ансамбль котловин и изометричных возвышенностей. Край плато, обращенный к котловине оз. Байкал, представлен обрывистым уступом с перепадом высот до 400-500 м, испещренным мелкими заливами и мысами. Северо-западный край плато имеет менее контрастный переход к Кучелго-Таловской депрессии с перепадами высот 100-150 м, лишь в нескольких местах представленный короткими невысокими (30-50 м) уступами. Зона Приморского разлома формирует юго-восточный склон Приморского хребта, который выражен грандиозным эскарпом с перепадом высот до 1000 м. Водоразделы хребта плоские, с холмисто-увалистым рельефом. Вершины представлены плоскими гольцами, на которых развиваются криогенные процессы. Северо-западный склон хребта пологий, плавно переходит к морфоструктурам Сибирской платформы. Лишь в нескольких местах хребет прорезается реками, впадающих в Байкал. Долины их узкие, представлены ущельями. Мелкие реки, стекающие с хребта, не достигают Кучелго-Таловской депрессии, теряя свои воды в трещиноватых зонах Приморского разлома.

Эскарпы, фасеты, цокольные террасы, гребни и карманы – набор типичных геоморфологических элементов в зонах сбросовых разломов – широко распространены в Приольхонье. Продольные профили рек вкрест простирания Приморского разлома характеризуются перепадами, которые фиксируют зоны локальных сбросов и в рельефе выражены уступами с камнепадами высотой до 20-30 м. Прямолинейностью, подчиненной структуре Приморского разлома, обладают многие элементы рельефа: узкие вытянутые гребни, гряды, холмы.

Абразионные процессы формируют извилистые обрывистые берега Байкала, где развиты гроты, клифы, навесы, полости вымывания. В бухтах происходит аккумуляция осадков, формируются песчаные и галечно-гравийные пляжи. Последние доминируют, но и те и другие легко разрушаются (размываются на бенчах, заболачиваются или заиляются в устьях рек). Риасовый тип берегов возник в позднем плейстоцене в результате тектонических движений и ингрессии вод Байкала в понижения грядово-ложбинного субаэрального рельефа.

На территории Приольхонья сформировался трехъярусный разновозрастный рельеф (Лопатин Д.В., Сквитина Т.М. Ярусное строение рельефа Приольхонья и о. Ольхон в геоморфологической структуре Западного Прибайкалья // Геоморфология. 2008. № 4. С.83-91). Наиболее

древний ярус рельефа – это вершинные поверхности Приморского хребта – реликты мел-палеогенового пенеппена с корой выветривания (Логачев Н.А, Ломоносова Т.К., Климанова В.М. Кайнозойские отложения Иркутского амфитеатра. М.: Наука, 1964. 195 с.). Разной крутизны склонами они отделены от второго яруса – неогеновой придолинной поверхности выравнивания. Ярус составлен пологоволнистыми поверхностями, увенчанными островными горами, педиментами, вложенными в них замкнутыми озерными котловинами, широкими долинами-суходолами, составляющими верхние звенья долинной сети. Часто они открываются непосредственно в байкальскую впадину. Здесь эти палеодолины оборваны молодыми сбросами. Характерным элементом придолинной поверхности выравнивания являются широкие педиментные проходы, соединяющие отдельные речные бассейны. Третий ярус рельефа представлен днищами современных долин рек (Уфимцев Г.Ф., Кулагина Н.В., Щетников А.А. и др. Древние долины западного побережья Среднего Байкала // Геология и геофизика, 2000. № 7. С. 983-989).

5.3. Рельеф как источник геоморфологической опасности и риска

Хозяйственная ситуация и антропогенная нарушенность

Основными видами хозяйственной деятельности в Приольхонье являются рекреация, сельское хозяйство и традиционные промыслы. *Рекреация* представлена экологическим туризмом. В основном это неорганизованные туристы, спонтанные группы, прибывающие отдохнуть на «дикой» природе со всех регионов РФ. Все они концентрируются вдоль прибрежной полосы оз. Байкал, на землях, не имеющих официальных прав рекреационного использования. Организованный туризм поддерживается в нескольких центрах. Наиболее крупный из них – турбаза «Маломорская» в поселке Сахюрта, которая имеет областной статус и удовлетворяет всем требованиям туристического бизнеса. Несколько турбаз расположены вдоль побережья заливов Мухор и Куркут. Перспективы и возможности внешнего инвестирования туризма высоки, но отсутствие четкой программы развития снижает их эффективность. Организации и фирмы формируют туристические центры без учета природной и социально-экономической ситуации. В них мало заботятся о сохранении и приумножении природно-ресурсного потенциала. Бытующая среди менеджеров туризма психология временщиков способствует моральному и материальному обнищанию местного населения, разрушению уникальной природы.

Из видов *сельского хозяйства* наиболее развиты пастбищное скотоводство и земледелие. Они сосредоточены в районе населенных пунктов. В райцентре Еланцы расположен СХПК «Еланцинский» – крупнейшее сельскохозяйственное предприятие. Остальные малорентабельны. Развитие получило фермерское хозяйство, в распоряжении которого выросла доля крупного рогатого скота и свиней по сравнению с овцами и лошадьми. Традиционное для местных жите-

лей разведение овец и лошадей мало пользуется в современных условиях спросом. Пахотное земледелие слабо развито в связи с отсутствием плодородных земель. Распространено личное подсобное хозяйство. Пастбища занимают основные площади сельскохозяйственных земель. Постоянные пастбища отсутствуют. Используются полукочевые приемы пастбы овец и свободный выгул крупного рогатого скота. Сенокосные участки разрознены и малочисленны. Значительную долю сбыта продукции фермеры находят среди отдыхающих.

Традиционные промыслы в Приольхонье представлены рыболовством, сбором лекарственных трав, грибов и ягод и практически прекратившей свое существование охотой. Местное население пользуется этническим правом на промысловый лов рыбы. Охота поддерживается главным образом русским населением, зачастую не местным.

Из других видов природопользования можно отметить лесное хозяйство. Промышленность представлена Маломорским рыбным заводом в поселке Сахюрта.

Основной вклад в нарушенность ландшафтов вносит деятельность неорганизованных и частично организованных туристов, особенно вдоль автомобильных путей сообщения, пешеходных троп и на побережье озера в местах туристических стоянок. Отсутствие спланированной сети дорог приводит к тому, что раскатываются все новые их ответвления. Вдоль них активизируется дорожная эрозия, вырабатываются глубокие овраги и промоины. Происходит подрезка склонов, развитие осыпей, обвалов. Хаотически расположенная тропиновая сеть является источником эрозии, осыпеобразования. В результате антропогенной трансформации геоморфологических процессов (Лисакова О.Г. Антропогенная трансформация геоморфологических процессов Ольхонского региона // Геоморфология. 2008. № 2. С. 32-37) на побережье Байкала основной урон ландшафтам наносится при оборудовании туристических стоянок.

Геоморфологическая опасность и риск в Приольхонье

Для обеспечения рентабельности туризма важной является оценка геоморфологической опасности и риска природопользования. Их источниками являются рельеф и современная геодинамика земной коры, климат, хозяйственная деятельность. Мной осуществлена классификация опасных геоморфологических процессов Приольхонья (Табл. 5.2). По сравнению с классификацией опасных геоморфологических процессов Иркутской области (региональный уровень) в классификацию для территории Приольхонья (субрегиональный уровень) добавились значимые на этом пространственно-иерархическом уровне группы опасных процессов, такие как, эоловая дефляционная и аккумулятивная, фитогенной седиментации, плоскостного смыва (плоскостная эрозия); а также отдельные опасные процессы – дельтовая аккумуляция, эрозия вдоль дорог и троп. Из классификации исключены незначимые на субрегиональном уровне Приольхонья озерная седиментация, селевые процессы.

Классификация опасных геоморфологических процессов Приольхонья

Группа процессов	Ведущие процессы	Характер распределение	Высотный пояс, м	Источник опасности	Возможные негативные последствия для человека
Сейсмогенные быстрые	Землетрясения	Площадной	450-1600	Тектоника, мантийная дифференциация вещества	Разрушение сооружений и конструкций, средств коммуникации, гибель людей
Сейсмогенные медленные	Тектонический крип	Фронтальный	460-1000	Тектонические движения по зонам разломов	Разрушение сооружений и конструкций, средств коммуникации
Мерзлотные	Термокарст, пучение	Точечный	480-1500	Термогидрогенные изменения, наледеобразование, режелация	Деформации оснований конструкций и фундаментов сооружений, разрыв средств коммуникации
Собственно гравитационные	Обвалы, осыпи	Фронтальный	460-1500	Гравитационные процессы, трещинообразование, сейсмичность	Разрушение сооружений и конструкций, средств коммуникации, гибель людей
Блокового сползания	Оползни, осы	Фронтальный	500-700	Дезинтеграция и обводнение рыхлых осадков, сейсмичность, гравитационные процессы	Деформации оснований конструкций и фундаментов сооружений, разрыв средств коммуникации
Плоскостного смыва	Плоскостная эрозия	Площадной	500-900	Атмосферные осадки, антропогенное разрушение почв	Разрушение сельскохозяйственных угодий и мест рекреации
Линейного размыва	Овражная эрозия	Линейный	460-800	Обильные атмосферные осадки, антропогенное разрушение почв	Разрушение сельскохозяйственных угодий, отдельных зданий и конструкций, нарушение коммуникации
Абразионные	Абразия	Фронтальный	450-500	Волноприбойная деятельность	Нарушение оснований сооружений и стройплощадок
Дефляционные	Дефляция, коррозия	Площадной	500-900	Денудационная деятельность ветра	Нарушение сельскохозяйственных угодий и мест рекреации
Аккумулятивные	Площадная аккумуляция	Площадной	500-700	Аккумулятивная деятельность ветра	Нарушение сельскохозяйственных угодий и мест рекреации, строительных площадок
Эрозии рек и временных водотоков	Глубинная и боковая эрозия	Линейный	460-800	Атмосферные осадки, питание за счет ледников и снежников, гравитационный потенциал	Нарушение оснований сооружений и строительных площадок, объектов промышленности и соцкультбыта, разрыв средств коммуникации
Аккумуляции рек и временных водотоков	Дельтовая аккумуляция	Площадной	460-480	Обильные атмосферные осадки, образование подпруд в речных долинах	Нарушение мест рекреации
Денудации растворимых пород	Карст	Точечный	500-900	Наличие карстующихся пород, достаточное атмосферное увлажнение	Нарушение оснований сооружений и строительных площадок, объектов промышленности и соцкультбыта, разрыв средств коммуникации
Денудации нерастворимых пород	Суффозия	Точечный	500-700	Наличие подземных водоносных горизонтов, достаточное атмосферное увлажнение	Нарушение оснований сооружений и строительных площадок, объектов промышленности и соцкультбыта, разрыв средств коммуникации
Фитогенная седиментация	Формирование торфяников, заболачивание	Площадной	450-500	Изменение уровня Байкала, подпор береговых валов, прогибание мелких впадин	Нарушение оснований сооружений и строительных площадок объектов промышленности и соцкультбыта, сельскохозяйственных угодий и мест рекреации
Технобилизационные	Формирование дорог и троп	Линейный	460-800	Антропогенная хозяйственная и рекреационная деятельность	Нарушение мест рекреации, провокация других опасных морфогенетических процессов

На основе классификации проведено картографирование опасных геоморфологических процессов; масштаб картографирования – 1 : 200 000 (Рис. 5.3).

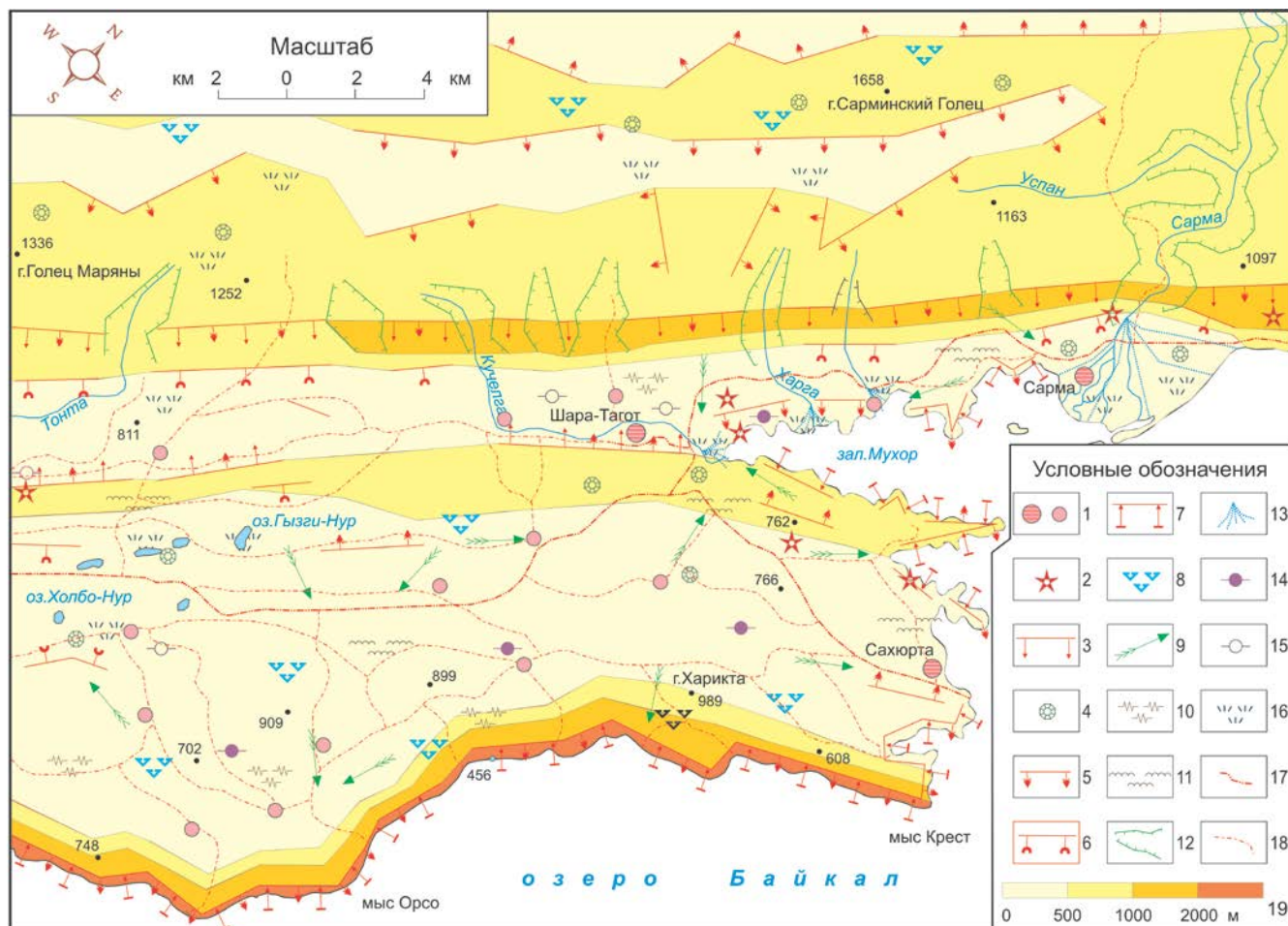


Рис. 5.3. Карта опасных геоморфологических процессов Приольхонья.

1 – деревни и временные поселения. Процессы: 2 – сейсмодислокации; 3 – тектонический крип; 4 – термозрозия и пучение грунтов; 5 – обвалы, осыпи; 6 – оползни, осывы; 7 – абразия; 8 – десерпция; 9 – оврагообразование; 10 – карразия и дефляция; 11 – эоловая аккумуляция; 12 – глубинная и боковая эрозия; 13 – дельтовая аккумуляция; 14 – карст; 15 – суффозия; 16 – заболачивание и торфообразование; 17, 18 – формирование дорог и троп соответственно; 19 – амплитуда неотектонических движений.

В зависимости от особенностей пространственного распределения опасного геоморфологического процесса выбран способ его отражения на карте: 1) для площадных – изометричные ареалы, контуры, крап; 2) для фронтальных – полосы, широкие линейно вытянутые зоны; 3) для линейных – линии, узкие линейно вытянутые зоны; 4) для точечных – точечные знаки. В качестве основы для создания карты опасных геоморфологических процессов использована методика В.Б. Выркина, разработанная для Карты геоморфологических процессов Слюдянского района Иркутской области (Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Слюдянский район. Иркутск: ИГ СО РАН. 2002. 141 с.), поскольку Ольхонский и Слюдянский район сходны в геоморфологическом и социально-экономическом отношении. В виде фонового показателя геодинамической активности территории Приольхонья выде-

лены области, характеризующие амплитуды вертикальных неотектонических движений за новобайкальский орогенный этап (средний плиоцен – голоцен). На карте отображены четыре градации по мере возрастания геодинамической активности: 1) 0-500 м; 2) 500-1000 м; 3) 1000-2000 м; 4) более 2000 м (амплитуды вертикальных тектонических движений).

Группа сейсмогенных быстрых и медленных процессов. Основным их генератором являются современные тектонические движения земной коры. К быстрым опасным процессам относятся землетрясения, эффект которых выражается по-разному: 1) формирование разрывов земной поверхности – линейно вытянутые провалы, бугры, эскарпы, рвы, трещины зияния в грунте и т.п.; 2) геодинамическая активизация зон разломов; 3) эманация флюидов по зонам высокой трещиноватости; 4) активизация геоморфологические процессов – обвалы, осыпи, оползни, эрозия и др. К медленным опасным процессам относится тектонический крип – процесс медленного смещения грунта в зонах активных разломов в результате релаксации поля тектонических напряжений. За период инструментальных наблюдений очаги сильных землетрясений в Приольхонье не зафиксированы. Территория находится под влиянием сейсмических потрясений, гипоцентры которых располагаются в центральных частях Байкальской рифтовой зоны (площадное распространение процесса). Но в прошлом сильные землетрясения в Приольхонье случались, свидетельством чему являются палеосейсмодислокации – деформации и другие диагенические изменения рыхлых отложений или других физико-геологических объектов. По нашим данным следы сейсмогенных разрывов имеют место на полигоне Кулур, в верхней части бухты Куркут, вдоль осевой части хребта Томота. Тектонический крип развит по зонам активных разломов, по причине чего имеет фронтальный характер распространения.

Группа мерзлотных процессов представлена термокарстом, термоэрозией и пучением сезонно-мерзлых грунтов, имеющими в Приольхонье точечное распространение. Пучение грунтов развивается в местах застойного гидрологического режима поверхностных вод и верховодки и следующего за ними заболачивания ландшафтов, а также на глинистых рыхлых водоупорных отложениях: гидролакколит Мухорский, район озер Тажеранских и Холбо.

Группа гравитационных процессов представлена обвалами и осыпями. Эти опасные геоморфологические процессы приурочены к крутым скалистым склонам, останцовым гребням и грядам, по причине чего имеют фронтальное распространение. Это крутой абразионно-тектонический берег Большого Байкала; невысокие, но отвесные скалистые берега пролива Ольхонские Ворота, заливов Куркут и Мухор; уступы Приморского и Чернорудско-Баракчинского разломов; уступы и гребни Приморского хребта вдоль зон разломов.

Группа процессов блокового оползания – оползни, осывы. В Приольхонье они приурочены к плащам рыхлых четвертичных делювиальных и пролювиальных отложений, вытянутых вдоль предгорной части хребтов, что определяет фронтальный характер их распространения. Эти гео-

морфологические процессы могут представлять опасность вдоль подножья Приморского хребта на отрезке между реками Тонта и Кучелга, на предгорном шлейфе в районе рек Харга и Сарма, у подножья более мелких хребтов, таких как Томота, Хара-Нур и др.

Группы склоновых водно-эрозионных процессов плоскостного и линейного размыва. Группа плоскостного смыва представлена плоскостной эрозией, группа линейного размыва и смыва – овражной эрозией. Площадная эрозия развивается на приводораздельных склонах Приморского хребта, где рыхлый материал для нее подготавливается десерпционными и криогенными процессами, а также на склонах мелких хребтов, гребней и грив Приольхонского плато. Характер распространения процесса – площадной. Оврагообразование развивается на плащах рыхлых отложений: в бухтах – на конусах выноса, на Приольхонском плато – на эоловых отложениях, что определяет линейный характер распространения процесса.

Группа абразионных процессов представлена абразией вдоль побережья Байкала, на мысах и скалистых берегах проливов Ольхонские Ворота и Малое море, заливов Мухор и Куркут. Характер распространения процесса – фронтальный.

Группы эоловых дефляционных и аккумулятивных процессов представлены дефляцией и коррозией, аккумулятивные – площадной эоловой седиментацией. Распространены эоловые процессы на Приольхонском плато, в дельте р. Сармы и вдоль Кучелго-Таловской котловины. Экзарационная деятельность ветра выражается в формировании котловин выдувания, препарировании гребней и гряд. Площадная эоловая седиментация выражается в формировании плащей эоловых осадков, ландшафтов подвижных песков. Эоловый перенос – главный источник рыхлого материала для пелагического осадконакопления в акватории оз. Байкал.

Группы флювиальных процессов эрозии рек и временных водотоков, аккумуляции рек и временных водотоков. Первая группа геоморфологических процессов представлена глубинной и боковой эрозией рек, вторая группа – дельтовой аккумуляцией. Речная эрозия имеет линейный характер распространения и развита на Приморском хребте и в Кучелго-Таловской депрессии. На Приольхонском плато в связи с малым количеством атмосферных осадков постоянные водотоки отсутствуют, за исключением выходов подземных вод в виде родников. Крупной эрозионной системой Приольхонья является бассейн реки Сарма. Ее истоки расположены на северо-западном склоне Приморского хребта с достаточным атмосферным увлажнением, поэтому энергетический потенциал текущих вод в бассейне реки высокий. Реки Кучелга и Тонта текут по широкой и плоской Кучелго-Таловской депрессии, поэтому активные эрозионные процессы отмечены только в их верховьях на макросклоне Приморского хребта. Здесь расположены мелкие реки и ручьи, эрозионный потенциал которых существенен только на участках долин, пересекающих уступ Приморского разлома. Дельтовая аккумуляция характерна для устьев таких рек как Сарма, Харга, Кучелга. Особенно активно она стала протекать в позднем голоцене в

связи с падением уровня озера Байкал приблизительно на 11-12 метров по сравнению с поздне-антлантическим временем, когда влажный климат определял высокое стояние уровня (Палео-лимнологические реконструкции. Новосибирск: Наука, 1989. 111 с.).

Группы подземноводных процессов денудации растворимых и нерастворимых горных пород. Первая группа геоморфологических процессов представлена карстом, вторая – суффозией. Характер распространения процессов – точечный. Эти опасные геоморфологические процессы развиты в Приольхонье главным образом на карбонатных горных породах, сформировавшихся в раннем палеозое (мраморы, известняки, доломиты и др.). Карстовые процессы в Приольхонье в основном реликтовые, были специфичны для предыдущих палеогеографических обстановок, которые формировались во влажном и теплом климате позднего миоцена и плиоцена. Карстовые пещеры и полости в Приольхонье многочисленны, но денудационный процесс в большинстве из них протекает неактивно (Трофимова Е.В. Карстовая денудация в Иркутской области // География и природные ресурсы. 1997. № 4. С. 95-100; Филиппов А.Г. Генезис пещер Приольхонского плато и о. Ольхон // География: теория и практика. Иркутск: ИГУ. 1998. С. 90-92). В настоящее время их развитие характерно только для небольших локальных участков. Суффозионные процессы более широко развиты в Приольхонье, приурочены к подножьям горных хребтов, отрогов и гребней, к местам выхода подземных водоносных горизонтов. Эти геоморфологические процессы представляют опасность постольку, поскольку, кроме всего прочего, способствуют формированию скрытых пустот и провалов в горных массивах.

Группа процессов фитогенной седиментации – формирование торфяников и заболачивание ландшафтов. Заболачивание характерно для подножия приводораздельных склонов Приморского хребта. Здесь на пологих поверхностях, в условиях избыточного увлажнения, в истоках рек и водосборных воронках формируются верховые болота. Заболоченные участки встречаются в районе Тажеранских озер, устьев рек Сарма, Кучелга и Харга, где формируются и торфяники. Подтопление устьев рек и их заболачивание активно стали проявляться после сооружения плотины Иркутской ГЭС, когда уровень оз. Байкал поднялся на 1 м.

Группа техномобилизационных процессов – формирование дорог и троп. Характер распространения – линейный. Процессы связаны с туристической деятельностью. Определенную опасность на детальных участках Приольхонья представляют земельные работы, нарушения почвенно-растительного покрова, вытаптывание и др. Активизации склоновых процессов (вязко-пластичное течение грунтов и гравитационное осыпание) способствует пастбищное животноводство за счет схода почвенно-растительного покрова и обнажения грунтов.

Карта опасных геоморфологических процессов территории Приольхонья позволила провести районирование Приольхонья по степени геодинамической активности и ведущим опасным геоморфологическим процессам. Выделены три категории геодинамических районов: 1)

высокой геодинамической активности с развитием сейсмогенных, эрозионных, абразионно- и эрозионно-тектонических процессов; 2) средней геодинамической активности с развитием гравитационных, склоновых водно-эрозионных и криогенных процессов; 3) низкой геодинамической активности с развитием эоловых, аккумулятивных, подземноводных, фитогенных и техномобилизационных процессов (Рис. 5.4).

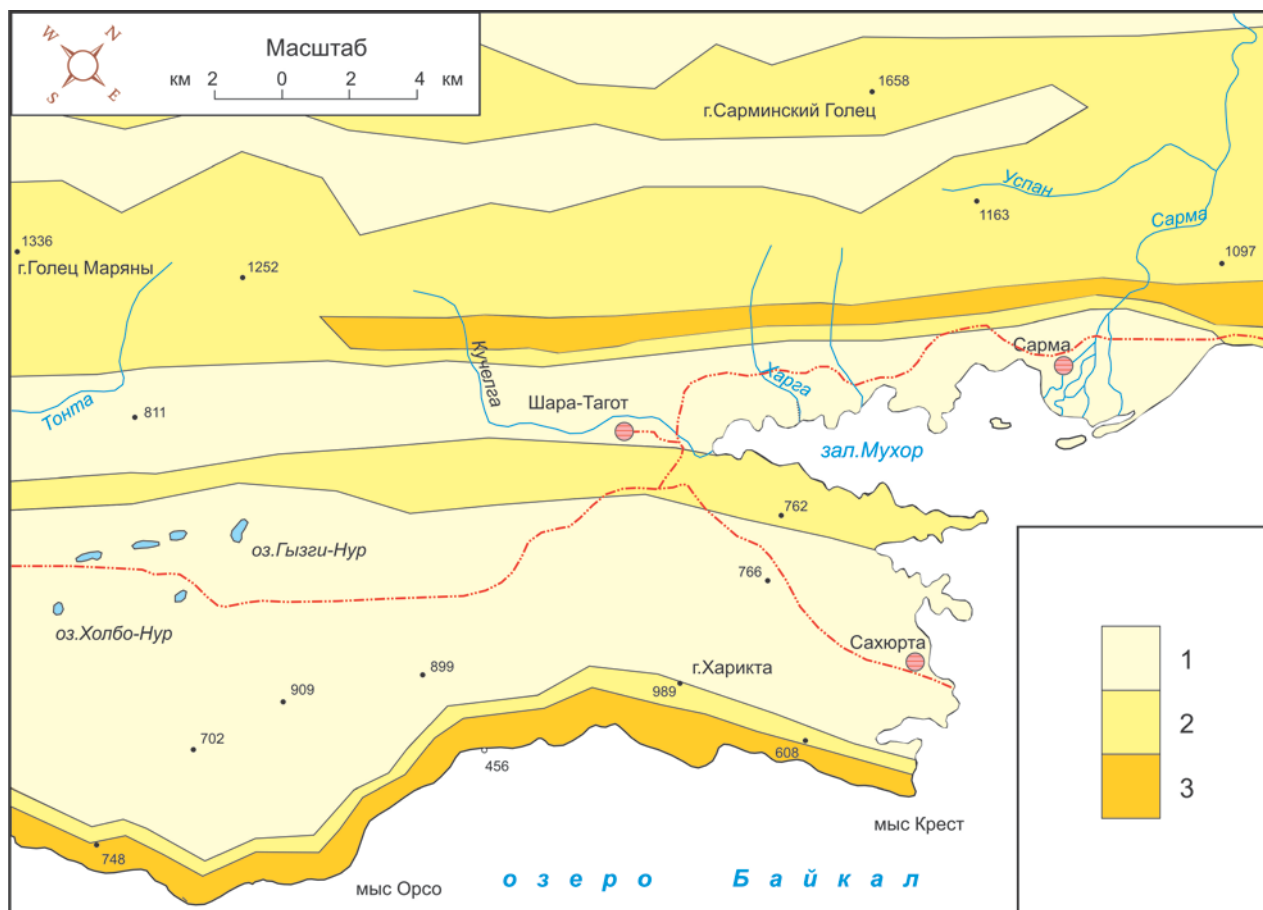


Рис. 5.4. Районирование территории Приольхонья по степени геодинамической активности и опасным геоморфологическим процессам.

Районы: 1 - низкой геодинамической активности с преимущественным развитием эоловых, аккумулятивных, подземноводных, фитогенных и техномобилизационных процессов; 2 - средней геодинамической активности с преимущественным развитием гравитационных, склоновых водно-эрозионных и криогенных процессов; 3 - высокой геодинамической активности с преимущественным развитием сейсмогенных, эрозионных, абразионно- и эрозионно-тектонических процессов

Источники, виды и факторы геоморфологической опасности на территории Приольхонья и их воздействие на отрасли хозяйства представлены в Табл. 5.3.

Источники, виды и факторы геоморфологической опасности Приольхонья

Источники	Виды		Факторы	Воздействие существующие на отрасли хозяйства		
	Процессы	Формы		Сельское хозяйство	Рекреация	Традиционные промыслы
Рельеф	Гравитационные процессы, эрозия, плоскостная денудация, абразия, десерпция	Крутые и террасированные склоны, уступы, обрывы, ущелья, гребни, курумы, депрессии	Катастрофическая активизация рельефообразующих процессов, характерных для данного региона Истощение природных ресурсов - деградация сельскохозяйственных угодий, ландшафтных памятников	<i>Отрицательное</i> Нарушение пастбищных и посевных земель	<i>Положительное</i> (при соблюдении техники безопасности). Повышение риска туристических маршрутов и создание мест для экзотического отдыха	<i>Положительное</i> Способствует развитию охотничьего промысла за счет создания защитных и гнездовых станций обитания животных
Сейсмичность (землетрясения)	Смещения блоков, обвалы, крипы, осыпи	Уступы, обрывы, трещины, каменные развалы		<i>Отрицательное</i> Нарушение пастбищных и посевных земель. Разрушение жилых и сельскохозяйственных построек, коммуникаций	<i>Положительное</i> (при соблюдении техники безопасности). Повышение риска туристических маршрутов и создание мест для экзотического отдыха. <i>Отрицательное</i> для сооружения мест стационарного отдыха и лечения	<i>Положительное</i> Способствует развитию охотничьего промысла за счет создания защитных и гнездовых станций. <i>Отрицательное</i> Увеличивает риск для жизни в местах охоты и рыбалки
Климат и ландшафты	Криогенные и русловые процессы, суффозия, карст, заболачивание, опустынивание, сели, лавины, дефляция, коррозия, физическое выветривание, аккумуляция	Обрывы, замкнутые котловины, пещеры, провалы, бугры пучения, деформации русел, заболоченные и закустаренные берега и поймы, опустыненные участки		<i>Отрицательное</i> Нарушение пастбищных и посевных земель		<i>Положительное</i> Способствует развитию охотничьего промысла за счет создания кормовых, защитных и гнездовых станций обитания животных
Антропогенная нарушенность	Дорожная эрозия, заболачивание, засоление, криогенные процессы, детериорация и интоксикация земель	Бэдленды, овраги, деградированные склоны и террасы, мусорные свалки, помойные ямы, опустыненные и заболоченные участки, дорожные откосы и выемки	Развитие нетипичных процессов - смещения грунтов на склонах, дорожная эрозия. Возникновение зон экологического дискомфорта	<i>Отрицательное</i> Снижает сельскохозяйственный потенциал земель, способствует развитию сорняков, вредителей, интоксикации, детериорации	<i>Отрицательное</i> Не способствует развитию туризма и отдыха на природе, угнетает ландшафт, снижает пейзажную и эстетическую привлекательность местности	<i>Отрицательное</i> Снижает промысловый потенциал земель и водоемов в охотничьих угодьях, по берегам рек и озер

Оценку геоморфологической опасности для видов хозяйственной деятельности в Приольхонье проведем по воздействию источников опасности. Их четыре: 1) рельеф и геодинамика; 2) сейсмичность; 3) климат; 4) антропогенная нарушенность. Определен уровень воздействия источников опасности на виды хозяйственной деятельности по экспертной шкале: высокий (3 балла), средний (2 балла), низкий (1 балл). Сумма баллов позволила выделить три категории геоморфологической опасности: 1 – низкая (сумма баллов 4-6); 2 – средняя (7-9); высокая (10-12). Далее проведена оценка геоморфологической опасности (Табл. 5.4).

