

Грохольский Никита Сергеевич

**Научно-методические основы оценки интегрального риска
экзогенных геологических процессов**

Специальность 25.00.08 - Инженерная геология,
мерзлотоведение и грунтоведение

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени кандидата
геолого-минералогических наук

Москва
2014 г.

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе" МГРИ-РГГРУ

Научный руководитель: Доктор геолого-минералогических наук,
профессор

Экзарьян Владимир Нишанович

Официальные оппоненты: Доктор геолого-минералогических наук,
ФГУП ВСЕГИНГЕО

Круподеров Владимир Степанович,

Доктор геолого-минералогических наук,
ООО «Оренбург проджект менеджмент»

Фоменко Игорь Константинович

Ведущая организация: ФГБУ науки Институт геоэкологии им.
Е.М. Сергеева Российской академии наук
(ИГЭ РАН)

Защита состоится "26" февраля 2015 года в 15 ч. 00 мин. На заседании диссертационного совета Д 212.121.01 при Российском государственном геологоразведочном университете имени Серго Орджоникидзе (МГРИ-РГГРУ) по адресу: 117997, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 23, МГРИ-РГГРУ, ауд. 473.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Российского государственного геологоразведочного университета имени Серго Орджоникидзе.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью организации, просьба направлять по адресу: 117997, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.23, Российский Государственный Университет им. С. Орджоникидзе, ученому секретарю диссертационного совета Д 212.121.01. Телефон: (495) 433-65-44.

Автореферат разослан "___" _____ 2014г.

**Ученый секретарь диссертационного
Совета Д 212.121.01, доктор геолого-
минералогических наук, доцент**

С.Д. Ганова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы.

Одной из основных проблем при инженерно-геологических исследованиях и изысканиях является выбор наиболее подходящей территории для проектируемых объектов и сооружений. Особое место здесь занимает оценка наличия и степени активности экзогенных геологических процессов (ЭГП), определяющих безопасность объектов строительства. Немаловажную роль в данном вопросе играет стоимостной показатель мероприятий по инженерной защите сооружения от воздействия опасных ЭГП, способных повлиять на целостность объекта. Другими словами, перед проектировщиками и непосредственно перед заказчиком строительства встает вопрос о выборе наиболее эффективного и наименее затратного метода в отношении мероприятий по инженерной защите участка строительства от экзогенных геологических процессов.

В настоящее время на территории Российской Федерации приобретает высокую актуальность вопрос о выборе наиболее оптимальной территории для будущего строительства на этапе территориального планирования. В последнее десятилетие на отечественный рынок начинают входить все больше инвесторов использующих западный опыт строительства, который отличается проведением предварительного комплекса исследований на различных участках планируемой застройки с целью выбора наиболее оптимального и соответственно безопасного участка строительства.

Данное исследование было направлено на разработку методических основ для оценки интегрального риска экзогенных геологических процессов, которые могут обеспечить принцип альтернативности и позволить выбрать наиболее подходящий участок для строительства сооружений.

Цель работы

Целью выполненного исследования являлась разработка научно-методических основ интегрального риска проявления экзогенных геологических процессов для оценки пригодности территории при территориальном планировании и выборе наиболее репрезентативного участка расположения проектируемых объектов с учетом инженерно-геологических и экономических критериев.

Для достижения указанной цели решались следующие **задачи**:

- Анализ существующих методов определения природных и техногенных рисков;
- Обобщение методик оценки вероятности проявления ЭГП и методов их моделирования и прогнозирования;
- Разработка принципов и критериев анализа интегрального риска ЭГП;
- Разработка алгоритма и построение интегральной карты рисков проявления ЭГП.

Научная новизна:

1. Впервые введено понятие экономического критерия оценки риска ЭГП;
2. Разработана методика проведения оценки интегрального риска ЭГП;
3. При разработке и апробации методики оценки риска использован новейший картографический программный комплекс ArcGis 10;
4. При оценке экономического критерия риска впервые предложено использование данных тендерных торгов.

Защищаемые положения:

1. При изучении территорий, подверженных проявлениям ЭГП, на предпроектных стадиях необходимо проведение оценки рисков для выбора оптимальной площади строительства инженерных объектов.

