

На правах рукописи

**КУЗЬМИН Сергей Борисович**

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

Специальность 25.00.36 – Геоэкология  
(науки о Земле)

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
доктора географических наук

Иркутск – 2014

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном  
учреждении науки Институте географии им. В.Б. Сочавы  
Сибирского отделения Российской академии наук

Научный консультант:  
**Выркин Владимир Борисович**  
доктор географических наук, профессор

Официальные оппоненты:

**Барышников Геннадий Яковлевич**

доктор географических наук, профессор, декан географического факультета,  
заведующий кафедрой природопользования и геоэкологии Федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего  
профессионального образования Алтайского государственного университета  
(г. Барнаул).

**Кружалин Виктор Иванович**

доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой рекреационной  
географии и туризма географического факультета Федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего  
профессионального образования Московского государственного университета  
им. М.В. Ломоносова, Президент Института развития туризма и курортного дела  
(г. Москва)

**Имаев Валерий Сулейманович**

доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий лабораторией  
сейсмогеологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук  
(г. Иркутск).

Ведущая организация: **Институт географии Российской академии наук**  
(г. Москва).

Защита состоится 9 октября 2014 г. в 14<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного  
совета Д 003.008.01 по защите диссертаций на соискание ученой степени  
доктора географических наук при Федеральном государственном бюджетном  
учреждении науки Институте водных и экологических проблем Сибирского  
отделения Российской академии наук по адресу: 656038, Алтайский край, город  
Барнаул, ул. Молодежная, 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Федерального  
государственного бюджетного учреждения науки Института водных и  
экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук.

Автореферат разослан 30 июня 2014 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,  
кандидат географических наук



И.Д. Рыбкина

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность диссертации.** В XXI веке мир оказался перед лицом ряда глобальных угроз, одна из которых – стремительный рост числа и масштабов стихийных бедствий и катастроф, материального и морального ущерба от них. Это требует разработки новой стратегии борьбы с опасными природными процессами, основанной на геоэкологической оценке риска природопользования для смягчения их последствий. Важная часть этой стратегии – разработка новых унифицированных концепций и методик изучения опасных природных процессов, оценки риска природопользования, которые позволили бы сопоставлять угрозы для стран, территорий, 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 принятие законодательных решений о величине допустимого риска и информирование населения о природных опасностях.

В настоящее время наиболее эффективным инструментом для решения эколого-хозяйственных проблем являются геоэкологические методы. Они базируются 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 в природопользовании. 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. Поэтому геоэкология вправе использовать методы фундаментальных наук, 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.

Термин «природопользование» появился в 1958 г. в работах Ю.Н. Куражковского, который сформулировал его как систему взаимоотношений человека с природой, возникающую в процессе трудовой деятельности и складывающуюся под влиянием исторических, социальных и географических условий. В последующем появилось много новых концепций природопользования, изложенных в трудах В.А. Анучина, А.И. Жирова, Э.С. Комиссаровой, Л.М. Корытного, Ю.П. Михайлова, Т.Г. Нефедовой, Н.Ф. Реймерса, Т.Г. Руновой, А.В. Хабарова и др. В диссертации природопользование понимается в теоретическом и прикладном аспекте как отражение через развитие сбалансированных форм эксплуатации природно-ресурсного потенциала территорий, а его главная задача – как изучение, обоснование и разработка основных жизнеобеспечивающих природных ресурсов в условиях совместимого с окружающей природной средой развития антропогенных систем. Это понимание укладывается в рамки концепции природопользования В.А. Анучина, 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. В широком смысле природопользование рассматривается нами как целенаправленная деятельность человека по обеспечению потребностей общества в природных ресурсах и сохранению необходимого для этого качества окружающей природной среды, система отношений «природа – человек». В узком смысле природопользование рассматривается как 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 и природоохранных критериев и ограничений.

Однако остаются слабо разработанными методы, подходы и до конца не решены некоторые вопросы природопользования, к которым относятся: 1) геоэкологическая оценка опасных геоморфологических процессов; 2) защищенность от этих процессов человека и хозяйственной инфраструктуры; 3) возникающий в такой обстановке риск природопользования; 4) соотношение геоэкологических и эколого-геоморфологических методов при оценке риска природопользования. В этой связи диссертация ориентирована на разработку теоретических положений и практических подходов и методов для решения этих вопросов, совокупность которых квалифицируется как новое крупное научное достижение.

**Заявленная в диссертации тема** в той или иной части разрабатывается и другими авторами. Так, 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 факторов 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 переменных методов оценки риска природо-

пользования, учитывающих текущие природные и хозяйственные изменения; б) 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 исследований.

**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 опасных геоморфологических процессов и на этой основе оценить риск природопользования на территории Приольхонья 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 полигонах и трансектах для проектируемого магистрального газопровода «Ковыкта – Иркутск», для зон рекреационно-туристического освоения западного побережья оз. Байкал – полигон «Кулура» (Приольхонье), 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. На-

циональный 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, хозяйственных объектов 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 исключительно в административно-территориальных границах, а на региональном, субрегиональном и локальном – в границах природных объектов, но в пределах административно-территориальных единиц, руководство которых 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 изучении 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 риска природопользования на субрегиональном уровне геоэкологических исследований с использованием групп опасных геоморфологических процессов в рамках геоморфологических округов

на примере Ольхонского района Иркутской области. Эта методика основана на геоэкологической 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, в основе которой лежит изучение отдельных опасных геоморфологических процессов в рамках геоморфологических районов, полигонов и трансектов. Данная методика базируется на оценке отдельных ведущих 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 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.** Методология базируется на общей теории систем и синергетики природных процессов, на основных ландшафтных и геосистемных концепциях. Используются принципы устойчивого природопользования, эколого-хозяйственной оптимизации, эколого-экономических компромиссов и др. Теоретическая основа для формирования системы устойчивого природопользования в административно-территориальных единицах и отдельных регионах с опасными природными, прежде всего, геоморфологическими процессами – это авторская концепция риска опасных геоморфологических процессов и природопользования. Методологический аппарат проведенных эколого-геоморфологических исследований основан на классических работах основоположников этой области знаний: И.П. Герасимова, Ю.Г. Симонова, Д.А. Тимофеева, В.И. Кружалина, Э.А. Лихачевой, А.И. Жирова, А.В. Кошкарёва и др.

Комплекс конкретных методических подходов проведенных в диссертации 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 специальные эколого-геоморфологические методы являются лишь частью всего набора современных геоэкологических методов (сходство по предмету исследований), но, естественно не исчерпывают их полностью. Из конкретных 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 следует использовать геоэкологические методы на всех пространственных уровнях, но сделать это на единой критериальной основе невозможно. Опасность и риск для одного и того же объекта, рассмотренного на разных пространственных уровнях, изменяются при переходе от одного уровня к другому.

2. На глобальном и национальном уровнях критериями оценки риска природопользования выступают все опасные природные процессы, защищенность от стихийных бедствий и катастроф. Для принятия административных решений необходимо использовать их переменные показатели, которые зависят от конкретной природной и социально-экономической ситуации, 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 оценки являются субъекты Российской Федерации, в нашем случае – Иркутская область.



4. На субрегиональном уровне критериями оценки риска природопользования выступают группы опасных геоморфологических процессов, соотнесенные с геоморфологическими округами. Их оценка проводится на основе геодинамической ситуации применительно к главным видам природопользования (туризм, сельское хозяйство). Субъектами оценки являются дробные административные единицы, в нашем случае – Ольхонский район Иркутской области.

5. На локальном уровне критериями оценки риска природопользования выступают отдельные ведущие опасные геоморфологические процессы, соотнесенные с геоморфологическими районами. Они создают основные топологические черты ландшафтов, воздействуют на конкретный вид природопользования, способствуют поиску вариантов решения частных эколого-экономических задач. Субъектами оценки являются муниципальные подразделения России.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Исходные материалы 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 и всероссийских 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); Экологический риск (Иркутск, 1998); X научное совещание географов Сибири и Дальнего Востока (Иркутск, 1999); Мониторинг криосферы (Пушино, 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); Актуальные вопросы природоохранной политики в Байкальском регионе (Иркутск, 2001); Анализ, оценка и управление рисками в регионе (Иркутск, 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); XII съезд Русского географического общества (Санкт-Петербург, 2005); Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций (Москва, 2006); Позднекайнозойская геологическая история севера аридной зоны (Ростов-на-Дону, 2006); Ландшафтоведение: теория, методы, региональные исследования, практика (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 годах указанные рекомендации прошли интерактивную апробацию в Центре экологической безопасности потребителей (г. Москва) и Московском университете инженерной экологии. Разработанные в диссертации концепция, 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 38 наиболее значимых публикаций.

**Структура работы** Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения и списка литературы из 336 наименований. Общий объем работы составляет 265 страниц текста, 52 рисунка, 66 таблиц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ РИСКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

В условиях роста населения Земли, влияния человека на окружающую среду, нарушения им естественных биогеохимических циклов и геофизических полей, стихийные бедствия и катастрофы стали повседневной реальностью, возросла опасность со стороны природных процессов. Деятельность человека в условиях природной опасности сопряжена с риском. Риск обусловлен внешней угрозой (объективный фактор – опасные природные процессы) и несовершенством методов хозяйствования (субъективный фактор – уровень защищенности). Это несовершенство зависит от слабой изученности опасных процессов, от неверного восприятия и неправильной постановки задач управления природопользованием, отсутствия необходимых финансовых, трудовых, правовых и других ресурсов.

Современное общество в своем развитии повышает одновременно и безопасность (защищенность), и ненадежность (риск). Такое противоречивое развитие придает понятию «риск» особое выражение и значение для теории 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. Это является отличительной чертой развития общества, 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.

Диалектика природопользования вбирает в себя единство и противоречие двух сторон хозяйственной деятельности: экологической и экономической. В условиях риска необходим баланс между экологическими и экономическими интересами, необходимы эколого-экономические компромиссы – основа сбалансированного развития сложных природно-антропогенных систем. В диссертации разработана теоретическая модель-процедура такого компромисса (Рис. 1).

В Российской Федерации риск природопользования приобрел общегосударственный статус. Снизить его можно, только разрабатывая меры регулирования природных опасностей, снижения уязвимости социальной и материальной сфер, защищенности от стихийных бедствий и катастроф. К их числу относятся: 1) управление природными опасностями; 2) упорядочение хозяйственной деятельности и рациональное использование территорий; 3) превентивные меры; 4) создание системы предупреждения и экстренного реагирования; 5) принятие своевременных управленческих решений; 6) страхование от природных рисков.