Геоморфологическая опасность видов хозяйственной деятельности в Приольхонье

Виды хозяйственной деятельности	Уровень воздействия источников геоморфологической опасности				Геоморфологическая опасность
	Рельеф и гео-динамика	Сейсмичность	Климат и ландшафты	Антропогенная нарушенность	
Сельское хозяйство	2	1	3	2	Средняя (8)
Рекреация	1	2	3	3	Средняя (9)
Традиционные промыслы	1	1	2	2	Низкая (6)

Для оценки риска природопользования использованы: 1) степень геоморфологической опасности на территории; 2) степень антропогенной нарушенности земель; 3) степень совершенства вида хозяйственной деятельности. Степень геоморфологической опасности используется в качестве фонового показателя, индуцирующего первоначальный фактор беспокойства бизнес-менеджеров по поводу процессов и явлений в ландшафте, потенциально представляющих угрозу. При возрастании антропогенной нарушенности земель этот фактор беспокойства возрастает, поскольку повышается нестабильность компонентов природы, непредсказуемость опасных геоморфологических процессов. Третий критерий показывает, насколько человек способен (имеет соответствующие методические, организационные и финансовые возможности) обезопасить себя и ландшафт при осуществлении хозяйственной деятельности.

При оценке риска природопользования использована трехступенчатая шкала. Сначала определен риск по каждому критерию: геоморфологическая опасность и антропогенная нарушенность (1 – низкая, 2 – средняя, 3 – высокая); совершенство вида хозяйственной деятельности (1 – высокое; 2 – среднее; 3 – низкое). Интегральная оценка риска проведена по сумме частных баллов: 3-4 – низкий; 5-6 – средний; 7-9 – высокий (Табл. 5.5).

Табл. 5.5

Геоморфологический риск видов хозяйственной деятельности в Приольхонье

Виды хозяйственной деятельности	Критерии оценки геоморфологического риска			Риск
	геоморфологическая опасность	антропогенная нарушенность	совершенство хозяйства	
Сельское хозяйство	2	2	2	Средний (6)
Рекреация	2	3	3	Высокий (8)
Традиционные промыслы	1	1	1	Низкий (3)

Высокий уровень риска туристической и рекреационной деятельности в Приольхонье обусловлен не столько геоморфологической опасностью, сколько антропогенной нарушенностью ландшафтов и несовершенством рекреационно-туристической отрасли хозяйства. Природно-ресурсный потенциал туризма и рекреации в регионе достаточно высок, но рекреационно-туристическая отрасль экономики не будет приносить доход до тех пор, пока не будет повышено ее качество, проведена экологическая реабилитация нарушенных земель, регламентирована антропогенная нагрузка. Главная причина риска природопользования заключается не в большом количестве туристов, а том, что они не организованы, их потоки нерегулируемы.

В Иркутском научном центре СО РАН разработана комплексная программа развития туризма в Иркутской области (2010 г.). В ней определены направления по созданию системы туристического бизнеса на базе в первую очередь эколого-рекреационной деятельности с опорой на его конкурентоспособность, рентабельность, безопасность и ресурсную воспроизводимость. Отдельно выделен раздел, связанный с учетом риска природопользования на охраняемых природных территориях. Для снижения риска необходимы следующие мероприятия (Табл. 5.6).

Табл. 5.6

Мероприятия по снижению риска туристической деятельности в Приольхонье

Мероприятия	Уровень проведения	Административные структуры, ответственные за проведение	Капиталовложения
Разработка подзаконных актов к закону «Об охране озера Байкал»	Федеральный	Государственная дума Федерального собрания РФ; Правительство РФ; Президент РФ	Низкие
Совершенствование системы зонирования Байкальской природной территории	Федеральный, областной	Правительство РФ; Администрация Иркутской области, Законодательное собрание ИО	Средние
Совершенствование частных вопросов системы зонирования БПТ, составление рамочных ландшафтных планов	Федеральный, областной, ведомственный	МПП и МЧС РФ; ФС земельного кадастра РФ; ФС по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды; Правительство ИО; Иркутский научный центр СО РАН (ИНЦ)	Высокие
Привлечение внимания к региону туристических фирм и агентств, административный контроль за их деятельностью	Федеральный, областной, ведомственный	ГК РФ по физической культуре, спорту и туризму; Правительство ИО; ИНЦ; Руководство Прибайкальского национального парка	Низкие
Разработка программы «Экологическая безопасность Иркутской области»	Областной, ведомственный	Правительство ИО; Иркутское территориальное управление ГО и ЧС; ИНЦ СО РАН	Средние
Геоморфологическое районирование, оценка опасных процессов и ресурсной значимости рельефа	Областной, ведомственный	Геоморфологическая комиссия РАН; ОУС по наукам о Земле СО РАН; ИНЦ; вузы городов Иркутска, Ангарска, Братска и др.	Высокие
Использование опыта стран с развитым туристическим бизнесом	Областной, ведомственный	Правительство ИО; ИНЦ СО РАН, Руководство ПНП	Низкие
Привлечение инвестиций	Областной	Правительство ИО	Низкие
Разработка комплексной программы развития туризма на Байкале	Областной, ведомственный	Правительство ИО; ПНП	Средние
Планирование и регулирование сети автодорог и пешеходных троп	Областной, муниципальный	Правительство ИО; Администрация Ольхонского района (ОР)	Высокие
Снижение доли неорганизованных туристов	Областной, муниципальный	Правительство ИО; Администрация ОР	Низкие
Инструктаж по правилам поведения в живой природе	Муниципальный, ведомственный	Администрация Ольхонского района; организации-природопользователи; ПНП	Низкие
Запрещение несанкционированных земляных работ, рекультивация земель	Муниципальный, ведомственный	Администрация ОР; организации-природопользователи; ПНП	Высокие
Привлечение инвестиций для экологической реабилитации земель	Муниципальный, ведомственный	Администрация ОР; организации-природопользователи; ПНП	Низкие
Определение оптимального количества отдыхающих, которое способны выдержать прибрежные ландшафты	Ведомственный	Институт географии СО РАН; ИГУ; ИрГТУ; ПНП	Низкие
Информационная и агитационная поддержка со стороны общественности	Ведомственный	Организации-природопользователи; общественные организации; ПНП; СМИ	Низкие

Геоэкологическая оценка рельефа и геоморфологических процессов на субрегиональном уровне показывает, что для Приольхонья должен использоваться принцип поддерживаемого устойчивого развития с восстановлением функций природных сред при участии человека (см. главу 2). При этом эколого-экономические компромиссы должны выстраиваться по пути снижения техногенного загрязнения и адаптации к негативным условиям окружающей среды за счет совершенствования инфраструктуры ведущего типа природопользования – туризма. Выработка стратегии регионального устойчивого развития должна быть основана на преимущественном поддержании увеличения масштабов экономики туризма. Ее сочетание с нормами экологической безопасности будет обеспечивать баланс интересов между ведущей и подчиненными отраслями местного хозяйства, нуждами аборигенного населения, региональными и федеральными структурами управления, задачами охраны памятников природы, сохранения ресурсного потенциала территории. Это задачи регионального устойчивого развития и природопользования, которые должны решаться на районном и муниципальном уровне с привлечением всех заинтересованных сторон: областных и муниципальных властей, природоохранных организаций, туристических фирм, научно-образовательных и просветительских учреждений.

ГЛАВА 6. ОПАСНЫЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА ПОЛИГОНАХ И ТРАНСЕКТАХ – ЛОКАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ

Для локального уровня требуется отработка предлагаемых методик оценки риска природопользования на модельных полигонах и трансектах. По сравнению с субрегиональным уровнем в этом случае выдвигается ряд дополнительных требований. При выборе полигона или трансекта необходимо руководствоваться следующими критериями: 1) полигон должен быть небольшим по площади – до 10 км², а трансект проходить в узкой полосе – ширина не более 1 км; масштаб исследований должен быть 1 : 25 000 и крупнее; 2) полигон или трансект должны располагаться недалеко от крупных населенных пунктов и быть доступными в транспортном отношении для ведения стационарных наблюдений; 3) они должны иметь набор ландшафтов, геоморфологических явлений и процессов, типичных для окружающей территории, и обладать по возможности наибольшим количеством видов природопользования в районе исследований; 4) полигон должен иметь границы, которые по возможности наиболее полно совпадают с геоморфологическими границами; 5) полигон должен иметь высоконарушенные, слабонарушенные и относительно нетронутые человеком естественные (эталонные, фоновые) ландшафты.

6.1. Саяно-Шушенский геодинамический полигон

Развитие гидроэнергетического комплекса Сибири является сегодня важной, стратегической составляющей экономической политики России (Восточный вектор энергетической стратегии России: современное состояние взгляд в будущее. Новосибирск: ГЕО, 2011. 368 с.; Винокуров Ю.И., Зиновьев А.Т., Епишев К.М. Экологические аспекты развития гидроэнергетики в Сибири // Ползуновский вестник. 2011. № 4-2. С. 47-51). Гидроэлектростанции, их вспомогательные сооружения, водохранилища являются серьезными, многофакторными и масштабными источниками воздействий на окружающую среду. Процесс их планирования, сооружение и эксплуатация сопровождаются высокими технологическими и техническими требованиями, сложными алгоритмами расчетов параметров функционирования систем и агрегатов и их влияния на состояние природных объектов, высоким риском природопользования. Это влечет за собой ужесточение мер по обеспечению надежности всех узлов и механизмов на гидротехнических сооружениях, создание комплексных систем мониторинга хозяйственных объектов и окружающей природной среды (Овчинников Г.И., Павлов С.Х., Тржцинский Ю.Б. Изменение геологической среды в зонах влияния ангаро-енисейских водохранилищ. Новосибирск: Наука, 1999. 254 с.; Хабидов А.Ш., Леонтьев И.О., Марусин К.В. и др. Управление состоянием берегов водохранилищ. Новосибирск: СО РАН, 2009. 239 с.; Рыбкина И.Д., Хабидов А.Ш. Экономический

риск переработки берегов Камского водохранилища // Проблемы анализа риска. Т. 9. 2012. № 5. С. 60-69; Воропай Н.И., Ковалев Г.Ф., Кучеров Ю.Н. и др. Концепция обеспечения надежности в электроэнергетике. М.: ООО ИД «ЭНЕРГИЯ», 2013. 304 с.). Поэтому геоэкологические исследования на крупных сооружениях гидроэнергетики являются в настоящий момент важными и актуальными, особенно если эти сооружения расположены в горных районах с высокой современной геодинамической активностью земной коры и густой сеткой активных и активизированных в позднечетвертичное время разломов. Рассмотрим вопрос оценки риска природопользования на примере Саяно-Шушенской гидроэлектростанции в Западном Саяне.

Авария на Саяно-Шушенской ГЭС, ее причины и экологические последствия

17 августа 2009 г. произошла авария на крупнейшей в России Саяно-Шушенской ГЭС. В то время министр МЧС С.К. Шойгу сказал в интервью: «...Авария уникальна. Ничего подобного в мировой практике не наблюдалось...»¹. По значимости и влиянию на эколого-экономические и социальные аспекты жизни всей Российской Федерации министр сравнил ее с аварией на Чернобыльской АЭС. В результате аварии погибло 75 человек, оборудованию и помещениям Саяно-Шушенской ГЭС нанесен серьезный ущерб. Работа станции по производству электроэнергии была временно приостановлена. Последствия аварии отразились на экологической обстановке территорий и акваторий, прилегающих к станции, на социальной, общественной и экономической сферах региона. В результате проведенного расследования причиной аварии было названо усталостное разрушение шпилек крепления крышки турбины гидроагрегата, что привело к ее срыву и затоплению машинного зала станции. Авария на Саяно-Шушенской ГЭС является крупнейшей в истории катастрофой на гидроэнергетическом объекте России и одной из самых значительных в истории всей мировой гидроэнергетики.

Саяно-Шушенская ГЭС располагается на р. Енисей на границе Красноярского края и Республики Хакасии и является одной из наиболее крупных гидроэлектростанций в мире. Строительство ГЭС началось в 1968 г., первый гидроагрегат пущен в 1978 г., последний – в 1985 г. В постоянную эксплуатацию электростанция принята в 2000 г. Технически Саяно-Шушенская ГЭС состоит из бетонной арочно-гравитационной плотины высотой 245 м, перегораживающей р. Енисей в узком горном проходе, и приплотинного здания, в котором размещены 10 радиально-осевых гидроагрегатов. Мощность Саяно-Шушенской ГЭС составляет 6400 МВт, а среднегодовая выработка электроэнергии – 22,8 млрд. кВт/ч. Плотина ГЭС образует крупное водохранилище сезонного регулирования. Ниже по течению р. Енисей расположена контррегулирующая

¹ Здесь и далее материалы заимствованы с сайтов: <http://www.mchs.gov.ru> – официальный сайт МЧС Российской Федерации, <http://www.gosnadzor.ru> – официальный сайт Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору Российской Федерации.

щая Майнская ГЭС, составляющая с Саяно-Шушенской ГЭС единый комплекс. Сооружения Саяно-Шушенской ГЭС спроектированы институтом «Ленгидропроект», гидросиловое оборудование поставлено заводами «ЛМЗ» и «Электросила» (входят в состав концерна «Силовые машины»). Саяно-Шушенская ГЭС принадлежит ОАО «РусГидро».

Расследование причин аварии велось независимо по линии различных министерств и ведомств. Была создана комиссия Ростехнадзора. Собственное расследование начал Следственный комитет при прокуратуре Российской Федерации в рамках возбужденного уголовного дела по статье 143 УК РФ – «Нарушение правил охраны труда». Государственная Дума создала специальную комиссию для расследования причин аварии под руководством В.А. Пехтина. Неочевидность причин аварии (по словам министра энергетики С.И. Шматко: «...это самая масштабная и непонятная авария гидроэнергетики, которая только была в мире...») вызвала появление ряда версий, не нашедших в дальнейшем подтверждения. Сразу после аварии была озвучена версия гидроудара, высказывались предположения о взрыве трансформатора и др.

Результаты расследования аварии комиссией Ростехнадзора были опубликованы на сайте ведомства в виде «Акта технического расследования причин аварии, произошедшей 17 августа 2009 г. в филиале Открытого Акционерного Общества «РусГидро» – «Саяно-Шушенская ГЭС им. П.С. Непорожного». В нем приводятся общие сведения о гидроэлектростанции, события, предшествовавшие аварии, ее ход аварии и причины. Непосредственная причина аварии сформулирована так: «Вследствие многократного возникновения дополнительных нагрузок переменного характера на гидроагрегат, связанных с переходами через не рекомендованную зону, образовались и развились усталостные повреждения узлов крепления гидроагрегата, в том числе крышки турбины. Вызванные динамическими нагрузками разрушения шпилек привели к срыву крышки турбины и разгерметизации водоподводящего тракта гидроагрегата». Парламентская комиссия, результаты работы которой были опубликованы 21 декабря 2009 г. под названием «Итоговый доклад парламентской комиссии по расследованию обстоятельств, связанных с возникновением чрезвычайной ситуации техногенного характера на Саяно-Шушенской ГЭС 17 августа 2009 г.», сформулировала причины аварии так: «Авария ... с многочисленными человеческими жертвами стала следствием целого ряда причин технического, организационного и нормативно-правового характера. Большинство этих причин носит системный многофакторный характер, включая недопустимо низкую ответственность эксплуатационного персонала, недопустимо низкую ответственность и профессионализм руководства станции, а также злоупотребление служебным положением руководством станции. Не был должным образом организован постоянный контроль технического состояния оборудования оперативно-ремонтным персоналом. Основной причиной аварии стало непринятие мер к оперативной остановке второго гидроагрегата и выяснения причин вибрации».

Авария оказала серьезное негативное воздействие на окружающую среду региона. Масло из ванн смазки подпятников гидроагрегатов, из разрушенных систем управления направляющими аппаратами и трансформаторов попало в р. Енисей. Образовавшееся пятно растянулось на 130 км. Общий объем утечек масла из оборудования станции составил 436,5 м³, из которых ориентировочно 45 м³ преимущественно турбинного масла попало в р. Енисей. С целью недопущения дальнейшего распространения масла по реке были установлены боновые заграждения, для облегчения сбора масла применялся специальный сорбент, но оперативно прекратить распространение нефтепродуктов не удалось. Пятно было полностью ликвидировано лишь 24 августа 2009 г., а мероприятия по очистке прибрежной полосы р. Енисей были завершены 31 декабря 2009 г. Загрязнение воды нефтепродуктами привело к гибели около 400 т промышленной форели в рыбоводческих хозяйствах, расположенных ниже по течению р. Енисей.

Во время всего периода расследования (Следственный комитет при прокуратуре закрыл дело только 31 апреля 2011 г.) причины аварии связывали исключительно с техническими характеристиками агрегатов Саяно-Шушенской ГЭС, либо с «человеческим фактором». Но в действительности существовали и другие причины. Напомним их. В 1991 г. между руководством Саяно-Шушенской ГЭС и Институтом земной коры СО РАН был заключен договор об оценке геодинамического и сейсмотектонического состояния территории, прилегающей к станции. Для этих целей был создан Саяно-Шушенский геодинамический полигон. На нем группой экспертов ИЗК СО РАН было проведено изучение геологического и сейсмотектонического строения территории, тектонофизических и геоморфологических характеристик зон активных разломов. Автор диссертации был участником этой группы и провел изучение геоморфологических процессов в зонах активных разломов на окружающей гидроэлектростанцию территории. Участниками группы было высказано мнение о том, что плотина ГЭС располагается в зоне сочленений крупных активных разломов (разломный узел) и существует определенный фактор опасности. Геоморфологические критерии автора наиболее фигурально это подчеркивали.

В 1992 г. были проведены повторные, более детальные исследования, в т.ч. и геоморфологических процессов на Саяно-Шушенском геодинамическом полигоне. Результаты этих детальных исследования еще больше укрепили автора диссертации во мнении, что, согласно геоморфологическим критериям, на окружающей Саяно-Шушенскую ГЭС территории существует вполне реальная угроза возникновения в ближайшие 15-20 лет нештатной ситуации в связи с активно протекающими геоморфологическими процессами. Однако в те годы автор был еще аспирантом, и на его мнение не обратили внимания. В 1994 г. автор участвовал в совещании «Комплексное изучение аридных зон Центральной Азии» в Кызыле, где пытался обратить внимание научной общественности региона на проблему геоморфологической опасности в районе Саяно-Шушенской ГЭС. В 1998 г. автор диссертации опубликовал по этому вопросу статью в

научном сборнике (Кузьмин С.Б. Активные разломы в районе Саяно-Шушенской ГЭС // Комплексное изучение аридных зон Центральной Азии. Кызыл: Изд-во ТуВИКОПР. 1998. С. 30-33). В 2008 г., предчувствуя скорое наступление своего прогноза (к тому времени прошло 17 лет), автор диссертации отправил специальную статью в журнал «Геоморфология», в которой вновь пытался обратить внимание теперь уже всех заинтересованных сторон на проблему реальной геоморфологической опасности в районе Саяно-Шушенской ГЭС (Кузьмин С.Б. Геоморфологическая опасность активных разломов // Геоморфология. 2009. № 3. С. 66-76). Статья вышла в журнале в июне 2009 г., а в августе 2009 г. произошла авария.

Активные разломы – генераторы опасных процессов в районе Саяно-Шушенской ГЭС

Рельеф и геоморфологические процессы при оценке риска природопользования на крупных, стратегически важных хозяйственных объектах обязательно должны быть всесторонне исследованы. При их геоэкологической оценке эти процессы и явления следует рассматривать в комплексе со всеми другими компонентами ландшафта. Следует четко определять факторы возникновения опасного природного процесса и источники энергии. Например, сели формируются там, где с одной стороны рыхлый материал находится в состоянии критической неустойчивости, с другой – имеет место аномально высокое количество атмосферных осадков, обуславливающих повышенный поверхностный сток и обводнение грунтов. Обвалы формируются там, где, с одной стороны, горные породы имеют повышенную трещиноватость, с другой – происходят землетрясения или тектонические подвижки по зонам активных разломов.

В главе 5 настоящей диссертации было показано, что ведущими рельефообразующими подразделениями земной коры в областях тектонической активности являются активные разломы. Они не только формируют своеобразный рельеф и являются факторами геоморфологической опасности, но и генерируют целый спектр опасных процессов: землетрясения, обвалы, оползни, сели, лавины, цунами и т.д. Поэтому чрезвычайно важно изучать активные разломы с привлечением методов различных наук в районах крупных хозяйственных объектов, каким является Саяно-Шушенская ГЭС, в горнодобывающих и горнообрабатывающих районах, в местах повышенной концентрации населения и производственной инфраструктуры, и этому вопросу в последние годы уделяется повышенное внимание (Лазаревич Т.И., Мазикин В.П., Малый И.А. и др. Геодинамическое районирование Южного Кузбасса. Кемерово: ВНИМИ, 2006. 181 с.; Трифонов В.Г., Караханян А.С. Динамика Земли и развитие общества. М.: ОГИ, 2008. 435 с. Лунина О.В., Гладков А.С., Гладков А.А. Систематизация активных разломов для оценки сейсмической опасности // Тихоокеанская геология. 2012. Т. 31. № 1. С. 49–60).

Во время дистанционных геоморфологических работ на Саяно-Шушенском геодинамическом полигоне в 1991-1992 г.г. следы активности разломов определялись автором по спрямлен-

ным элементам ландшафта, по изменению формы изогипс рельефа: спрямленные участки речных долин, склонов и водораздельных гряд, коленообразные изгибы русел, выдвижение бортов долин и подпруды, уступы, эскарпы и антецедентные долины, водопады, каскады и камнепады в профилях рек, исчезновение воды из русел, примечательные элементы топографии и др. В случае обнаружения геоморфологических знаков движения по активным разломам, их кинематика и амплитуда фиксировались на карте. Затем карта проходила заверку полевыми геоморфологическими методами. Полигон в радиусе около 20 км от плотины ГЭС включал густую сеть станций наблюдения – 150 точек. Подтвержденные с помощью полевых методов зоны активных разломов получали статус зон потенциальной геоморфологической опасности.

При выработке критериев активности разломов использовалась следующая их градация: *слабо активные* – движения по разлому происходили последний раз в течение четвертичного времени; *активные* – движения происходили последний раз в течение позднего неоплейстоцена; *активные на современном этапе* – движения происходили в течение голоцена (Трифонов В.Г. Позднечетвертичный тектогенез. М.: Наука. 1983. 254 с.). Во всех случаях изученные нами разломы на Саяно-Шушенском полигоне относятся к двум последним градациям.

На карте активных разломов Саяно-Шушенского полигона вся их совокупность была разбита на четыре группировки: 1) подтвержденные структурно-геологическими методами, 2) геоморфологическими методами, 3) топографическими методами и 4) предполагаемые (рис. 6.1). Две первые группы составляют разломы, несущие геоморфологическую опасность.

Карта и полевые исследования показали, что в четвертичное время активизировались как крупные региональные (Борусский, Кандатский, Саяно-Минусинский), так и более локальные разломы. Зоны крупных разломов активизированы частично, на отдельных сегментах.

В зоне Борусского разлома наиболее активизирован локальный участок протяженностью 24 км с левосдвиговым смещением до 3000 м. Длина других локальных разломов (сегментов) не превышает 10 км и в среднем составляет 2-5 км, при этом амплитуда горизонтальных смещений по ним достигает первых сотен метров. Отмечаются локальные активные сбросовые разломы с амплитудой до 100 м. В целом в зоне Борусского разлома фиксируются две сопряженные системы локальных сдвиговых разломов: первая простирается на $40-50^{\circ}$ и представляет собой обновленные в позднем плейстоцене – голоцене плоскости зоны древнего Борусского разлома, вторая система простирается на $140-150^{\circ}$ и является, по всей вероятности, позднекайнозойской по возрасту заложения. На юго-восточном склоне хребта Борус по обеим системам разломов отмечаются горизонтальные смещения, выражающиеся в поперечном выдвижении бортов долин с амплитудой до 60 м. В местах пересечения локальных разломов речными долинами в последних формируются котловины со значительно более тонкодисперсным аллювием и выполаживанием продольного профиля рек. По отдельным локальным сместителям в зоне Борусского

разлома происходили, вероятно, и взбросовые перемещения, о чем свидетельствуют резкие перепады в продольном профиле русел рек, выражающиеся в образовании водопадов высотой до 3 м, однако дистанционными методами такие локальные разломы обнаружить не удалось.

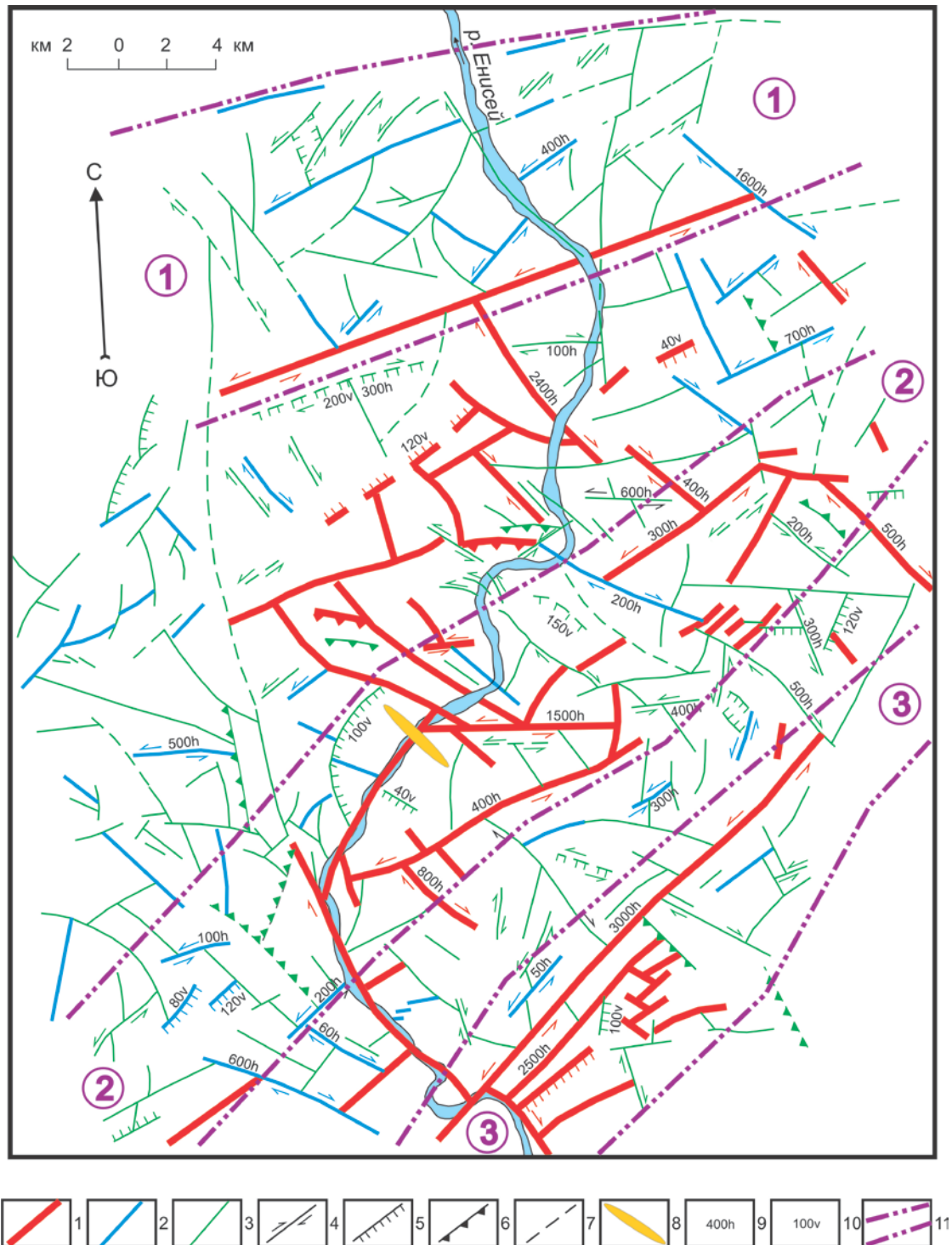


Рис. 6.1. Карта-схема активных разломов в районе Саяно-Шушенской ГЭС

1 – активные разломы, подтвержденные структурно-геологическими наблюдениями; 2 – активные разломы, подтвержденные геоморфологическими наблюдениями; 3 – активные разломы, подтвержденные анализом топографических карт; 4 – сдвиги; 5 – сбросы; 6 – надвиги и взбросы; 7 – предполагаемые разломы; 8 – створ плотины Саяно-Шушенской ГЭС; 9 – амплитуда горизонтальных смещений по разломам за поздний плейстоцен – голоценовое время, м; 10 – амплитуда вертикальных смещений по разломам за поздний плейстоцен – голоценовое время, м; 11 – границы зон крупных региональных разломов: 1 – Саяно-Минусинского, 2 – Кандатского, 3 – Борусского.

В зоне Кандатского разлома позднекайнозойские горизонтальные перемещения по отдельным разрывам достигали первых сотен метров, а наиболее крупный сегмент протяженностью около 8 км имеет амплитуду неотектонических смещений до 1500 м. Следы вертикальных перемещений горных пород в зоне разломов зафиксированы в виде локальных сбросовых разломов (амплитуды сброса достигают 150 м) и надвигов (амплитуды не установлены), усложняющих внутреннее строение зоны разлома. Зона Кандатского разлома представляет наибольший интерес, поскольку непосредственно в ее границах располагается плотина Саяно-Шушенской ГЭС, а указанный локальный сегмент протяженностью около 8 км имеет амплитуду поздний плейстоцен – голоценовых смещений до 1500 м. Этот сегмент несколько ниже плотины ГЭС по течению р. Енисей сочленяется с другим локальным разломным сегментом, кинематика и амплитуды смещений которого доподлинно не установлены, но само его существование подтверждено непосредственно структурно-геологическими наблюдениями. Юнее того, в 500-600 м ниже плотины Саяно-Шушенской ГЭС происходит сочленение трех активных разломных сегментов протяженностью до 7-9 км, и формируется морфоструктурный узел, что подтверждается кроме геоморфологических и структурно-геологическими данными. Морфоструктурные узлы в рельефе являются местами повышенной геодинамической активности и концентрации полей тектонических напряжений (Ранцман Е.Я., Гласко М.П. Морфоструктурные узлы – места экстремальных природных явлений. М.: Медиа-Пресс, 2004. 224 с.), и это обстоятельство не может не вызывать опасений при эксплуатации плотины Саяно-Шушенской ГЭС.

В зоне Саяно-Минусинского разлома отчетливо проявлена в рельефе вертикальная взбросовая компонента позднекайнозойских тектонических движений, образованная сжимающим полем тектонических напряжений. Она не зафиксирована дистанционными геоморфологическими методами, но в полевых условиях подтверждается как структурно-геологическими, так и геоморфологическими наблюдениями. Здесь в месте сочленения Минусинской межгорной котловины и хребта Западный Саян формируется предгорный уступ (аллохтонная часть зоны Саяно-Минусинского взброса). Локальные сдвиговые разрывы в зоне Саяно-Минусинского разлома имеют амплитуду левосторонних перемещений за четвертичное время от нескольких десятков до первых сотен метров и составляют в совокупности кулисообразное строение, которое в данном случае и является свидетельством левого сдвига при взбросе.