2. Оценка риска должна проводиться путем последовательного анализа и интегрирования рисков от отдельных ЭГП с учетом факторов и условий, обуславливающих эти процессы.
3. Оценка интегрального риска ЭГП базируется на геолого-экономических критериях, т.е. вероятности проявления ЭГП и предварительной оценке комплекса защитных мероприятий.
4. При планировании строительства на территории Сочинского полигона необходимо опираться на результаты оценки интегрального риска экзогенных геологических процессов для территории предполагаемой застройки.

Практическая значимость

На основе разработанной автором методики составлена интегральная карта риска ЭГП, распространенных на изучаемой территории. Карта интегрального риска опасных экзогенных геологических процессов дает возможность оперативно определить наиболее безопасные зоны для строительства инженерных сооружений на исследуемой территории, а также рассчитать ориентировочную стоимость защитных мероприятий от ЭГП, характерных для данной местности. Предлагаемая методика не имеет ограничений по характеру территории, на которой она может быть применена, что отражает универсальность методов определения интегрированных рисков опасных ЭГП.

Результаты данного исследования использованы при составлении ГИС-Атласа карт Сочинского полигона в рамках ведения государственного мониторинга состояния недр Федерального Агентства по недропользованию Роснедра.

Апробация диссертации

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на VIII международной конференции «Новые идеи в науках о Земле» (Москва,

РГГРУ, 2008г), X международной конференции «Новые идеи в науках о Земле» (Москва, РГГРУ, 2010г), VIII научно-практическая конференция молодых специалистов «Инженерные изыскания в строительстве» (Москва, ПНИИИС, 2012г), VIII Общероссийская конференция изыскательских организаций "Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации" (Москва, ПНИИИС, 2012г), IX научно-практическая конференция молодых специалистов «Инженерные изыскания в строительстве» (Москва, ПНИИИС, 2013г). Все материалы конференций опубликованы в качестве тезисов докладов.

Публикации

Всего по теме диссертации опубликовано 4 работы, в том числе 2 – в реферируемых журналах по списку ВАК.

Структура и объем работы

Диссертация объемом 135 страниц, состоит из введения, 3 глав и заключения, содержит 44 рисунка, 8 таблиц и список литературы, включающий 121 наименование.

Благодарности

Автор искренне благодарен научному руководителю профессору Экзарьяна В.Н. за помощь, поддержку и чуткое руководство при написании работы, профессору Осипову Ю.Б. за рекомендации при выполнении представленной работы, а также коллективу кафедры экологии и природопользования МГРИ-РГГРУ, за формирование базовой платформы знаний, которые явились основой для написания диссертационной работы.

Практическая часть исследования основана на материалах, полученных в ходе работы с коллегами в организации ФГУГП «Гидроспецгеология», при непосредственном сотрудничестве с которыми было разработан большой объем картографического материала, использованного в диссертационной работе. Особую благодарность автор

выражает директору Центра ГМСН Спектору С.В. за предоставленную возможность использования материала, а также начальнику информационно-аналитического отдела Королеву Б.И. за консультации по тематике работы и коллективу отдела мониторинга экзогенных геологических процессов в частности Вожику А.А. и Голубевой Д.А.

Особую благодарность выражаю моей супруге Грохольской С.А. за помощь в редакции и предпечатной подготовке материалов диссертации.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цели, показаны научная новизна и практическая значимость исследований.

Глава 1. Основные теоретические аспекты оценки риска ЭГП

Основы оценки риска связаны непосредственно с проявлениями экзогенных геологических процессов. Над данной проблемой трудились многие исследователи, среди которых можно выделить работы А.Л. Рагозина, А.И. Шеко, В.С. Круподерова и др. Оценка риска того или иного ЭГП невозможна без понимания генезиса формирования и проявления процесса. На территории России, достаточную активность приобретает изучение ЭГП, начиная с конца XIX века. К 70-80 годам XX века формируются базовые знания о процессах. Наиболее значимыми, по вопросу изучения ЭГП, являются работы Е.П. Емельяновой, Г.С. Золотарева, К.А. Гулакяна, Г. П. Постоева, В. В. Кюнтцеля и др.