Существенным является и тот фактор, что человек в последние годы активно осваивает новые территории, которые ранее считались непригодными для проживания по природно-климатическим показателям. Это вызывает масштабную активизацию опасных природно-техногенных процессов: подтопление, переработка берегов водохранилищ, наведенная сейсмичность и др. Освоение новых территорий сопряжено и с низким уровнем прогноза опасных процессов, с несовершенством знаний об их закономерностях, со стратегическими просчетами.

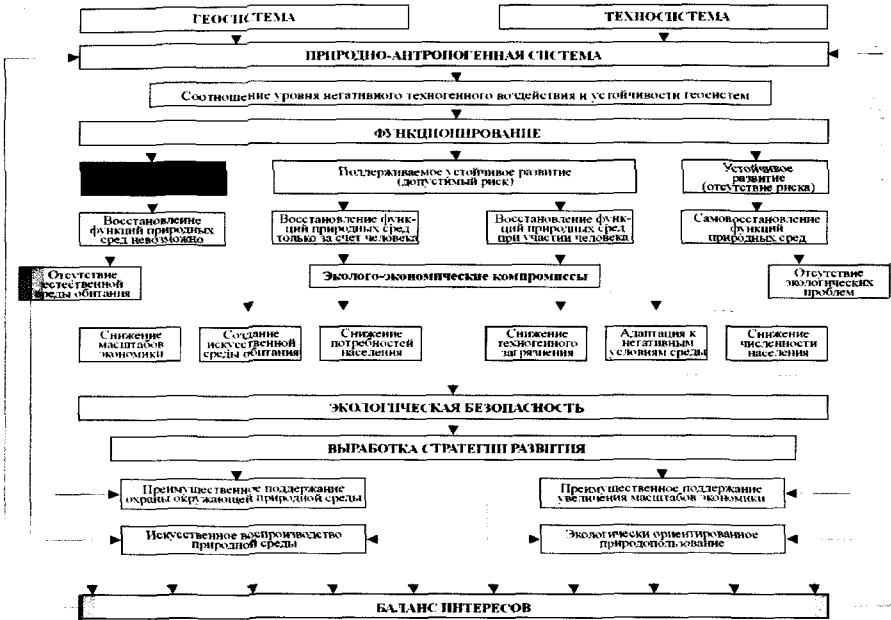


Рисунок 1. Система эколого-экономических компромиссов

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. При анализе кризисных явлений и катастрофических ситуаций и ущерба от них необходимо идентифицировать, оценивать и прогнозировать опасности и угрозы, риск природопользования, которые влияют на национальную безопасность, жизнедеятельность государства и его населения, снижают уровень защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства.

### МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

При разработке геоэкологических методов оценки риска должен быть выполнен ряд условий: 1) реальная возможность отклонения от предполагаемой цели деятельности; 2) вероятность достижения результата; 3) отсутствие уверенности в достижении результата; 4) возможность наступления неблагоприятных последствий в процессе или после достижения предполагаемой цели деятельности; 5) ожидание опасности в результате выбранной альтернативы деятельности.

Понятие риска основывается на придании будущей опасности априорного статуса настоящего. Такая ситуация возможна только в том случае, когда имеются надежные технологии оценки риска, 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.

Понятие «риск» всегда и везде подчинено категории альтернативности. Альтернатива 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 ситуации риска: 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 человека категория риска не применима.

Но субъект не может имплицитно присутствовать в решении действовать, т.к. всякий субъект обладает индивидуальной системой предпочтений. Его главная задача – выбрать то решение, риск реализации которого минимален. Риск – это сознательный выбор, и субъект должен обладать рациональной основой для принятия благоразумных решений, что позволит ему сравнивать различные варианты действий и выбирать тот, который наиболее соответствует его целям.

Природная опасность – это явление природы, в определенных условиях представляющее угрозу для людей и хозяйственной инфраструктуры. В этом заключается ее отличие от риска природопользования, поскольку риск – это действия человека, сознательно подвергающего себя опасности в надежде на получение выгоды. Если человек не знает о наличии в своих действиях опасности, то он 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 условиях неопределенности.

Прогноз природной опасности показывает с учетом накопленного опыта и действующих в обществе механизмов природопользования тот опасный природный фон, на котором развивается 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 эмпирический опыт или эвристические модели. Значит, мы прогнозируем возникновение природной опасности тогда, когда можем сказать, что известное опасное событие вероятно (в той или иной степени и форме своего проявления), если параметры намечаемой деятельности будут отклоняться от некоторых оптимальных, т.е. рассчитанных и проверенных заранее. И, как следствие, мы прогнозируем отсутствие опасности в противоположном случае, т.е., если все просчитано в сценарии, и действовать согласно этому сценарию, то мы избежим опасности.

Прогноз риска «накладывается» на прогноз опасности, может улучшать или ухудшать его, внося конкретные субъективные моменты, такие как личные качества людей, принимающих решение, мотивация их поступков, материальная и психологическая подготовленность к действию, целесообразность реализации данного действия в данный отрезок времени в данном месте и т.д. Поэтому, даже если есть сценарий безопасного действия, риск все равно будет существовать,

поскольку людям свойственно не следовать сценариям по разным причинам. Под этим и понимается 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. Анализ риска – это процесс определения угроз обществу, определения их характеристик и потенциального ущерба, разработка мер защиты. Эти определения апеллируют в первом случае к опасным событиям, во втором – к социально-экономическим системам, подвергающимся угрозе. Риск связан с вопросами управления в природопользовании и эффективности принимаемых решений по защите от опасных природных процессов, с рациональной коммуникацией внутри структур управления, ответственных за принятие этих решений, за составление и утверждение планов развития хозяйства в условиях неопределенности. Управление риском – это комплекс взаимосвязанных, корректируемых и дополняемых организационно-административных, нормативно-правовых, экономических, инженерно-технических и других мероприятий и механизмов их реализации, направленных на уменьшение или предупреждение потерь населения, объектов хозяйства и качества окружающей среды. В диссертации разработана модель-процедура прогноза сценариев природопользования в зависимости от особенностей природной опасности и риска (Рис. 2).

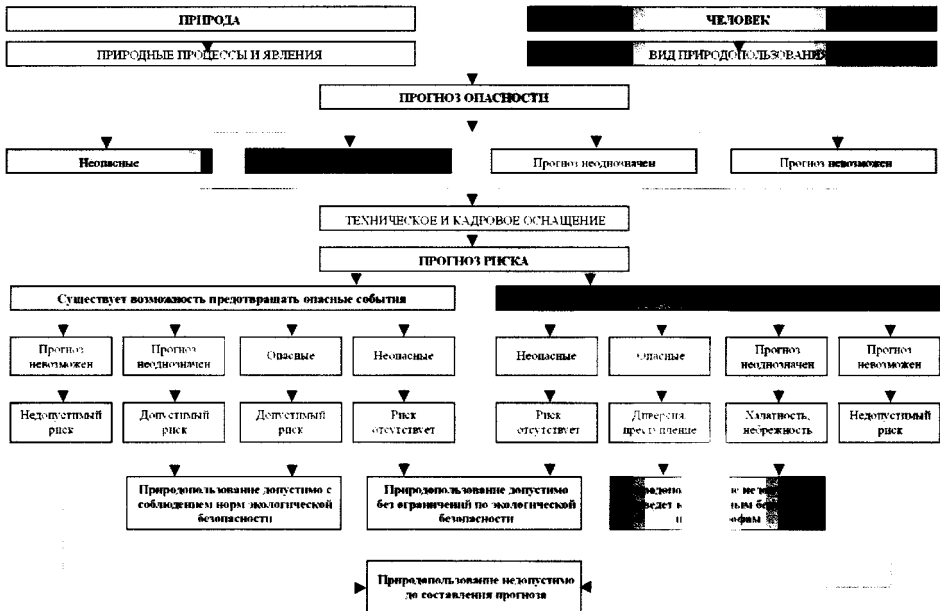


Рисунок 2. Прогноз природной опасности и риска природопользования

Природная опасность генерируется источником опасности. Источник опасности в свою очередь обуславливает формирование видов природной опасности. Например, современные тектонические движения по активным разломам в земной коре приводят к формированию обвалов на крутых скалистых склонах, развитию активной и масштабной эрозии в ущельях и каньонах. В этом примере активный разлом – это источник опасности, обвалы и эрозия – это виды опасности. Пространственное распределение опасного геоморфологического процесса бывает: 1) ареальным – концентрическое расхождение в стороны от источника опасности; 2) линейным – направленное движение опасного геоморфологического 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.

Практически все классификации опасных природных процессов опираются на их генетические типы. Поскольку они построены на множестве частично независимых переменных, то результатом таких классификаций всегда является иерархия объектов. Классификация опасных процессов помогает корректно объяснить механизмы их возникновения и пространственно-временную динамику. Однако, 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 полагать, что виды природной опасности могут образовывать фактор природной опасности или такую ситуацию в окружающей среде, которая сложилась под действием природного процесса и представляет для человека неудобство, мешает его деятельности, угрожает.

Анализ факторов опасности позволяет сделать два вывода: 1) они возникают только в связи с конкретным видом деятельности; а при его отсутствии не возникают вообще; 2) каждый фактор формирует не только свой географический ареал (систему), который относительно стабилен в определенном пространстве и времени, но и индивидуальный психический образ, который обусловлен особенностями сознания индивида и параметрами ментальной сферы в целом.

Сочетание пространственно-временных и психологических связей обуславливает наличие системы факторов 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 исследований основаны на принципах топологии природных комплексов, на таксономических единицах физико-географического и геоморфологического районирования. Выявление пространственных уровней целеориентировано и укладывается в рамки теории анклава региона академика А.Г. Гранберга. Согласно этой теории, изучение природных объектов имеет конкретный социально-экономический эффект только примени-

тельно к конкретному административно-территориальному субъекту или единице хозяйствования. Эта единица представляет собой антропогенную проекцию на природный регион (например, элемент физико-географического районирования, топологическое подразделение ландшафта) и формирует своеобразную природно-антропогенную систему со специфическими экологическими, экономическими, этногеографическими, культурными и правовыми отношениями. Так реализуется принцип построения анклавов региона – системной единицы, заключающей в себе специфику задаваемых и накладываемых волевым путем экономических, хозяйственных, демографических и прочих факторов.