По более мелким разломам на Саяно-Шушенском геодинамическом полигоне также происходили неоплейстоцен – голоценовые тектонические подвижки. Амплитуда горизонтальных перемещений достигает 1600 м, а вертикальных (главным образом, взбросов) – от 50 до 200 м. Локальные сдвиги северо-западного простирания имеют преимущественно правосторонний знак, а северо-восточного – левосторонний знак смещения. Отмечаются также локальные сбросы, которые в совокупности с левым сдвигом образуют «пулл-апарт» структуры.

Анализ мелких разломов безотносительно их положения в зонах крупных региональных разломов показал, что простирание $140-150^\circ$ ярко проявлено по ручьям Карлова, Солонечный и Черемуховый в непосредственной близости от плотины Саяно-Шушенской ГЭС. В долине ручья Карловый на левом борту в пролювиально-делювиальных отложениях, перекрывающих аллювиальные осадки невысокой террасы, встречены линзы пролювиального грубого материала толщиной до 0.6 м и протяженностью до 15 м, которые могли накапливаться после резких гравитационных или сейсмогенных подвижек, о которых свидетельствует хорошо выраженный уступ на склоне долины высотой до 3 м, а также сам факт перекрытия пролювием и делювием аллювиальных отложений пойменно-долинного комплекса. В долине ручья Солонечный задокументировано активное разрывное нарушение с простиранием на 60° . Здесь кристаллические сланцы надвинуты под углом $70-75^\circ$ на молодые, пролювиально-делювиально-аллювиальные поздний плейстоцен – голоценовые отложения толщиной до 6 м. Надвигание происходило в несколько стадий, о чем свидетельствует гранулометрический состав рыхлой толщи. В слоях и линзах пролювия, делювия и аллювия отмечаются трещины, совпадающие по элементам залегания с разрывами в сланцах (Табл. 6.1), что говорит о молодости тектонических смещений по локальным активным разломам. Само переслаивание аллювиальных, делювиальных и пролювиальных отложений говорит о частой смене режима осадконакопления с нормального аллювия на грубобломочный пролювий и делювий, который приносился с селевыми потоками или со склоновыми поверхностными оползнями, инициатором чего могли выступать как крупные ливни, так и быстрые тектонические подвижки по активным разломам.

Табл. 6.1

Трещины в рыхлых отложениях в долине ручья Солонечный				
Номера трещин	1	2	3	4
Азимут падения	0°	25°	$70-90^\circ$	345°
Угол падения	85°	25°	$65-80^\circ$	80°

Локальные сдвиговые разломы на Саяно-Шушенском геодинамическом полигоне отмечаются по р. Кантегир, где амплитуда горизонтальных сдвиговых перемещений по ним достигает 200-600 м. В районе устья р. Джой наблюдается активный молодой надвиговый разлом, который в рельефе выражается в виде ансамбля куэст и куэстообразных форм. В целом надвиг представлен чешуйчатым веером из пяти разломных сместителей с общими элементами залегания: азимут падения – $80-90^\circ$, угол падения – $25-30^\circ$. Расстояние от фронтального до тылового сместителя по всей ширине зоны разлома составляет 7-10 км. По р. Енисей на отрезке от устья р. Джой до устья р. Карлова проходит разлом невыясненной кинематики, хорошо проявленный в рельефе в виде спрямленных форм в бортах речных долин. Все эти активные локальные разломы расположены в нескольких километрах от плотины Саяно-Шушенской ГЭС вверх по те-

чению р. Енисей. Также на Саяно-Шушенском геодинамическом полигоне в радиусе 20 км от плотины ГЭС с помощью полевых и дистанционных геоморфологических методов прослежены и другие, менее выраженные активные локальные разломы различной кинематики по рекам Щербень, Собачка, Соболева, Сизая, Голубая, Джойская Сосновка, Уй, Пойлова и др.

Геодинамический потенциал выделенных двух первых групп активных разломов (см. рис. 6.1) весьма высок и его следовало бы учитывать при проведении работ по выяснению степени риска природопользования на территории, примыкающей к плотине Саяно-Шушенской ГЭС.

Повышенная геоморфологическая опасность подтверждается исследованиями разломно-блоковых структур. Одной из причин их возникновения является голоценовое поле тектонических напряжений, которое благоприятствует активизации древней разломной сети и возникновению новых разломов. В результате обособились и начали взаимодействовать между собой блоки, вычлняемые разломами. Но древняя сеть разрывных нарушений в условиях нового поля тектонических напряжений не способна снимать накапливающиеся напряжения через тектонические подвижки, и стали преобладать процессы внутриблоковых деформаций с образованием новой сети разрывов, удовлетворяющих новому полю тектонических напряжений.

Рядом с плотиной Саяно-Шушенской ГЭС расположено сочленение нескольких локальных разломов. Локальный разлом вдоль р. Енисей от устья р. Джой до устья р. Карлова является границей небольшого штока позднесилурийских гранитоидов, т.е. специфической вещественной неоднородности, которая имеет преимущество в смысле накопления упругой энергии при прочих равных условиях, и которая может реализоваться в виде землетрясений.

Таким образом, активные разломы на Саяно-Шушенском геодинамическом полигоне являются реальным и постоянно действующим на протяжении позднего неоплейстоцена и голоцена источником геоморфологической опасности. Эта опасность высока, комплекс промышленных объектов в районе Саяно-Шушенской ГЭС имеет большое социально-экономическое и политическое значение, в сфере его влияния находится более 100 тысяч человек. Поэтому риск эксплуатацией каскада гидротехнических сооружений также достаточно. К несчастью, это как нельзя лучше подтвердила авария 17 августа 2009 г.

6.2. Полигон «Кулура»

Общая характеристика полигона «Кулура»

В данном разделе будет рассмотрена конкретная отрасль экономики и хозяйства – рекреационно-туристическая – на полигоне, где она оказывает различную степень воздействия на природные объекты и обуславливает различный риск природопользования. Объектом исследований является фрагмент Ольхонского района Иркутской области – Приольхонье (см. главу 5).

В Приольхонье наиболее отвечает предъявленным требованиям район северо-западного побережья залива Мухор в центральной части Приольхонья – *полигон «Кулура»* (Рис. 6.2). Площадь полигона составляет около 5 км², что позволяет проводить детальный анализ в масштабе 1 : 10 000. Полигон слегка вытянут с юго-запада на северо-восток. Его естественной границей на юге и юго-востоке является береговая линия залива Мухор и долина р. Кучелга. С запада и севера полигон ограничивает улучшенная грунтовая дорога Еланцы-Зама, проходящая по продольной седловине между гребнями. С северо-востока и востока полигон ограничивает долина р. Харга. Расстояние от полигона «Кулура» до ближайшего населенного пункта п. Шара-Тагот составляет 2 км, до п. Сарма – 8 км, до п. Сахюрта – 11 км. По периметру и внутри полигона проходят дороги доступные для легкового транспорта, пешеходные тропы.

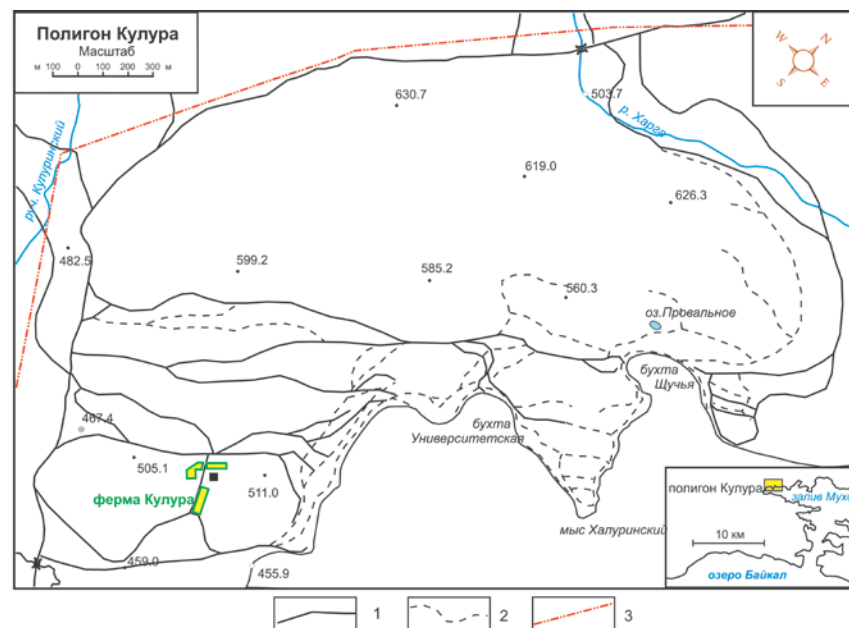


Рис. 6.2. Полигон Кулура.

1 - автодорога районного значения, 2 - прочие дороги и тропы, 3 - ЛЭП

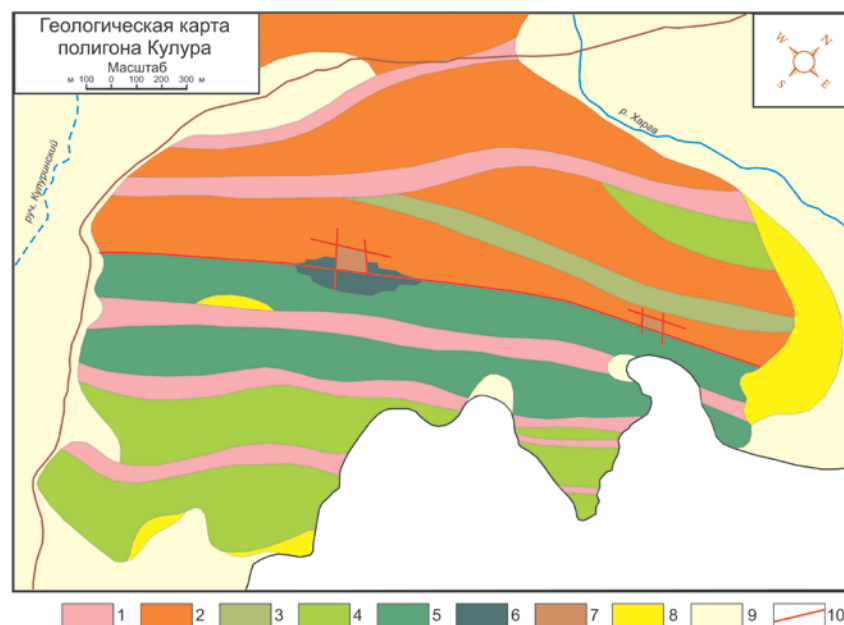


Рис. 6.3. Геологическая карта полигона Кулура (составители А.С. Гладков и С.Б. Кузьмин)
1 - мраморы, 2 - гранито-гнейсы, 3 - биотитовые гнейсы, 4 - биотит-амфиболовые гнейсы, 5 - амфиболовые гнейсы, 6 - амфиболиты, 7 - пегматиты, 8 - верхнеплейстоценовые рыхлые отложения, 9 - современные и голоценовые рыхлые отложения, 10 - разломы

На полигоне «Кулура» можно встретить многие типичные для Приольхонья ландшафты и виды природопользования. Сельское хозяйство ведется на ферме Кулура (сенокосы, пастбища). Рекреация представлена неорганизованным и организованным экологическим туризмом на побережье залива Мухор. Традиционные промыслы представлены рыбалкой и сбором лекарственных трав, в основном приезжими туристами. Полигон обладает необходимыми природными ресурсами для развития практически всех видов экологического туризма.

В геологическом отношении территория полигона сложена Чернорудской свитой. Горные породы представлены биотитовыми, роговообманковыми, роговообманково-биотитовыми и гранатовыми гнейсами. В толщах гнейсов имеются прослои известняков, кварцитов, мраморов и амфиболитов. Встречаются инъекционные гнейсы (Рис. 6.3). Породы залегают субвертикально – результат тектонических движений. Эта структурная позиция выражается в формировании в рельефе серии параллельных гребней и гряд, сложенных более устойчивыми к денудации гнейсами, и разделяющих их параллельных межгрядовых понижений, основу которых составляют слои карбонатных, менее устойчивых к денудации пород – известняки и мраморы. Неотектонические движения используют для своей реализации имеющиеся ослабленные контакты между слоями гнейсов и мраморов, усиливая контрастность рельефа. Зоны милонитов, бластомилонитов, катаклазитов также используются современной тектоникой. По ним проходят тектонические разрывы и закладываются отрицательные формы рельефа.

На полигоне представлен типичный для всего Приольхонья рельеф (Рис. 6.4). На дне долин рек Харга и Кучелга распространены четвертичные рыхлые отложения. Поймы рек сложены голоценовым и современным аллювием. Его пойменная фация перерабатывается процессами заболачивания и криогенеза, за счет чего формируется песчано-галечный с примесями глин, илов и алевролитов плащ рыхлых осадков. На нем образуются заливные луга, кочкарно-западинные лугово-болотные ландшафты. Русловая фация представлена галечно-гравийным и галечно-валунным материалом. Под северным склоном хребта Северо-Восточного формируются наледи. Позднеплейстоцен-голоценовые осадки представлены на невысоких террасах. Терраса р. Харга прослеживается на правом берегу реки вблизи ее устья. Ее высота достигает 1.5-2.0 м, наибольшая ширина – 150 м. Через 500 м вверх по долине реки терраса выклинивается. Осадки, слагающие террасу, представлены песчаным и галечно-гравийным материалом, который в местах древних русел подстилается валунно-галечными осадками. Валунный аллювий использовался древними цивилизациями для строительства культовых сооружений. На террасе сохранились остатки такого сооружения. Из экзогенных процессов развиты: гравитационные, эрозионные, денудационные склоновые, абразионные, карстово-суффозионные, заболачивание, дефляция, мерзлотные. Многие формы рельефа имеют смешанный генезис: гравитационно-суффозионный, абразионно-гравитационный, дефляционно-абразионный.

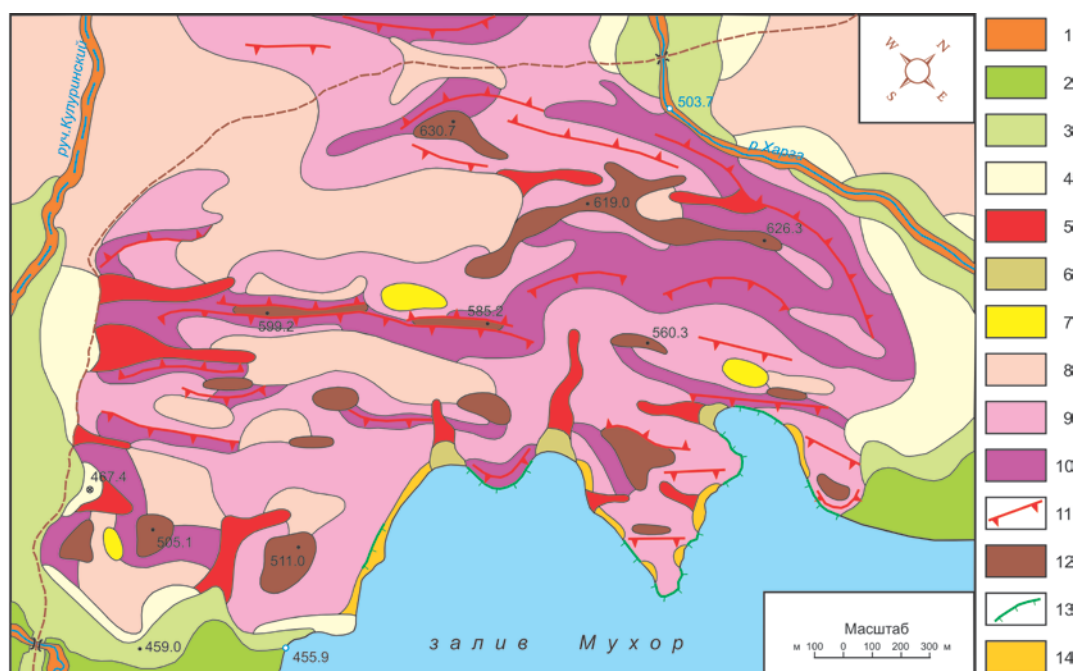


Рис.6.4. Геоморфологическая карта полигона Култура

Пойменно-долинный комплекс: 1 - русла рек с развитой глубинной и боковой эрозией; 2 - низкая пойма с процессами заболачивания, торфообразования, термокарста, криогидротационного выветривания; 3 - высокая пойма с процессами торфообразования, термокарста, криогидротационного выветривания, криогенной десерпции, формирования дорог и троп; 4 - террасы; 5 - лога, распадки и долины временных водотоков с глубинной и боковой эрозией; 6 - устьевые части распадков с процессами заболачивания; 7 - замкнутые бессточные котловины с процессами очаговой аккумуляции.

Склоново-водораздельный комплекс: 8 - пологие склоны ($3-7^\circ$) с процессами плоскостного смыва, овражной эрозии, криогенной десерпции; 9 - склоны средней крутизны ($7-15^\circ$) с процессами струйчатого и плоскостного смыва, дефлюкции, криогидротационного выветривания; 10 - крутые склоны ($15-30^\circ$) с осыпями и обвалами, процессами морозного выветривания, криогенного сплывания, струйчатого смыва, карста; 11 - уступы ($\text{более } 30^\circ$) с осыпями и обвалами, тектоническим крипом, морозным выветриванием, дефляцией карстом; 12 - водораздельные гряды, гребни и увалы с морозным выветриванием и десерпцией.

Прибрежно-озерный комплекс: 13 - абразионные уступы с обваливанием и осыпанием, денудирующей деятельностью волн, дефляцией; 14 - пляжи с аккумулятивной деятельностью волн, осыпанием, дефляцией.

Гравитационные процессы развиты на крутых склонах и уступах, вдоль разломов, контактов горных пород, на абразионных клифах. Эрозионные процессы преобладают на дне долин рек Кучелга и Харга и в суходольных логах, которые, спускаясь к побережью, расширяются и превращаются в бухты. Процессы плоскостной денудации развиты на пологих склонах и склонах средней крутизны, где, помимо смещения плаща рыхлых делювиальных осадков, приводят также к формированию деллей и ложбин стока. Абразионные процессы развиты вдоль мысов и полуостровов с обрывистыми отвесными берегами, гротами, клифами и бенчами. В бухтах в спокойных гидродинамических условиях происходит аккумуляция рыхлых осадков в виде тон-

кодисперсного ила и алевроитовых разностей; в мелких бухтах на мысах и вдоль скалистых берегов формируются узкие песчано-галечные зашебренные делювием пляжи, фрагментарные, но иногда вытягивающиеся на 100-150 м. Карстово-суффозионные процессы развиты в мраморах, но большого самостоятельного значения они не имеют и приводят к формированию значимых форм рельефа только в совокупности с другими агентами морфогенеза. Это же относится к заболачиванию, седиментации и криогенным процессам в поймах рек и на побережье бухт, которые в совокупности образуют своеобразные формы микрорельефа (Рис. 6.5).

Для побережья залива Мухор характерно сочетание ландшафтов подтайги, ксерофитных лесов, остепненных лугов и степи. Ландшафты подтайги развиты на северных приводораздельных склонах и представлены редколесными лиственничниками с сосной, слабо развитым подростом и подлеском из рододендрона даурского на дерновых лесных слаборазвитых маломощных почвах. В нижних частях склонов, со сменой экспозиции и выполаживанием поверхности подтайга резко переходит в остепненные светлохвойные леса и степь. Ландшафты светлохвойных остепненных лесов занимают пологие склоны, лощины и пади, представлены остепненными редкостойными лиственничниками в сочетании с лиственничным редколесьем на водоразделах и крутых склонах на примитивно-щебнистых, дерновых лесных и дерновых остепненных почвах и участками остепненных лугов на горных степных и горных черноземовидных почвах. Степные ландшафты занимают основную площадь полигона. Для них характерны растительные сообщества горных и настоящих степей на горных степных почвах, а так же петрофитные варианты настоящих степей на литогенных почвах. Фрагменты кустарниковых зарослей настоящих степей приурочены к крутым и каменистым береговым склонам. Кустарниковые и луговые ландшафты распространены узкими полосами вдоль русел рек Харга и Кучелга.

Среди наиболее пригодных для развития экологического туризма форм рельефа на полигоне «Кулура» нами выделены следующие: 1) уступы (эскарпы); 2) останцовые вершины и водораздельные гребни; 3) котловины; 4) седловины; 5) пади и лога; 6) террасы и поймы; 7) бухты и пляжи; 8) гребнисто-западинные геоморфологические системы (Рис. 6.6).

Рельеф полигона как источник геоморфологической опасности и риска

Основной вклад в антропогенную нарушенность ландшафтов на полигоне «Кулура» вносит деятельность неорганизованных туристов. На карте антропогенной нарушенности (Рис. 6.7) выделены районы с высокой, умеренной нарушенностью и условно ненарушенные. *Высоко нарушенными* считались земли с густой сетью дорог и троп, где расположены туристические стоянки; *умеренно нарушенными* – земли, где развита разреженная тропиная сеть, расположены сельхозугодья (пастбища, сенокосы), ферма; *условно ненарушенными* – земли, на которых практически отсутствуют следы антропогенной деятельности.

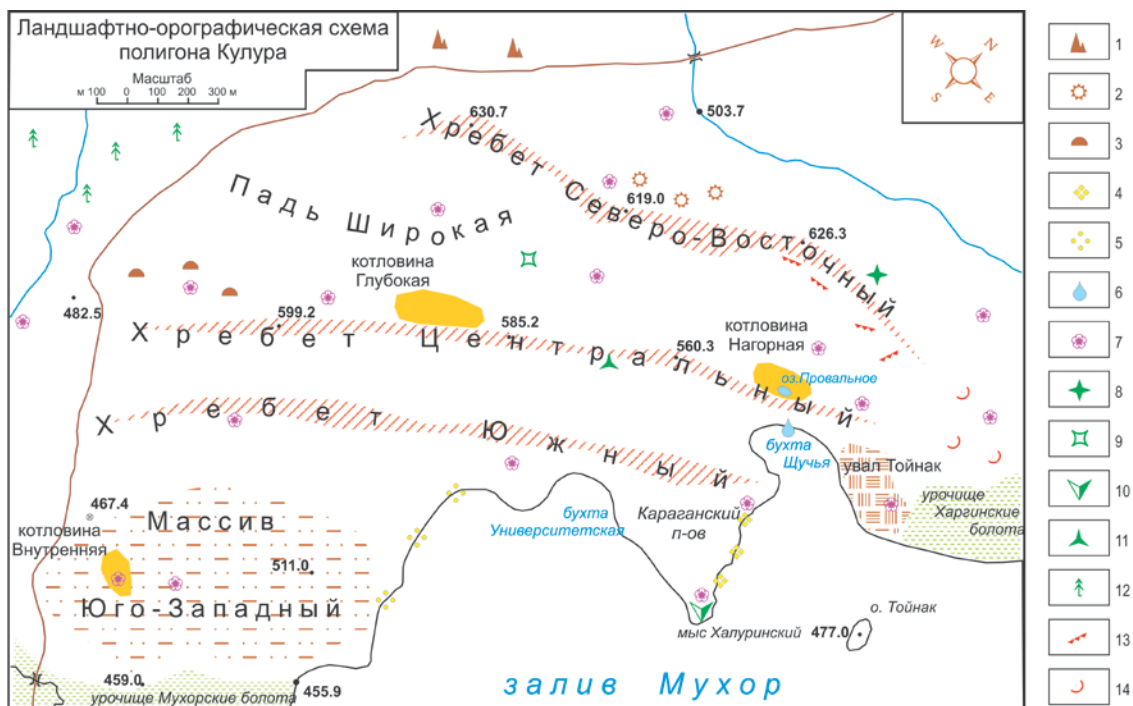


Рис. 6.5. Ландшафтно-орографическая схема полигона Култура. 1 - скальные массивы, 2 - нагорные террасы, 3 - выровненные поверхности. Пляжи: 4 - галечные, 5 - песчаные. 6 - родники, 7 - места сбора лекарственных трав. Ландшафтные памятники: 8 - ущелье "Ласточкин провал", 9 - урочище "Седло", 10 - урочище "На семи ветрах", 11 - урочище "Темное", 12 - урочище "Културинские лески". Историко-этнографические памятники курумчинской культуры: 13 - развалины оборонительных сооружений, 14 - развалины культово-обрядовых сооружений

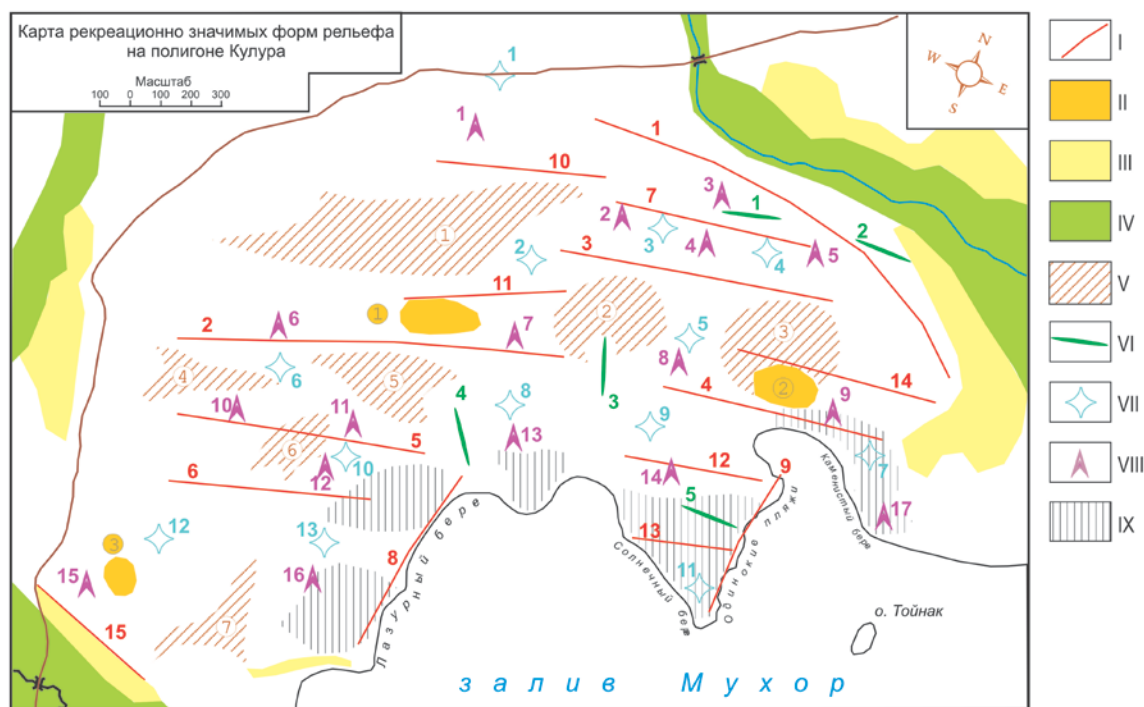


Рис. 6.6. Формы рельефа на полигоне Култура, ресурсно значимые для развития туризма. I - эскарпы: 1 - Харгинский, 2 - Центральный, 3 - Нагорный, 4 - Скалистый, 5 - Безлесный, 6 - Живописный, 7 - Вершинный, 8 - Прибрежный, 9 - Темный, 10 - Сосновый, 11 - Угрюмый, 12 - Скрытый, 13 - Красный, 14 - Надозерный, 15 - Пологий. II - котловины: 1 - Нагорная, 2 - Глубокая, 3 - Внутренняя. III - террасы. IV - пойменно-русловые комплексы рельефа. V - пади: 1 - Широкая, 2 - Амфитеатр-1, 3 - Амфитеатр-2, 4 - Приразломная, 5 - Лесистая, 6 - Солнечная, 7 - Фермерская. VI - лога: 1 - Обрывистый, 2 - Ласточкин провал, 3 - Ущелье, 4 - Крутой, 5 - Степной. VII - седловины. VIII - вершины. IX - гребнисто-западинные системы.

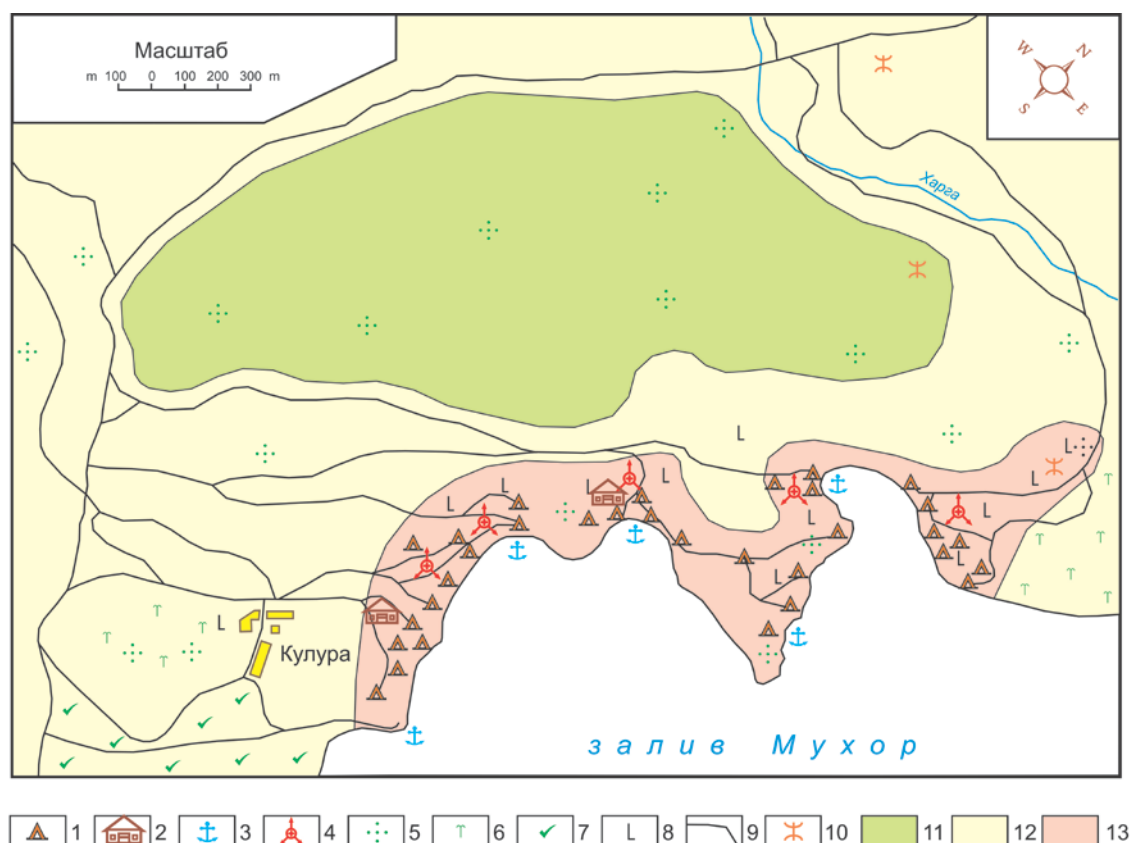


Рис. 6.7. Антропогенная нарушенность полигона Култура

Виды антропогенных нарушений: 1 - туристические стоянки, 2 - стационарные турбазы; 3 - места частого причаливания лодок, 4 - мусорные свалки, 5 - места сбора лекарственных трав, 6 - пастбища, 7 - сенокосы, 8 - вырубки, 9 - автомобильные дороги. 10 - археологические и историко-культурные памятники.