В тоже время достаточно важным вопросом является инженерно-геологическое районирование. Одними из первых опубликованных по данной тематике стали работы по изучению обстановки Саратовского Поволжья – Кузин А.Г. (1948г), южного берега Крымского полуострова – Цыпина И.М. (1957г), Шеко А.И. (1958 г), Золотарев Г.С. (1970 г), Грузии – Ломтадзе В.Д. (1959г) и др. Также был использован опыт изучения свойств горных пород на склонах (Приклонский В.А., 1949 г.), влияния атмосферных осадков на формирование и активизацию оползней (Круподеров В.С., 1988), прогноза оползней (Славянов В.Н., 1957 г., Емельянова Е.П., 1959 г., Ярл Л.А. 1992 г.), активизация оползневых процессов под действием тектонических движений (Солоненко В.П., 1960 – 1976 г., Хромовских В.С., 1964 – 1968 г., Федоренко В.С., 1968 – 1988 г., Маркарьян В.В., 1978 г.,

Круподеров В.С., 1984 г., Зеркаль О.В., 1994 г. и др.), переработки берегов водохранилищ (Дмитриев В.В., 1974 г., Экзарьян В.Н., 1975 г. и др.).

Для решения вопросов связанных непосредственно с оценкой риска экзогенных геологических процессов автор опирался на опыт, полученный в ходе исследований комплексной оценки инженерно-геологических условий, описанных в работах Г.К. Бондарика (1982), В.В. Пендина (1980, 1984), В. С. Круподерова (1999).

Опасностью, согласно действующей нормативной базе Российской Федерации, в том числе ГОСТ Р 51898-2002 «Аспекты безопасности», называется потенциальный источник возникновения ущерба. Применительно к настоящему исследованию источником ущерба является экзогенный геологический процесс.

В нормативной базе Российской Федерации существует устоявшееся и общепринятое понятие риска. «Риск – сочетание вероятности нанесения ущерба и тяжести этого ущерба» [ГОСТ Р 51898-2002]. При том, что ущерб – это нанесение физического повреждения или другого вреда здоровью людей, или вреда имуществу или окружающей среде. Данная формулировка дает общее понятие о том, что такое риск. Более адаптированное понятие для экологической сферы приведено в ГОСТ Р 22.0.02-94 «Вероятность или частота возникновения источника чрезвычайной ситуации, определяемая соответствующими показателями риска». Применительно к данному исследованию, риском можно назвать вероятность проявления ЭГП.

Нормативная база Российской Федерации на данный момент определяет понятие интегрального риска как вероятностную меру совокупности опасностей (рисков), установленную для определенного объекта в виде возможных потерь за заданное время.

Автором введено понятие об интегральном риске, которое определяет многофакторность разнородных критериев оценки риска,

объединенных единством методики расчета. Интегральность включает в себя изучение и суммацию факторов, определяющих риск проявления ЭГП на изучаемой территории, и учитывает климатические, геологические и экономические факторы риска.

В настоящее время нормативно-методические документы, разработанные МЧС РФ, определяют первоочередной задачей по предупреждению воздействия ЭГП на инженерные объекты и, как следствие, предупреждение человеческих жертв. Исходя из этого, целесообразно и рационально проводить заблаговременную оценку риска воздействия ЭГП на территории будущего строительства объектов.

При выборе участка для строительства на предпроектных стадиях необходимо выполнять обследование не только запланированной территории, но и прилегающих территорий с целью выявления наиболее безопасного и, в тоже время, оптимального в отношении затрат на защитные мероприятия участка территории. На участках с повышенной степенью риска должны проводиться детальные инженерные изыскания, в первую очередь инженерно-геологические и инженерно-экологические.

В настоящий момент при выборе расположения проектируемых объектов инвесторы и заказчики строительства руководствуются понятием рентабельности строительства того или иного сооружения, не учитывая риск воздействия ЭГП, что в результате приводит к дополнительным эксплуатационным затратам.

Разработанные методические основы оценки интегрального (многофакторного) риска ЭГП учитывают не только вероятностную составляющую общепринятого риска, но и ориентировочную стоимость, затраченную на минимизацию проявления ЭГП на территории проектируемого сооружения. В отличие от предшествующих методик оценки риска, разработанная имеет иной концептуальный подход. Основной целью

данной методики является предупреждение и заблаговременная минимизация риска проявления ЭГП на ранних стадиях территориального планирования, а не подсчет убытков полученных в результате проявления одного из процессов на данной территории.