### ОЦЕНКА РИСКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ГЛОБАЛЬНОМ И НАЦИОНАЛЬНОМ УРОВНЯХ

В диссертации разработан новый метод оценки риска природопользования, основанный на текущем социально-экономическом и природном состоянии административных единиц, а не на установленных ранее номенклатурах. В экологической политике между различными административно-территориальными образованиями – от стран мира до муниципалитетов – существует множество противоречий, порой неразрешимых. Аппарат управления, политические лидеры и организации стремятся в первую очередь обезопасить вверенные им структуры, границы которых часто не совпадают с природными границами объектов, провоцирующих опасные процессы. Тем не менее, геоэкологические исследования, должны проводиться таким образом, чтобы по их результатам можно было принять конкретные управленческие решения. Поэтому для глобального и национального уровней объекты исследований вписаны в рамки административно-территориальных границ, часто с нарушением границ природных.

Предлагаемый метод применим в нескольких случаях: 1) при комплексном территориальном анализе всего субъекта, 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 субъекта, например, разработка месторождений полезных ископаемых, прокладка линейных сооружений, 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 анализе конкретного фактора природной опасности, который может так или иначе повлиять на хозяйственную инфраструктуру в рассматриваемом субъекте, например, создание атласов сейсмической опасности, разработка карт эрозионно-дефляционной опасности для ведения сельского хозяйства, создание кадастров опасных паводков и наводнений в горных и предгорных районах и т.п.

Метод оперирует переменными критериями оценки всех показателей. В каждом конкретном случае его применения используются либо комплексные, либо выборочные данные, которые должны постоянно обновляться. В частных случаях каждый раз должно быть четко определено, какой вид природопользования рассматривается, какие конкретные факторы природной опасности для него существенны и как их следует ранжировать по уровню воздействия.



В диссертации методика применена для комплексного анализа территории всей страны или субъекта Российской Федерации. Для чего использованы обобщенные показатели. Эти материалы являются официальными статистическими данными, размещены в свободном доступе и постоянно обновляются на сайтах [www.ciaworldfactbook.us](http://www.ciaworldfactbook.us) (информационное подразделение Центрального разведывательного управления Правительства США), [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org) (Всемирный банк), [www.imf.org](http://www.imf.org) (Международный валютный фонд), [www.unstats.un.org](http://www.unstats.un.org) (статистический справочник ООН), <http://guide.aonb.ru/stat.html> (специальный русскоязычный портал, на котором сведены все статистические данные по миру и Российской Федерации), [www.gks.ru](http://www.gks.ru) (Федеральная служба государственной статистики России), [www.rgd.ru](http://www.rgd.ru) (ЗАО «Региональный информационный центр» России), 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.

Расчеты проведены по странам мира с площадью  $\geq 50$  км<sup>2</sup> и населением  $\geq 25$  тысяч человек. Использованы статистические данные за период 2010-2012 г.г. Риск природопользования оценивался как отношение природной опасности к защищенности от стихийных бедствий и катастроф (коэффициент  $R_c$ ). Под защищенностью от стихийных бедствий понималась потенциальная способность административных и политических структур государства в текущий момент времени противостоять стихийным бедствиям и катастрофам, которая складывается из политических, экономических, социальных, медико-экологических, организационных, геополитических и демографических показателей.

Для расчета природной опасности использовались два критерия: 1) количество природных процессов, представляющих угрозу для государства или субъекта Российской Федерации, согласно официальным данным; 2) плотность населения в странах или субъектах РФ. Опасным считался такой природный процесс, которому подвержено не менее 10 % населения и/или 10 % площади страны или территориально-административного образования РФ. Рост плотности населения увеличивает природную опасность. Защищенность от стихийных бедствий и катастроф рассчитывается исходя из главных социально-экономических показателей: 1) валовый внутренний продукт (ВВП) на душу населения и доля трудоспособного населения, как показатели экономического развития; 2) показатель коммуникационной освоенности территории, включающий транспортные пути различных видов и средства связи различных видов; 3) показатель социального благополучия, включающий продолжительность жизни и грамотность населения, его долю, находящуюся за чертой бедности и детскую смертность; 4) общий показатель напряженности экологических проблем, который выводится эмпирически на основе официальных данных о загрязнении окружающей среды в странах и субъектах РФ. По странам мира составлены сводные таблицы всех показателей, на основе которых произведены дальнейшие расчеты.

Очень высокой и высокой природной опасности подвержена всего 31 страна из 207 анализируемых. По площади это также невысокий показатель – 19 %, но проживает на ней 61 % населения Земли, что, прежде всего, касается стран Юж-

ной и Юго-Восточной Азии. В зоне «спокойствия» с очень низкой природной опасностью расположено 29 государств мира, которые занимают 17 % общей площади, но где проживают лишь 1 % населения Земли. Среди таких благополучных стран следует в первую очередь назвать Австралию и Канаду, а также страны, в которых согласно официальным данным на уровне всего государства проблемы с опасными природными процессами практически отсутствуют – Мальта, Великобритания, Ирландия, Венгрия. Но это не значит, что в данных государствах нет проблем с опасными природными процессами, но они проявляются на локальном уровне и не значимы в масштабах всей страны.

Очень высокая и высокая защищенность от стихийных бедствий в 39 государствах, которые занимают 22 % общей площади, а по численности – 11 %. Это высокоразвитые государства мира – США, Япония, Франция, Великобритания, Италия, Канада, Австралия, Новая Зеландия, западноевропейские государства. Низкую и очень низкую защищенность имеют более половины вовлеченных в анализ государств – 111, которые занимают 64 % общей площади и в них проживает 59 % населения планеты (более 3,3 млрд. человек). Это беднейшие государства Африканского континента, а также страны Южной и Юго-Восточной Азии – Лаос, Ирак, Бангладеш, Северная Корея, и среди них – бывшие республики СССР: Азербайджан, Таджикистан, Узбекистан, Туркменистан.

Риск природопользования имеет очень высокую и высокую степень в 71 стране, которые занимают 39 % общей площади, где проживает 68 % населения (Рис. 3). Лидерство сохраняют густонаселенные и неблагополучные в социально-экономическом отношении государства: Бангладеш, Индия, Эфиопия, Нигерия. Условно пренебрегать риском могут 27 государств мира, которые занимают 13 % площади, однако численность их населения составляет всего около 1 %. В список самых безопасных в экологическом отношении стран входят Венгрия, Ирландия, Аруба (Нидерланды), Великобритания. Несколько хуже показатели у таких стран мира как Канада, Австралия, Греция, Дания, Финляндия.

Российская Федерация по природной опасности занимает 172 место из 207 стран, по защищенности от стихийных бедствий – 102, по риску природопользования – 157, что относительно благополучно. Среди европейских стран она занимает среднее положение по риску (21 место из 44 государств), по природной опасности выглядит благополучно (33 место), но по защищенности от стихийных бедствий – хуже (38 место). Среди азиатских стран по природной опасности и риску Россия на 47 месте из 49 стран; по защищенности от стихийных бедствий – на 18. Похожая картина наблюдается среди государств постсоветского пространства и пограничных стран. При сравнительном анализе в России выявляется невысокая природная опасность, а риск природопользования повышается за счет слабой защищенности от стихийных бедствий и катастроф. Риск проживания в таких высокоразвитых государствах как Швейцария, Япония, Австрия в 1,5-2,0 раза выше, чем в России, а слабо развитые государства, такие как Суринам, Гайана, Габон, Ботсвана, имеют риск в 1,5-2,0 раз меньше.

Российская Федерация является большим по площади государством. Поэтому для перехода к национальному уровню целесообразно рассмотреть природную



тивностью. В категорию со средней опасностью попали Уральский и Южный федеральные округа. Уральский округ расположен главным образом 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 процессов. Территория Южного округа также обладает потенциалом для развития опасных процессов за счет воздействия со стороны тектонически активного Кавказского региона и особых климатических условий. В категорию с низкой опасностью попали Центральный, Приволжский и Северо-Западный округа. Они расположены в платформенных условиях со спокойным геодинамическим режимом. Проявления геоморфологической опасности связаны преимущественно с экзогенными процессами. Наиболее низкая опасность в Северо-Западном округе, где тревогу в рамках всего округа вызывают только абразионно-аккумулятивные процессы по берегам Балтийского, Белого, Баренцевого и Карского морей.

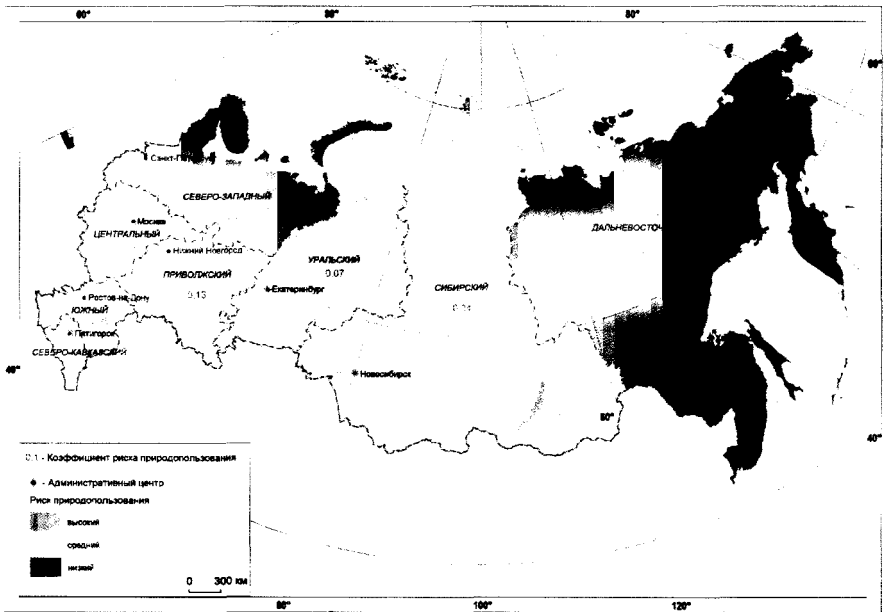


Рисунок 4. Риск природопользования по федеральным округам РФ

Для Иркутской области следует рассмотреть ее положение в Сибирском федеральном округе (СФО) в сравнении с другими субъектами федерации. СФО располагается на обширных территориях Западносибирской равнины, Среднесибирского плоскогорья, горных массивов Южной Сибири и полуострова Таймыр, обширных предгорных равнин Алтая, Западного и Восточного Саяна, Забайкалья. В состав округа входят 12 субъектов Российской Федерации.