Степень нарушенности: 10 - условно ненарушенные земли, 11 - умеренная, 12 - высокая

Высокая антропогенная нарушенность ландшафтов характерна для вдольбереговой полосы залива Мухор. Разрушаются как абразионные, так и аккумулятивные берега залива. На мысах характерными видами нарушений являются каменные навалы, вдольбереговые и ведущие к берегу тропинки, которые способствуют развитию абразионных и эрозионных процессов. В бухтах основными видами нарушений являются продуктовые и туалетные ямы, мусорные свалки, тропы, вырубки редкостойных лиственничников. Эти виды антропогенных нарушений приводят к снижению эколого-туристической значимости территории, активизируют опасные геоморфологические процессы. Усиливается абразия, разрушаются пляжи, в бухтах происходит заболачивание, формируется кочкарно-западинная местность. Вдоль дорог и троп активизируется дорожная эрозия, происходит размыв грунтов и образование оврагов. На крутых склонах и в местах их подрезки дорогами образуются осыпи и провалы, разрушающие дорожную колею,

активизируются термоэрозионные процессы. В результате нарушения почвенно-грунтового слоя в бухтах активизируется площадная эрозия и поверхностный смыл грунтов. Из-за продолжительных дождей образуются селевые потоки. Поэтому имеет место не только группа традиционных факторов геоморфологической опасности – аномальная активизация типичных геоморфологических процессов (гравитационных, абразионных, эоловых), но и активизация нетипичных для полигона процессов (эрозии, заболачивания). Налицо и две другие группы факторов опасности: 1) возникновение зон повышенного эколого-геоморфологического дискомфорта; 2) обусловленное разрушением рельефа истощение природных ресурсов.

Умеренно нарушенные земли занимают большую часть полигона «Кулура», где бессистемно проложены автомобильные дороги и запутанная сеть пешеходных троп. Причем за последние 7-8 лет степень нарушенности полигона дорогами и тропами возросла примерно в 3 раза. Умеренно нарушенными считались и сельскохозяйственные земли фермы «Кулура».

Условно ненарушенной считалась территория в центральной части полигона «Кулура». Здесь отсутствуют следы активной антропогенной деятельности за исключением временных дорог и троп, старых мелких вырубок. Факторами геоморфологической опасности выступают типичные для данной территории геоморфологические процессы и явления.

На основе Рис. 6.4, 6.5 и 6.7 нами составлена таблица опасных геоморфологических процессов на полигоне «Кулура» (Табл. 6.2).

Табл. 6.2

Опасные геоморфологические процессы на полигоне «Кулура»

Процессы	Пространственное распределение	Форма рельефа	Источник опасности
Тектонический крип	Фронтальный	Уступы	Тектонические движения по зонам разломов
Термокарст	Точечный	Низкая и высокая пойма	Термогидрогенные изменения, наледообразование, режеляция грунтов
Обвалы, осыпи	Фронтальный	Крутые склоны, уступы, в т.ч. абразионные	Гравитационные процессы, трещинообразование, сейсмические потрясения
Дефлюкция и криогенное сплывание	Площадной	Крутые склоны и склоны средней крутизны	Термогидрогенные изменения, режеляция грунтов, гравитационные процессы
Плоскостной смыл	Площадной	Пологие склоны и склоны средней крутизны	Обильные атмосферные осадки, антропогенное разрушение почв и грунтов
Овражная эрозия	Линейный	Пологие склоны	Обильные атмосферные осадки, антропогенное разрушение почв и грунтов
Абразия	Фронтальный	Абразионные уступы	Волноприбойная деятельность
Дефляция, коррозия	Площадной	Уступы, в т.ч. абразионные	Денудационная деятельность ветра
Глубинная и боковая эрозия	Линейный	Русла рек, лога, долины временных водотоков	Обильные атмосферные осадки, гравитационный потенциал рельефа
Карст	Точечный	Крутые склоны и уступы	Наличие карстующихся пород, достаточное атмосферное увлажнение
Эрозия вдоль дорог и троп	Линейный	Высокая пойма, террасы	Антропогенная хозяйственная и рекреационная деятельность

Для анализа геоморфологической опасности на полигоне необходимо выбрать параметры, ответственные за формирование современного рельефа. Полигон располагается в зоне Приморского разлома, который активен на протяжении всего позднего кайнозоя и в современный период. Тектонические движения сформировали на полигоне контрастный (клавишный) рельеф, типичный для континентальных рифтовых зон. Современный геолого-структурный рисунок территории полигона (сетка линеаментов) обеспечивает формирование основных черт морфологии рельефа. Экзогенные процессы усложняют структуру рельефа на полигоне.

Развитие рельефа Приольхонья происходит унаследованно с раннего олигоцена, а структурно-геологическая основа территории создана еще в каледонский этап тектогенеза – формирование Ольхонского террейна. В последующем террейн деформировался и редуцировался, но его ядро оставалось стабильным, обеспечивающим генеральный структурно-геологический каркас территории и сценарий протекающих на ней процессов рельефообразования.

Орографическая и климатическая позиции и история развития рельефа на полигоне «Кулура» позволяют в качестве критериев для оценки геоморфологической опасности выделить два показателя: 1) плотность линеаментов – способность горных пород и массивов подвергаться разрушению геоморфологическими процессами, 2) градиент гипсометрических высот – потенциальная гравитационная энергия (активность) рельефообразующих процессов.

Земная кора разбита на тектонические блоки различной геодинамической активности. Границы блоков представляют собой активные геодинамические зоны, имеют аномально напряженное состояние, по ним происходят тектонические подвижки блоков. Это более разуплотненная и ослабленная масса горных пород по сравнению с блоками. Геодинамические зоны проявляют себя на поверхности в виде линейно вытянутых форм рельефа, их границ, элементов гидрографической сети, зон почвенного и растительного контрастов и т.п. Поверхностные линейные проявления в рельефе структурных элементов горных массивов называют линеаментами. Сетка линеаментов (потенциально активных разломов) является показателем геологической структуры и морфоструктуры рельефа, а плотность линеаментов (их количество на стандартной площади) – показателем степени раздробленности земной коры, а, следовательно, устойчивости горных пород к разрушению и денудации (Кац Я.Г., Полетаев А.И., Румянцева Э.Ф. Основы линеаментной тектоники. М.: Недра, 1986. 144 с.; Бондур В.Г., Зверев А.Т. Физическая природа линеаментов, регистрируемых на космических изображениях при мониторинге сейсмоопасных территорий // Исследования Земли из космоса, 2007. № 1. С. 47-56).

Современная структурно-геоморфологическая позиция территории полигона «Кулура» оценена с помощью построения карты линеаментов (Рис. 6.8). Основой для создания этой карты послужило дешифрирование аэрофотографических снимков масштаба 1 : 10 000 и 1 : 18 000 и топографических карт масштаба 1 : 25 000, а также полевые исследования. На карте выделялись

линеаменты, которые обуславливают контрастность рельефа, подчеркивали уступы, гребни, крутые или обрывистые склоны, линейно-вытянутые трещиноватые зоны в горных породах, тектонические и структурные контакты, разломы, флексуры и т.п.

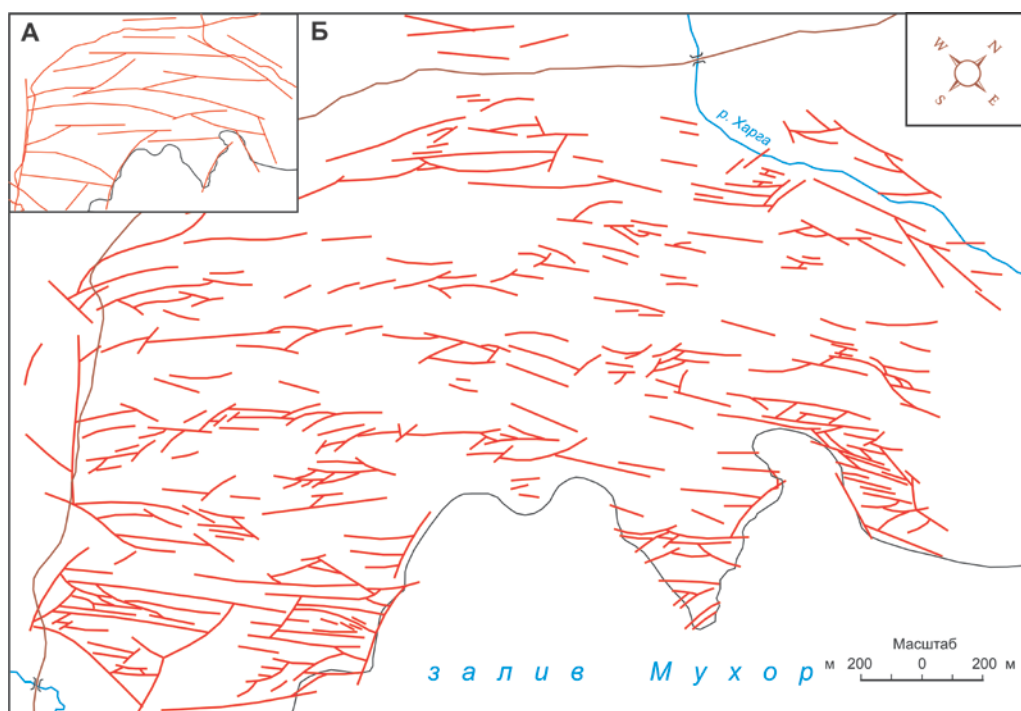


Рис. 6.8. Карта-схема линеаментов на полигоне Кулура: А - региональных, Б - локальных.

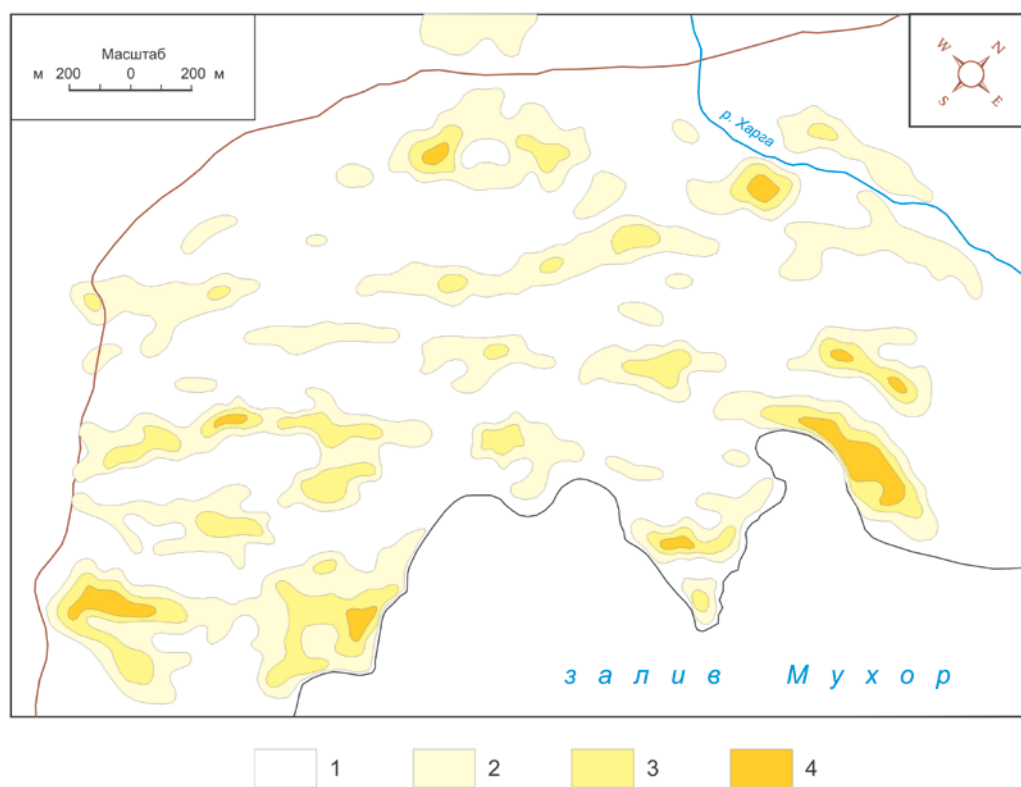


Рис. 6.9. Плотность линеаментов на полигоне Кулура (шт./га):
1 - 0-2; 2 - 2-4; 3 - 4-6; 4 - более 6

Анализ карты показал, что большинство линеаментов имеет простирание, согласное с Приморским разломом и образуют Приморскую систему. Выделяются две другие системы: 1) Кулуринская, близкая к меридиональной, вычленяющая массив Юго-Западный, 2) Харгинская, близкая к широтной, формирующая правый борт долины р. Харга. Приморская система имеет простирание на 45^0 , Кулуринская – 0^0 , Харгинская – 80^0 . Эти системы составляют 90 % от общего числа линеаментов на полигоне (Табл. 6.3). Другие не формируют систем и подчинены главным, образуя дополнительные элементы инфраструктуры Приморского разлома. Локальные линеаменты формируют неотектоническую микроструктуру полигона «Кулура».

Табл. 6.3

Процентное соотношение числа линеаментов на полигоне Кулура

Наименование систем линеаментов	Процент от общего числа линеаментов
Приморская	61 %
Кулуринская	19 %
Харгинская	10 %
Прочие	10 %

Локальные линеаменты на полигоне «Кулура» группируются в динамически и пространственно сопряженные структуры – группы линеаментов или линеаментные системы. Структурный рисунок сетки локальных линеаментов позволяет выделить линеаментные системы и вычленяемые ими блоки (см. Рис. 6.8). На схеме выделяется главное Приморское северо-восточное направление групп линеаментов, субширотная Харгинская система и субмеридиональная Кулуринская система. На юго-востоке полигона Харгинская и Кулуринская системы образуют зону сопряжения и вычленяют бухту Щучью и увал Тойнак. Такая же картина наблюдается в районе массива Юго-Западный. В совокупности три линеаментные системы формируют неотектоническую макроструктуру полигона «Кулура».

На основе карты линеаментов построена карта их плотности (Рис. 6.9). Плотность линеаментов – это их количество на фиксированной площади. Для подсчета плотности используется квадратная палетка, размер которой определяется по формуле:

$$s = 2S / n_{\text{sum}} ,$$

где S – площадь района, n_{sum} – число наблюдений за параметром. Использован метод расчета по фиксированной сетке-матрице. Шаг измерений и расстояние между измерительными профилями принимались равными длине стороны палетки, что обеспечивало перекрытие измеряемого параметра по площади. Минимальный шаг между изолиниями определялся по формуле:

$$h = (X_{\text{max}} - X_{\text{min}}) / (1 + 3.3 \log \gamma) ,$$

где $X_{\text{max}} - X_{\text{min}}$ – максимальное и минимальное значение параметра плотности линеаментов, γ – количество измерений параметра.

На основании проведенных расчетов площадь палетки для подсчета плотности линеаментов на полигоне «Кулура» принята равной 1 га, шаг измерений – 100 м, шаг между изолиниями – 2 шт./1 га. В дальнейшем определялась аномальная величина плотности линеаментов, которая должна была оконтурить области, несущие потенциальную геоморфологическую опасность. Для этого нами использовалась формула:

$$X_a = X_n + 2\sigma,$$

где X_a – аномальная величина плотности линеаментов, X_n – среднее значение плотности разломов на полигоне Кулура, которое определялось по формуле:

$$X_n = \Sigma X_i / \gamma.$$

Величина σ показывает среднюю квадратичную ошибку по выборке значений плотности линеаментов:

$$\sigma = e / \gamma^{1/2},$$

где e – среднее квадратичное отклонение, рассчитанное по формуле:

$$e^2 = 1 / (\gamma - 1) (\Omega - \Sigma X_i^2 / \gamma),$$

где Ω – сумма наблюдений плотности линеаментов.

Величина X_a редко совпадает с шагом изолиний, поэтому производится округление ее значений в большую сторону до ближайшего шага изолиний. Для полигона «Кулура» границей, разделяющей аномальные и фоновые значения плотности линеаментов, принята изолиния 2.

Вторым критерием геоморфологической опасности является градиент гипсометрических высот или изменение относительных высот рельефа на фиксированной площади, отражающее потенциальную геодинамическую энергию рельефа, обусловленную естественной кривизной земной поверхности и силами гравитации. Этот показатель с успехом использован для горных территорий с контрастным рельефом и активными геодинамическими процессами (Ласточкин С.В. Сравнительный анализ вертикальных тектонических движений в центральной части Байкальской рифтовой зоны и Забайкалье в связи с сейсмичностью // Геология и геофизика. 1975. № 9. С. 121-125; Леви К.Г. Вертикальные движения земной коры в Байкальской рифтовой зоне // Проблемы разломной тектоники. Новосибирск: Наука. 1981. С. 142-170).

Для полигона построена карта градиентов высот рельефа (Рис. 6.10). Анализировались гипсометрические кривые рельефа. В этом случае для измерения значений градиентов высот эффективнее использовать не жесткую (фиксированную) сетку, а метод скользящего профилирования. Для него характерно использование круглой палетки, которая позволяет избежать искажения информации при ее вращении. В остальном процедура аналогична описанной выше. Для карты градиентов высот рельефа диаметр палетки равен 100 м, шаг измерений и расстояние между измерительными профилями – 50 м, шаг между изолиниями – 10/100 м горизонтального проложения, аномальное значение градиента высот рельефа – 30/100 м.

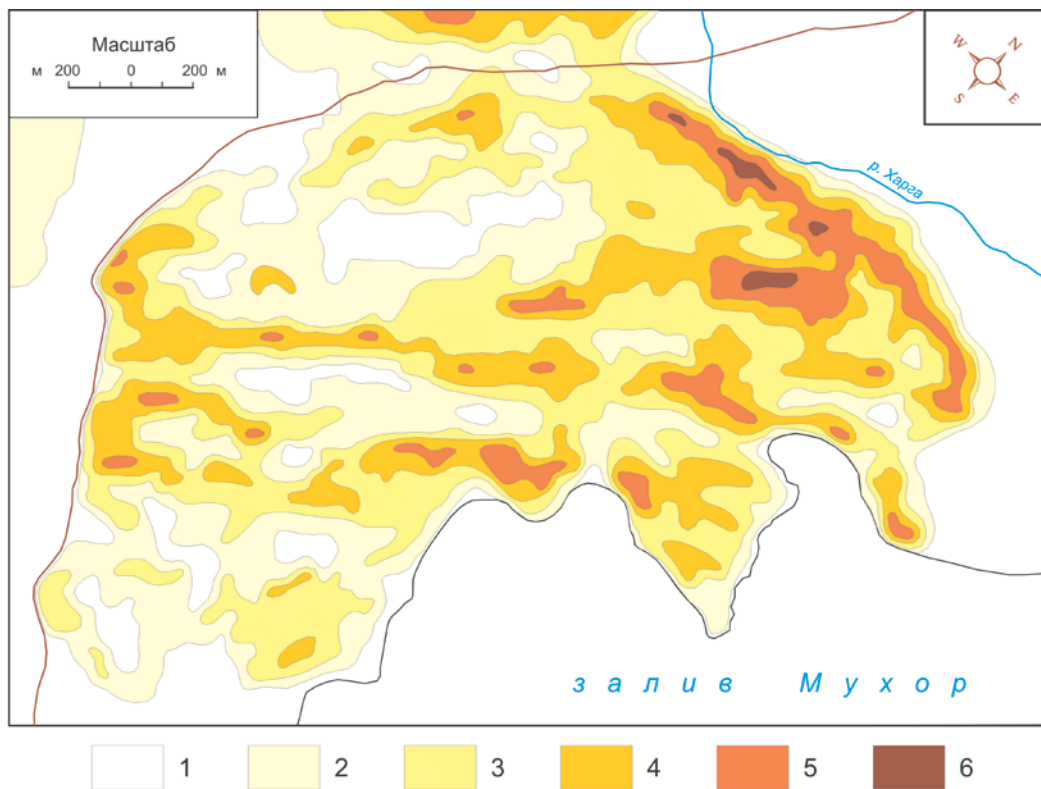


Рис. 6.10. Градиенты высот на полигоне Кулура (м/100 м)
1 - 0-10; 2 - 10-20; 3 - 20-30; 4 - 30-40; 5 - 40-50; 6 - более 50

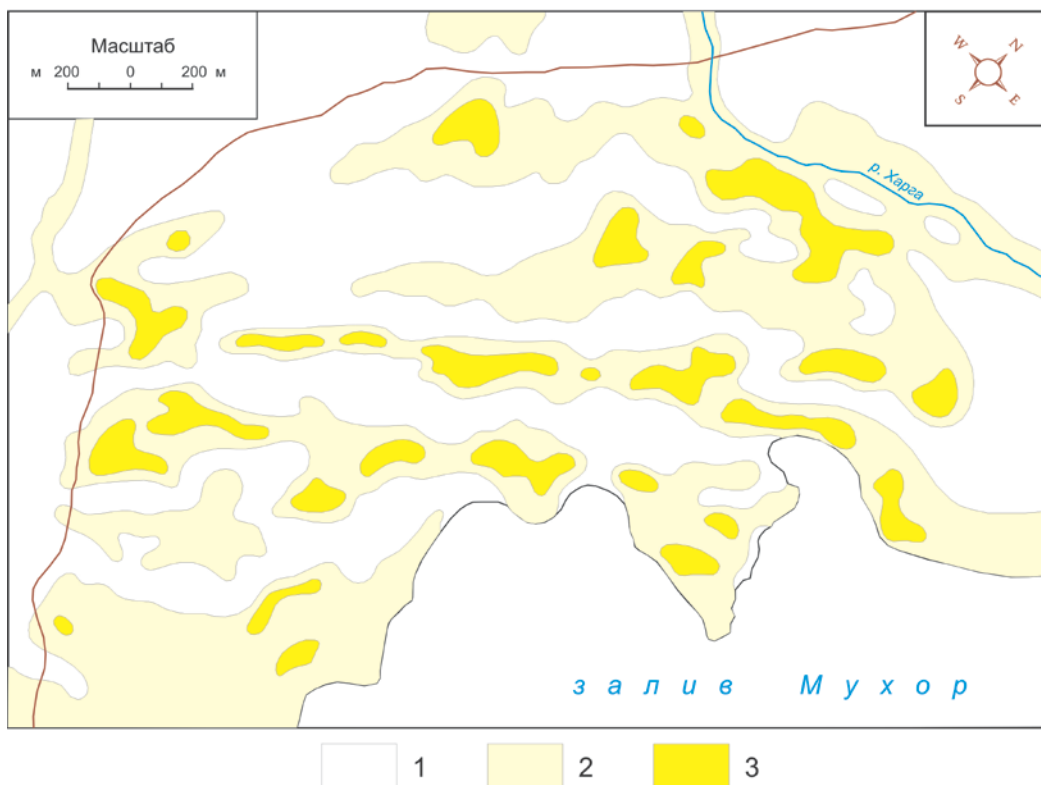


Рис. 6.11. Геоморфологическая опасность на полигоне Кулура:
1 - условно отсутствует; 2 - умеренная; 3 - высокая

Для построения карты геоморфологической опасности проводилось наложение областей с аномальными и фоновыми значениями плотности линеаментов и градиента высот рельефа. Это

позволило выделить три генерации областей: 1) с фоновыми значениями обоих параметров – геоморфологическая опасность отсутствует; 2) с аномальным значением какого-либо одного параметра – опасность умеренная; 3) с аномальными значениями обоих параметров - опасность высокая. В областях, где потенциальная гравитационная энергия рельефа крайне мала, опасность представляют другие процессы, и к типу областей с умеренной опасностью отнесены пойменно-долинные комплексы, устья рек и прибрежные низины (Рис. 6.11).

Для большей части полигона «Кулура» характерна умеренная геоморфологическая опасность. Она обусловлена естественным геоморфологическим строением территории и геоморфологическими процессами. Умеренная геоморфологическая опасность характерна для пойменно-русловых комплексов речных долин, склонов средней крутизны, крутых падей и логов, абразионных берегов, замкнутых котловин. Условно отсутствует геоморфологическая опасность в долинах рек на террасах, на пологих склонах, в широких пологонаклонных падях, в межгорных понижениях, седловинах, на берегах бухт. Высокая геоморфологическая опасность наблюдается на крутых склонах, уступах, эскарпах, останцовых возвышенностях, узких гребнях, местах развития суффозионных и карстово-провальных форм рельефа.

Следующая задача – это оценка риска. Он складывается из двух показателей: 1) геоморфологической опасности и 2) степени антропогенной нарушенности. Карты обоих показателей построены. Их совместный анализ позволяет в каждом конкретном случае судить о степени риска туристической деятельности на тех или иных участках полигона (Рис. 6.12).

Геоморфологическая опасность \ Антропогенная нарушенность			
	Условно отсутствует	Умеренная	Высокая
Условно отсутствует	Условно отсутствует	Низкая	Средняя
Умеренная	Низкая	Средняя	Высокая
Высокая	Средняя	Высокая	Экстремальная

Рис. 6.12. Оценка геоморфологического риска на локальном уровне

На полигоне «Кулура» риск природопользования возрастает в местах высокой антропогенной нарушенности ландшафтов, даже, несмотря на то, что геоморфологическая опасность в них отсутствует – на побережье бухт и пляжей, вдоль дорог в широких пологонаклонных падях и межгорных понижениях. Высокий риск природопользования в пойменно-руслowych комплексах, падях и логах, на склонах средней крутизны и вдоль абразионных берегов, подвергнутых интенсивному антропогенному прессингу. Опасные процессы вероятны в заболоченных бухтах, на крутых склонах и уступах, в районах развития карста и суффозии.

Для снижения риска туристической отрасли природопользования на полигоне «Кулура» необходимо проведение следующего комплекса мероприятий (Табл. 6.4).

Табл. 6.4

Основные мероприятия по снижению уровня риска туристической деятельности

Мероприятия	Уровень проведения	Административные структуры, ответственные за проведение	Капиталовложения
Детальное геоморфологическое районирование, оценка опасных процессов и ресурсной значимости рельефа	Областной, ведомственный	Геоморфологическая комиссия РАН; ОУС по наукам о Земле СО РАН; ИНЦ СО РАН; вузы Иркутска и других городов области	Высокие
Планирование и регулирование сети автодорог и пешеходных троп	Областной, муниципальный	Правительство ИО; Администрация ОР	Высокие
Снижение доли неорганизованных туристов	Областной, муниципальный	Правительство ИО; Администрация ОР	Низкие
Привлечение студентов, общественности, местного населения к реабилитации нарушенных земель	Областной, муниципальный	Правительство ИО; вузы Иркутска; Администрация ОР; Чернорудская сельская администрация	Средние
Придание особого статуса высоконарушенным или высокоценным ландшафтам (памятники природы, полигоны научных исследований и т.п.)	Областной, муниципальный, ведомственный	Правительство ИО; Руководство ПНП; ИНЦ СО РАН; вузы г.Иркутска; Администрация ОР	Средние
Создание на побережье залива Мухор специализированных мест отдыха и экологического туризма	Областной, муниципальный, ведомственный	Правительство ИО; Администрация ОР; организации-природопользователи; Руководство ПНП; ИНЦ СО РАН	Высокие
Инструктаж по правилам поведения в живой природе	Муниципальный, ведомственный	Администрация ОР; организации-природопользователи; Руководство ПНП	Низкие
Запрещение несанкционированных земляных работ, рекультивация земель	Муниципальный, ведомственный	Администрация Ольхонского района; организации-природопользователи; Руководство ПНП	Высокие
Поддержание и развитие традиционных промыслов	Муниципальный	Администрация ОР; Чернорудская сельская администрация	Средние
Определение оптимального количества отдыхающих, которые способны выдержать прибрежные ландшафты	Ведомственный	Институт географии СО РАН; Иркутский государственный университет; Иркутский государственный технический университет; Руководство ПНП	Низкие
Информационная и агитационная поддержка общественных институтов, инициативных групп	Ведомственный	Организации-природопользователи; общественные природоохранные организации; Руководство ПНП; СМИ	Низкие

Эти природоохранные мероприятия схожи с мероприятиями для всего Приольхонья (см. Табл. 5.6), но имеются и различия. Карта геоморфологической опасности на полигоне «Кулура»

может лечь в основу планирования сети туристического использования охраняемых природных территорий на локальных полигонах. Тем не менее, в обстановке низкой степени совершенства экономики туризма риск природопользования на полигонах Приольхонья возрастает. Поэтому отношение к опасностям в рельефе должно быть самым серьезным, побудить разработчиков планов устойчивого природопользования к учету факторов геоморфологической опасности.

6.3. Опасные геоморфологические процессы вдоль трансекта проектируемого газопровода «Ковыкта – Иркутск»

Процедура исследований

Большинство активных разломов располагается в горах, в зонах контакта литосферных плит с высокой геодинамической активностью. Во внутренних частях литосферных плит и блоков, в платформенных условиях со спокойным тектоническим режимом активные разломы отмечаются редко. Здесь они представлены отдельными активизированными фрагментами зон крупных долгоживущих древних разломов. В большинстве случаев эта активизация является латентной, часто не имеет тектонической природы и связана с пассивной (например, эпейрогенической) реакцией разнородной по реологическим свойствам геологической среды в зонах разломов и в межразломных пространствах на экзогенные процессы или деятельность человека. В исключительных случаях активизация разломов на платформах может быть связана и собственно с тектогенезом, отголосками которого являются опасные геоморфологические процессы (Кузьмин С.Б. Геоморфологические критерии геодинамической опасности зон активных разломов для магистральных трубопроводов // Геозкология. 2009, № 4, с. 340-357).

Тем не менее, последствия активных современных тектонических движений в зонах разломов, особенно внутри или в непосредственной близости сейсмоактивных зон и поясов, являются интегральным эффектом влияния нескольких факторов, которые не обязательно просто суммируются между собой. В зонах активных разломов возможны нелинейные, среди которых сила толчков при землетрясениях далеко не всегда играет определяющую роль. Основные разрушения и ущерб несут, как правило, вторичные явления и процессы, масштабы которых зависят от конкретных природных ситуаций и условий, созданных человеческой деятельностью. Значительная часть разломов, закартированных в районе или на территории хозяйственного объекта могут быть пассивными, и в их зонах могут быть не проявлены опасные процессы, непосредственно относящиеся к факторам сейсмического риска, которые определены в СНиПах (Рыбалкина Л.А. Активные разломы как факторы сейсмического риска на территории г. Петропавловска-Камчатского // Материалы ежегодной конференции, посвященной Дню вулканолога. Петропавловск-Камчатский: Наука – для Камчатки, 2003. С. 91-99).

Фрагменты разломов, активизированные в голоцене, обнаружены на юге Сибирской платформы в пределах Иркутско-Черемховской равнины и Предсаянского предгорного прогиба. Некоторые из них активизировались в историческое время, о чем свидетельствуют палеосейсмодислокации разной степени сохранности, подтвержденные радиоуглеродными методами (Аржанникова А.В., Аржанников С.Г. Проявления новейших тектонических деформаций на юге Сибирской платформы // Геология и геофизика. 2005. № 3. С. 273-279). На примере гор Алтая и предалтайского региона хорошо известно, что в переходных зонах от орогенов к платформенным тектоническим образованиям, на участках равнинного рельефа, возникает целый ряд опасных геолого-геоморфологических процессов, которые способны оказать серьезное влияние на хозяйственную инфраструктуру и существенно повысить риск природопользования (Имаев В.С., Барышников Г.Я., Лузгин Ю.Н. и др. Архитектура сейсмоопасных зон Алтая. Барнаул: АГУ, 2007. 233 с.; Барышников Г.Я., Краснослабодцева Н.А. Природно-хозяйственный каркас переходной зоны Алтая. Барнаул: АГУ, 2012. 154 с.). Это обстоятельство определило необходимость изучить в диссертации фрагменты некоторых зон разломов на Иркутско-Черемховской равнине, которая прилегает к горной системе Восточного Саяна, на предмет их геоморфологической опасности и позднечетвертичной активности. Восточный Саян – крупный орогенное сооружение, обладающее очень высокой позднечетвертичной и современной сейсмотектонической активностью (Сейсмотектоника и сейсмичность юго-восточной части Восточного Саяна. М.: Наука, 1975. 136 с.). Другим мотивом этих исследований явился практический аспект проблемы, поскольку, говоря о природной опасности, мы всегда подразумеваем хозяйственную деятельность человека и возникающий в ее процессе риск природопользования, а на данной территории проектируется магистральный газопровод «Ковыкта – Иркутск».