Большой вклад в решение задачи по определению рисков воздействия ЭГП в своих работах внес Рагозин А.Л., разработавший классификацию природных рисков, а также количественную оценку природных рисков на территории Российской Федерации. Данная классификация, по мнению автора, наиболее полно определяет существующие риски природных процессов и рассматривалась в качестве базовой при проведении настоящего исследования по оценке природных рисков проявления ЭГП.

Глава 2. Методика оценки интегрального риска ЭГП

Основная идея разработанных научно-методических основ оценки интегрального риска ЭГП опирается на принципы системного подхода: эмерджентности, толерантности, детерминизма и альтернативности. Риск возникновения отдельного ЭГП – многофакторная составляющая интегрального риска. При изменении набора факторов и условий, обуславливающих возникновение ЭГП, соответственно изменяется значение риска того или иного процесса, о чем свидетельствует принцип эмерджентности или целостности системы. Для обеспечения толерантности системы к различным территориям с индивидуальным набором факторов и условий, обуславливающих возникновение ЭГП, была разработана схема оценки интегрального риска, представленная на рис. 1.

Под интегральным риском понимается сумма рисков отдельных ЭГП, учитывающая геологические и экономические критерии каждого из них.

Под геологическим критерием риска понимается площадной показатель участков возможного проявления того или иного процесса, учитывающий степень активности ЭГП на изучаемой территории.



Рис. 1. Схема оценки интегрального риска ЭГП

Определение геологического критерия риска производится путем анализа фондовой информации и данных мониторинга ЭГП. Основная задача геологического критерия определить участки, на которых когда-либо были зафиксированы проявления ЭГП и участки их возможного возникновения на основе наличия факторов и условий, обуславливающих эти процессы. Таким образом, результатом оценки геологического критерия риска является пространственно-площадной показатель выраженный участками трех типов:

- Участки, на которых присутствуют факторы и условия, обуславливающие возникновение ЭГП;
- Участки, на которых были зафиксированы проявления ЭГП;
- Участки, на которых не было зафиксировано проявлений и не обнаружено факторов и условий для возникновения ЭГП.

Разработан экономический критерий оценки риска ЭГП, который выражен стоимостью комплекса защитных мероприятий. Определяется экономический критерий по средствам анализа актуальных данных состоявшихся тендерных торгов на предоставление услуг по организации комплекса защитных мероприятий от воздействия ЭГП.

Проведение тендерных торгов для предоставления товаров (услуг) на территории Российской Федерации регламентируется Федеральными Законами: №223-ФЗ от 10 июня 2011 г. (Закон о закупках товаров и услуг юридическими лицами); №147-ФЗ от 17 августа 1995 г. (Закон о естественных монополиях); №94-ФЗ от 21 июля 2005 г. (О размещении заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд).

Согласно вышеуказанным нормативно-правовым актам результаты тендерных торгов являются открытыми и общедоступными, что дает возможность беспрепятственно определить необходимый экономический критерий риска ЭГП.

Для определения непосредственно риска ЭГП необходимо выполнить интеграцию геологического и экономического критериев для участка исследуемой территории. Предварительно необходимо разделить территорию на равные элементарные участки (ячейки), размер которых определяется исходя из масштабов исследования. Для каждой условной ячейки определен геологический и экономический критерии. Балльная оценка экономического критерия производится по средствам процентного

отношения стоимости комплекса защитных мероприятий того или иного ЭГП к общей стоимости комплексов защитных мероприятий для всех ЭГП, проявление которых возможно на изучаемой территории.

Таким образом, совокупность условных ячеек с присвоенными значениями геологического и экономического критериев дают возможность оценить риск отдельного ЭГП на изучаемой территории и являются ключевыми для определения интегрального риска ЭГП.

Для получения интегрального риска необходимо сложить риски каждого из ЭГП, проявление которых возможно на изучаемой территории. Суммация осуществляется путем сложения участков возможного проявления ЭГП и сложения балльной экономической оценки на территории пространственно-площадного пересечения участков возможного возникновения отдельных ЭГП. Схематически процесс интегрирования представлен на рис.2, где X_a , X_b , X_c – условный риск отдельных ЭГП, X_{int} – интегральный риск. После завершения интегрирования рисков условные ячейки принимают значения суммарной балльной оценки экономической стоимости защитных мероприятий и могут быть ранжированы в зависимости от минимального и максимального значений. На условном примере (рис.2.) показано ранжирование интегрального риска на 3 категории, которым соответствуют значения балльной оценки:

1. Низкий риск – менее 3 баллов,
2. Средний риск, от 3 до 5 баллов,
3. Высокий риск – более 5 баллов.