Наибольшая природная опасность характерна для Кемеровской и Новосибирской областей, Алтайского края, наименьшая – для республик Алтай, Бурятия, Тыва, Забайкальского и Красноярского краев. Наилучшая защищенность – в Новосибирской области и Красноярском крае, худшая – в Иркутской области, Забайкальском крае, Республиках Алтай, Бурятия, Тыва. Наиболее высок риск природопользования в Кемеровской и Омской областях, Алтайском крае, Республике Хакасия, а наиболее низок – для Республики Алтай, Новосибирской области и Красноярского края. Наиболее неблагоприятная ситуация складывается в Кемеровской области и Алтайского края. В Новосибирской области уровень природной опасности также достаточно высок, но за счет высокой защищенности уровень риска природопользования здесь низкий. Относительно стабильные показатели имеют Омская область и Республика Хакасия, хотя невысокий уровень природной опасности в них недостаточно хорошо нивелируется уровнем защищенности, что делает общий риск природопользования высоким. Республики Тыва, Алтай и Хакасия также не вызывают серьезного беспокойства, хотя здесь внутрисубъектная ситуация может существенно варьировать (Рис. 5).

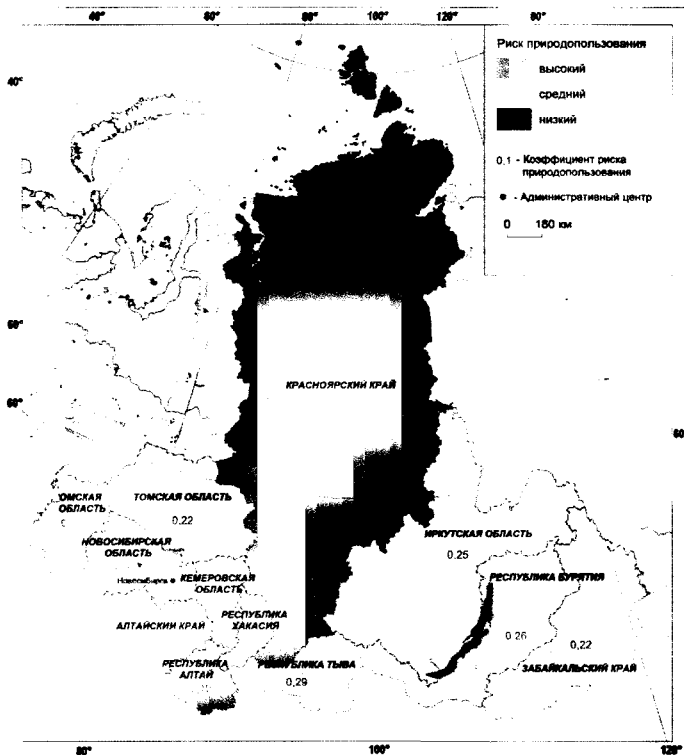


Рисунок 5. Риск природопользования по субъектам Российской Федерации в Сибирском федеральном округе

Для территории СФО также проведена оценка геоморфологической опасности в субъектах Российской Федерации. В категорию с высокой опасностью попали четыре субъекта Российской Федерации: в областях 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 опасностью попала большая часть субъектов Российской Федерации, а для Красноярского края эта опасность усугубляется суровым приполярным и полярным климатом большей части территории. В категорию низкой опасности вошли три субъекта Российской Федерации, 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.

### ОПАСНЫЕ ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ – РЕГИОНАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ

Геоэкологические методы на региональном уровне оценки риска природопользования требуют сужения круга объектов исследования. В основе ландшафтоведения лежит тезис о том, что иерархию ландшафта следует рассматривать как отражение иерархии рельефа, а базой формирования ландшафтного разнообразия являются геолого-геоморфологические процессы. Рельеф – граница раздела геосфер, результат их исторического взаимодействия. Через свою морфологию и динамику он сам активно воздействует на эти геосферы, приводит к перераспределению потоков вещества и энергии в ландшафтах. Для регионального уровня на первый план выступают вопросы территориальной организации хозяйства, формирования структурированных ареалов, мест и сетей, их строгая привязка к административно-территориальным единицам для организации устойчивого, эффективного, рационального природопользования.

Региональный уровень рассмотрен на примере Иркутской области. Выделены классы опасности на основе геолого-геоморфологического каркаса, проведено районирование по опасным геоморфологическим процессам на основе их классификации как разновидности общего геоэкологического районирования. Принципы классификации следующие: 1) набор и уровень соподчинения опасных процессов определен региональной спецификой географических условий; 2) включены только те классы и группы процессов, которые представляют реальную угрозу; 3) список процессов дополнен землетрясениями и крипом; 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 – форма и виды перемещения вещества и энергии. Определены: 1) ведущий опасный процесс; 2) характер пространственного распределения процессов; 3) низший таксономический ранг и геоморфологические единицы районирования (Таблица 1). Принципы классификации базируются на теоретических положениях, разработанных В.Б. Выркиным, которые прошли широкую апробацию и даже внедрены в образовательные курсы вузов, например, Томского государственного университета (Н.С. Евсеева, П.А. Окишев).

Таблица 1

## Классификация опасных геоморфологических процессов Иркутской области

Класс процессов	Группа процессов	Ведущий процесс	Характер	Ярус рельефа	Источник опасности	Возможные негативные последствия
Сейсмогенный	Быстрые	Землетрясения	Площадной	460-3000 м, все ярусы	Тектоническая и мантийная дифференциация вещества	Разрушение сооружений и конструкций, коммуникаций, гибель людей
	Медленные	Тектонический крип	Фронтальный	400-2500 м, все ярусы	Тектонические движения по зонам разломов	Разрушение сооружений и конструкций, коммуникации
Криогенный	Мерзлотная	Термокарст и пучение грунтов	Точечный	300-1800 м, пойменный, водоразделы	Термогидрогенные изменения в грунтах, наледебразование	Деформации оснований конструкций и сооружений, разрыв коммуникации
Гравитационно-склоновый	Собственно гравитационная	Обвалы, осыпи, лавины	Фронтальный	700-3000 м, склоновый	Гравитационные процессы, трещиноватость, сейсмичность	Разрушение сооружений и конструкций, средств коммуникации, гибель людей
Склоновый гидрогенного оползания и течения	Блокового сползания	Оползни, осыви	Фронтальный	500-1000 м, склоновый, террасовый	Дезинтеграция и обводнение грунтов, сейсмичность, гравитационные процессы	Деформации оснований конструкций и фундаментов сооружений, разрыв средств коммуникации
Склоновый водно-эрозионный	Линейного размыва	Овражная эрозия	Линейный	400-800 м, склоновый, террасовый	Обильные атмосферные осадки, техногенное разрушение почв	Разрушение сельхозугодий, зданий и конструкций, нарушение коммуникации
Озерный	Абразионная	Абразия	Фронтальный	450-500 м, прибрежно-озерный	Волноприбойная деятельность	Нарушение оснований сооружений
Плоскостный	Эрозии рек и временных водотоков	Глубинная и боковая эрозия	Линейный	400-1200 м, пойменно-долинный	Обильные атмосферные осадки, питание за счет ледников и снежников, гравитация	Нарушение оснований сооружений, объектов промышленности, разрыв коммуникаций
	Аккумуляции рек и временных водотоков	Сели	Линейный	460-1000 м, пойменный	Обильные атмосферные осадки, образование подпруд в долинах	Нарушение стройплощадок, объектов промышленности, разрыв коммуникаций, гибель людей
Подземководный	Денудация растворимых пород	Карст	Точечный	500-1000 м, все ярусы, без пойменно-долинного	Наличие карстующихся пород	Нарушение оснований сооружений, объектов промышленности, разрыв коммуникаций
	Денудация нерастворимых пород	Суффозия	Точечный	400-800 м, все ярусы, кроме останцового	Наличие подземных водоносных горизонтов	Нарушение оснований сооружений, объектов промышленности, разрыв коммуникаций
Техногенный	Техномобилизационная	Подтопление, просадки	Площадной	300-500 м, пойменно-долинный	Техногенное формирование водоемов, водопропускных сооружений и грунтов	Подтопление оснований сооружений и стройплощадок с деформацией грунтов

В основу геоэкологического районирования Иркутской области по опасным геоморфологическим процессам положены схемы геоморфологического районирования Сибири С.С. Воскресенского. Главная единица картографирования – геоморфологическая подобласть. Масштаб картографирования – 1 : 7 500 000. Интегральная карта геоэкологического районирования строилась по следующему принципу. На основе геолого-геоморфологического строения, генезиса и истории развития рельефа, распределения эпицентров землетрясений и сетки активных разломов, величины деформаций мел-палеогеновой поверхности выравнивания, основных гидрогеологических комплексов, выделенных на построенных картах, геоморфологические подобласти в дальнейшем объединялись, разединялись, экстраполировались, насыщались дополнительной информацией, после чего интерпретировались как геоэкологические районы (Рис. 6).

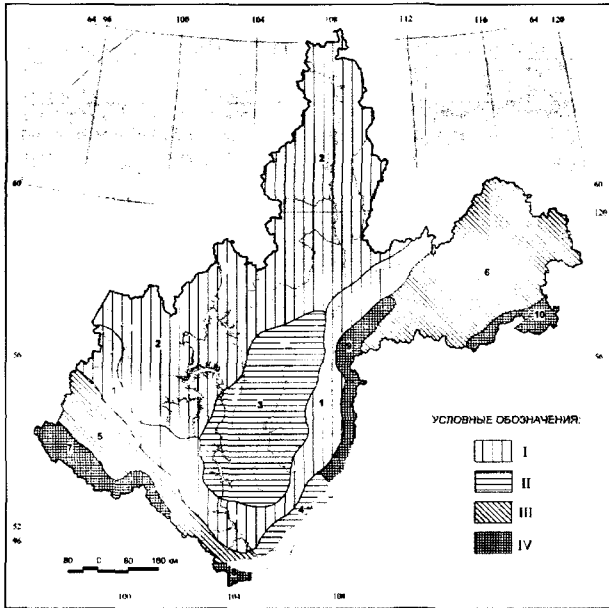


Рисунок 6. Геоэкологическое районирование Иркутской области.

Геоморфологическая опасность: I – низкая, II – средняя, III – высокая, IV – очень высокая. Цифрами обозначены геоэкологические районы: 1 – *Канско-Ленский* – Канско-Рыбинская и Иркутско-Черемховская равнины, равнины Предбайкальского прогиба, юго-восточная часть Приленского плато; 2 – *Ангаро-Тунгусский* – Ковинская гряда, Ангарский кряж, Ангаро-Чунское и Бирюсинское плато, северная 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, Приольхонское плато; 5 – *Предсаянский* – предгорья и отроги Восточного Саяна – Бирюсинский, 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.