С 2006 г. Восточносибирская нефтегазовая компания (ВСГК)² вела подготовку технической документации на строительство магистрального газопровода «Ковыкта – Иркутск», который по проекту должен соединить Ковыктинское газоконденсатное месторождение (КГМ) в верховьях р. Лены и потребителей газа в южных районах Иркутской области. Конечным пунктом газопровода является город Иркутск. На субмеридиональном отрезке от г. Саянска до г. Иркутска газопровод будет проходить по хозяйственно освоенным районам в пределах пологохолмистой Иркутско-Черемховской равнины. Здесь его пересекают зоны древних разломов, часть из которых может представлять потенциальную опасность за счет активизации отдельных разрывов в позднечетвертичное время. По заказу ВСГК проведена оценка активности и геоморфологической опасности наиболее проблемных зон разломов, пересекающих трассу проектируемого газопровода или проходящих в непосредственной близости от нее (Рис. 6.13).

² С 2008 г. контроль над строительством газопровода осуществляет компания «Газпром».



Рис. 6.13. Район прохождения трассы проектируемого магистрального газопровода «Ковыкта – Иркутск» и изученные активные разломы
1 – активные разломы по номерам в Табл. 6.5; 2 – проектируемая трасса газопровода «Ковыкта – Иркутск»; 3 – административная граница Иркутской области.

Важность использования геоморфологических методов для анализа структуры, геодинамики и активности разломов, проистекает из повышенной опасности последних для человека и хозяйственных объектов, в т.ч. магистральных трубопроводов (Имаев В.С., Имаева Л.П., Гриб Н.Н. и др. Сейсмогенерирующие структуры Байкало-Патомского и Алдано-Станового блоков (анализ трассы нефтепровода Восточная Сибирь – Тихий океан). Нерюнгри: ЯГУ, 2008. 211 с.; Джурик В.И., Серебренников С.П., Дреннов А.Ф., Усынин Л.А. Районирование сейсмической опасности протяженных трасс линейных сооружений в Сибирском регионе // Вопросы инженерной сейсмологии. 2009. Т. 36. № 4. С. 53–59; Лапердин В.К., Качура Р.А. Анализ возникновения природно-техногенных рисков и геоэкологической нестабильности по трассам нефтегазопроводов на юге Якутии // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2012. № 9. С. 17–24). Разломы представляют опасность не только непосредственно, как, например, вы-

званные ими землетрясения могут привести к разрыву трубы, что является самым серьезным видом аварий на нефте- и газопроводах. Подвижки по активным разломам, пусть и не сейсмогенерирующие, вызывают к жизни целый комплекс геоморфологических процессов: осыпи, обвалы, суффозия, плановые деформации русел рек и др. Эти процессы не менее опасны для линейных сооружений и их воздействие может вызывать различные виды аварий: деформации опор и подвесок, выход из строя вентилей и запорной арматуры, нарушение функционирования газоперегонных станций, пунктов контроля давления, дорожных и водных переходов, в т.ч. и разгерметизацию трубы. Поэтому при геоморфологической характеристике зон активных разломов следует уделять внимание не только непосредственным следам тектонических подвижек (полевым или дистанционным), но и всем процессам, которые могут реально угрожать безопасности и нормальному функционированию проектируемого трубопровода, представляются нетипичными для данной морфологии рельефа, а их активность не соответствует локальной или региональной геоморфологической и геодинамической ситуации (Ларионов В.И., Александров А.А., Кумохин В.Г. Оценка и обеспечение безопасности объектов хранения и транспортировки углеводородного сырья. СПб.: Недра, 2004. 189 с.; Андреева Е.В., Габелая Г.Р., Чичиринов А.А. Выбор технических решений по прокладке нефтепровода на участках с опасными инженерно-геологическими процессами // Трубопроводный транспорт. Теория и практика. 2007. № 4. С. 28-35; Стром А.Л., Ивашенко А.И., Кожурин А.И. Оценка расчетных значений сейсмогенных подвижек по разрывам, пересекающим трассы трубопроводов, и вероятности их превышения // Вопросы инженерной сейсмологии. 2008. Т. 35. № 2. С. 14-19).

Использованы методы полевых геоморфологических исследований, анализ дистанционного материала: топографических и тематических карт, космических изображений. В методологическом плане изучались имеющиеся у ВСГК данные по строению, динамике и кинематике разломов: структурно-геологические, тектонофизические, геофизические и др. В дальнейшем этот комплекс данных лег в основу выбора мест предпочтительного изучения: точечных и маршрутных исследований, закладки геоморфологических профилей и т.д. Полевая и дистанционная информация позволила провести анализ разломных зон, типизировать их по степени геоморфологической опасности, предложить рекомендации по защите от опасных процессов.

Составлена специальная таблица (Табл. 6.5), в которой сгруппированы параметры изученных зон разломов, время последней активизации, положение в системе ярусности рельефа и некоторые другие. Приведена общая характеристика грунтов, распространенных в зоне разлома, выделены опасные геоморфологические процессы и условия, в которых они активизируются. По результатам проведенных полевых или дистанционных геоморфологических наблюдений показана протяженность не всего разлома, а только его активизированного сегмента, непосредственно примыкающего или пересекающего трассу проектируемого трубопровода.

Время последней активизации разлома приводится по геохронологической шкале, которая применительно к данным исследованиям имеет следующие градации. *Современная активизация разлома* – последние 500 лет; *активизация в исторический период (поздний голоцен)* – 500-2500 лет назад; *голоценовая активизация (ранний и средний)* – 2500-11500 лет назад; *поздний неоплейстоцен* – 11500-126000 лет назад; *средний неоплейстоцен* – 126000-781000 лет назад; *ранний неоплейстоцен* – 781000-1806000 лет назад. Геохронологические рубежи приведены в соответствии с Международной геохронологической шкалой четвертичного периода – Global Boundary Stratotype Sections and Points. v. 2009 b SACCOM INQUA.

Ярусы рельефа приведены в соответствие с классическими геоморфологическими построениями [Мещеряков, 1972; Костенко, 1999; Геоморфология, 2005; Симонов, 2005]. Выделены три наиболее общих яруса рельефа: водораздельный, склоновый, пойменно-долинный, а также их более мелкие подразделения. Это позволяет не только определить геоморфологические следствия тектонических движений по разломам, т.е. предполагаемый набор процессов и форм рельефа, но и высказывать предположения о возрасте тектонической активизации.

Морфологические параметры включают сегментацию зон разломов, поскольку часто в пределах единой зоны разлома в ее геологической структуре и рельефе выделяется несколько парагенетически связанных фрагментов разломов (мелких разрывов), которые иногда имеют достаточно отличное простираие, или даже пересечение друг с другом. В этих случаях приводилась характеристика каждого из выделенных сегментов. В морфологическом плане для каждого сегмента приведена конкретная форма рельефа, на которой он развит – пойма, терраса, склон, дно лога, уступ и т.п. Морфометрические параметры изученных разломов и их сегментов включают несколько характеристик: длина и ширина зон разломов (исходя из геоморфологических критериев), ориентация линии главного сместителя. Использован параметр вертикальной расчлененности рельефа непосредственно в зоне разлома. Перепад высот является наиболее информативной характеристикой для зон сбросовых разломов, в районе распространения развитых по ним крутых склонов и уступов, т.к. показывает потенциальную энергетику геоморфологических процессов, их вероятную активность и, следовательно, опасность для проектируемого газопровода. Для сдвиговых разломов эта характеристика не информативна.

В табл. 6.5 приведена известная на сегодня общая характеристика грунтов в районе объекта исследований как в зоне разлома, так и в некоторых случаях на соседних территориях. Выделены грунты рыхлые (связные и несвязные), полускальные и скальные. Определены также гранулометрический и механический состав грунтов, на основе которых выделены их группы: глины, суглинки, супеси, пески и т.д. Особо отмечены техногенные грунты, дорожные покрытия, строительные площадки и т.п. Эти характеристики позволяют судить о реологических свойствах среды, в которой происходит развитие зон активных разломов.

Геоморфологическая характеристика активных сегментов зон разломов
вдоль трассы газопровода «Ковыкта – Иркутск»

№ разломов	Общая длина, км	Ярус рельефа	Морфология и морфометрия рельефа сегментов в зоне разлома					Опасные геоморфологические процессы	Грунты	Примечания
			сегмент	длина, км	ширина, м	ориентация, град.	расчлененность, м			
1-1	2,4	Пойменно-долинный	Главное русло р. Ока	1,2	400	45-50	Дно реки, 1-3	Эрозия глубинная и боковая	Рыхлые несвязные. Русловой аллювий (гравийно-галечный)	Русловые талики, наледи, заторы и зазоры
			Низкая пойма, острова Пронин, Чупин и более мелкие	0,8	600		1-4	Подтопление, заболачивание, плановые деформации русла	Рыхлые связные. Суглинки, оторфованные суглинки. Рыхлые несвязные. Супеси, песчано-галечные	При паводках на р. Ока, наледи на грунтовых водах
			Высокая пойма на техногенных землях	0,4	300		5-7	Оползны переувлажненных грунтов	Рыхлые несвязные. Супеси, пески. Техногенные (галечно-гравийные), дорожные покрытия	При высоких паводках на р. Ока и техногенном воздействии
1-3	3,6	Склоновый	Крутой склон долины р. Ока (около 20°)	1	150	160-170	35-40	Осыпи, осыпи, эрозия плоскостная	Полускальные. Алевролиты выветрелые. Рыхлые связные. Суглинки. Рыхлые несвязные. Супеси	Склоны залесены и активизация опасных процессов возможна при вырубке деревьев
			Склон долины р. Ока. Уступ более 30°	1,2	200	170-180	55-60	Осыпи, блоки отседания, эрозия плоскостная, суффозия	Полускальные. Алевролиты выветрелые. Рыхлые несвязные. Супеси, песчано-дресвяные	
			Склон долины р. Ока. Уступ более 40°	1,4	250	5-15	65-70	Осыпи, блоки отседания, обвалы, суффозия, дефляция	Полускальные. Алевролиты выветрелые. Рыхлые несвязные. Песчано-дресвяные	
2-1	6	Пойменно-долинный	Узкий суходольный лог	2	300	70-75	20-25	Эрозия линейная глубинная	Рыхлые несвязные. Суглинки. Супеси	Территория представляет собой в основном техногенные земли. Опасные процессы могут быть спровоцированы только человеком
		Склоновый	Приводораздельный пологий склон	1	200	65-70	10-15	-	Рыхлые несвязные. Суглинки. Супеси. Песчано-дресвяные. Разнообразные техногенные грунты вдоль ж/д и автодорог, а также в р. не ст. Делюр	
			Склон долины р. Харагун средней крутизны	3	350	70-75	45-50	Эрозия плоскостная, частично линейная по деллям		
4-1	1	- // -	Уступ более 35°	1	150	30-35	55-60	Осыпи, отседание блоков, обвалы, оползни	Рыхлые несвязные. Суглинки, галечники, пески. Полускальные. Алевролиты. Галечники	В весенний период и при техногенном воздействии
4-2	3	- // -	Уступ в правом борту долины р. Унга, 30°	1,8	150	165-170	45-50	Осыпи, оползни, боковая эрозия	Полускальные. Алевролиты	Боковая эрозия р. Унга
		Пойменно-долинный	Узкий лог мелкого распада	1,2	200	165-170	45-50	Оврагообразование. Глубинная эрозия	Рыхлые несвязные. Супеси, пески	Активизация особенно в весенний период
5-1	3	Склоновый	Склон средней крутизны	3	100	55	15-20	Плоскостная эрозия. Оползны.	Рыхлые связные. Суглинок. Скальные. Известняки, доломиты	Возможны подмывы р. Залари в паводки
5-2	3,4	- // -	Уступ в правом борту долины р. Хаптагун	0,8	200	340	55-60	Осыпи, блоки отседания, осыпи, боковая эрозия.	Рыхлые несвязные. Супеси. Суглинки. Полускальные. Песчаники	Активизация процессов весной и при техногенном воздействии
				0,6	300	20				
				2	350	340	75-80	Осыпи, блоки отседания, обвалы		

7-1	1,4	Скло- новый	Придолинный уступ р. Ноты	0,4	100	20	10-15	Боковая эрозия, оползни	Рыхлые несвязные. Супеси, пески. Рыхлые связные. Торфяники. Скальные. Доломиты	Активизация процессов при техно- генном воздействии
				1	150	80	5-7	Заболачивание. Опльвы. Пучение грунтов.		
10-1	2	Пой- менно- долин- ный	Русло балки	2	150	35	10-15	-	Рыхлые связные. Суглинки, глины. Рыхлые несвязные техногенные	-
11-1	1,4	- // -	Узкий сухо- дольный лог	1,4	100	55	15-20	Линейная глубин- ная эрозия	Рыхлые несвязные. Суглин- ки	Активизиру- ется весной
11-2	2,2	- // -	Высокая терра- са р. Белая	2,2	-	80	3-5	-	Рыхлые несвязные. Суглин- ки. Супеси	-
11-3	6	- // -	Высокая терра- са р. Белая	6	-	90	5-10	-	Рыхлые несвязные. Пески, супеси	-
12-2	1	Скло- новый	Присклоновые мелкие уступы р. Тельминка	1	100	345	25-30	Боковая и плос- костная эрозия, суффозия	Рыхлые несвязные. Супеси. Техногенные. Галечно- гравийные	Активизи- руются только на нарушенных землях
13-1	3,2	- // -	Уступ долины р. Биликтуйка 45 м	0,4	300	0	60-70	Блоки отседания, просадки, суф- фозия, плоскост- ная эрозия	Рыхлые связные. Глины. Рыхлые несвязные. Супеси. Полускальные. Песчаники	Процессы активно протекают в настоящее время
			Уступ долины р. Биликтуйка 25 м	1,2	250	20	50-60	Суффозия, про- садки, плоскост- ная эрозия	Рыхлые несвязные. Супеси, пески. Полускальные. Пес- чаники	Процессы слабо актив- ны
			Крутой склон долины р. Биликтуйка	1,6	150	20	40-50	Суффозия, плос- костная эрозия		Возможны при техно- генном воздействии
14-1	1,6	- // -	Уступ (1,6 км) в правом борту долины р. Ада	1,6	250	40	160- 180	Линейная эрозия по деллям, осыпи, сели, осы, боковая эрозия	Рыхлые несвязные. Пески. Рыхлые связные. Глины, суглинки.	Осыпи, сели, осовы толь- ко при техно- генном воздействии
15-1	2,4	- // -	Уступ на юж- ном склоне	1,2	100	100	65-70	Плоскостная эрозия, суффозия, оползни	Рыхлые связные. Суглинки, глины. Рыхлые несвязные. Супеси, пески, гравий.	Эрозия и оползни только при техноген- ном воз- действии
		- // -	Крутой склон долины р. Черный Ключ	1,2	150	90	45-50	Плоскостная эрозия, суффозия, блоки отседания, оползни		
15-2	5	- // -	Уступ правого борта р. Еловка	3	300	15	100- 120	Осыпи, обвалы, суффозия.	Полускальные. Песчаники	Особенно активизи- руются при техноген- ном воз- действии
		Водо- раз- дель- ный	Водораздельная грива	0,3	100	10	5-10	-	Рыхлые несвязные. Супеси. Суглинки	
		Пой- менно- долин- ный	Мелкий распа- док	0,6	150		25-30	Глубинная эрозия	Полускальные. Песчаники	
		- // -	Дно долины р. Еловка	1,1	100	15	4-6	Заболачивание, подтопление, боковая эрозия.	Рыхлые связные. Суглинки, торф	
15-3	3	Скло- новый	Уступ правого борта долины р. Мегет	3	250	10	35-40	Осыпи, боковая эрозия, отседание блоков, суффозия	Рыхлые несвязные. Суглин- ки, супеси. Полускальные. Песчаники	Активизи- руются при техноген- ном воз- действии
S2	0,8	- // -	Уступ правого борта долины р. Илга	0,8	150	355	30-35	Осыпи, отседание блоков, суффозия	Рыхлые несвязные. Су- песи, пески. Техноген- ные – старые пашни. По- лускальные	Активизи- руются при техноген- ном воз- действии.

Геоморфологическое строение зон активных разломов вдоль трассы

На основе полевых и дистанционных методов детально изучено геоморфологическое строение всех зон разломов вдоль проектируемой трассы газопровода, однако здесь будет приведено описание лишь наиболее примечательных. В других случаях смотри Табл. 6.5.

Разлом 1-3 непосредственно не пересекает проектируемую трассу газопровода «Ковыкта – Иркутск», расположен в правом борту долины р. Ока и формирует ее придолинный нестабильный в морфодинамическом отношении уступ. Его характеристика и характеристика уступов в зонах других изученных разломов вдоль трассы представлены в Табл. 6.6.

Табл. 6.6

Морфометрические характеристики уступов (эскарпов) в зонах изученных разломов

Номер разлома	Высота, м	Азимут падения	Угол наклона	Морфология поверхности
1-3	40-50	270	30-35	Неровная, с ложбинами стока, залесенная, со слабыми следами плоскостной эрозии
4-1-2	50-55	335	30-35	Ровная, залесенная, со следами активных техногенных преобразований (20-30 лет)
4-1-7	22-25	350	40-45	Ровная, частично залесенная, современное техногенное преобразование грунтов (обводнение, сели, срывы, поверхностные оползни)
4-2	10-15	245	35-40	Ровная, не залесенная, со следами активных современных преобразований
5-2	50-60	290	40-45	Неровная, с ложбинами стока, залесена, несет следы активной плоскостной эрозии
7-1-4	20-25	310	40-45	Ровная, частично залесенная, свежие осыпи
7-1-7	25-30	290	30-35	Неровная, залесенная, с ложбинами стока, блоками отседания, поверхностными оползнями
11-1	5-7	240	30-35	Ровная, не залесена
13-1	40-45	0	45-50	Неровная, частично залесенная, с современными блоками отседания и ложбинами стока
14-1	160-180	310	35-40	Неровная, залесенная, с ложбинами стока
15-1	20-25	0	35-40	Ровная, залесена, со следами техногенных преобразований и мелкими блоками отседания
15-3	45-50	280	30-35	Ровная, залесена
S2	30-35	265	45-50	Ровная, залесена, с поверхностными оползнями на экспонированных грунтах

Особое геодинамическое значение *разлома 4-1* обусловлена тем обстоятельством, что в 1993 г. в этом районе произошла авария на магистральном нефтепроводе «Омск – Ангарск» с разрывом трубы и разливом нефти. Причину аварии усматривали, в том числе и в непредусмотренном техпроектом на строительство нефтепровода негативном воздействии активных разломов. Полевое геоморфологическое обследование не выявило явных признаков современной геодинамической активности разлома. Но несколько в стороне от изучаемого участка на дистальном продолжении разлома 4-1 на автомобильной дороге М-53, проходящей вдоль крутого склона узкого лога, действительно происходят деформации асфальтного полотна в виде его пучения и искривления. Полотно ремонтируется каждые 2-3 года. Прямых разрывных деформаций асфальта не обнаружено, что связано с постоянным ремонтом и подновлением дороги.

Анализ космоснимков позволил получить косвенные признаки активности разлома 4-1: 1) уступ очень крутой и короткий; 2) на нем развиты склоновые процессы, несмотря на залесенность; 3) подножие уступа наиболее крутое, что является четким дешифровочным признаком активных сбросов; 4) уступ опирается на небольшой суходольный лог, который не в состоянии обеспечить развитие геодинамических процессов на нем; 5) выше уступа рельеф резко переходит в плоскую гриву; 6) без подновления подобные уступы быстро выколаживаются.

В отношении разлома 5-2, расположенного в долине р. Хаптагун, следует сказать, что явных следов разломной тектоники в рельефе нигде не обнаружено, уступ разлома крутой, на нем развиваются ложбины стока и плоскостная эрозия. Это является, конечно, лишь косвенным признаком активизации разлома в голоцене или на современном этапе, но заставляет с особым вниманием отнестись к инженерно-геологическим условиям проложения трассы газопровода. Собственно тектонические подвижки в зоне разлома слабые, но при сведении леса и экспонировании грунтов они в совокупности с экзодинамикой могут активизировать целый комплекс опасных склоновых процессов: сели, плоскостная эрозия, отседание блоков и т.п., тем более что установлен факт активизации плоскостной эрозии на обнаженной поверхности уступа.

Разлом 7-1 расположен в долине р. Ноты. Поверхность уступа вдоль разлома ровная, частично залесена (березовый лес 50-60-летнего возраста). На незалесенных участках формируются живые осыпи из щебнисто-дресвянистого грунта с мелкими глыбами, развивается плоскостная эрозия и оползни. Поверхностный слой грунтов (до 1-2 м) на уступе нестабилен и находится в постоянном движении или динамическом напряжении, о чем говорит тот факт, что и на залесенных участках деревья (березы) имеют искривленную форму. Сами деревья при большом возрасте низкорослые, угнетенные, их комлевые части изогнуты вниз по склону. При столь активных склоновых процессах под уступом не накапливается делювиальный шлейф. Река Ноты обладает слабой гидродинамической активностью, ее русло располагается достаточно далеко от уступа для того чтобы сносить осадочный материал. Объяснить отсутствие шлейфа малой высотой уступа нельзя, поскольку известны случаи, когда и при меньшей высоте уступов у их подножия накапливались делювиальные шлейфы мощностью до 2-2.5 м. Растительность не сдерживает движение материала по склону. Это позволяет предположить, что склоновые процессы активизировались в недавнем прошлом (несколько сот лет), и прошло еще недостаточно времени для формирования делювиального шлейфа. Далее по простиранию на уступе обнаружен оползень. Его морфометрические параметры, а также живых оползней в зонах других разломов помещены в Табл. 6.7. Угол наклона стенки отторжения оползня в зоне разлома 7-1 местами доходит до 80° , а иногда он практически отвесный. Очевидно, что было несколько этапов оползневых смещений, но все они имели место не позднее 120-150 лет, поскольку вся поверхность оползня поросла сосновым лесом возрастом 120-130 лет.

Морфометрические характеристики блоков отседания и оползней в зонах разломов

Номер разлома	Высота, м	Длина, м	Ширина, м	Амплитуда смещения, м	Объем, м ³	Возраст, лет
7-1	30	200	15	5	90 000	120-150
13-1-4	3,5	6	1	1,5	21	3-5
13-1-5а	8	15	1	4	120	10-12
13-1-5б	6	20	4	5	480	15-20
13-1-6 разновозрастные серии	от 1 до 3	от 2 до 10	от 1 до 2	от 0,5 до 6	Вся масса смещенного грунта 8000	от 3-5 до 150-200
15-1	3	6	1,5	2	27	25-30

Далее по простиранию уступ переходит в крутой склон, а затем в склон средней крутизны. Его ориентация изменяется с северо-восточной на восточную. На склоне уже нет сплошного залесения, как на уступе; встречаются небольшие колки березового леса. Березы 70-80-летнего возраста, следовательно, и сухолуговые открытые пространства между ними такого же возраста. Есть основания предположить, что такой ландшафт был типичен для склона и в более раннее время. Рядом на оползне растет плотный сосновый лес. Этот факт свидетельствует о том, что оползень формировался в несколько стадий, но быстро, возможно в течение нескольких лет (десятков лет) на склоне, по ландшафту подобном соседнему остепненному склону. После оползнеобразования сформировались благоприятные локальные ландшафтные условия для расселения молоди сосны: западины, увлажненный промывной режим почвы, снижение альбедо поверхности. В результате плотный одновозрастной сосновый лес вырос в нетипичных для него региональных экологических условиях. Рассмотренный выше склон средней крутизны по диагонали секут старые рвы с азимутом простирания на 90°. Глубина рвов достигает 0.3-0.5 м, ширина различна: в первом случае это два параллельных рва шириной 0.8 м, во втором – один ров шириной 2.5 м. Рвы протягиваются от подножия склона до места перехода его на плоский водораздел. Их морфометрическая характеристика, а также характеристика рвов и плановых деформаций в зонах других изученных разломов приведены в Табл. 6.8.

Табл. 6.8

Морфометрические характеристики рвов расседания или сдвига, плановых деформаций

Номер разлома	Ширина, м	Длина, м	Глубина, м	Амплитуда смещения, м	Азимут простирания °	Примечания
7-1	0,8	150	0,5	?	90	Серия сдвиговых рвов, возможно техногенные
11-1	3	12	1,5	?	65	Ров расседания
13-1	2	8	1	0,5 (?)	60	Ров-отторженец
15-1	-	-	-	5	20	Плановая деформация эскарпа – правый сдвиг

О природе рвов можно высказать несколько предположений. О могут быть тектонического происхождения, о чем свидетельствует их отчетливая прямолинейность, косое сечение скло-

на, выпучивание грунта между рвами. Они могут иметь и антропогенное происхождение. На плоском водоразделе располагаются пахотные земли. Канавы могли быть вырыты на предмет закладки силоса или хранения минеральных удобрений. Возможно, это старые колеи дорог, так как ширина одного рва равна приблизительно ширине дороги, а два других идут параллельно и похожи на колеи. Однако последняя версия маловероятна, поскольку ближе к водоразделу все рвы начинают сближаться и, наконец, сходятся в одной точке. На космоснимках хорошо проявлены в ландшафта только два прямолинейных отрезка в правом борту долины р. Ноты с простиранием на 20° (протяженность 0.4 км) и 80° (протяженность 1 км). Возможно, это и есть подновленные сместители, но разных разломов. Элемент с простиранием на 20° – это описанный выше оползень и крутой осыпной склон. Элемент с простиранием на 80° может быть и ошибкой дешифрирования, так как границы всех сельскохозяйственных угодий в этом районе имеют приблизительно такую же ориентацию по частям света. Однако, если принимать во внимание описанные выше рвы с простиранием на 90° , то он может оказаться также активным разломом. Только в первом случае мы будем иметь сброс, во втором – скорее всего, сдвиг.

Большой интерес представляет разлом 13-2 в долине р. Биликтуйка. Долинный комплекс рельефа представлен здесь поймой и 2 террасами. Склоновый комплекс: левый северный склон долины пологий, правый – крутой, местами с уступами. Водораздельный комплекс с плоскими обширными поверхностями частично залесен, частично лес сведен, и территория активно используется в сельскохозяйственных целях. Дистанционные материалы (космоснимки) показывают, что зона разлома располагается вдоль уступа правого (южного) борта долины р. Биликтуйка, а на остальной территории признаков разломной тектоники нет.

I терраса выражена отчетливо на левом пологом борту долины р. Биликтуйка, но подвержена активной техногенной переработке. Ее высота – 4-5 м, ширина – 100-120 м. Поверхность неровная в результате как естественных, так и антропогенных причин, местами заболочена. Кроме техногенных нарушений встречаются формы реликтового криогенного ландшафта сартанского оледенения (24 000 – 10 000 лет назад). Это позволяет предположить, что терраса сформировалась в умеренно теплое позднекаргинское время (30 000 – 24 000 лет назад). Следов разломной тектоники не обнаружено. I терраса прослеживается и на правом борту долины, где ее высота составляет 3-4 м, а ширина – 60-100 м. Но здесь она не несет следов реликтового криогенеза; по абсолютной высоте на 1-2 м ниже своего левобережного аналога; не заболочена, хорошо сдренирована. Эти особенности имеют важное структурно-геоморфологическое следствие, являясь косвенными признаками современного и голоценового тектонического опускания всего правобережного блока от подножия уступа до русла реки. Повышенная геодинамическая активность этого блока приводит к тому, что I терраса на правом берегу ниже, чем на левом; на ее поверхности за счет большей активности экзогенных процессов удалены реликты

сартанского криогенеза; само тело террасы более проницаемо за счет движения грунтов по локальным разломам, а ее подошва не создает водоупора, заболочена.

II терраса выражена отчетливо только на левом борту долины р. Биликтуйка, техногенным деформациям не подвержена, покрыта березово-сосновым лесом 80-100-летнего возраста. Высота ее составляет 3-4 м, ширина – 250-300 м. Поверхность II террасы намного ровнее поверхности I террасы и не нарушена криогенными процессами. Последнее обстоятельство позволяет предположить, что II терраса сформировалась в раннекаргинское время (50000-45000 лет назад). Разрыв между двумя террасами, таким образом, приходится на оптимум каргинского интрастадиала (около 35000 лет назад), когда активность геоморфологических и тектонических процессов в Прибайкалье и Приангарье пошла на спад.

Вдоль плоскости уступа на правом борту долины р. Биликтуйка развиты живые оползни и рвы расседания. Плоскость уступа, при постоянстве угла наклона, разворачивается веером и становится выпуклой в сторону опущенного крыла разлома. На уступе зафиксирован целый комплекс (серия) разновозрастных блоков отседания, общей площадью около 1000 м².

Зона разлома 14-1 интересна тем, что расположена на крутом уступе в правом борту долины р. Ада, который хорошо просматривается на космоснимке. Уступ порос сосново-березовым лесом 200-250-летнего возраста, задернован. Высота его составляет 160-180 м. На уступе отмечаются перпендикулярные его простиранию ложбины стока – делли. Глубина их составляет 1.5-4 м, ширина достигает 8-12 м. По деллям происходит активная линейная эрозия, что видно по следам размыва дна и срывам боковых стенок. Делли разделены гривами и увалами шириной до 5-8 м. Крутизна боковых стенок деллей заметно больше, чем самого уступа и достигает в отдельных случаях 55-60°. Отмечаются даже невысокие (0.5-1 м) стенки подмыва, что является свидетельством боковой эрозии собственно по ложбинам стока.

Но на просеке, сооруженной под горнолыжную трассу, на уступе отмечается активизация экзогенных процессов. Поверхность уступа обнажена, подрост вырубается для поддержания трассы в рабочем состоянии. По просеке активно развита плоскостная и линейная эрозия. Склоновый снос рыхлого материала привел к накоплению в подножии уступа делювиально-пролювиального шлейфа. Видимая мощность суглинков составляет 3.5-4 м. На поверхности шлейфа видны промоины глубиной до 0.5 м и шириной до 0.3-0.5 м. На самой нижней окраине шлейфа отмечаются свежие пролювиальные (или селевые?) выносы суглинистого материала мощностью до 20-30 см. А общая мощность подгорного шлейфа может составлять до 10 м.

Согласно изученным геоморфологическим критериям современная и голоценовая тектоническая активность на уступе в правом борту долины р. Ада отсутствует. Тем не менее, высоко активны экзогенные процессы: на поросшем лесом ненарушенном склоне – линейная и боковая эрозия по ложбинам стока (деллям), на нарушенном склоне со сведенной лесной расти-

тельностью – добавляются линейная эрозия по оврагам, активный плоскостной делювиальный смыв, грязе-селевые потоки, боковая эрозия с подрезкой предгорного шлейфа и некоторые другие процессы. Сами по себе эти процессы представляют большую опасность.

Разлом S2 располагается вдоль крутого уступа правого борта долины р. Илга. Активность склоновых процессов высокая, но задет ими только приповерхностный слой до 1 м. Крупных форм оползания или срыва грунта нет. Под уступом старое русло р. Илга частично заболочено, брошено 2-3 тысячи лет назад. Это русло в момент функционирования определило активную боковую эрозию и подмыв склона, сформировав уступ. Далее в 300 м к северо-западу уступ увеличивается по высоте до 30 м и сохраняет все свои признаки, описанные выше. Вероятная кинематика разлома – сброс. Амплитуды за атлантическое время (8500-4500 лет назад) не превышают первых метров. В поперечном к уступу направлении к северо-востоку рельеф приобретает черты сначала склона средней крутизны, а еще далее – вновь располагается уступ с углами наклона поверхности до 35-40°. Нижний придолинный уступ мог сформироваться в атлантический период голоцена (8500-4500 лет назад), когда во влажном и теплом климате происходило активное врезание рек. В это время русло р. Илга проходило непосредственно под уступом. Склон между уступами является перекошенной древней террасой. На топографической карте 1 : 25 000 замечено, что на левом берегу р. Илга ее I терраса приподнята в результате тектонических движений, так как старое русло реки разделено с современным перемычкой высотой 2-3 м. На правом берегу долины р. Илга все элементы пойменно-террасного комплекса разрушены рекой или человеком, но на левом берегу они сохранились в виде разрозненных фрагментов I террасы, приподнятых в результате тектонических движений и разрушенных эрозией. Брошенное русло р. Илга также имеет валообразный перегиб по простиранию. Все эти события можно привязать к атлантическому периоду голоцена, так как приподнятые террасы и придолинные уступы выглядят молодыми, а деформации их поверхности – свежими. В основном происходило площадное тектоническое воздымание территории, которое и активизировало геоморфологические процессы не только в самой долине р. Илга, но и на склонах, и водоразделе.