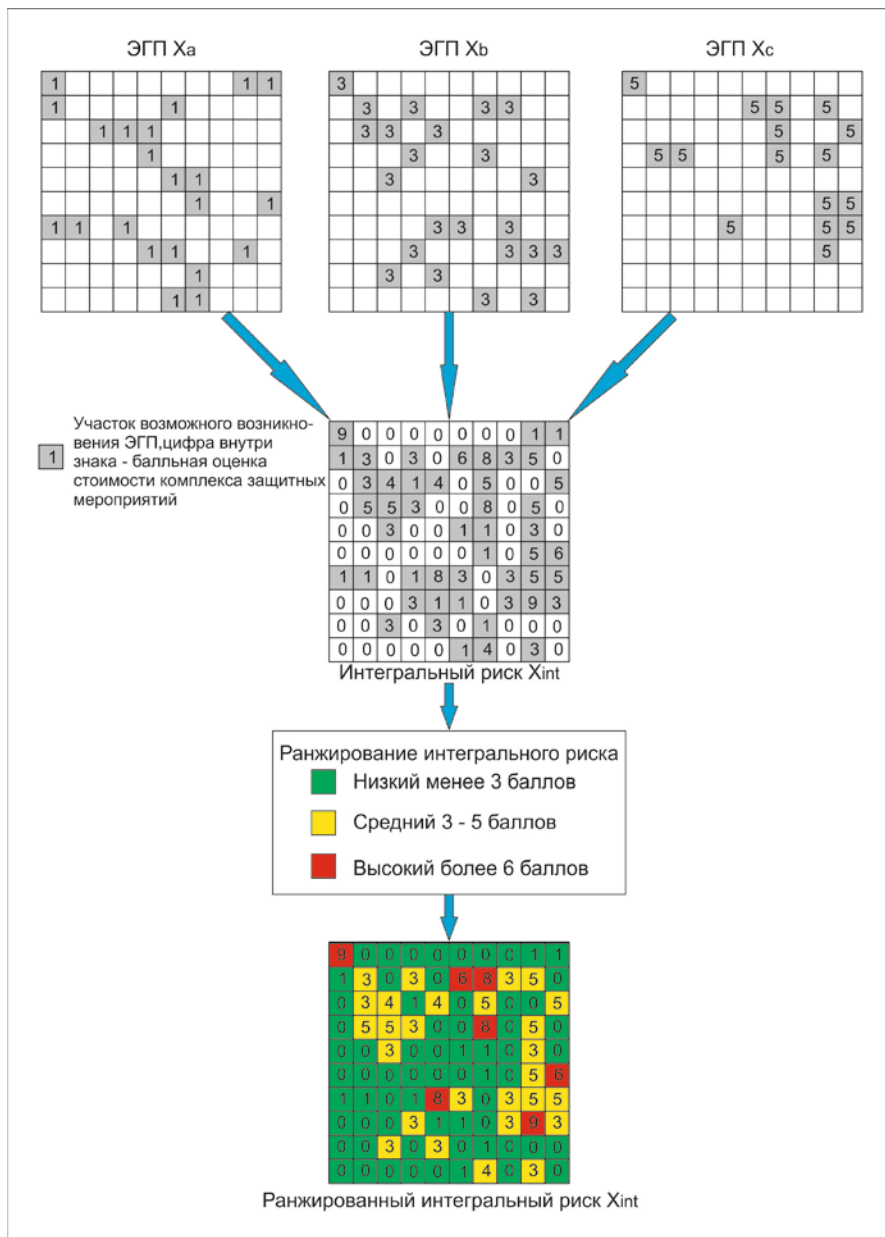


Рис. 2. Графическая схема интегрирования рисков ЭГП

Глава 3. Реализация методики определения интегрального риска ЭГП на примере Сочинского полигона.