Районы отличаются по набору (спектру) и степени проявления опасных процессов. Поэтому встает задача оценки их структуры: 1) спектра процессов по геоэкологическим районам; 2) взаимосвязей процессов внутри и между геоэкологическими районами. Все процессы разделены на: 1) ведущие; 2) сопутствующие; 3) второстепенные; 4) другие. Для выявления спектров опасных геоморфологических процессов использован экспертно-статистический метод. Он основан на учете весовых коэффициентов, которые определяются методом анализа иерархий. Построена таблица спектров процессов в геоэкологических районах и диаграмма этих спектров. Проведена оценка степени общности или разобщенности районов по спектру опасных геоморфологических процессов на основе корреляционного анализа. Построены диаграммы распределения вычис-



ленных коэффициентов корреляции и полиномиальные тренды этих коэффициентов.

Определено соотношение типов опасных геоморфологических процессов в геоэкологических районах Иркутской области по классам экологической опасности и построены диаграммы их распределения. Рассчитана степень общности/разобщенности геоэкологических районов по вкладу ведущих, сопутствующих и второстепенных опасных геоморфологических процессов и по их количеству. Выявлено полиномиальное распределение роли (значения) опасных геоморфологических процессов (ведущий, сопутствующий, второстепенный, другой) в их структуре на геоморфологическом профиле от равнинных к горным районам, рассчитаны коэффициенты достоверности аппроксимации. В результате выделены 4 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.

Установленные закономерности позволили перейти к синергетическому анализу структуры процессов. 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 всеми основными свойствами диссипативных структур. Равновесным состоянием геоморфологической системы является гомеостаз – высокая энтропия. Поток энергии, снижающим энтропию (неравновесным фактором-полем), являются эндогенные и экзогенные факторы рельефообразования. Они формируют новые связи подсистем, новую структуру. Поэтому основу самоорганизации в геоморфологических системах составляет согласованное и упорядоченное действие факторов рельефообразования, которое выражается через формирования особых типов структур геоморфологических процессов. Диссипативные структуры в геоморфологических системах порождаются однонаправленными необратимыми потоками энергии.

Потоки энергии и энтропии реализуются в виде дискретных переходов от неравновесного состояния к равновесному и обратно. Приток энергии к геоморфологической системе (оростаз – оростатическое начальное состояние) уже несет в себе некоторую упорядоченность (структуру), которая зависит от количества источников и объема поступающей энергии. Принятие геоморфологической системой энергии и ее трансформация (метастаз – метастатическое переходное состояние) осуществляется по наибольшему числу каналов связи. Это формирует новую синергетическую структуру, которая ведет себя не так как изначальная, что выражается в усилении неравновесности системы. Далее происходит диссипация трансформированной энергии и образуется новая структура, которая по законам синергетики стремится к формированию наименьшего числа каналов диссипации энергии, что упорядочивает ее и в целом повышает энтропию системы (гомеостаз – гомеостатическое финальное состояние).

Теоретические положения и граничные условия модели типов структур и синергетического баланса геоморфологических процессов таковы. 1) Приток энер-

гии к геоморфосистемам происходит из двух источников: а) эндогенный – горообразовательный процесс или восходящий литодинамический поток; б) экзогенный – гороразрушительный процесс или нисходящий литодинамический поток (по Н.А. Флоренсову). Эти потоки энергии несут с собой изначальную структуру, которая для сохранения синергетического баланса в системе должна описываться бимодальным распределением функции кривой спектра геоморфологических процессов. В результате формируются ороостатические геоморфосистемы с инициальной структурой процессов и аккумуляцией энергии. 2) Далее нарастает амплитуда автомодельных колебаний графика функции энергии геоморфосистемы, 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 спектра геоморфологических процессов. В результате формируются метастатические геоморфосистемы с транзакционной структурой геоморфологических процессов и трансформацией энергии. 3) Далее нарастает энтропия геоморфосистемы, происходит максимальное упорядочивание потока энергии (минимизация числа каналов связи с внешней средой) и последующая ее диссипация. Потоки энергии такого рода описываются уномодальным (или близким к нему) распределением графика кривой спектра геоморфологических процессов. В результате формируются гомеостатические геоморфосистемы с новой финальной структурой геоморфологических процессов и диссипацией энергии. 4) В конечном итоге формируются три синергетические зоны: а) притока энергии – ороостатическое состояние геоморфосистем; б) трансформации энергии – метастатическое состояние; в) диссипации энергии – гомеостатическое состояние. Это приводит к формированию трех типов синергетических структур процессов: инициальной, транзакционной и финальной (Рис. 7).

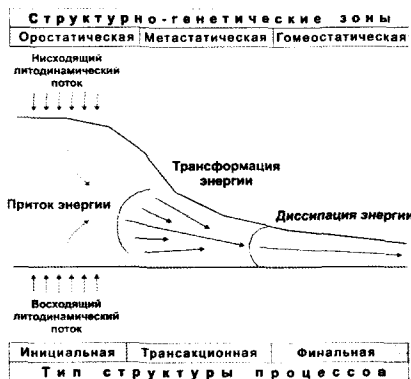


Рисунок 7. Синергетическая модель формирования типов структур опасных геоморфологических процессов

Для геоэкологических районов Иркутской области построены графики модального распределения кривой спектра геоморфологических процессов по

источникам поступления энергии и проведена их классификация по типу структур геоморфологических процессов, синергетическому балансу и морфогенетической позиции геоморфосистем (Таблица 2).

Таблица 2

## Синергетическая классификация геоэкологических районов Иркутской области

Геоэкологические районы	Распределение спектра процессов	Синергетический баланс	Структура геоморфосистем	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

Выделены 4 группы спектров опасных геоморфологических процессов Иркутской области. 1) Ведущие: криогенные и эрозионные (по 15 %). Около 70 % площади находится в областях развития сезонной и многолетней мерзлоты на равнинных северных территориях, или в средне- и высокогорных районах, подверженных нивальным процессам. Широкое развитие эрозионных процессов связано с глубоко расчлененным рельефом, увлажненным климатом и развитой гидросетью. 2) Сопутствующие: землетрясения, обвалы и осыпи – по 9 %, оползни и тектонический крип – по 8 %. Все западные, южные и восточные районы Иркутской области находятся под воздействием активной тектоники. И хотя площадь воздействия не превышает 30 %, ситуация усугубляется тем, что именно здесь расположены основные населенные пункты, промышленные узлы, коммуникации. 3) Второстепенные процессы разделены на две группы. Из них третья группу составляют: карстовые – 7 %, селевые и суффозионные – по 6 %. Карст наиболее развит там, где встречаются легко размываемые горные породы: мраморы, доломиты, известняки. Суффозия развивается в рыхлых отложениях в градиентных зонах рельефа, в предгорных шлейфах, зонах разломов. Техногенная суффозия широко развита в городах. Сели приурочены к речным долинам в средне- и низкогорных частях хребтов. Селеопасные районы Иркутской области мало населены, кроме Южного Прибайкалья. 4) Четвертую группу составляют оврагообразование и седиментация – по 5 %, абразия и подтопление – по 3 %. Оврагообразование развито в степных и лесостепных районах на Иркутско-Черемховской равнине, в Предсаянском предгорном прогибе и на плоских водоразделах Канско-Рыбинской равнины. Очаги активной седиментации встречаются в Приморском и Байкало-Патомском районах. Абразия развита на побережье оз. Байкал и активизируется под воздействием тектонических процессов.

## ОПАСНЫЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИОЛЬХОНЬЯ – СУБРЕГИОНАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ

На субрегиональном уровне геоморфологической единицей должен быть геоэкологический район или его часть, сопоставимая с геоморфологическим округом. Объектом исследований выбрано Приольхонье в Ольхонском районе Ир-

кутской области. Низкогорный слабоконтрастный ложинно-западинный рельеф Приольхонья унизан линейно вытянутыми грядами, гребнями и холмами, осложнен суффозионными воронками, карстовыми полостями и останцами. Многочисленные извилистые долины, в основном суходольные, с пологими днищами и бортами, расчленяют рельеф на ансамбль котловин и изометричных возвышенностей. Зона Приморского разлома формирует юго-восточный склон *Приморского хребта, который выражен эскарпом с перепадом высот до 1000 м.* Водоразделы хребта плоские, с холмисто-увалистым рельефом. Вершины представлены плоскими гольцами, на которых развиваются криогенные процессы. 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, где фиксируются уступы с камнепадами.

Основными видами природопользования являются рекреация (туризм) и сельское хозяйство (пастбищное скотоводство, земледелие, рыболовство). Главный вклад в нарушенность ландшафтов вносит деятельность неорганизованных туристов на побережье Байкала. Для защиты ландшафтов, сохранения историко-культурного наследия, развития туризма в 1986 г. создан Прибайкальский национальный парк, проведено его функциональное зонирование с выделением зон рекреационно-туристического, природоохранного и средоформирующего назначения. В 1996 г. оз. Байкал и его побережье включены в список Участков всемирного природного наследия ЮНЕСКО. В 1999 г. принят Федеральный закон «Об охране озера Байкал». В 2000-2002 г.г. проведено зонирование Байкальской природной территории для охраны и воспроизводства природных систем.

Для обеспечения рентабельности и рациональности туризма важной является оценка геоморфологической опасности. Ее источниками являются рельеф и современная геодинамическая активность, региональные климатические характеристики, хозяйственная деятельность. Проведена классификация опасных геоморфологических процессов для территории Приольхонья (Таблица 3).

По сравнению с классификацией опасных геоморфологических процессов Иркутской области в классификацию для Приольхонья добавились значимые на этом 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.

На основе классификации проведено картографирование опасных геоморфологических процессов по принципу выделения ведущего геоморфологического процесса; масштаб картографирования – 1 : 200 000. 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 виде фонового показателя геодинамической активности показаны амплитуды вертикальных неотектонических движений за новобайкаль-

ский орогенный этап (средний плиоцен – голоцен). На карте отображены четыре градации геодинамической активности: 1) 0-500 м; 2) 500-1000 м; 3) 1000-2000 м; 4) более 2000 м (амплитуды вертикальных тектонических движений).