Возраст, кинематика и амплитуды смещений по разломам

Вопросы возраста активизации и кинематики активных разломов традиционно являются наиболее сложными в структурной геоморфологии. Надежные возрастные реперы (как геологические, так и геоморфологические) в районе прохождения трассы проектируемого магистрального газопровода «Ковыкта – Иркутск» отсутствуют из-за малой активности самих разломов, а также слабой геологической обнаженности территории. Платформенный рельеф всегда инертен, его отклик на тектонические движения слабый, растянут во времени. Например, следы сдвигов в осадочном холмисто-увалистом рельефе равнинных областей сохраняются только не-

скольких сотен лет. В горах большие скорости сдвигов по активным разломам заставляют речные долины испытывать коленообразные изгибы бортов, но на равнинах низкие скорости и консервативность рельефа позволяют рекам перестраиваться под новый геодинамический режим, релаксировать поле тектонических напряжений и сохранять морфометрию своих долин без изменений (Логачев Н.А., Леви К.Г. Актуальные вопросы современной геодинамики Центральной Азии. Новосибирск: СО РАН, 2005. 297 с.; Овсяченко А.Н., Шварев С.В. Детальный морфотектонический анализ и оценка современной активности разрывных структур краевой части Северо-Западного Кавказа // Геоморфология. 2005. № 2. С. 58–73; Ализаде Э.К., Тариха-зер С.А. Экзоморфодинамика рельефа гор и ее оценка. Баку: Victory, 2010. 236 с.).

Для рыхлых отложений в районе прохождения трассы проектируемого магистрального газопровода «Ковыкта – Иркутск» также имеется несколько проблем. Их мощность вне пойменно-долинных комплексов редко превышает первые метры, и фактически анализу могут быть подвергнуты только делювиальные и пролювиальные плащи, мало информативные в плане геохронологии. Четвертичные отложения террас и поймы за счет своей высокой пластичности снимают тектонические напряжения без формирования разрывных нарушений в них. Трещиноватость в рыхлых отложениях, особенно стратифицированных толщ речных долин, имеет в основном экзогенную природу, а выявить собственно тектоническую природу трещин – всегда очень трудная задача (Рац М.В., Чернышев С.Н. Трещиноватость и свойства трещиноватых горных пород. М.: Недра, 1970. 164 с.; Чистяков А.А., Макарова Н.В., Макаров В. И. Четвертичная геология. М.: ГЕОС, 2000. 303 с.; Аржанникова А.В. Тектонические деформации в рыхлых отложениях юга Иркутского амфитеатра (юг Сибирской платформы) // Современные вопросы геологии. М.: Научный мир, 2002. С. 75-78; Гладков А.С., Лунина О.В. Трещины в позднекайнозойских отложениях: новые возможности для структурного анализа // ДАН. 2004. Т. 398. № 6. С. 782-785; Карлович И.А. Геология. М.: ТРИКСТА, 2005. 703 с.).

.В Табл. 6.9 представлены амплитуды, скорость смещений, кинематика изученных разломов и их сегментов. Среди их кинематических типов выявлены только сбросы и сдвиги. Позднеоплейстоценовая и голоценовая активизация разломов имеет место только у сбросов. Для них рассчитана скорость смещений, начиная с момента активизации. По скорости можно судить об активности разлома. Полевые и камеральные структурно-геоморфологические исследования и анализ Табл. 6.9. показывают, что наиболее активен разломный сегмент 4-1 в районе п. Тыреть – скорость смещений 5,2 мм/год. Несколько меньшими скоростями обладают разломы в долине р. Биликтуйка (3,9 мм/год), р. Илга (3,1 мм/год) и р. Ноты (2,6 мм/год). Эти три разлома активизированы в исторический период. Еще три разлома имеют следующие скорости смещений: в притоке долины р. Черный Ключ (2,1 мм/год), в правом борту долины р. Унга (1,3 мм/год), в распадке в долине р. Белая (0,6 мм/год). Эти разломы активизировались в голоцене.

Геодинамическая характеристика разломов

Номер	Кинематика	Амплитуда, м	Скорость*, мм/год	Возраст активизации	Критерии оценки возраста
1-1	Сдвиг	1400	-	Средний неоплейстоцен	Коленообразный изгиб русла р. Оки
1-3	Сброс	50	-	Поздний неоплейстоцен	Крутой уступ, совпадающий с осевой зоной разлома
2-1	Сдвиг	?	-	Дочетвертичный	**
4-1	Сброс	60	5,2	Современный	Деформации асфальтового покрытия автомобильной трассы М-53
4-2	Сброс	15	1,3	Исторический	Деформации придолинного уступа, спрямление молодого лога, парагенезис с разломом 4-1
5-1	Сдвиг	?	-	Дочетвертичный	**
5-2	Сброс	60	-	Поздний неоплейстоцен	Крутой уступ, совпадающий с зоной разлома, резкие перегибы естественных элементов ландшафта
7-1	Сброс	30	2,6	Современный	Живые осыпи, блоки отседания и оползни на уступах, рвы на склонах
10-1	Сдвиг	?	-	Дочетвертичный	**
11-1	Сброс	7	0,6	Голоцен	Уступы на склонах среднеголоценового возраста
11-2	Сдвиг	?	-	Дочетвертичный	**
11-3	Сброс	?	-	Дочетвертичный	**
12-2	Сдвиг	500	-	Средний неоплейстоцен	Смещения осевых линий мелких распадков
13-1	Сброс	45	3,9	Современный	Современные блоки отседания и оползни на уступах, рвы-отторженцы на теле оползней
13-2	Сброс	?	-	Дочетвертичный	**
14-1	Сброс	180	-	Ранний неоплейстоцен	Крутой уступ не совпадает с осевой зоной разлома
15-1	Сброс	25	2,1	Голоцен	Террасированные склоны, смещения по разломам других направлений, но в зоне этого разлома
15-2	Сброс	40	-	Ранний неоплейстоцен	Спрямление некоторых геоморфологических элементов пойменно-долинного комплекса
15-3	Сброс	50	-	Средний неоплейстоцен	Спрямленный характер русла р. Мегет
S2	Сброс	35	3,1	Исторический	Деформации позднеголоценовых террас

Примечания: * – за голоцен для разломов, возраст последней активизации которых не старше голоцена; ** - отсутствие натуральных и дистанционных геоморфологических критериев активности разломов.

Амплитуды смещений вдоль других разломов скоррелировать между собой чрезвычайно трудно, поскольку невозможно определить, хотя бы относительно, промежуток времени, за который эта амплитуда могла накопиться. Более того, для целой группы разломов (2-1, 5-1, 10-1, 11-2, 11-3, 13-2) в результате как натуральных, так и дистанционных исследований вообще никаких геоморфологических реперов тектонической активности обнаружено не было.

Табл. 6.10

[illegible]

Первым индикатором являлась сумма баллов, полученная в результате оценки натурных критериев геоморфологической опасности разломов. В результате выделены три генерации разломов по степени опасности при максимальной сумме баллов, равной семи: 1) опасные – сумма баллов 3 и более; 2) потенциально опасные – сумма баллов 1-2; 3) не опасные – сумма баллов 0, т.е. в полевых условиях опасные процессы не обнаружены. Вторым индикатором являлась сумма баллов, полученная в результате оценки дистанционных критериев. 1) Спрямоленные элементы ландшафта, подчеркивающие линии разломов. Они отделялись от антропогенных элементов, которых много в районе исследований: границы пахотных земель, линейные сооружения, границы искусственных водоемов, лесных рубок, терриконов и др. 2) Резкие перегибы и плановые деформации элементов геоморфологического ландшафта в основном в зонах сдвигов. 3) Резкие границы сопряжения спектров цвета, которые не являются нетипичными для региональной ландшафтной ситуации. 4) Резкие сгущения изогипс рельефа на топографических картах, особенно в случае одновременной их прямолинейности и контрастности с окружающими ландшафтами. 5) Контакты резко отличных друг от друга ландшафтов, в том случае, если таковое отличие или контрастность обусловлены геодинамическими условиями, а не климатическими изменениями. 6) Контакты ярусов рельефа, т.к. они являются главными линиями изменения энергетики рельефообразующих процессов и характера массо- и энергопереноса в ландшафте. 7) Деформации антропогенных элементов ландшафта, в том случае, если доказана естественная природа этих деформаций (Бондур В.Г., Зверев А.Т. Метод прогнозирования землетрясений на основе линеаментного анализа космических изображений // ДАН. 2005. Т. 402. № 1. С. 98-105; Бондур В.Г., Зверев А.Т. Космический метод прогноза землетрясений на основе анализа динамики систем линеаментов // Исследование Земли из космоса. 2005. № 3. С.37-52; Бондур, В. Г. Физическая природа линеаментов, регистрируемых на космических изображениях при мониторинге сейсмоопасных территорий. // Исследования Земли из космоса. 2007. № 1. С. 47-56).

Выделены три генерации разломов по степени опасности при максимальной сумме баллов, равной 7: 1) опасные – сумма баллов 4 и более; 2) потенциально опасные – сумма баллов 2-3; 3) не опасные – сумма баллов 0-1. Увеличение на 1 балл связано с тем, что в предыдущем случае анализировались критерии, которые зафиксированы в полевых условиях и являются прямым указанием на активность разломов. Поэтому достаточно даже одного такого критерия, чтобы высказать беспокойство по поводу возможной активности разлома. Дистанционные критерии не свидетельствуют однозначно именно о современной активности разлома.

Для оценки интегральной степени геоморфологической опасности разломов баллы суммировались. Выделены три генерации разломов по степени геоморфологической опасности при максимальной сумме баллов, равной четырнадцати: 1) опасные – сумма баллов 7 и более; 2) потенциально опасные – сумма баллов 4-7; 3) не опасные – сумма баллов 0-3. Разлом считался

опасным, если как минимум половина изученных натурных и дистанционных критериев указывает на его активность. Отсутствие критериев, либо наличие всего одного дистанционного критерия активности позволяет считать разлом неопасным. Промежуточное положение среди этих категорий занимают разломы с потенциальной геоморфологической опасностью.

В группу потенциально опасных разломов попали те, которые были активизированы в течение плейстоцена, за исключением разломов в долине р. Унга (4-2) и в распадке в долине р. Белая (11-1), последняя активизации которых была возможна в раннем голоцене. Амплитуды смещений по этим разломам определены более или менее однозначно, но они не могут быть скоррелированы между собой, т.к. остается открытым вопрос, к какому временному отрезку следует их относить. Тем не менее, наличие определенного числа натурных и дистанционных геоморфологических критериев их активности, а также геоморфологических реперов, фиксирующих плейстоценовые подвижки, позволяет отнести эти разломы к потенциально опасным. На них следует обратить внимание при проектировании трассы газопровода.

В группу опасных вошли те разломы, которые были активны в современный и исторический период или в голоцене (разлом 15-1). Все эти разломы имеют сбросовую кинематику, для них рассчитаны амплитуды и скорости тектонических смещений за голоцен (Табл. 6.11).

Табл. 6.11

Но- мер раз- лома	Местоположе- нием	Кинема- тика	Возраст по- следней ак- тивизации	Ампли- туда смеще- ний, м	Скорость смещений, мм/год	Балл гео- морфологи- ческой опасности	Тенденции тек- тонического раз- вития
13-1	Долина р. Биликтуйка	Сброс	Современный период	45	3,9	11	Наращение ак- тивности
7-1	Долина р. Ноты	Сброс	Современный период	30	2,6	10	Снижение ак- тивности
4-1	Приток долины р. Унга	Сброс	Современный период	60	5,2	9	Сохранение ак- тивности
S2	Долина р. Илга	Сброс	Историче- ский период	35	3,1	9	Сохранение ак- тивности
15-1	Приток долины р. Черный Ключ	Сброс	Голоцен	25	2,1	7	Снижение ак- тивности

Наиболее опасен разлом в долине р. Биликтуйка (13-1), в зоне которого обнаружено 5 натурных и 6 дистанционных критериев активности. Скорость смещений составляет 3,9 мм/год, что ниже скорости разлома в притоке долины р. Унга. Однако для разлома 13-1, прогнозируется нарастание тектонической активности, а для разлома 4-1 тектонический режим останется стабильным. Разлом в долине р. Ноты занимает второе место по степени опасности, но энергетика геодинамических процессов в его зоне уже исчерпала себя, поэтому прогнозируется снижение его активности. Разлом 4-1 в долине р. Унга единственный, который деформирует современные техногенные образования (асфальтное покрытие на автомобильной трассе М-53), причем эти

деформации носят перманентный характер, поскольку ремонт асфальтного дорожного полотна производится каждые несколько лет. В зоне разлома 4-1 в 1993 г. произошел разрыв трубы на магистральном нефтепроводе «Омск – Ангарск», в том числе и по причине действия тектонических смещений по разломам. В зоне разлома S2 не зарегистрировано современных тектонических движений, но в последние 2500 лет разлом проявлял активность, на что указывают деформации и перестройка пойменно-террасного комплекса в долине р. Илга, которая закончилась к рубежу суббореального и субатлантического периода голоцена (около 3000 лет назад). Разлом 15-1 в долине притока р. Черный Ключ также вызывает опасения. Несмотря на то, что в его зоне зафиксированы геоморфологические следы только голоценовых тектонических движений (3000-11500 лет назад), существует много косвенных критериев активности. В его зоне зафиксирована деформация эскарпа возрастом 500-600 лет, хотя плоскость деформации и перпендикулярна плоскости основного сместителя разлома.

Проведенные исследования показали возможность проявления опасности со стороны зон разломов пересекающих проектируемую трассу газопровода «Ковыкта – Иркутск», которая проявляется за счет активизации геоморфологических процессов. По этой причине 5 разломов являются объектами повышенного внимания и реальную геоморфологическую опасность.

Таким образом, в главе предложено несколько новых методик в рамках геоэкологического подхода для оценки опасных геоморфологических процессов и риска природопользования на локальном уровне – геодинамические полигоны и трансекты. Для Саяно-Шушенского геодинамического полигона рассмотрен геоморфологический эффект от влияния активных локальных и региональных разломов на приповерхностные участки скальных горных пород и рыхлых отложений. Высказаны соображения по защите людей и хозяйственных объектов всего комплекса Саяно-Шушенской ГЭС от негативного влияния активных разломов. Для полигона «Кулура» рассмотрено влияние геоморфологических и некоторых других ландшафтообразующих процессов на рекреационно-туристический комплекс и отдельные элементы хозяйства Ольхонского района Иркутской области, определена степень риска конкретных видов природопользования. Намечены мероприятия по смягчению последствий негативного влияния геоморфологических процессов на природные ландшафты, человека и хозяйственную инфраструктуру. Для трансекта проектируемой трассы магистрального трубопровода «Ковыкта – Иркутск» отдельные фрагменты зон разломов, пересекающих трассу, возможно активизировались в голоцене и на современном этапе, о чем свидетельствуют геоморфологические данные. На базе геоморфологических критериев предложена система оценки геоморфологической опасности и риска природопользования для проектируемого трубопровода как на этапе его строительства, так и на этапе эксплуатации. Предложены определенные мероприятия по прогнозу риска.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанные в диссертации концепция риска опасных геоморфологических процессов и основанные на ней геоэкологические методы оценки риска природопользования являются неотъемлемым звеном системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и природно-техногенного характера в рамках политических и экономических, федеральных и региональных органов управления, административно-территориальных единиц и субъектов хозяйствования. Вопросы контроля и управления риском природопользования сегодня лежат в основе процесса эколого-хозяйственной оптимизации, оценки, использования и сохранения природно-ресурсного потенциала территорий. Опасные природные процессы вынуждают человека создавать защитные механизмы для нормального функционирования социально-экономических институтов и снижения риска природопользования.

Проведенный историко-проблемный анализ риска природопользования в мире, в России и ее регионах показал, что изучение опасных природных процессов стоит во главе угла при освоении человеком природных ресурсов. В последние десятилетия эта проблема приняла отчетливые общепланетарные очертания в связи с предельным истощением невозобновляемых ресурсов планеты, ростом численности населения и глобальными изменениями климата. Сегодня обеспечение сбалансированности развития общества и отдельных его институтов, создание механизмов устойчивого природопользования возможно только в русле эколого-экономических компромиссов, определенных уступок как со стороны экономики, человека и хозяйства, так и со стороны качества и сохранности окружающей природной среды. В каждой проблемной эколого-экономической ситуации природопользования из рассмотренных в диссертации путей обеспечения стабильности и прогресса предлагается составить их конкретные комбинации и последовательность действий для достижения эколого-экономического компромисса, который обеспечит устойчивое природопользование. Сегодня в России баланс экологических интересов федерального и регионального уровня должен складываться не только из проблем охраны окружающей среды и ее потенциала, но и из масштабных геополитических стратегий, социально-экономического состояния отдельных стран и регионов, перспектив их развития.

В диссертации разработаны теоретическая концепция, геоэкологические принципы и подходы к оценке опасных геоморфологических процессов, а на этой основе и риска природопользования, для их классификации и картографирования, синергетического моделирования, геоэкологического районирования территорий на глобальном, национальном, региональном, субрегиональном и локальном пространственных уровнях. Установлено, что степень опасности одного и того же геоморфологического процесса или группы процессов и связанный с ними риск природопользования могут изменяться при переходе от одного пространственно-

таксономического уровня геоэкологических исследований к другому. Также показано, что определение пространственно-таксономических уровней – это не случайный процесс, он сугубо целеориентирован. На глобальном и национальном уровне довлеет чисто административный подход, поскольку внутренние интересы отдельных субъектов в странах, а тем более отдельных стран будут однозначно преобладать над межгосударственными и межсубъектными интересами. Это укладывается в рамки эколого-экономической теории анклава региона академика А.Г. Гранберга, согласно которой анализ природных объектов имеет конкретный социально-экономический эффект только в том случае, когда изучается непосредственный административно-территориальный субъект или единица хозяйствования. На региональном уровне внутри отдельных административно-территориальных образований Российской Федерации взаимосвязка интересов значительно упрощается, и появляется возможность переходить на анализ исследуемых объектов (опасных геоморфологических процессов и порождаемых ими событий) в рамках природных границ, но только строго внутри границ самого административного субъекта. На субрегиональном уровне соблюсти паритет интересов при оценке риска природопользования становится еще проще и анализ исследуемых объектов, за редким исключением, возможен в рамках собственно природных границ, которые естественным образом укладываются в административные. На локальном уровне анализ исследуемых объектов возможен уже строго в рамках их природных границ и зависит лишь от масштаба геоэкологического бедствия.

На глобальном и национальном уровнях геоэкологическая оценка опасных природных процессов и риска природопользования проводится в административно-территориальных границах, а критериями оценки риска природопользования выступают природная опасность и защищенность от стихийных бедствий и катастроф, определяемые согласно текущим данным из официальных источников в странах и их подразделениях. На этих уровнях разработана и апробирована авторская методика с переменными критериями оценки параметров, ответственных за оценку риска природопользования, вес и значение которых зависит от сегодняшней природно-экологической, социально-экономической и геополитической ситуации в странах мира и конкретно Российской Федерации и ее субъектов, а не вычисляется, исходя из неких средних значений, регламентированных в нормативах ПДК, ПДВ, ГОСТ, СНиП и др.

На региональном, субрегиональном и локальном уровнях геоэкологическая оценка риска природопользования проводится преимущественно в природных границах, а критериями оценки риска выступают динамика, механизмы, факторы и закономерности развития опасных геоморфологических процессов и особенности видов природопользования. На региональном уровне в диссертации разработана специальная методика оценки опасных геоморфологических процессов на базе системного геоморфологического анализа, в результате чего создается каркас природных комплексов – географических систем, обеспечивается основа для разработки прин-

ципов, методов и подходов к классификации и картографированию опасных геоморфологических процессов, для их синергетического моделирования, геоэкологического районирования территорий на этой методологической основе, прогнозу риска природопользования.

На региональном уровне возникают частные геоэкологические проблемы, связанные с местной спецификой, местными природными, социально-экономическими и этнокультурными условиями. В странах и регионах с ориентацией экономики преимущественно на добычу и первичную переработку природных ресурсов главные проблемы возникают в области конкретного вида или нескольких видов природопользования. Там, где оно осуществляется на пересеченной местности, в условиях горного глубоко расчлененного рельефа, повышенной современной геодинамической активности, эти проблемы усугубляются высокой опасностью геоморфологических процессов. К таким регионам относится рассмотренная в диссертации Иркутская область. Для ее территории в процессе развития различных видов хозяйственной деятельности, существенно влияющих на состояние и качество природной среды, важно учитывать взаимоотношения между опасными геоморфологическими процессами и риском природопользования. Они показывают перспективы реализации того или иного вида хозяйственной деятельности в зависимости не только от самих опасных геоморфологических процессов, но и от технического, кадрового и нормативного оснащения производства, результатов и качества прогноза риска. Необходимо проводить региональные исследования в рамках природных границ, но апеллировать с ними к конкретным административно-территориальным единицам (аппарату управления), пускай даже их границы будут нарушать природное районирование. Только в этом случае появляется шанс реализовать научные рекомендации по защите от опасных природных процессов через официальные административные структуры, ответственные за принятие социально-экономических и политических решений в подведомственных им регионах.

Для Иркутской области геоморфологические аспекты риска природопользования имеют особую актуальность в связи со сложностью и разнообразием в строении ее рельефа и особенностях протекания опасных геоморфологических процессов. Горный, сильно расчлененный, сложно построенный, динамически активный рельеф на юге и равнинный и плоскогорный рельеф с широким развитием активных криогенных процессов на севере Иркутской области является источником повышенной опасности, активно воздействует на развития хозяйства и опосредует формирование социально-экономической инфраструктуры. С рельефом связано разнообразие и других компонентов ландшафта – вод, почв, растительности, что предопределяет чрезвычайно сложную обстановку природопользования в регионе.

Для реализации своих теоретических представлений о региональном развитии в условиях опасных геоморфологических процессов и риска природопользования автором диссертации была проведена геоэкологическая оценка репрезентативных геолого-геоморфологических объ-

ектов на территории Иркутской области. На основе созданной в диссертации концепции и ее методологических и методических приложений осуществлено геоэкологическое районирование Иркутской области по опасным геоморфологическим процессам. Выделено 10 геоэкологических районов, распределенных по 4 классам экологической опасности. Определена структура опасных геоморфологических процессов на территории всей области и по отдельным геоэкологическим районам, построена синергетическая модель формирования типов этих структур, сделан прогноз развития процессов. Ведущее место в спектре опасных геоморфологических процессов занимают: криогенные (15 %), эрозия (15 %), обвалы и осыпи (9 %), землетрясения (9 %), тектонический крип (8 %), оползни (8 %). В диссертации рассмотрено географическое распространение и геоэкологическое влияние этих опасных процессов, проведена оценка их значимости в масштабах всей области и по отдельным геоэкологическим районам.

На субрегиональном уровне в диссертации выявлены основные современные геоэкологические проблемы Приольхонья в пределах Ольхонского района Иркутской области, связанные с развитием опасных геоморфологических процессов. Прибрежные байкальские ландшафты на территории Приольхонья реликтовые, уникальные, разнообразные и крайне неустойчивые к антропогенному воздействию. Это обусловило придание им особого природоохранного статуса (район входит в состав законодательно утвержденной Центральной зоны Байкальской природной территории), регламентирующего щадящий режим природопользования. Его главным видом в Приольхонье является туризм. Однако в настоящий момент массовый неорганизованный туризм в районе преобладает над организованным и наносит большой ущерб ландшафтам. Прежде всего, разрушается их основа – рельеф, активизируются опасные геоморфологические процессы, которые грозят ущербом не только природе, но и самой туристической отрасли (хозяйственной инфраструктуре и здоровью людей). Возникает ситуация повышенного риска для рекреантов из-за непродуманных действий по рекреационно-туристическому использованию территории. Тем не менее, пути решения этих проблем видятся не в отказе от рекреационно-туристического освоения побережья оз. Байкал, а в планомерной организации на нем комплексного природопользования. Местные ландшафты, рельеф, горные породы являются мощным ресурсом для развития туристических и других форм щадящего устойчивого природопользования. Разработанные нами методы по оценке риска природопользования, рекомендации по природоохранным мероприятиям в условиях горного рельефа и современной высокой геодинамической активности помогут не только использовать геоморфологические ресурсы для развития туризма, но и сохранить уникальные прибрежные ландшафты оз. Байкал.

На локальном уровне на примере некоторых районов Прибайкалья, Приангарья и Западного Саяна в диссертации определена концептуальная, методологическая, методическая и предметная специфика изучения опасных геоморфологических процессов применительно к оценке

риска природопользования на полигонах и трансектах, где эти процессы формируют основные генетические, физиономические и динамические черты ландшафта, целевую направленность экономики на определенный вид природопользования, способствуют геоэкологическому и эколого-экономическому поиску вариантов решения конкретных задач хозяйственного освоения территорий топологической размерности. Задачи геоэкологического изучения факторов геоморфологической опасности и риска природопользования в этом случае несколько трансформируются по сравнению с региональным и субрегиональным уровнями и сводятся в целом к следующему: 1) необходимо определить конкретный субъект или вид хозяйственной деятельности, от которого исходит социально-экономический заказ на разработку программы защиты от опасных геоморфологических процессов, дать его физико- и экономико-географическую характеристику, обозначить географический образ в конкретном социуме; 2) среди мозаики геоморфологических процессов следует выделить только те, которые могут быть опасными для данного вида или субъекта хозяйственной деятельности; 3) требуется определить источник, вид и фактор геоморфологической опасности в соответствии с разработанными в диссертации теоретическими построениями; 4) выявить факторы и системы факторов геоморфологической опасности посредством установления природных и социально-психологических связей в природно-антропогенных системах; 5) оценить риск природопользования, исходя из уровня геоморфологической опасности и характеристик конкретного вида хозяйственной деятельности, в конкретном пространстве и для конкретного промежутка времени.

В диссертации для полигона «Кулура» в Приольхонье (Западное Прибайкалье) проведена геоэкологическая оценка основных видов хозяйственной деятельности и определены перспективы их развития в обстановке риска природопользования от опасных геоморфологических процессов. Намечены основные мероприятия по обеспечению устойчивости природопользования и рациональному использованию рекреационно-туристических ресурсов. Для Саяно-Шушенского геодинамического полигона в окрестностях Саяно-Шушенской ГЭС (Западный Саян) проведена оценка современной активности разломов как основных генераторов природной опасности, определена степень их геоморфологической опасности. На этой основе дан прогноз чрезвычайных ситуаций природно-техногенного характера собственно на сооружениях и объектах Саяно-Шушенской ГЭС и в ее окрестностях. Авария на ГЭС в 2009 г. подтвердила качество как самого нашего прогноза, так и разработанной нами методики, согласно которой нештатная ситуация в районе Саяно-Шушенской ГЭС прогнозировали еще в 1994-1998 годах. В плане изучения геодинамических трансектов в диссертации определено влияние активных или активизированных разломов или их фрагментов на окружающую природную среду как генераторов опасных геоморфологических процессов, на крупные линейные сооружения, в данном случае – проектируемый магистральный газопровод «Ковыкта – Иркутск», даже в спокойных

платформенных геодинамических условиях на равнинных территориях. Выделены не только активные разломы, способные угрожать нормальному функционированию газопровода, но и проведена их типизация в зависимости от уровня геоморфологической опасности и риска последующей за строительством эксплуатации магистрального газопровода.

В качестве базовой методологии для оценки риска природопользования рекомендуется использовать разработанную в диссертации теоретическую концепцию. Главным ее достижением является установление жесткой системы факторов риска природопользования.

В целом диссертация показала высокую значимость, достоверность, эффективность и далеко идущие перспективы разработанной концепции риска опасных геоморфологических процессов, ее методологических аппликаций и конкретных геоэкологических методов оценки риска природопользования на этой основе как инструментов оптимизации природной среды обитания человека на территориях и в административно-территориальных подразделениях Российской Федерации, где системообразующими компонентами природных ландшафтов и географических систем выступают рельеф, горные породы и геоморфологические процессы. Они создают основу для прогноза риска и обеспечения устойчивости природопользования, для полноценного и эффективного вовлечения природных ресурсов в развитие хозяйства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Агатова, А. Р. Крупномасштабное картографирование рельефа горных стран (на примере Алтая) / А. Р. Агатова // Геоморфология. — 2003. — № 2. — С. 48-60.
- Адамеску, А. А. Государственно-территориальное устройство России (экономические и правовые основы) / А. А. Адамеску, А. Г. Гранберг, В. В. Кистанов. — М.: Дека, 2003. — 448 с.
- Акимов, В. А. Природные и техногенные чрезвычайные ситуации: опасности, угрозы, риски / В. А. Акимов, В. Д. Новиков, Н. Н. Радаев. — М.: Деловой экспресс, 2001. — 343 с.
- Акимов, В. А. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах / В. А. Акимов, В. В. Лесных, Н. Н. Радаев. — М.: Деловой экспресс, 2004. — 352 с.
- Акимов, В. А. Стратегические риски России: оценка и прогноз / В. А. Акимов. — М.: Деловой экспресс, 2005. — 392 с.
- Акимов, В. А. Катастрофы и безопасность / В. А. Акимов, В. А. Владимиров, В. И. Измаков. — М.: Деловой экспресс, 2006. — 392 с.
- Акимов, В. А. Опасности и угрозы современной России / В. А. Акимов // Природные и техногенные риски. — 2011. — № 1. — С. 21-27.
- Акимов, В. А. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера. / В. А. Акимов, Ю. Л. Воробьев, М. И. Фалеев и др. — М.: Абрис, 2012. — 592 с.
- Акимова, Т. А. Экология / Т. А. Акимова, В. В. Хаскин. — М.: ЮНИТИ, 1998. — 455 с.
- Алексеев, В. Р. Географический подход к оценке особо опасных природных явлений / В. Р. Алексеев // География и природные ресурсы. — 1994. — № 4. — С. 9-18.
- Алешин, А. Г. Структура современных экзогенных процессов рельефообразования в Южном Прибайкалье / А. Г. Алешин // География и природные ресурсы. — 2003. — № 3. — С. 61-68.
- Ализаде, Э. К. Экзоморфодинамика рельефа гор и ее оценка / Э. К. Ализаде, С. А. Тариха-зер. — Баку: Victory, 2010. — 236 с.
- Альгин, А. П. Риск, его роль в общественной жизни / А. П. Альгин. — М.: Мысль, 1989. — 187 с.
- Андреева, Е. В. Выбор технических решений по прокладке нефтепровода на участках с опасными инженерно-геологическими процессами / Е. В. Андреева, Г. Р. Габелая, А. А. Чичиринов // Трубопроводный транспорт. Теория и практика. — 2007. — № 4. — С. 28-35
- Антипов, А. Н. Экологическое зонирование Байкальской природной территории / А. Н. Антипов, В. М. Плюснин // География и природные ресурсы. — 2002. — № 4. — С. 14-23.
- Анучин, В. А. Теоретические основы географии / В. А. Анучин. — М.: Мысль, 1972. —

253с.

Аржанникова, А. В. Тектонические деформации в рыхлых отложениях юга Иркутского амфитеатра (юг Сибирской платформы) / А. В. Аржанникова // Современные вопросы геологии. — М.: Научный мир, 2002. — С. 75-78.

Аржанникова, А. В. Проявления новейших тектонических деформаций на юге Сибирской платформы / А. В. Аржанникова, С. Г. Аржанников // Геология и геофизика. — 2005. — № 3. — С. 273-279.

Атлас. Иркутская область. Экологические условия развития. — Иркутск. ИГ СО РАН. — 2004.

Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации. — М.: ИПЦ «Дизайн. Информация. Картография». — 2005.

Баженова, О. И. Экзогенные процессы и геоморфологический риск на Иркутско-Черемховской равнине / О. И. Баженова, Ф. Н. Лещиков, Е. М. Любцова. // География и природные ресурсы. — 1995. — № 3. — С. 38-51.

Баженова, О. И. Формирование экстремальных морфоклиматических ситуаций на юге Сибири / О. И. Баженова, Г. Н. Мартыанова // География и природные ресурсы. — 2004. — № 4. — С. 87-94.