Таблица 3

## Классификация опасных геоморфологических процессов Приольхонья

Группа процессов	Ведущие процессы	Распределение	Высоты, м	Источник опасности	Возможные негативные последствия для человека
Сейсмогенные быстрые	Землетрясения	Площадное	450-1600	Тектоника, мантийная дифференциация вещества	Разрушение сооружений и конструкций, коммуникаций, гибель людей
Сейсмогенные медленные	Тектонический крип	Фронтальное	460-1000	Тектонические движения по зонам разломов	Разрушение сооружений и конструкций, коммуникаций
Мерзлотные	Термокарст, лущение	Точечное	480-1500	Термогидрогенные изменения, наледообразование, режелания	Деформации оснований конструкций и сооружений, разрыв коммуникации
Собственно гравитационные	Обвалы, осыпи	Фронтальное	460-1500	Гравитационные процессы, трещинообразование, сейсмичность	Разрушение сооружений и конструкций, коммуникаций, гибель людей
Блокового сползания	Оползни, осывы	Фронтальное	500-700	Обводнение рыхлых осадков, сейсмичность, гравитационные процессы	Деформации оснований конструкций и фундаментов сооружений, разрыв коммуникаций
Плоскостного смыва	Плоскостная эрозия	Площадное	500-900	Атмосферные осадки, антропогенное разрушение почв	Разрушение сельскохозяйственных угодий и мест рекреации
Линейного размыва	Овражная эрозия	Линейное	460-800	Обильные атмосферные осадки, антропогенное разрушение почв	Разрушение сельскохозяйственных зданий и конструкций, нарушение коммуникаций
Абразионные	Абразия	Фронтальное	450-500	Волноприбойная деятельность	Нарушение оснований сооружений и стройплощадок
Дефляционные	Дефляция, коррозия	Площадное	500-900	Денудационная деятельность ветра	Нарушение сельскохозяйственных угодий и мест рекреации
Аккумулятивные	Площадная аккумуляция	Площадное	500-700	Аккумулятивная деятельность ветра	Нарушение сельскохозяйственных угодий и мест рекреации, строительных площадок
Эрозии рек и временных водотоков	Глубинная и боковая эрозия	Линейное	460-800	Атмосферные осадки, гравитационный потенциал	Нарушение оснований сооружений, объектов промышленности, разрыв коммуникаций
Аккумуляции рек и временных водотоков	Дельтовая аккумуляция	Площадное	460-480	Обильные атмосферные осадки, подпруды в речных долинах	Нарушение мест рекреации
Денудации растворимых пород	Карст	Точечное	500-900	Карстующиеся породы, достаточное атмосферное увлажнение	Нарушение оснований сооружений объектов промышленности, разрыв коммуникаций
Денудации нерастворимых пород	Суффозия	Точечное	500-700	Наличие подземных водоносных горизонтов, достаточное атмосферное увлажнение	Нарушение оснований сооружений, объектов промышленности, разрыв коммуникаций
Фитогенная седиментация	Заболачивание, торфяники	Площадное	450-500	Изменение уровня Байкала, подпор береговых валов, прогибание мелких впадин	Нарушение объектов промышленности, сельскохозяйственных угодий и мест рекреации
Техномобилизационные	Дорожная эрозия	Линейное	460-800	Антропогенная хозяйственная и рекреационная деятельность	Нарушение мест рекреации, провокация других опасных процессов

*Группа сейсмогенных быстрых и медленных процессов.* К быстрым процессам относятся землетрясения. Они формируют разрывы земной поверхности, провалы, бугры, эскарпы, осыпи, оползни и т.п. За период инструментальных наблюдений сильные землетрясения в регионе не зафиксированы. Территория находится под влиянием сейсмических потрясений, гипоцентры которых располагаются в центральных частях Байкальской котловины (площадное распространение процесса). Но в прошлом сильные землетрясения случались, свидетельством чему палесейсмодислокации – деформации и другие диагенетические измене-

ния рыхлых отложений. К медленным процессам относится тектонический крип – процесс смещения грунта в зонах разломов в результате релаксации поля тектонических напряжений. Он имеет фронтальный характер распространения.

*Группа мерзлотных процессов* представлена термокарстом и пучением грунтов. Они имеют точечное распространение. Пучение грунтов развивается в местах застойного гидрологического режима и заболачивания ландшафтов: 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 локальных разломов.

*Группа процессов блокового оползания* – оползни, осовы. Они приурочены к плащам рыхлых четвертичных отложений, вытянутых вдоль предгорной части хребтов, что определяет их фронтальный характер распространения. Они 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 Томота и Хара-Нур.

*Группы склоновых водно-эрозионных процессов плоскостного и линейного размыва* – плоскостная и овражная эрозия. Плоскостная эрозия развивается на приводораздельных склонах Приморского хребта, где рыхлый материал для нее подготавливается десерпиционными и криогенными процессами, а также на склонах мелких хребтов и линейно вытянутых грив Приольхонского плато. Характер распространения процесса – площадной. Оврагообразование развивается на плащах рыхлых отложений: делювиальных осадках склонов – делли, в бухтах – на пролювиальных 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 пролива Ольхонские Ворота, заливов Мухор и Куркут. Характер распространения процесса – фронтальный.

*Группы эоловых дефляционных и аккумулятивных процессов* представлены дефляцией и корразией, 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, своеобразных ландшафтов подвижных песков. Эоловый перенос является одним из главных поставщиков рыхлого материала для пелагического осадконакопления в акватории Малого моря и на Большом Байкале.

*Группы флювиальных процессов эрозии рек и временных водотоков, аккумуляции рек и временных водотоков.* Первая группа представлена глубинной и боковой эрозией, вторая – дельтовой аккумуляцией. Речная эрозия имеет линейный характер распространения и развита на Приморском хребте и в Кучелго-

Таловской депрессии. Крупной эрозионной системой является бассейн р. 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 существует только на участках долин, прорезающих уступ Приморского разлома. Дельтовая аккумуляция характерна для устьев рек Сарма, Харга, Кучелга.

*Группы подземноводных процессов денудации растворимых и нерастворимых горных пород* представлены карстом и суффозией. Характер распространения – точечный. Карст развит в Приольхонье на карбонатных породах. Карстовые процессы в основном реликтовые, были характерны для предыдущих палеогеографических обстановок, формировавшихся 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. Суффозионные процессы более широко развиты, приурочены к подножьям хребтов, отрогов и гребней, к местам выхода подземных вод, способствуют формированию пустот и провалов в горных массивах.

*Группа процессов фитогенной седиментации* – формирование торфяников и заболачивание. Заболачивание характерно для подножия приводораздельных склонов Приморского хребта. Здесь на пологих поверхностях, в условиях избыточного увлажнения, в истоках рек 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 сбоя почвенно-растительного покрова и обнажения грунтов.

Карта геоморфологических процессов позволила провести геоэкологическое районирование Приольхонья. Выделены районы: 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.

Оценка геоморфологической опасности для видов хозяйственной деятельности проведена 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 дея-

тельности по экспертной шкале. Для оценки риска природопользования использованы: 1) степень геоморфологической опасности, 2) степень антропогенной нарушенности земель, 3) степень безопасности вида хозяйственной деятельности. Степень опасности используется в качестве фонового показателя, индуцирующего первоначальный фактор беспокойства менеджеров производства по поводу процессов и явлений в ландшафте, потенциально представляющих угрозу. При возрастании антропогенной нарушенности этот фактор возрастает, поскольку повышается нестабильность компонентов природы, непредсказуемость опасных 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 хозяйственной деятельности использована трехступенчатая шкала. Сначала определен риск по каждому критерию. Интегральная оценка риска проведена по сумме частных баллов.

Высокий уровень риска туристической и рекреационной деятельности в Приольхонье обусловлен не столько геоморфологической опасностью, сколько антропогенной нарушенностью ландшафтов и несовершенством этой отрасли хозяйства. Природно-ресурсный потенциал туризма высок, но он не будет приносить доход до тех пор, пока не будет повышено его качество, проведена экологическая реабилитация нарушенных земель, регламентирована антропогенная нагрузка. Главная причина риска заключается не в большом количестве туристов, а в том, что они не организованы, их потоки нерегулируемы. Для снижения риска природопользования намечены необходимые мероприятия.

Геоэкологическая оценка рельефа и геоморфологических процессов на субрегиональном уровне показывает, что для территории Приольхонья должен использоваться принцип поддерживаемого устойчивого развития с восстановлением функций природных сред при участии человека. 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 природно-ресурсного потенциала территории.

### ОПАСНЫЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА ПОЛИГОНАХ И ТРАНСЕКТАХ – ЛОКАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ

При выборе полигона или трансекта для локального уровня исследований необходимо руководствоваться следующими критериями: 1) полигон должен быть небольшим по площади – до 5 км<sup>2</sup>, а трансект проходить в узкой полосе – не более 1 км; масштаб исследований 1 : 25 000 и крупнее; 2) полигон или трансект должны располагаться недалеко от крупных населенных пунктов и быть доступ-



ными в транспортном отношении; 3) они должны иметь набор типичных для окружающей территории ландшафтов, геоморфологических процессов и видов природопользования в районе исследований; 4) полигон должен иметь границы, которые наиболее полно совпадают с геоморфологическими границами; 5) полигон должен иметь высоконарушенные, слабонарушенные и относительно нетронутые человеком естественные (эталонные, фоновые) ландшафты.

Рельеф и геоморфологические процессы при оценке риска природопользования на локальном уровне геоэкологических исследований следует рассматривать в комплексе с другими компонентами ландшафта: горные породы, почвы и рыхлые отложения, растительность и др. Следует четко определять факторы возникновения опасного процесса и источники его энергии. Ведущими рельефообразующими подразделениями земной коры в областях современной геодинамической активности являются активные разломы. Они формируют своеобразный рельеф, являются факторами возникновения геоморфологической опасности, генерируют землетрясения, сели, лавины, цунами и т.д.

Выбор в качестве объекта исследований района крупнейшей в Российской Федерации Саяно-Шушенской ГЭС и сопровождающей ее инфраструктуры не случаен. Развитие гидроэнергетического комплекса Сибири является сегодня важной стратегической составляющей экономической политики России. Гидроэлектростанции, их вспомогательные сооружения, водохранилища являются серьезными, многофакторными и масштабными источниками воздействий на окружающую среду (Винокуров и др., 2011). Процесс их территориального 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 их воздействия на окружающую природную среду. Поэтому геоэкологические исследования по оценке риска природопользования на крупных сооружениях гидроэнергетики являются сегодня 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 и современное время разломов.

Во время геоморфологических работ на Саяно-Шушенском геодинамическом полигоне следы активности разломов определялись по спрямленным элементам рельефа и всего ландшафта, по изменению формы изогипс рельефа. В случае обнаружения знаков движения, их кинематика и амплитуда фиксировались на карте. Затем карта проходила заверку полевыми методами (Рис. 8).

Саяно-Шушенский геодинамический полигон в радиусе около 20 км от плотины ГЭС включал густую сеть станций наблюдения – 150 точек. Подтвержденные с помощью полевых методов активные разломы получали статус зон потенциальной геоморфологической опасности. На карте активных разломов Саяно-Шушенского геодинамического полигона вся их совокупность разбита на 4 группировки: 1) подтвержденные структурно-геологическими методами, 2) гео-

морфологическими методами, 3) дистанционными методами и 4) предполагаемые. Две первые группы составляют разломы, несущие геоморфологическую опасность. Данная карта и полевые работы показали, что активизировались как крупные региональные, так и мелкие локальные разломы. Зоны крупных региональных разломов активизированы частично, на отдельных сегментах.