Байкальский рифт. — Новосибирск: Наука, 1975. — 131 с.

Баринов, А. В. Чрезвычайные ситуации природного характера и защита от них / А. В. Баринов. — М.: ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003. — 495 с.

Барышников, Г. Я. Рельеф переходных зон горных сооружений / Г. Я. Барышников. — Барнаул: АГУ, 1998. — 194 с.

Барышников, Г. Я. Природно-хозяйственный каркас переходной зоны Алтая / Г. Я. Барышников, Н.А. Краснослабодцева. — Барнаул: АГУ, 2012. — 154 с.

Башкин, В. Н. Оценка риска при критических нагрузках загрязняющих веществ на экосистемы / В. Н. Башкин // География и природные ресурсы. — 1999. — № 1. — С. 35-39.

Башкин, В. Н. Управление экологическим риском / В. Н. Башкин. — М.: Научный мир, 2005. — 368 с.

Бек, У. Общество риска / У. Бек. — М.: Прогресс, 2000. — 383 с.

Бехман, Г. Современное общество как общество риска / Г. Бехман // Вопросы философии. — 2007. — № 1. — С. 26-46.

Бондарь, В. А. Риск, надежность и безопасность / В. А. Бондарь, Ю. П. Попов // Безопасность труда в промышленности. — 1997. — № 10. — С. 39-47.

Бондур, В. Г. Метод прогнозирования землетрясений на основе линеamentного анализа космических изображений / В. Г. Бондур, А. Т. Зверев // ДАН. — 2005. — Т. 402. — № 1. — С.

98-105.

Бондур, В. Г. Космический метод прогноза землетрясений на основе анализа динамики систем линеаментов / В. Г. Бондур, А. Т. Зверев // Исследование Земли из космоса. — 2005. — № 3. — С.37-52.

Бондур, В. Г. Физическая природа линеаментов, регистрируемых на космических изображениях при мониторинге сейсмоопасных территорий / В. Г. Бондур, А. Т. Зверев // Исследования Земли из космоса. — 2007. — № 1. — С. 47-56.

Борсук, О. А. Привлекательность как критерий эстетической геоморфологии / О. А. Борсук, Д. А. Тимофеев // Геоморфология на рубеже XXI в. — М.: МГУ, 2000. — С. 124-126.

Васильев, О. Ф. Создание систем оперативного прогнозирования половодий и паводков / О. Ф. Васильев // Вестник РАН. — 2012. — Т. 2. — № 3. — С. 237-242

Винокуров, Ю. И. Устойчивое развитие Сибирских регионов / Ю. И. Винокуров, Б. А. Краснаярова, В. И. Овденко, С. П. Суразакова, Е. Л. Счастливцев. — Новосибирск, Наука, 2003. — 240 с.

Винокуров, Ю. И. Физико-географическое районирование Сибири как основа разработки региональных систем природопользования / Ю. И. Винокуров, Ю. М. Цимбалей, Б. А. Краснаярова // Ползуновский вестник. — 2005. — № 4. — Ч. 2. — С. 3-13.

Винокуров, Ю. И. Экологические аспекты развития гидроэнергетики в Сибири / Ю. И. Винокуров, А. Т. Зиновьев, К. М. Елишев // Ползуновский вестник. — 2011. — № 4-2. — С. 47-51.

Вологодский, Г. П. Карст Иркутского амфитеатра / Г. П. Вологодский. — М.: Наука, 1975. — 124 с.

Воробьев, В. В. Национальный парк на Байкале / В. В. Воробьев // География и природные ресурсы. — 1986. — № 4. — С. 31-35.

Воскресенский, С. С. Геоморфологическое районирование СССР / С. С. Воскресенский, О. К. Леонтьев, А. И. Спиридонов. — М.: Высшая школа, 1980. — 343 с.

Восточный вектор энергетической стратегии России: современное состояние взгляд в будущее. — Новосибирск: ГЕО, 2011. — 368 с.

Выркин, В. Б. Классификация экзогенных процессов рельефообразования суши / В. Б. Выркин // География и природные ресурсы. — 1986. — № 4. — С. 20-24.

Выркин, В. Б. Современное экзогенное рельефообразование котловин байкальского типа / В. Б. Выркин. — Иркутск: ИГ СО РАН, 1998. — 175 с.

Гвоздецкий, Н. А. Физическая география СССР / Н. А. Гвоздецкий, Н.И. Михайлов. — М.: Мысль, 1978. — 512 с.

География Иркутской области. Вып. 3. Физико-географическое районирование Иркутской

области. — Иркутск: ИГУ, 1973. — 328 с.

Геоморфологические системы: свойства, иерархия, организованность / Отв. ред. Э. А. Лихачева. — М.: Медиа-ПРЕСС, 2010. — 288 с.

Геоморфология Северного Прибайкалья и Станового нагорья. — М.: Наука, 1981. — 198 с.

Гидаспов, Б. В. Научно-технический прогресс, безопасность и устойчивое развитие цивилизации / Б. В. Гидаспов, И. И. Кузьмин, Б. М. Ласкин // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. — 1990. — № 4. — С. 409-414.

Гладкевич, Г. И. Типологическая дифференциация территории последствий стихийных бедствий / Г. И. Гладкевич, В. И. Кружалин, Ю. Л. Мазуров // Известия РАН. Серия географическая. — 2000. — № 6. — С. 57-65.

Гладков, А. С. Трещины в позднекайнозойских отложениях: новые возможности для структурного анализа / А. С. Гладков, О. В. Лунина // ДАН. — 2004. — Т. 398. — № 6. — С. 782-785.

Глушкова, В. Г. Федеральные округа Российской Федерации. Региональная экономика / В. Г. Глушкова. — М.: КНОРУС, 2011. — 344 с.

Голенецкий, С. И. Сотрясаемость Прибайкалья / С. И. Голенецкий // Сейсмическое районирование Восточной Сибири. — Новосибирск: Наука, 1977. — С. 185-197.

Горелов, С. К. Карта современных геоморфологических процессов СССР / С. К. Горелов, М. К. Граве, А. Е. Козлова // Геоморфология. — 1990. — № 1. — С. 4-14.

Гохберг, М. Я. Федеральные округа Российской Федерации. Анализ и перспективы развития / М. Я. Гохберг. — М.: Финансы и статистика, 2002. — 357 с.

Гранберг, А. Г. Основы региональной экономики / А. Г. Гранберг. — М.: ГУВШЭ, 2000. — 495 с.

Гранберг, А. Г. Многорегиональные системы: экономико-математическое исследование / А. Г. Гранберг, В. И. Суслов, С. А. Суспицын. — Новосибирск: Сибирское научное изд-во, 2007. — 370 с.

Григорьев, А. А. Природные и антропогенные экологические катастрофы: проблема риска / А. А. Григорьев, К. Я. Кондратьев // Известия РГО. — 1998. — Т. 130. — Вып. 4. — С. 1-9.

Гэффни, М. За кулисами становления экономических теорий / М. Гэффни., Г. Титова, Ф. Харрисон. — СПб.: Изд-во БИК, 2000. — 310 с.

Даниленко, Н. Н. Концепция развития туризма в регионе: основные положения / Н. Н. Даниленко, И. И. Думова, Р. Р. Липнягова // Регион. — 2003. — № 4. — С. 37-46.

Данько, Л. В. Байкальские прибрежные геосистемы и их ландшафтно-геохимическая структура / Л. В. Данько, С. Б. Кузьмин, В. А. Снытко // География и природные ресурсы. — 2000. — № 3. — С. 45-51.

Данько, Л. В. О тенденциях развития геосистем западного побережья Байкала в голоцене / Л. В. Данько // География и природные ресурсы. — 2005. — № 4. — С. 48-54.

Демчук, А. Л. Канада: государственная политика в области устойчивого природопользования / А. Л. Демчук, В. И. Соколов // Рациональное природопользование: международные программы, российский и зарубежный опыт. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. — С. 251-265.

Демьянович, Н. И. Оползни как один из факторов природного и техногенного риска на территории города Иркутска / Н. И. Демьянович // Геоэкология. — 2011. — № 4. — С. 354-361.

Джурик, В. И. Районирование сейсмической опасности протяженных трасс линейных сооружений в Сибирском регионе / В. И. Джурик, С. П. Серебренников, А. Ф. Дреннов, Л. А. Усынин // Вопросы инженерной сейсмологии. — 2009. — Т. 36. — № 4. — С. 53-59

Диев, В. С. Риск в междисциплинарном контексте: концептуальные основания анализа и оценки / В. С. Диев // Вестник РГНФ. — 2006. — Т. 4(45). — С. 85-91.

Диев, В. С. Философская парадигма риска / В. С. Диев // ЭКО. — 2008. — № 12. — С. 27-38.

Дроздов, К. А. Инвариант как одно из важнейших свойств ландшафта / К. А. Дроздов // Вестник Воронежского отделения РГО. — 1999. — № 1. — С. 44-45.

Елохин, А. Н. Применение методов экспертных оценок для расчета риска / А. Н. Елохин, И. А. Заикин, И. Ю. Федькушов // Проблемы управления безопасностью сложных систем. Т.1. — М.: ИРИС, 2002. — С. 128-136.

Жидков, М. П. Альпы и Кавказ – эстетика рельефа / М. П. Жидков, Э. А. Лихачева // Геоморфология. — 2002. — № 3. — С. 61-73.

Жиров, А. И. Теоретические основы геоэкологии / А. И. Жиров. — СПб.: СПбГУ, 2001. — 377 с.

Жиров, А. И. Алгоритм инженерно-геоморфологических исследований с целью определения геоморфологического риска на системно-морфологической основе / А. И. Жиров, Н.И. Шавель // Вестник Санкт-Петербургского университета. — Сер. 7. — 2008. — № 1. — 62-72.

Жуковский, В. И. Риск в многокритериальных и конфликтных системах при неопределенности / В. И. Жуковский, Л. В. Жуковская. — М.: ЛКИ, 2010. — 272 с.

Загорская, М. В. Ландшафтная структура центрального Приольхонья / М. В. Загорская // География и природные ресурсы. — 2004. — № 4. — С. 58-68.

Золотарев, А. Г. Геоморфологическое районирование Иркутской области / А. Г. Золотарев // Материалы по геологии и полезным ископаемым Иркутской области. — Иркутск, 1962. — Вып. 31. — С. 14-26.

Золотарев, А. Г. Рельеф и новейшая структура Байкало-Патомского нагорья / А. Г. Золо-

тарев. — Новосибирск: Наука, 1974. — 120 с.

Золотарев, А. Г. Переходный рельеф между орогенными и равнинно-платформенными областями / А. Г. Золотарев // Геоморфология. — 1976. — № 2. С. — 26-35.

Золотарев, А. Г. Периорогенные территории Советского Союза / А. Г. Золотарев // Геоморфология. — 1989. — № 2. — С. 26-36

Иванов, А. В. Гомологическое сходство элементов и форм рельефа и его значение для их классификации / А. В. Иванов, В. Н. Зайонц // Труды СГУ. — 1999. — № 1. — С. 11-14.

Ивановский, Л. Н. Вопросы развития ведущих экзогенных процессов рельефообразования / Л. Н. Ивановский // География и природные ресурсы. — 1988. — № 1. — С. 23-30.

Ивановский, Л. Н. Структура ведущих экзогенных процессов на региональном уровне / Л. Н. Ивановский // География и природные ресурсы. — 1989. — № 4. — С. 14-22.

Ивановский, Л. Н. Ведущие экзогенные процессы и геоморфологический риск в горах Южной Сибири / Л. Н. Ивановский // География и природные ресурсы. — 1994. — № 2. — С. 5-10.

Имаев, В. С. Архитектура сейсмоопасных зон Алтая / В. С. Имаев, Г. Я. Барышников, Ю. Н. Лузгин, В. С. Осьмушкин, Л. П. Имаева, О.Н. Барышникова. — Барнаул: АГУ, 2007. — 233 с.

Имаев, В. С. Сейсмогенерирующие структуры Байкало-Патомского и Алдано-Станового блоков (анализ трассы нефтепровода Восточная Сибирь – Тихий океан) / В. С. Имаев, Л. П. Имаева, Н. Н. Гриб, В. М. Никитин, Б. М. Козьмин. — Нерюнгри: ЯГУ, 2008. — 211 с.

Имаев, В. С. Оценка сейсмической опасности г. Улан-Батор (Монгольская Народная Республика) по результатам сейсмогеологических исследований / В. С. Имаев, О. П. Смекалин, А. Л. Стром, А. В. Чипизубов, А. А. Сясько // Геология и геофизика. — 2012. — № 9. — С. 1182–1193.

Исаченко, А. Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование / А. Г. Исаченко. — М.: Высшая школа, 1991. — 366 с.

Исаченко, А. Г. Географическая среда и расселение в горах: ландшафтно-зональный аспект / А. Г. Исаченко // Известия РГО. — 2002. — Т. 134. — Вып. 2. — С. 1-17.

Калыгин, В. Г. Промышленная экология / В. Г. Калыгин. — М.: МНЭПУ, 2000. — 240 с.

Карта неотектоники Прибайкалья и Забайкалья. Масштаб 1 : 2 500 000. — Под ред. Н.А. Логачева. — Иркутск. 1982.

Карта новейшей тектоники юга Восточной Сибири. Масштаб 1 : 1 500 000. — Под ред. А.Г. Золотарева и П.М. Хренова. — М.: ГУГК, 1981.

Карта разломов юга Восточной Сибири. Масштаб 1 : 1 500 000. — Под ред. П.М. Хренова. — М.: ГУГК, 1988.

Карта районирования территории России по степени экстремальности развития эколого-геоморфологических ситуаций. Масштаб 1 : 9 000 000. — М.: ООО «ДиЭмБи», 2006.

- Карлович, И. А. Геология / И. А. Карлович. — М.: ТРИКСТА, 2005. — 703с.
- Кац, Я. Г. Основы линеamentной тектоники / Я. Г. Кац, А. И. Полетаев, Э. Ф. Румянцева. — М.: Недра, 1986. — 144 с.
- Качура, Р. А. Геологические опасности в зоне освоения побережья озера Байкал на участке порт Байкал – пос. Култук / Р. А. Качура, А. С. Куклин, В. К. Лапердин, Н. В. Тимофеев // Вестник ИрГТУ. Науки о Земле. — 2010. — № 3 (43). — С. 22–29.
- Кашменская, О. В. Теория систем и геоморфология / О. В. Кашменская. — Новосибирск: Наука, 1980. — 120 с.
- Кнауб, Р. В. Комплексная оценка ущерба природных и техногенных катастроф на примере Сибирского федерального округа / Р. В. Кнауб // Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление. — 2012. — Т. 8. — № 4. — С. 56-75.
- Ковальчук, И. П. Эколого-геоморфологический анализ региона / И. П. Ковальчук // Вестник МГУ. Серия географическая. — 1992. — № 3. — С. 10-16.
- Козырева, Е. А. Опасные инженерно-геологические процессы зоны влияния байкало-ангарской гидротехнической системы / Е. А. Козырева, А. А. Рыбченко, О. А. Мазаева, В. А. Хак, А. В. Кадетова // ГеоРиск. — 2012. — № 3. — С. 46–55.
- Кондратьева, Т. И. Стратегия устойчивого природопользования в Соединенных Штатах Америки / Т. И. Кондратьева, И. Н. Рубанов // Рациональное природопользование: международные программы, российский и зарубежный опыт. — М.: ТНИКМК, 2010. — С. 228-250.
- Конева, И. В. Экология человека – основа всеобщего экологического образования / И. В. Конева // Экологическое образование. — Иркутск: ИГПУ, 1999. — С. 29-36.
- Коробов, В. Б. О методологии построения шкал для классификации природных объектов на основе балльных оценок / В. Б. Коробов // Проблемы региональной экологии. — 2002. — № 4. — С. 99-108.
- Коробов, В. Б. Балльные классификации в геоэкологии: преимущества и недостатки / В. Б. Коробов, Б. И. Кочуров // Проблемы региональной экологии. — 2007. — № 1. — С. 66-70.
- Короткий, А. М. Палеогеографические и геоморфологические аспекты устойчивости геосистем в бассейнах горных рек / А. М. Короткий, Т.М. Макарова. — Владивосток: Дальнаука, 2005. — 293 с.
- Корытный, Л. М. Экспертная оценка природных рисков региона (на примере Иркутской области) / Л. М. Корытный // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. — 1997. — Вып. 4. — С. 93-99.
- Корытный, Л. М. Взаимообусловленность ландшафтной, бассейновой и административной структур юга Восточной Сибири / Л. М. Корытный, А. А. Борисова // Ландшафтоведение: теория, методы, региональные исследования, практика. — М.: МГУ, 2006. — С. 41-42.

Кочуров, Б. И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории / Б. И. Кочуров. — Смоленск: СГУ, 1999. — 154 с.

Кошкарев А. В. Геоморфологическая опасность и риск / А. В. Кошкарев, А. Е. Козлова, Э. А. Лихачева // Известия РАН. Серия географическая. — 2001. — № 4. — С. 93-98;

Кошкарев, А.В. Цифровое моделирование рельефа. — Морфология рельефа. — Москва, Научный мир, 2004. — 184 с.

Кофф, Г. Л. Оценка последствий чрезвычайных ситуаций / Г. Л. Кофф, А. А. Гусев, Ю. Л. Воробьев. — М.: РЭФИА, 1997. — 364 с.

Красноярова, Б. А. Территориальная организация природопользования / Б. А. Красноярова // Вестник НГТУ. — 2009. — № 4. — С. 50-53

Кропоткин, М. П. Теория риска и проблема устойчивого развития общества / М. П. Кропоткин, С. Г. Миронюк // Проблемы региональной экологии. — 1999. — № 3. — С. 96-101.

Кружалин, В. И. Эколого-геоморфологический анализ территории / В. И. Кружалин // Вестник МГУ. Серия 5. География. — 1997. — № 4. — С. 11-15.

Кружалин, В. И. Экологическая геоморфология суши / В. И. Кружалин. — М.: Научный мир, 2001. — 176 с.

Кружалин, В. И. Рельеф, общество, человек. Основы социально-экономической геоморфологии / В. И. Кружалин, Ю. Г. Симонов, Т. Ю. Симонова. — М.: МГУ, 2004. — 119 с.

Кузьмин, С. Б. Геолого-структурные и геоморфологические признаки областей динамического влияния разломов / С. Б. Кузьмин // Известия вузов. Геология и разведка. — 1990. — № 7. — С. 27-35.

Кузьмин, С. Б. Области активного динамического влияния разломов: геоморфологические аспекты / С. Б. Кузьмин // Геоморфология. — 1991. — № 3. — С. 94-101.

Кузьмин, С. Б. Экзогенно-активный слой в областях активного динамического влияния разломов / С. Б. Кузьмин // Геология и геофизика. — 1991. — № 9. — С. 68-72.

Кузьмин, С. Б. Активные разломы и новейшая геодинамика литосферы / С. Б. Кузьмин // География и природные ресурсы. — 1994. — № 3. — С. 145-152.

Кузьмин, С. Б. Геоморфология зоны Приморского разлома (Западное Прибайкалье) / С. Б. Кузьмин // Геоморфология. — 1995. — № 4. — С. 53-61.

Кузьмин, С. Б. Опыт применения тектонофизического анализа при оценке тектонической активности и сейсмической опасности района Саяно-Шушенской ГЭС / С. И. Шерман, К. Ж. Семинский, А. С. Гладков, А. Н. Адамович, С. Б. Кузьмин // Геология и геофизика. — 1996. — № 5. — С. 89-96.

Кузьмин, С. Б. Геоинформационное обеспечение и картографирование экологического риска / А. Д. Абалаков, С. Б. Кузьмин, Ж. В. Атутова, Л. С. Новикова, Р. И. Невзорова // Геоде-

зия и картография. — 1997. — № 11. — С. 39-46.

Кузьмин, С. Б. Оценка ширины зон активных разломов методами неотектоники и структурной геоморфологии (на примере Восточного Саяна и Западного Прибайкалья) / С. Б. Кузьмин // Геотектоника. — 1998. — № 1. — С. 70-78.

Кузьмин, С. Б. Активные разломы в районе Саяно-Шушенской ГЭС / С. Б. Кузьмин // Комплексное изучение аридных зон Центральной Азии. — Кызыл: Изд-во ТуВИКОПР. 1998. — С. 30-33.

Кузьмин, С. Б. Активные разломы как факторы геоморфологического риска и их ландшафтообразующая роль / С. Б. Кузьмин // Геоморфология. — 1998. — № 1. — С. 3-9.

Кузьмин, С. Б. Оценка геоморфологической опасности и риска хозяйственного освоения горных территорий / С. Б. Кузьмин // География и природные ресурсы. — 1999. — № 2. — С. 36-41.

Кузьмин, С. Б. Критерии экологического риска и защищенности природоресурсных комплексов / С. Б. Кузьмин, А. Д. Абалаков, Л. В. Данько, А. Г. Вахромеев // Инженерная экология. — 1999. — № 4. — С. 20-29.

Кузьмин, С. Б. Глобальные стратегии экологической безопасности в системе «природа – население – хозяйство» / С. Б. Кузьмин // Проблемы региональной экологии. — 2000. — № 2. — С. 83-92.

Кузьмин, С. Б. Экологические аспекты этноприродных взаимодействий в Приольхонье и на о-ве Ольхон / С. Б. Кузьмин // Известия РГО. — 2000. — Т. 132. — Вып. 1. — С. 58-67.

Кузьмин, С. Б. Инженерно-экологические исследования факторов природной опасности (методология геосистемного подхода) / С. Б. Кузьмин // Инженерная экология. — 2001. — № 6. — С. 20-32.

Кузьмин, С. Б. Оценка воздействия Ковыктинского газоконденсатного месторождения на геологическую среду и обеспечение экологической безопасности / С. Б. Кузьмин, А. Д. Абалаков // Проблемы региональной экологии. — 2001. — № 1. — С. 39-52.

Кузьмин, С. Б. Риск и опасность природопользования: возможная интерпретация проблемы / С. Б. Кузьмин // Анализ, оценка и управление рисками на уровне региона: техногенные, природные и социальные аспекты. — Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2001. — С. 275-281.

Кузьмин, С. Б. Геолого-геоморфологический каркас для выделения классов экологической опасности территории (на примере Иркутской области) / С. Б. Кузьмин // Геоморфология. — 2002. — № 1. — С. 33-43.

Кузьмин, С. Б. Инженерно-экологическая оценка рельефа Приольхонья в рекреационно-туристических целях / С. Б. Кузьмин // Инженерная экология. — 2002. — № 6. — С. 41-53.

Кузьмин, С. Б. Геоэкологические исследования на Лено-Ангарском плато / С. Б. Кузьмин,

А.Г. Вахромеев. — Иркутск: ИрГТУ, 2003. — 122 с.

Кузьмин, С. Б. Геоэкологический анализ рельефа / С. Б. Кузьмин. — Иркутск: ИГ СО РАН, 2004. — 182 с.

Кузьмин, С. Б. Опасные морфогенетические процессы на территории Иркутской области: подходы к классификации, принципы картографирования и районирования / С. Б. Кузьмин // Региональное совещание по сейсмобезопасности Иркутской области. — Иркутск: Администрация Иркутской области, 2004. — С. 37-54.

Кузьмин, С. Б. Структура опасных морфогенетических процессов территории Иркутской области / С. Б. Кузьмин // Геоморфология. — 2004. — № 4. — С. 32-47.

Кузьмин, С. Б. Оценка влияния растительного покрова на денудацию / С. Б. Кузьмин // Известия РГО. — 2005. — Т. 137. — Вып. 3. — С. 62-68.

Кузьмин, С. Б. Классификация опасных морфогенетических процессов Иркутской области / С. Б. Кузьмин // Известия РГО. — 2006. — Т. 138. — Вып. 3. — С. 64-70.

Кузьмин, С. Б. Этапы антропогенного воздействия на ландшафты Приольхонья (Западное Прибайкалье) / С. Б. Кузьмин, Л. В. Данько, И. О. Андреева, Е. В. Безрукова // Известия РАН. Серия географическая. — 2006. — № 1. — С. 47-60.

Кузьмин, С. Б. Чрезвычайные ситуации природного характера: проблемы прогнозирования и мировые оценки опасности и риска / С. Б. Кузьмин // Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций. — М.: Центр «Антистихия», 2006. — С. 66-69.

Кузьмин, С. Б. Новые данные о природных обстановках Прибайкалья в позднем голоцене / С. Б. Кузьмин, Л. В. Данько, В. А. Снытко, Е. В. Безрукова, Л. А. Орлова // ДАН. — 2007. — Т. 412. — № 1. — С. 107-111.

Кузьмин, С. Б. Цифровые модели рельефа: методика построения и возможности использования при геоморфологическом анализе / С. Б. Кузьмин, Л. В. Данько, Е. А. Черкашин, Э. Ю. Осипов // Геоморфология. — 2007. — № 4. — С. 33-41.

Кузьмин, С. Б. Оценка риска хозяйственной деятельности в условиях стихийных бедствий по странам мира / С. Б. Кузьмин // Известия РАН. Серия географическая. — 2007. — № 4. — С. 86-96.

Кузьмин, С. Б. Моделирование типов структур опасных морфогенетических процессов / С. Б. Кузьмин // ДАН. — 2007. — Т. 417. — № 5. — С. 689-692.

Кузьмин, С. Б. Геоморфологические индикаторы активности зон разломов вдоль проектируемого газопровода «Ковыкта – Иркутск» // Проблемы современной сейсмогеологии и геодинамики Центральной и Восточной Азии. Т. 1. — Иркутск: ИЗК СО РАН, 2007. — С. 185-192.

Кузьмин, С. Б. К методике оценки потенциальной геоморфологической опасности при крупномасштабных геоэкологических исследованиях в зонах активных разломов / С. Б. Кузь-

мин // Известия РГО. — 2008. — Т. 140. — Вып. 2. — С. 42-50.

Кузьмин, С. Б. Геоморфологическая опасность активных разломов / С. Б. Кузьмин // Геоморфология. — 2009. — № 3. — С. 66-76.

Кузьмин, С. Б. Геоморфологические критерии геодинамической опасности зон активных разломов для магистральных трубопроводов / С. Б. Кузьмин // Геоэкология. — 2009. — № 4. — С. 340-357.

Кузьмин, С. Б. Опасные геоморфологические процессы и риск природопользования / С. Б. Кузьмин. — Новосибирск: ГЕО, 2009. — 195 с.

Кузьмин, С. Б. Принципы оценки эколого-геоморфологического дискомфорта урбанизированных территорий / С. Б. Кузьмин, С. И. Шаманова // Экология урбанизированных территорий. — 2010. — № 3. — С. 30-34.

Кузьмин, С. Б. Палеоэкологические модели этноприродных взаимодействий / С. Б. Кузьмин, Л.В. Данько. — Новосибирск: ГЕО, 2011. — 187 с.

Кузьмин, С. Б. Опасные геоморфологические процессы и риск природопользования / С. Б. Кузьмин // Рельеф и экзогенные процессы гор. Т. 1. — Иркутск: ИГ СО РАН, 2011. — С. 28-30.

Кузьмин, С. Б. Усовершенствование метода выделения ярусов рельефа на основе его цифровых моделей и характера древесной растительности на примере Западного Прибайкалья / С. Б. Кузьмин, С. И. Шаманова // Известия РАН. Серия географ. — 2012. — № 4. — С. 83-92.

Кузьмин, С. Б. Определение высотной поясности ландшафтов на базе цифровых моделей рельефа и характера дендрофлоры / С. Б. Кузьмин, С. И. Шаманова, С. Г. Казановский // География и природные ресурсы. — 2012. — № 4. — С. 137-149.

Куражсковский, Ю. Н. Очерки природопользования / Ю. Н. Куражсковский. — М.: Мысль, 1969. — 213 с.

Курбатова, А. С. Биогеохимические и геоэкологические подходы к оценке экологического воздействия / А. С. Курбатова, В. Н. Башкин // География и природные ресурсы. — 2004. — № 4. — С. 12-19.

Лазаревич, Т. И. Геодинамическое районирование Южного Кузбасса / Т. И. Лазаревич, В. П. Мазикин, И. А. Малый и др. — Кемерово: ВНИМИ, 2006. — 181 с.

Ламакин, В. В. Неотектоника Байкальской впадины / В. В. Ламакин. — М.: Наука, 1968. — 222 с.

Лапердин, В. К. Экзогенные геологические процессы и сели Восточного Саяна / В. К. Лапердин, Ю. Б. Трждинский. — Новосибирск: Наука, 1977. — 103 с.

Лапердин, В. К. Геологические опасные процессы в зоне Байкальского рифта и сопредельных территорий / В. К. Лапердин, В. С. Имаев // Вопросы инженерной сейсмологии. — 2010. — Т. 37. — № 1. — С. 40-55.

Лапердин, В. К. Геодинамика опасных процессов в зонах природно-техногенных комплексов Восточной Сибири / В. К. Лапердин, Р.А. Качура. — Иркутск: ИЗК СО РАН, 2010. — 312 с.

Лапердин, В. К. Опасные геологические процессы на юге Якутии и сопредельных территориях / В. К. Лапердин, В. С. Имаев, И. И. Верховин, Р. А. Качура, Л. П. Имаева. — Иркутск: ИЗК СО РАН, 2011. — 240 с.

Лапердин, В. К. Анализ возникновения природно-техногенных рисков и геоэкологической нестабильности по трассам нефтегазопроводов на юге Якутии / В. К. Лапердин, Р. А. Качура // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. — 2012. — № 9. — С. 17–24.

Ларионов, В. И. Оценка и обеспечение безопасности объектов хранения и транспортировки углеводородного сырья / В. И. Ларионов, А. А. Александров, В. Г. Кумохин. — СПб.: Недра, 2004. — 189 с.

Ласточкин, А. Н. О новом предназначении геоморфологии в системе наук о Земле / А. Н. Ласточкин // Геоморфология. — 1995. — № 2. — С. 18-27.

Ласточкин, А. Н. Системно-морфологическое исследование наук о Земле / А. Н. Ласточкин. — СПб.: СПбГУ, 2002. — 762 с.

Ласточкин, С. В. Сравнительный анализ вертикальных тектонических движений в центральной части Байкальской рифтовой зоны и Забайкалье в связи с сейсмичностью / С. В. Ласточкин // Геология и геофизика. — 1975. — № 9. — С. 121-125.

Леви, К. Г. Вертикальные движения земной коры в Байкальской рифтовой зоне / К. Г. Леви // Проблемы разломной тектоники. — Новосибирск: Наука, 1981. — С. 142-170.

Ликутов, Е. Ю. Проблемы геоморфологического риска и риска исследователя-геоморфолога / Е. Ю. Ликутов // География и природные ресурсы. — 1995. — № 2. — С. 168-173.

Лисакова, О. Г. Антропогенная трансформация геоморфологических процессов Ольхонского региона / О. Г. Лисакова // Геоморфология. — 2008. — № 2. — С. 32-37.

Литвак, Б. Г. Экспертные оценки и принятие решений / Б. Г. Литвак. — М.: Патент, 1996. — 271 с.

Лихачева, Э. А. Критерии эколого-геоморфологической оценки городской территории / Э. А. Лихачева, Н. С. Просунцова, Г. П. Локшин // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. — 1998. — Вып. 6. — С. 3-16.

Лихачева, Э. А. Свойства рельефа: экологические, инженерные, эстетические / Э. А. Лихачева, А. Н. Кичигин, В. П. Палиенко // Геоморфология. — 2003. — № 4. — С. 33-39.

Лихачева, Э.А. Экологическая геоморфология. Словарь-справочник / Э. А. Лихачева, Д. А. Тимофеев. — М.: Медиа-ПРЕСС, 2004. — 240 с.

- Лихачева, Э. А. Геоморфологические системы и их организованность / Э. А. Лихачева, Д. А. Тимофеев // Геоморфология. — 2007. — № 1. — С. 3-9.
- Лихачева, Э. А. Что изучает антропогенная геоморфология? / Э. А. Лихачёва // Геоморфология. — 2012. — № 3. — С. 3-10.
- Логачев, Н. А. Кайнозойские отложения Иркутского амфитеатра / Н. А. Логачев, Т. К. Ломоносова, В. М. Климанова. — М.: Наука, 1964. — 195 с.
- Логачев, Н. А. Актуальные вопросы современной геодинамики Центральной Азии / Н. А. Логачев, К. Г. Леви. — Новосибирск: СО РАН, 2005. — 297 с.
- Лопатин, Д. В. Ярусное строение рельефа Приольхонья и о. Ольхон в геоморфологической структуре Западного Прибайкалья / Д. В. Лопатин, Т. М. Сквитина // Геоморфология. — 2008. — № 4. — С.83-91
- Лоскутов, А. Ю. Введение в синергетику / А. Ю. Лоскутов, А. С. Михайлов. — М.: Наука, 1990. — 272 с.
- Лунина, О. В. Систематизация активных разломов для оценки сейсмической опасности / О. В. Лунина, А. С. Гладков, А. А. Гладков // Тихоокеанская геология. — 2012. — Т. 31. — № 1. — С. 49-60.
- Лут, Б. Ф. Геоморфология Прибайкалья и впадины озера Байкал / Б. Ф. Лут. — Новосибирск: Наука, 1978. — 213 с.
- Любцова, Е. М. Оценка эоловых процессов в Предбайкалье / Е. М. Любцова // География и природные ресурсы. — 1994. — № 4. — С. 71-77.
- Мазур, И. И. Опасные природные процессы / И. И. Мазур, О. П. Иванов. — М.: Экономика, 2004. — 702 с.
- Макаров, С. А. Геоморфологические процессы Приольхонья в голоцене / С. А. Макарова // География и природные ресурсы. — 1997. — № 1. — С. 77-84.
- Макунина, А. А. Физическая география СССР / А. А. Макунина. — М.: МГУ, 1985. — 296 с.
- Мандельброт, Б. Фрактальная геометрия природы / Б. Мандельброт. — М.: Институт компьютерных исследований, 2002. — 656 с.
- Мацера, А. В. Рельефообразующая роль оледенения Восточного Саяна / А. В. Мацера // Геоморфология. — 1993. — № 3. — С. 84-92.
- Михайлов, Н. И. Физико-географическое районирование / Н. И. Михайлов. — М.: МГУ, 1985. — 184 с.
- Михайлов, Ю. П. Географические грани процесса природопользования / Ю. П. Михайлов // География и природные ресурсы. — 1980. — №3. — С. 159-164.
- Михайлов Ю. П. К вопросу о территориальной организации общества и организации территории / Ю. П. Михайлов // География и природные ресурсы. — 1998. — № 4. — С. 10-17.

- Мухина, Л. С. Экологические опасности / Л. С. Мухина // Проблемы экологической безопасности региона. — М.: ИГ РАН, 1997. — С. 40-61.
- Мягков, С. М. География природного риска / С. М. Мягков. — М.: МГУ, 1995. — 222 с.
- Нагорья Прибайкалья и Забайкалья. — М: Наука, 1974. — 360 с.
- Невский, В. Н. Новые подходы к созданию базовой геоморфологической классификации / В. Н. Невский // Геоморфология. — 2003. — № 1. — С. 40-48.
- Некрич, А. С. Рациональное природопользование – основа стратегии устойчивого развития Австралии / А. С. Некрич // Рациональное природопользование: международные программы, российский и зарубежный опыт. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. — С. 266-287.
- Немиров, А. А. Новейшая тектоника Ангара-Чунского междуречья / А. А. Немиров // Геология и геофизика. — 1976. — № 7. — С. 28-35.
- Неотектоника. Геология и сейсмичность зоны БАМ. — Новосибирск: Наука, 1984.—208 с.
- Николаев, Н. И. Опыт построения генетической классификации экзогенных физико-геологических процессов / Н. И. Николаев // Труды Комиссии по изучению четвертичного периода. — М.-Л.: АН СССР, 1948. — Т. 7. — Вып. 1. — С. 3-13.
- Николис, Г. Познание сложного / Г. Николис, И. Пригожин. — М.: Мир, 1990. — 342 с.
- Овсяченко, А. Н. Детальный морфотектонический анализ и оценка современной активности разрывных структур краевой части Северо-Западного Кавказа А. Н. Овсяченко, С.В. Шварев // Геоморфология. — 2005. — № 2. — С. 58–73.
- Овчинников, Г. И. Изменение геологической среды в зонах влияния ангаро-енисейских водохранилищ / Г. И. Овчинников, С. Х. Павлов, Ю. Б. Тржцинский. — Новосибирск: Наука, 1999. — 254 с.
- Олюнин, В. Н. Неотектоника и оледенение Восточного Саяна / В. Н. Олюнин. — М.: Наука, 1965. — 127 с.
- Осипов, В. И. Природные катастрофы и устойчивое развитие / В. И. Осипов // Геоэкология. — 1997. — № 2. — С. 5-18.
- Осипов, В. И. Природные катастрофы на рубеже XXI века / В. И. Осипов // Вестник РАН. — 2001. — № 4. — С. 291-302.
- Осипов, В. И. Природные опасности и стратегические риски в мире и России / В. И. Осипов // Экология и жизнь. — 2009. — № 11-12. — С.5-15
- Основные закономерности глобальных и региональных изменений климата и природной среды в позднем кайнозое Сибири. — Новосибирск: ИАЭТ СО РАН, 2002. — 408 с.
- Основные черты тектоники осадочного чехла южной части Сибирской платформы. — Л.: Недра, 1976. — 111 с.

- Палеолимнологические реконструкции. — Новосибирск: Наука, 1989. — 111 с.
- Панов, И. Н. Экологический туризм и его роль в устойчивом развитии территорий / И. Н. Панов // Вестник МГУ. Серия географическая. — 1998. — № 6. — С. 13-18.
- Парамонов, Е. Г. Техногенные системы и экологический риск / Е. Г. Парамонов. — Барнаул: АГУ, 2006. — 100 с.
- Пелюхова, Е. Б. Синергетика в физических процессах. Самоорганизация физических систем / Е. Б. Пелюхова, Э. Е. Фрадкин. — М.: Лань, 2011. — 320 с.
- Пененко, В. В. Математические модели изучения рисков загрязнения природной среды / В. В. Пененко, Е. А. Цветова // Прикладная механика и техническая физика. — 2004. — № 2. — С. 136-146.
- Перевозников, Д. Д. Рыхлые отложения и экзогенные процессы на водоразделе Каи и Иркутка / Д. Д. Перевозников // География и природные ресурсы. — 1997. — № 1. — С. 103-108.
- Перов, В.Ф. Классификация экзогенных процессов горных стран // Геоморфология, 1981. № 1. С. 3-7.
- Петров, О. В. Диссипативные структуры Земли / О. В. Петров. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2007. — 304 с.
- Пиннекер, Е. В. Проблемы региональной гидрогеологии. Закономерности распространения и формирования подземных вод / Е. В. Пиннекер. — М.: Наука, 1977. — 196 с.
- Пиннекер, Е. В. Естественные ресурсы подземных вод юга Восточной Сибири / Е. В. Пиннекер, Б. И. Писарский, Б. М. Шенькман. — Новосибирск: Наука, 1976. — 127 с.
- Плешанов, С. П. . Основные этапы формирования рельефа Приольхонья / С. П. Плешанов, А. А. Рамазина // Геоморфология. — 1975. — № 4. — С. 85-89.
- Плоскогорья и низменности Восточной Сибири. — М.: Наука, 1971. — 320 с.
- Подлазов, А. В. Самоорганизованная критичность и анализ риска / А. В. Подлазов // Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. — 2001. — № 1. — С. 49-88.
- Поздняков, А. В. Самоорганизация в развитии форм рельефа / А. В. Поздняков, И. Г. Черванев. — М.: Наука, 1990. — 202 с.
- Преловский, В. И. О содержании понятия «экологический туризм» / В. И. Преловский // География и природные ресурсы. — 2002. — № 2. — С. 24-31.
- Преображенский, В. С. Основы ландшафтного анализа // В. С. Преображенский, Т. Д. Александрова, Т. П. Куприянова. — М.: Наука, 1988. — 192 с.
- Природно-антропогенные процессы и экологический риск. — М.: Городец, 2004. — 616 с.
- Природные опасности России. Сейсмические опасности / Под общей ред. В. И. Осипова и С. К. Шойгу. — М.: КРУК, 2000. — 297с.
- Природные опасности России / Под ред. В.И. Осипова, С.К. Шойгу. Т. 3: Экзогенные гео-

логические опасности. — М.: КРУК, 2002. — 345 с.

Пузаченко, Ю. Г. Методологические основы географического прогноза и охрана среды / Ю. Г. Пузаченко. — М.: УРАО, 1998. — 212 с.

Пузаченко, Ю. Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях / Ю. Г. Пузаченко. — М.: Академия, 2004. — 416 с.

Равнины и горы Сибири. — М.: Наука, 1975. — 352 с.

Радаев, Н. Н. Эффективность принимаемых решений по защите от экстремальных природных явлений / Н. Н. Радаев // Автоматика и телемеханика. — 2002. — Т. 93. — № 4. — С. 24-26.

Радаев, Н. Н. Обоснование уровней рисков в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера / Н. Н. Радаев // Известия РАН. Серия географическая. — 2003. — № 5. — С. 74-86.

Разиньков, Н. Д. Некоторые подходы к управлению природно-техногенными рисками, их экологическими и социальными последствиями / Н. Д. Разиньков, Т. Н. Задорожная, Г. Ф. Филатов // Проблемы региональной экологии. — 2007. — № 1. — С. 61-66.

Разломы и сейсмичность Северо-Муйского полигона. — Новосибирск: Наука, 1991. — 111 с.

Ранцман, Е. Я. Морфоструктурные узлы – места экстремальных природных явлений / Е. Я. Ранцман, М. П. Гласко. — М.: Медиа-Пресс, 2004. — 224 с.

Рац, М. В. Трещиноватость и свойства трещиноватых горных пород / М. В. Рац, С. Н. Чернышев. — М.: Недра, 1970. — 164 с.

Рациональное природопользование: международные программы, российский и зарубежный опыт. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. — 412 с.

Региональное совещание по сейсмобезопасности Иркутской области. — Иркутск: Администрация Иркутской области, 2004. — 136 с.

Рельеф среды жизни человека. — М.: Медиа-ПРЕСС, 2002. — 640 с.

Розанов, Л. Л. Дискуссионные аспекты антропогенной геоморфологии / Л. Л. Розанов // Научный диалог. — 2013. — № 3 (15): Естествознание. Экология. Науки о земле. — С. 129–147.

Рунова, Т. Г. Территориальная организация общества / Т. Г. Рунова, И. Н. Волкова, Т. Г. Нефедова. — М.: Наука, 1993. — 208 с.

Рыбалкина, Л. А. Активные разломы как факторы сейсмического риска на территории г. Петропавловска-Камчатского / Л. А. Рыбалкина // Материалы ежегодной конференции, посвященной Дню вулканолога. — Петропавловск-Камчатский: Наука – для Камчатки, 2003. — С. 91-99.

Рыбкина, И. Д. Оценка экологической опасности в центрах систем расселения. Региональ-

ный и локальный уровни исследования // И. Д. Рыбкина. — Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. — 229 с.

Рыбкина, И. Д. Экономический риск переработки берегов Камского водохранилища / И. Д. Рыбкина, А. Ш. Хабидов // Проблемы анализа риска. — 2012. — Т. 9. — № 5. — С. 60-69.

Рыжов, Ю. В. Оценка современной овражной эрозии юга Восточной Сибири / Ю. В. Рыжов // Известия РГО. — 2003. — Т. 135. — Вып. 1. — С. 70-77.

Рябцев, В. В. Сохранение биоразнообразия байкальских степей: Прибайкальский парк / В. В. Рябцев, А. Е. Турута // Степи Евразии. — Оренбург, 2003. — С. 436-440.

Рянский, Ф. Н. Анализ природных и антропогенных факторов возникновения чрезвычайных ситуаций / Ф. Н. Рянский, С. Е. Коркин, И. С. Аитов. — Нижневартовск: НГТУ, 2005. — 98 с.

Саати, Т. Аналитическое планирование / Т. Саати, К. Кернс. — М.: Радио и связь, 1991. — 224 с.

Сдасюк, Г. В. Индия: политика перехода к устойчивому развитию / Г. В. Сдасюк // Рациональное природопользование: международные программы, российский и зарубежный опыт. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. — С. 287-311.

Сейсмотектоника и сейсмичность юго-восточной части Восточного Саяна. — М.: Наука, 1975. — 136 с.

Серебряный, Л. Р. Поддерживаемое, сбалансированное или устойчивое развитие / Л. Р. Серебряный, А. Ю. Скопин // Известия РАН. Серия географ. — 1998. — № 1. — С. 44-49.

Симонов, Ю. Г. Эколого-геоморфологический анализ. Концепция и главные задачи / Ю. Г. Симонов // Эколого-геоморфологические исследования. — М.: МГУ, 1995. — С. 87-93.

Симонов, Ю. Г. Методы диагностики экологически опасных воздействий на рельеф / Ю. Г. Симонов, В. И. Кружалин, Т. Ю. Симонова // Эколого-геоморфологические исследования. — М.: МГУ, 1995. — С. 177-184.

Симонов, Ю. Г. Важные шаги к познанию сущности экологической геоморфологии / Ю. Г. Симонов // Известия РАН. Серия географическая. — 2003. — № 5. — С. 107-109.

Симонов, Ю. Г. Геоморфология / Ю. Г. Симонов. — СПб.: Питер, 2005. — 427 с.

Симонов, Ю. Г. Фундаментальные проблемы антропогенной геоморфологии / Ю. Г. Симонов, Т. Ю. Симонова // Геоморфология. — 2013. — № 3. — С. 3-11

Склярова, О. А. Структурно-геологический контроль локализации и состава вод озер и родников Приольхонья / О. А. Склярова, Е. В. Скляров, В. С. Федоровский // Геология и геофизика. — 2002. — № 8. — С. 732-745.

Скублова, Н. В. Геоморфологический анализ при комплексной оценке геоэкологических ситуаций / Н. В. Скублова // Геоморфология. — 1995. — № 2. — С. 66-74.

Снытко, В. А. Разнообразие геосистем контакта тайги и степи западного побережья Байкала / В. А. Снытко, Л. В. Данько, С. Б. Кузьмин, А. П. Сизых // География и природные ресурсы. — 2001. — № 2. — С. 61-68.

Солнцев, Н. А. О морфологии природного географического ландшафта / Н. А. Солнцев // Вопросы географии. — М.: Географгиз, 1949. — Сб. 16. — С. 16-86.

Солнцев, В. Н. Геолого-геоморфологический каркас в формирование физико-географической структуры территории / В. Н. Солнцев // Вестник МГУ. Серия географическая. — 1974. — № 1. — С. 53-62.

Солнцев, В. Н. Системная организация ландшафтов / В. Н. Солнцев. — М.: Мысль, 1981. — 239 с.

Солоненко, В. П. Сейсмогеология и сейсмическое районирование трассы БАМ и зоны ее экономического влияния / В. П. Солоненко. — Новосибирск: Наука, 1979. — 69 с.

Солоненко, В. П. Сейсмическое районирование Восточной Сибири / В. П. Солоненко, С. Д. Хилько, В. С. Хромовских. — Новосибирск: Наука, 1977. — 303 с.

Сочава, В. Б. Введение в учение о геосистемах / В. Б. Сочава. — Новосибирск, 1978. — 319 с.

Стеценко, Е. А. Экологическое сознание в современной американской литературе / Е. А. Стеценко. — М.: ИМЛИ РАН, 2002. — 320 с.

Стром, А. Л. Оценка расчетных значений сейсмогенных подвижек по разрывам, пересекающим трассы трубопроводов, и вероятности их превышения / А. Л. Стром, А. И. Иващенко, А. И. Кожурин // Вопросы инженерной сейсмологии. — 2008. — Т. 35. — № 2. — С. 14-19

Структура и история развития Предбайкальского прогиба. — М.: Наука, 1976. — 134 с.

Суслов, С. П. Физическая география СССР / С. П. Суслов. — М.: Учпедгиз, 1954. — 364 с.

Сухоруков, В. Д. Геопространственная система: сущность и структурные аспекты / В. Д. Сухоруков // Известия РГО. — 1998. — Т. 130. — Вып. 5. — С. 61-67.

Тайсаев, Т. Т. Геохимические ландшафты Приольхонья и этногенез / Т. Т. Тайсаев // География и природные ресурсы. — 1999. — № 4. — С. 30-36.

Тикунов, В. С. Классификации в географии / В. С. Тикунов. — Москва-Смоленск: СГУ, 1997. — 362 с.

Тимофеев, Д. А. Старые и новые пути развития геоморфологии / Д. А. Тимофеев // Геоморфология. — 1981. — № 4. — С.С. 31-43.

Тимофеев, Д. А. Пути разработки проблемы взаимодействия геосфер / Д. А. Тимофеев // Известия РАН. Серия географическая. — 1999. — № 4. — С. 14-22.

Тимофеев, Д. А. Размышления о философии геоморфологии / Д. А. Тимофеев // Геоморфология. — 2003. — № 4. — С. 3-8.

Тимофеев, Д. А. Принципы типизации геоморфологических процессов / Д. А. Тимофеев // Геоморфология. — 2004. — № 4. — С. 16-20.

Тимофеев, Д. А. Некоторые проблемы геоморфологии гор / Д. А. Тимофеев, В. В. Бронгулеев, В.П. Чичагов // Геоморфология. — 2002. — № 3. — С. 3-15.

Томирдиаро, С. В. Лессово-ледовая формация Восточной Сибири в позднем плейстоцене и голоцене / С. В. Томирдиаро. — М.: Наука, 1980. — 230 с.

Трифонов, В. Г. Позднечетвертичный тектогенез / В. Г. Трифонов. — М.: Наука, 1983. — 254 с.

Трифонов, В. Г. Динамика Земли и развитие общества / В. Г. Трифонов, А. С. Караханян. — М.: ОГИ, 2008. — 435 с.

Трофимов, А. М. Социально-экономическая концепция риска / А. М. Трофимов, В. М. Котляков, Ю. П. Селиверстов // Известия РГО. — 2000. — Т. 132. — Вып. 3. — С. 22-28.

Трофимова, Е. В. Карстовая денудация в Иркутской области / Е. В. Трофимова // География и природные ресурсы. — 1997. — № 4. — С. 95-100.

Управление риском. — М.: Наука, 2000. — 431 с.

Уфимцев, Г. Ф. О неотектонике Приольхонья / Г. Ф. Уфимцев // Геология и геофизика. — 1985. — № 6. — С. 37-45

Уфимцев, Г. Ф. Морфотектоника Байкальской рифтовой зоны / Г. Ф. Уфимцев. — Новосибирск: Наука, 1992. — 216 с.

Уфимцев, Г. Ф. Древние долины западного побережья Среднего Байкала / Г. Ф. Уфимцев, Н. В. Кулагина, А. А. Щетников // Геология и геофизика. — 2000. — № 7. — С. 983-989.

Фаддеев, А. О. Вопросы оценки геоэкологического риска и геоэкологической безопасности на рекреационных территориях / А. О. Фаддеев // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. — 2008. — № 6. — С. 86-93.

Федоров, М. М. Проблемные исследования в системе природопользования / М. М. Федоров. — СПб.: СПбПУ, 2004. — 304 с.

Физико-географическое районирование СССР. — М.: МГУ, 1968. — 576 с.

Филиппов, А. Г. Генезис пещер Приольхонского плато и о. Ольхон / А. Г. Филиппов // География: теория и практика. — Иркутск: ИГУ, 1998. — С. 90-92.

Флоренсов, Н. А. Очерки структурной геоморфологии / Н. А. Флоренсов. — М.: Наука, 1978. — 238 с.

Формирование берегов ангаро-енисейских водохранилищ. — М.: Наука, 1988. — 110 с.

Фотиев, С. М. Геокриологические условия Средней Сибири / С. М. Фотиев, Н. С. Данилова, Н. С. Шевелева. — М.: Наука, 1974. — 146 с.

Хабидов, А. Ш. Управление состоянием берегов водохранилищ / А. Ш. Хабидов, И. О.

Леонтьев, К. В. Марусин, В. А. Шлычков, В. М. Савкин, В. С. Кусковский. — Новосибирск: СО РАН, 2009. — 239 с.

Хакен, Г. Синергетика / Г. Хакен. — М.: Мир, 1980. — 404 с.

Халилов, Г. А. Экологическая геоморфология и интеграция наук / Г. А. Халилов // Вестник Бакинского университета. Серия естественных наук. — 2002. — № 1. — С. 210-215.

Хлыстов, О. М. Строение и развитие подводного Академического хребта / О. М. Хлыстов, В. Д. Мац, С. С. Воробьева // Геология и геофизика. — 2000. — № 6. — С. 819-824.

Хлыстов, О. М. Юго-западное окончание Северобайкальской впадины: геологическое строение и корреляция с разрезами о. Ольхон и кернами BDP-96 и BDP-98 / О. М. Хлыстов, В. Д. Мац, М. де Батист // Геология и геофизика. — 2001. — № 1-2. — С. 373-383.

Хренов, П. М. Скрытые поперечные разломы Байкальской рифтовой системы / П. М. Хренов, А. Н. Демин, А. П. Таскин // Роль рифтогенеза в геологической истории Земли. — Новосибирск: Наука, 1977. — С. 99-104.

Хромовских, В. С. Сейсмогеология Южного Прибайкалья / В. С. Хромовских. — М.: Наука, 1965. — 121 с.

Цветнов, Е. В. Экологическое сознание в контексте проблемы устойчивого развития / Е. В. Цветнов, А. И. Щеглов, К. А. Румянцева // Проблемы региональной экологии. — 2011. — № 6. — С. 106-115.

Чайко, А. В. Классификация экзогенных процессов и проблема их картографирования / А. В. Чайко, А. А. Мистрюков // Геоморфология. — 1992. — № 1. — С. 25-30.

Человек и биосфера. — Ростов-на-Дону: Ростовский госуниверситет, 1977. — 332 с.

Черванев, И. Г. Развитие представлений о саморегулировании и самоорганизации рельефа / И. Г. Черванев, В. А. Боков // Самоорганизация и динамика геоморфосистем. — Томск: Институт оптики атмосферы СО РАН, 2003. — С. 14-19.

Черемных, А. В. Поля напряжений в зоне Приморского сброса (Байкальский рифт) / А. В. Черемных // Литосфера. — 2011. — № 1. — С. 135-142.

Черкашин, А. К. Полисистемный анализ и синтез / А. К. Черкашин. — Новосибирск: Наука, 1997. — 502 с.

Черных, Д. В. Горное ландшафтоведение: ретроспективный анализ и перспективы в контексте устойчивого развития / Д. В. Черных // Ползуновский вестник. — 2005. — № 4. — Ч. 2. — С. 35-40

Чистяков, А. А. Четвертичная геология / А. А. Чистяков, Н. В. Макарова, В. И. Макаров. — М.: ГЕОС, 2000. — 303 с.

Шерман, С. И. Приморский разлом в Западном Прибайкалье / С. И. Шерман // Информационный бюллетень ИЗК СО АН СССР. — Иркутск, 1970. — С. 14-15.

Шерман, С. И. Физические закономерности развития разломов земной коры / С. И. Шерман. — Новосибирск: Наука, 1977. — 101 с.

Шойгу, С. К. Основы государственного регулирования мероприятий по обеспечению сейсмической безопасности России / С. К. Шойгу. — М.: РЭФИА, 1997. — 136 с.

Шоцкий, В. П. Природные условия сельскохозяйственного производства и естественно-исторические районы Иркутской области / В. П. Шоцкий. — Иркутск: ИГУ, 1956. — 236 с.

Шупер, В. А. О природе импульсов территориального развития / В. А. Шупер // Известия РАН. Серия географическая. — 1998. — № 4. — С. 16-24.

Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Ольхонский район. — Иркутск: ИГ СО РАН, 1998. — 183 с.

Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Слюдянский район. — Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2002. — 141 с.

Яковлев, С. В. Охрана окружающей среды / С. В. Яковлев, А. К. Стрелков, А. А. Мазо. — М.: Изд-во АСВ, 1998. — 180 с.

Яценко, Р. И. Выделение морфолитосистем для эколого-ландшафтного районирования / Р. И. Яценко // Геоморфология. — 2001. — № 4. — С. 17-25.

Agresti, B. La montagne: un milieu à risques? / B. Agresti // Bulletin Association Geographier Française. — 2003. — № 1. — P. 6-12.

Berz, G. World map of natural hazards: a global view of the distribution and intensity of significant exposures / G. Berz, W. Kron, T. R. Loster // Natural Hazards. — 2001. — № 2-3. — P. 443-465.

Bishop, M. Geographic Information Science and Mountain Geomorphology / M. Bishop, J. F. Shroder. — Amsterdam: Springer-Ferlag. 2004. — 486 p.

Bostrom, A. Communicating risk: wireless and hardwired / A. Bostrom, R. E. Lofstedt // Risk Analysis. — 2003. — Vol. 23. — № 2. — P. 241-248.

Bruins, R. J. F. Economical and Ecological Risk Assessment. Application to Watershed Management. / R. J. F. Bruins, M.T. Heberling. — Boca Raton: CRC Press. 2005. — 446 p.

Coates, D. R. Perspectives of environmental geomorphology / D. R. Coates // Z. Geomorphology. — 1990. — Vol. 34. — P. 83-117.

De Boer, D. Hierarchies and spatial scale in geomorphologic processes / D. De Boer // Geomorphology. — 1992. — № 5. — P. 303-318.

Degg, M. Natural disasters: recent trends and future prospects / M. Degg // Geography. — 1992. — № 3. — P. 198-209.

Diez, L. S. Propuesta metodologica y conceptual para el studio de los riesgos naturales: la situacion en Espana / L. S. Diez // Terra Livre. — 2005. — № 24. — P. 211-230.

Edwards, B. Natural hazards / B. Edwards. — Cambridge: Cambridge University Press, 2005. —

328 p.

Enz, R. Natural catastrophes and man-made disasters / R. Enz, K. Karl, J. Mehlhorn // *Sigma*. — 2008. — № 2. — P. 1-48.

Geertsema, M. Hydrogeomorphic hazards in northern British Columbia / M. Geertsema // *Ned. Geogr. Stud.* — 2006. — № 341. — P. 1-183.

Gibson, R. B. Sustainability assessment: criteria, processes, and application / R. B. Gibson, S. Hassan, S. Holtz. — London: Earthscan Press, 2005. — 240 p.

Glade, T. Vulnerability assessment in landslide risk analysis / T. Glade // *Erde*. — 2003. — Vol. 134. — № 2. — P. 123-146.

Graft, W. T. Geographic geomorphology in the eighties / W. T. Graft, S.W. Trimble, T.Y. Toy // *Professional Geographer*. — 1980. — № 3. — P. 279-288.

Heinrich, J. Naturraumpotential, Landnutzund und aktuelle Morphodynamik im südlichen Gongola-Becken, Nigeria / J. Heinrich // *Geoöcodynamik*. — 1992. — № 1. — P. 41-61.

Kaldova, J. The geodynamics of landforms hazard processes / J. Kaldova // *Acta University Carolina Geographers*. — 1996. — № 2. — P. 7-32.

Laska, S. At risk: the human, community and infrastructure resources of coastal Louisiana / S. Laska, G. Wooddell, R. Hagelman // *J. of Coast. Res.* — 2005. — Special Issue 44. — P. 90-111.

Leafe, R. Realizing of the benefits of shoreline management / R. Leafe, J. Pethick, I. Townend // *Geographical Journal*. — 1998. — Vol. 164. — № 3. — P. 282-290.

Lobo, D. Water erosion risk assessment and impact on productivity of a Venezuelan soil / D. Lobo, Z. Lozano, F. Delgado // *Catena*. — 2005. — Vol. 64. — № 2-3. — P. 297-306.

Löffler, J. Spatio-temporal gradients between high mountain ecosystems of central Norway / J. Löffler, O. D. Finch // *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*. — 2005. — Vol. 37. — P. 499-513.

Mark, D. M. On scale of investigations in geomorphology / D. M. Mark // *Canadian Geographers*. — 1980. — № 1. — P. 81-86.

Meadows, D. H. The limits of the growth / D. H. Meadows, D. L. Meadows. — New York: New York University Press, 1972. — 284 p.

McGuire, B. Natural hazards and environmental change / B. McGuire, I. Mason, C. Kilburn. — London: Arnold Press, 2002. — 187 p.

Pauly, J.-C. Methodologies misis en ceurve pour la cartographie de l'alea lie aux instabilités rocheuses sur un bassin géographique / J.-C. Pauly, M. Payany // *Bull. Lab. Ponts et Chaussees*. — 2002. — № 236. — P. 37-57.

Posner, R. A. Catastrophe: risk and response / R. A. Posner. — Oxford: Oxford University Press, 2004. — 332 p.

Pignatelli, C. Geomorphological risk assessment along Apulian coast / C. Pignatelli, M. Plan-

tone, L. Romaniello // Quaternary Physical and Dynamic Geography. — 2006. — Vol. 29. — № 1. — P. 93-106.

Saha, A. K. GIS-based landslide hazard zonation in the Bhagirathi (Ganga) Valley, Himalayas / A. K. Saha, R. P. Gupta, M. K. Arora // Inter. J. of Remote Sensing. — 2002. — Vol. 23. — № 2. — P. 357-369.

Srivastava, R. Natural hazard mitigation in local comprehensive plans. A case of flood, wildfire and drought planning in Arizona / R. Srivastava, L. Laurian // Disaster Prevention & Managing. — 2006. — Vol. 15. — № 3. — P. 461-483.

Strahler, A. N. Equilibrium theory of erosional slopes approaches by frequency distribution analysis / A. N. Strahler // American Journal of Sciences. — 1950. — № 10. — P. 237-245.

Vlaskov, V. Geomorphological risk. Recent exogenic processes on the territory of Bulgaria / V. Vlaskov // Problems of Geography. — 1993. — № 4. — P. 39-44.

Whyte, From hazard perception to human ecology / A. V. T. Whyte // Geography, resources and environment. Vol. II. Chicago University Press. 1986. — P. 40-271.

Zeeman, E. C. Catastrophe theory / E. C. Zeeman // Scientific American. — 1976. — Vol. 234. — P. 65-83.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ РИСКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ....	15
1.1. Глобальные аспекты риска природопользования.....	15
1.2. Российская специфика риска природопользования.....	26
ГЛАВА 2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	37
2.1. Обоснование главных понятий и принципов исследований.....	37
2.2. Эколого-геоморфологические исследования.....	48
ГЛАВА 3. ОЦЕНКА РИСКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ГЛОБАЛЬНОМ И НАЦИОНАЛЬНОМ УРОВНЯХ.....	60
3.1. Методика исследований.....	60
3.2. Страны мира.....	68
3.3. Федеральные округа Российской Федерации.....	92
3.4. Сибирский федеральный округ.....	101
ГЛАВА 4. ОПАСНЫЕ ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА ТЕРРИ- ТОРИИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ – РЕГИОНАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ.....	114
4.1. Обоснования выбора объектов исследований.....	114
4.2. Положение Иркутской области в системе районирования Российской Федерации по опасным природным процессам.....	116
4.3. Классификация опасных геоморфологических процессов и геоэкологическое районирование Иркутской области.....	120
4.4. Структура опасных геоморфологических процессов.....	136
4.5. Пространственное распределение опасных геоморфологических процессов.....	165
ГЛАВА 5. ОПАСНЫЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА ТЕРРИТОРИИ ПРИОЛЬХОНЬЯ – СУБРЕГИОНАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ.....	169
5.1. Общая характеристика объекта исследований.....	169
5.2. Геолого-геоморфологическое строение.....	179
5.3. Рельеф как источник геоморфологической опасности и риска.....	182
ГЛАВА 6. ОПАСНЫЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА ПОЛИГОНАХ И ТРАНСЕКТАХ – ЛОКАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ.....	194
6.1. Саяно-Шушенский геодинамический полигон.....	194
6.2. Полигон «Кулура».....	203
6.3. Опасные геоморфологические процессы вдоль трансекта проектируемого газопровода «Ковыкта – Иркутск».....	218
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	237
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	243