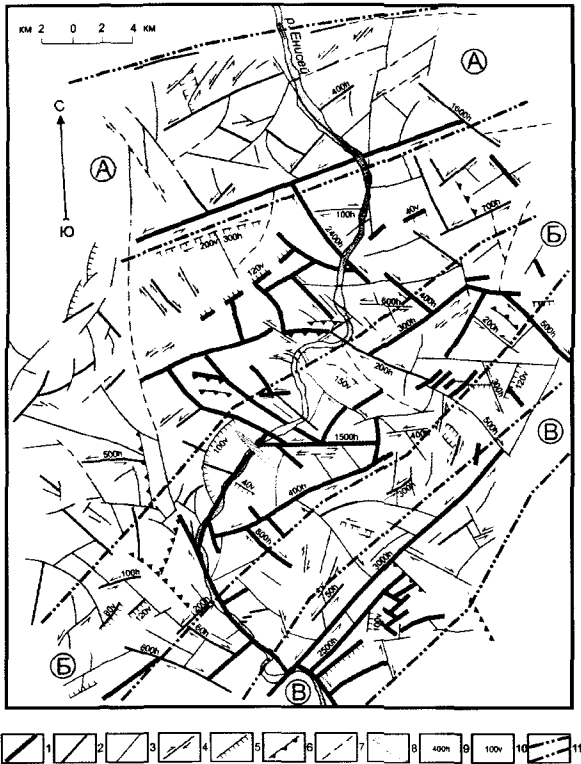


Рисунок 8. Карта-схема активных разломов в районе Саяно-Шушенской ГЭС

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 позднеплейстоцен – голоценовое время, м; 10 – амплитуда вертикальных смещений по разломам за поздний плейстоцен – голоценовое время, м; 11 – границы зон крупных региональных разломов: А – Саяно-Минусинского, Б – Кандатского, В – Борусского.

Реальная геоморфологическая опасность в районе подтверждается исследованиями разломно-блоковых структур, причиной возникновения которых является поздний неоплейстоцен – голоценовое поле тектонических напряжений, способствующее активизации древней разломной сети и возникновению новых разломов. Разломы по ручьям Карлова, Солонечный и Черемуховый находятся 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 накапливались после резких сейсмогенных подвижек, о которых свидетельствует хорошо выраженный уступ на склоне высотой до 3 м, а также сам факт перекрытия пролювием аллювиальных отложений поймы. В долине ручья Солонечный задокументировано активное разрывное нарушение с простиранием на  $60^\circ$ . 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, 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 сейсмотектонические подвижки по активным разломам.

Активные разломы на Саяно-Шушенском геодинамическом полигоне являются постоянно действующим источником геоморфологической опасности. Эта опасность достаточно высока, комплекс промышленных объектов в районе ГЭС имеет большое социально-экономическое и геополитическое значение, в сфере его непосредственного влияния находится около 100 тысяч человек. Поэтому риск природопользования, связанный с эксплуатацией каскада гидротехнических сооружений (плотины Саяно-Шушенской ГЭС и контррегулирующей Майнской ГЭС) может быть также достаточно высоким. К несчастью, это как нельзя лучше подтвердила авария 17 августа 2009 г.

В диссертации рассмотрена конкретная отрасль хозяйства – рекреационно-туристическая на полигоне «Кулура» в Приольхонье. Площадь его составляет около 5 км<sup>2</sup>, что позволяет проводить детальный анализ в масштабе 1 : 10 000. На полигоне можно встретить типичные для Приольхонья ландшафты. Он обладает природными ресурсами для развития различных видов туризма. На полигоне представлен типичный для Приольхонья рельеф. Для этих показателей составлены соответствующие карты. Основной вклад в антропогенную нарушенность ландшафтов вносит деятельность туристов. Высокая нарушенность характерна для вдольбереговой полосы залива Мухор. Она приводит к снижению эколого-туристической значимости территории, активизируются опасные геоморфологические процессы. 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 смыв. Поэтому имеет место не только группа традиционных фак-

торов 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, где отсутствуют следы активной антропогенной деятельности. Факторами геоморфологической опасности здесь выступают типичные для данной территории геоморфологические процессы и явления.

Для анализа геоморфологической опасности необходимо выбрать параметры, ответственные за формирование современного рельефа. Полигон «Кулура» располагается в зоне влияния активного Приморского разлома, который формирует северо-западный борт впадины Малого моря и Кучелго-Таловской котловины. Тектонические движения сформировали на полигоне контрастный клавишный рельеф, типичный для континентальных рифтовых зон. Современный геологоструктурный рисунок полигона (сетка линеаментов) обеспечивает формирование основных черт морфологии рельефа. Экзогенные процессы, такие как эрозия, суффозия, карст, абразия и др. усложняют структуру рельефа.

В качестве критериев оценки геоморфологической опасности выбраны два показателя: 1) плотность линеаментов (линейные элементы ландшафта) – отражает подверженность горных массивов разрушению геоморфологическими процессами, 2) градиент гипсометрических высот (вертикальный перепад высот рельефа) – отражает потенциальную гравитационную энергию рельефа. По ним построены карты для полигона «Кулура». Для построения карты геоморфологической опасности проводилось наложение областей с аномальными и фоновыми значениями этих показателей. Это позволило выделить три генерации контуров: 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. Высокая геоморфологическая опасность наблюдается на крутых склонах, уступах, эскарпах, узких гребнях, местах развития суффозионных и карстово-провальных форм рельефа. Умеренная опасность характерна для пойменно-русловых комплексов речных долин, склонов средней крутизны, падей и логов, абразионных берегов, котловин. Условно отсутствует геоморфологическая опасность на террасах, на пологих склонах, в широких пологонаклонных падах, в межгорных понижениях, седловинах, на берегах бухт.

Риск природопользования складывается из двух показателей: 1) уровня геоморфологической опасности, 2) степени антропогенной нарушенности. Их совместный анализ позволяет судить о риске туристической деятельности на тех или иных участках полигона. Риск возрастает в местах высокой антропогенной

нарушенности на полигоне «Кулура», даже, несмотря на то, что геоморфологическая опасность в них отсутствует, например, на побережье бухт и пляжах, вдоль дорог в широких пологонаклонных падах и межгорных понижениях. Высок риск туристической деятельности в пойменно-русловых комплексах, падах и логах, на склонах средней крутизны и вдоль абразионных берегов, подвергнутых интенсивному антропогенному прессингу. Опасные геоморфологические процессы вероятны в заболоченных бухтах, на крутых склонах и уступах, в районах развития карста и суффозии. Для снижения риска на полигоне «Кулура» необходимо проведение комплекса намеченных мероприятий.

Для трансекта выбрана трасса проектируемого магистрального газопровода «Ковыкта – Иркутск» на Иркутско-Черемховской равнине. Следует сказать, что большинство активных разломов располагается в горах, в зонах с высокой геодинамической активностью. 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. Тем не менее, важно учитывать тот факт, что последствия сейсмотектонической активности разломов являются интегральным эффектом влияния нескольких факторов, которые не обязательно просто суммируются между собой. 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.

Так, фрагменты зон активных разломов обнаружены в пределах Иркутско-Черемховской равнины и изучены на трансекте при проектировании магистрального газопровода «Ковыкта – Иркутск». Составлена специальная таблица, в которой сгруппированы все характеристики изученных разломов, время последней активизации, положение в системе ярусности рельефа и т.д. Приведена характеристика грунтов, определен их гранулометрический и механический состав. Особо отмечены техногенные грунты, дорожные покрытия, строительные площадки и т.п. Выделены опасные геоморфологические процессы и условия, в которых они активизируются. Показана протяженность не всего разлома, а только его активизированного сегмента, непосредственно примыкающего или пересекающего трассу проектируемого трубопровода. Морфологические параметры включают сегментацию зон разломов. Для каждого сегмента приведена конкретная форма рельефа, на которой он развит – пойма, терраса, склон, дно лога,

уступ и т.п. Морфометрические параметры включали: длину и ширину зон разломов, ориентацию линии главного сместителя. Использована вертикальная расчлененность рельефа непосредственно в зоне разлома.

Для оценки геоморфологической опасности разломов предпринята их типизация на основе двух групп критериев: натурные и дистанционные. Первая учитывает все зафиксированные в полевых условиях проявления опасных процессов: оползни, блоки отседания, рвы, деформации террас и т.п. Учитывались только те явления, которые обусловлены современными геодинамическими процессами и могут представлять опасность для проектируемого трубопровода. Вторая группа учитывает все элементы рельефа и ландшафта, которые дешифрируются на топокартах и космоснимках и имеют отношение к разломной тектонике: 1) спрямленные элементы ландшафта; 2) резкие перегибы и плановые деформации рельефа; 3) резкие границы сопряжения спектров цвета, которые не являются типичными для региональной ландшафтной ситуации; 4) резкие сгущения изогипс рельефа, 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.

Для интегральной геозоологической оценки геоморфологической опасности разломов полученные баллы были суммированы. Разлом считался опасным, если как минимум половина изученных натуральных 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 опасных вошли все те разломы, которые были активны в современный и исторический период или в голоцене. Все эти разломы имеют сбросовую кинематику, для них рассчитаны амплитуды и скорости тектонических смещений за голоцен (Таблица 4).

Таблица 4

## Характеристика зон разломов с высокой геоморфологической опасностью

Номер разлома	Местоположение	Кинематика	Возраст последней активизации	Амплитуда смещений, м	Скорость смещений, мм/год	Балл опасности	Тенденции тектонического развития
13-1	Долина р. Биликтуйка	Сброс	Современный период	45	3,9	11	Нарастание активности
7-1	Долина р. Ноты	Сброс	Современный период	30	2,6	10	Снижение активности
4-1	Приток р. Унга	Сброс	Современный период	60	5,2	9	Сохранение активности
S2	Долина р. Илга	Сброс	Исторический период	35	3,1	9	Сохранение активности
15-1	Долина р. Черный Ключ	Сброс	Голоцен	25	2,1	7	Снижение активности

Проведенные исследования показали реальную возможность проявления геоморфологической опасности со стороны зон разломов, пересекающих проектируемую трассу газопровода «Ковыкта – Иркутск», за счет активизации геоморфологических процессов. По этой причине пять разломов являются объектами повышенного внимания при строительстве и эксплуатации газопровода. Предложены определенные мероприятия по прогнозу риска природопользования и защите от опасных геолого-геоморфологических процессов и явлений.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанные и апробированные в диссертации теоретические подходы, концепция риска опасных геоморфологических процессов, геоэкологические и эколого-геоморфологические методы оценки риска природопользования являются частью системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и природно-техногенного характера в рамках политических и экономических, федеральных и региональных органов управления, административных единиц и субъектов хозяйствования. Вопросы контроля и управления риском сегодня лежат в основе оценки, использования и сохранения природно-ресурсного потенциала территорий. Опасные природные процессы требуют создания защитных механизмов для нормального функционирования социально-экономических институтов и снижения риска природопользования.

1) В диссертации разработаны и усовершенствованы геоэкологические методы оценки риска природопользования, созданы подходы и проведены классификации, картографирование и геоэкологическое районирование опасных геоморфологических процессов на всех пространственно-таксономических уровнях. Однако эти работы не могут быть произведены на единой критериальной основе. Степень опасности одного и того же геоморфологического процесса или группы процессов и связанный с ними риск природопользования могут изменяться при переходе от одного пространственного уровня к другому.

2) Определение пространственных уровней исследований – это сугубо целеориентированный процесс. На глобальном и национальном уровне довлеет административный подход, а геоэкологические оценки имеют конкретный социально-экономический эффект только тогда, когда изучается непосредственный административно-территориальный субъект, единица хозяйствования. На региональном уровне в отдельных субъектах увязка интересов упрощается, и появляется возможность переходить на исследования в рамках природных границ, но строго внутри границ административных, пускай даже они будут нарушать природное районирование. На субрегиональном уровне соблюсти паритет интересов еще проще и исследования возможны в рамках природных границ. На локальном уровне анализ объектов возможен строго в рамках природных границ.

3) На региональном уровне возникают частные проблемы, связанные с местными природными и социально-экономическими условиями. В регионах с ориентацией на добычу и первичную переработку природных ресурсов главные проблемы возникают в области конкретного вида природопользования. В регионах, где оно осуществляется в условиях горного сложно построенного рельефа и высокой геодинамической активности эти проблемы усугубляются высокой гео-

морфологической опасностью. К ним относится Иркутская область. Для нее в процессе природопользования важно учитывать взаимоотношения между опасными геоморфологическими процессами и риском природопользования.

4) На субрегиональном уровне выявлены основные геоэкологические проблемы Приольхонья: прибрежные байкальские ландшафты уникальны, разнообразны, но крайне неустойчивы к антропогенному воздействию, что обусловило придание им особого природоохранного статуса, позволяющего осуществлять щадящий режим природопользования. Его главным видом в Приольхонье является туризм. Ситуация повышенного риска возникает из-за непродуманных действий по туристическому использованию территории. Пути решения этих проблем видятся не в отказе от освоения побережья оз. Байкал, а в планомерной организации на нем устойчивого рационального природопользования.

5) На локальном уровне проведена оценка опасных геоморфологических процессов и риска природопользования на полигонах и трансектах, где они определяют основные черты ландшафта, целевую направленность на определенный вид природопользования, способствуют поиску вариантов решения конкретных задач хозяйственного освоения территорий. Эти исследования проведены для конкретных видов хозяйственной деятельности: гидротехническая система Саяно-Шушенской ГЭС – Саяно-Шушенский геодинамический полигон; рекреационно-туристическая система западного побережья Байкала – полигон Култура; система трубопроводного транспорта – трансект в районе коридора трассы проектируемого магистрального газопровода «Ковыкта – Иркутск».

6) В качестве базовой методологии риска природопользования рекомендуется использовать разработанную автором концепцию риска опасных геоморфологических процессов и вытекающие из нее геоэкологические методы оценки.

В целом диссертация показала высокую эффективность и перспективы развития теории и методологии геоэкологических исследований как инструмента оптимизации природной среды, особенно на территориях и в административных единицах, где системообразующими компонентами ландшафтов выступают рельеф, горные породы и геоморфологические процессы. Геоэкологические методы создают основу для прогноза риска природопользования и полноценного вовлечения природных ресурсов в развитие хозяйства.

## ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### Монографии

1. Кузьмин, С. Б. Геоэкологические исследования на Лено-Ангарском плато / С. Б. Кузьмин, А. Г. Вахромеев. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2003. – 122 с.
2. Кузьмин, С. Б. Геоэкологический анализ рельефа / С. Б. Кузьмин. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2004. – 182 с.
3. Кузьмин, С. Б. Опасные геоморфологические процессы и риск природопользования / С. Б. Кузьмин. – Новосибирск: Изд-во «ГЕО», 2009. – 195 с.
4. Кузьмин, С. Б. Палеоэкологические модели этноприродных взаимодействий / С. Б. Кузьмин, Л. В. Данько. – Новосибирск: «ГЕО», 2011. – 187 с.

### Статьи

5. Кузьмин, С. Б. Активные разломы и новейшая геодинамика литосферы / С. Б. Кузьмин // География и природные ресурсы. – 1994. – № 3. – С. 145-152.



6. Кузьмин, С. Б. Геоморфология зоны Приморского разлома (Западное Прибайкалье) / С. Б. Кузьмин // Геоморфология. – 1995. – № 4. – С. 53-61.
7. Кузьмин, С. Б. Геоинформационное обеспечение и картографирование экологического риска / А. Д. Абалаков, С. Б. Кузьмин, Ж. В. Атутова, Л. С. Новикова, Р. И. Невзорова // Геодезия и картография. — 1997. — № 11. — С. 39-46.
8. Кузьмин, С. Б. Оценка ширины зон активных разломов методами неотектоники и структурной геоморфологии / С. Б. Кузьмин // Геотектоника. – 1998. – № 1. – С. 70-78.
9. Кузьмин, С. Б. Активные разломы как факторы геоморфологического риска и их ландшафтообразующая роль / С. Б. Кузьмин // Геоморфология. – 1998. – № 1. – С. 3-9.
10. Кузьмин, С. Б. Экологическая оценка экзоморфосистем / А. Д. Абалаков, С. Б. Кузьмин // Геоморфология. – 1998. – № 3. – С. 28-40.
11. Кузьмин, С. Б. Оценка геоморфологической опасности и риска хозяйственного освоения горных территорий / С. Б. Кузьмин // География и природные ресурсы. – 1999. – № 2. – С. 36-41.
12. 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.
13. Кузьмин, С. Б. Глобальные стратегии экологической безопасности в системе «природа – население – хозяйство» / С. Б. Кузьмин // Проблемы региональной экологии. – 2000. – № 2. – С. 83-92.
14. 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.
15. Кузьмин, С. Б. Инженерно-экологические исследования факторов природной опасности / С. Б. Кузьмин // Инженерная экология. – 2001. – № 6. – С. 20-32.
16. 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.
17. 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.
18. Кузьмин, С. Б. Инженерно-экологическая оценка рельефа Приольхонья в рекреационно-туристических целях / С. Б. Кузьмин // Инженерная экология. – 2002. – № 6. – С. 41-53.
19. Кузьмин, С. Б. Структура опасных морфогенетических процессов территории Иркутской области / С. Б. Кузьмин // Геоморфология. – 2004. – № 4. – С. 32-47.
20. Кузьмин, С. Б. Оценка влияния растительного покрова на денудацию / С. Б. Кузьмин // Известия РГО. – 2005. – Т. 137. – Вып. 3. – С. 62-68.
21. 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.
22. Кузьмин, С. Б. Классификация опасных морфогенетических процессов Иркутской области / С. Б. Кузьмин // Известия РГО. – 2006. – Т. 138. – Вып. 3. – С. 64-70.
23. Кузьмин, С. Б. Новые данные о природных обстановках Прибайкалья в позднем голоцене / С. Б. Кузьмин, Л. В. Данько, В. А. Снытко, Е. В. Безрукова, Г. А. Орлова // ДАН. – 2007. – Т. 412. – № 1. – С. 107-111.
24. Кузьмин, С. Б. Новые данные о геодинамических обстановках позднеледниковья и голоцена в Прибайкалье / С. Б. Кузьмин, П. А. Мехоношин, Л. В. Данько // Известия РГО. – 2007. – Т. 139. – Вып. 3. – С. 45-52.

25. 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.

26. Кузьмин, С. Б. Моделирование типов структур опасных морфогенетических процессов / С. Б. Кузьмин // ДАН. – 2007. – Т. 417. – № 5. – С. 689-692.

27. 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.

28. Кузьмин, С. Б. К методике оценки потенциальной геоморфологической опасности при крупномасштабных геоэкологических исследованиях в зонах активных разломов / С.Б. Кузьмин // Известия РГО. – 2008. – Т. 140. – Вып. 2. – С. 42-50.

29. Кузьмин, С. Б. Геоморфологическая опасность активных разломов / С. Б. Кузьмин // Геоморфология. – 2009. – № 3. – С. 66-76.

30. Кузьмин, С. Б. Геоморфологические критерии геодинамической опасности зон активных разломов для магистральных трубопроводов / С. Б. Кузьмин // Геоэкология. – 2009. – № 4. – С. 340-357.

31. Кузьмин, С. Б. Принципы оценки эколого-геоморфологического дискомфорта урбанизированных территорий / С. Б. Кузьмин, С. И. Шаманова // Экология урбанизированных территорий. – 2010. – № 3. – С. 30-34.

32. 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 географическая. – 2012. – № 4. – С. 83-92.

33. 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.

34. Кузьмин, С. Б. Особенности географического распространения голубой ели (*Picea obovata* var. *altaica* (Terl.) Kom.) на Хамар-Дабане / С. И. Шаманова, С. Б. Кузьмин, С. Г. Казановский, А. С. Плешанов // География и природные ресурсы. – 2013. – № 4. – С. 73-83.

35. Кузьмин, С. Б. Природно-хозяйственное районирование Сибири / А. Д. Абалаков, С. Б. Кузьмин, Н. Б. Базарова, Л. С. Новикова // Известия ИГУ. Серия: Науки о Земле. – 2013. – Т. 6. – № 2. – С. 17-34.

36. Кузьмин, С. Б. Районирование Иркутской области по опасным геоморфологическим процессам и их синергетическое моделирование / С. Б. Кузьмин, С. И. Шаманова // Известия РГО. – 2014. – Т. 146. – № 2. – С. 9-21.

37. Кузьмин, С. Б. Палеогеографические события Прибайкалья в позднем неоплейстоцене / С. Б. Кузьмин, С. И. Шаманова // География и природные ресурсы. – 2014 – № 3 (в печати).

38. Кузьмин, С. Б. Оценка риска природопользования для субъектов Российской Федерации / С. Б. Кузьмин, С. И. Шаманова, Д. А. Лопаткин // География и природные ресурсы. – 2014. – № 4 (в печати).