В данной главе приведены краткие сведения о современном состоянии территории Сочинского полигона и проведена апробация разработанных научно-методических основ с построением карты интегрального риска ЭГП.

Объектом апробации была выбрана территория Сочинского полигона, в связи с наличием большого количества различных ЭГП, проявление которых возможно на данной территории, а также доступностью фактического материала, предоставленного ФГУГП «Гидроспецгеология».

В ходе исследования была использована информация более 20 инженерно-геологических исследований, проанализированы 18 открытых результатов тендерных торгов на предоставление услуг по проведению защитных мероприятий от воздействия ЭГП.

По результатам проведенного анализа фондовой информации и данных государственного мониторинга ЭГП был составлен перечень ЭГП, характерных для территории Сочинского полигона, среди которых:

- Оползневой процесс;
- Селевой процесс;
- Процессы затопления и подтопления;
- Абразионные процессы;
- Обвально-осыпные процессы;
- Процессы речной эрозии;
- Лавинные процессы.

По материалам проведенных ранее исследований на изучаемой территории были выявлены пространственно-площадные характеристики участков возможного проявления вышеуказанных процессов и совмещены с данными о проявлениях ЭГП. На основе полученных результатов был

составлен комплект карт участков возможного проявления процессов на территории Сочинского полигона масштаба 1:200 000.

Анализ материалов тендерных торгов на предоставление услуг по созданию комплексов защитных мероприятий на территории Сочинского полигона дал возможность оценить экономические критерии риска. Проведён анализ технической документации 18 завершённых торгов и получена ориентировочная стоимость комплексов защитных мероприятий для каждого ЭГП, представленные в таблице 1.

Таблица 1. Результаты анализа тендерных торгов

ЭГП	Стоимость комплекса ЗМ по данным тендерных торгов, тыс. руб	Объем защитных мероприятий, м²	Стоимость комплекса ЗМ для условной ячейки 100x100 м, тыс. руб
Оползневые процессы	117 531	15 000	78 354
Селевые процессы	371 919	70 000	54 892
Процессы затопления и подтопления	290 420	73 872	39 314
Абразионные процессы	618 389	36 635	182 601
Обвальнo-осыпные процессы	267 004	132 000	20 227
Речная эрозия	34 640	75 000	4 618
Лавинные процессы	280 560	65 000	43 163

*ЗМ – комплекс защитных мероприятий.

Исходя из масштаба исследования и удобства визуального восприятия, территория Сочинского полигона была разделена на условные ячейки размером 100x100 м, по которым была рассчитана стоимость комплексов защитных мероприятий для каждого ЭГП. Для оценки

экономического критерия автор использовал десяти балльную систему. Результат балльной оценки комплексов защитных мероприятий представлен в таблице 2.

Таблица 2. Результат балльной оценки стоимости комплексов защитных мероприятий

ЭГП	Стоимость комплекса ЗМ для условной ячейки 100х100м, тыс. руб	Баллы
Оползневые процессы	78 354	1,9
Селевые процессы	54 892	1,3
Процессы затопления и подтопления	39 314	0,9
Абразионные процессы	182 601	4,3
Обвальнo-осыпные процессы	20 227	0,5
Речная эрозия	4 618	0,1
Лавинные процессы	43 163	1,0
Итого	423 172	10

Далее проводилось совмещение полученных экономического и геологического критериев, на основе чего был составлен комплект карт рисков отдельных ЭГП, проявление которых возможно на территории Сочинского полигона.

Завершающим этапом апробации разработанной методики являлось составление карты интегрального риска ЭГП. Для этого были суммированы карты рисков отдельных ЭГП.

Участки возможного проявления ЭГП были представлены в виде пространственно-ориентированных векторных полигонов двух типов, соответствующих активности процессов. Разбивка территории на условные

ячейки представляло собой создание растрового покрытия территории по форме и пространственному положению соответствующее границам Сочинского полигона. Элементарные составляющие растрового покрытия – пикселы, соответствовали определенным размерам условной ячейки 100x100 м и принимали значения балльной оценки экономического критерия с точностью до ста тысячных балла.

В соответствии с тем, что создание растрового покрытия территории для каждого ЭГП проводилось для одной территории расположение ячеек (пикселов) совпадало, что дало возможность получить наиболее точный результат при интегрировании рисков ЭГП.

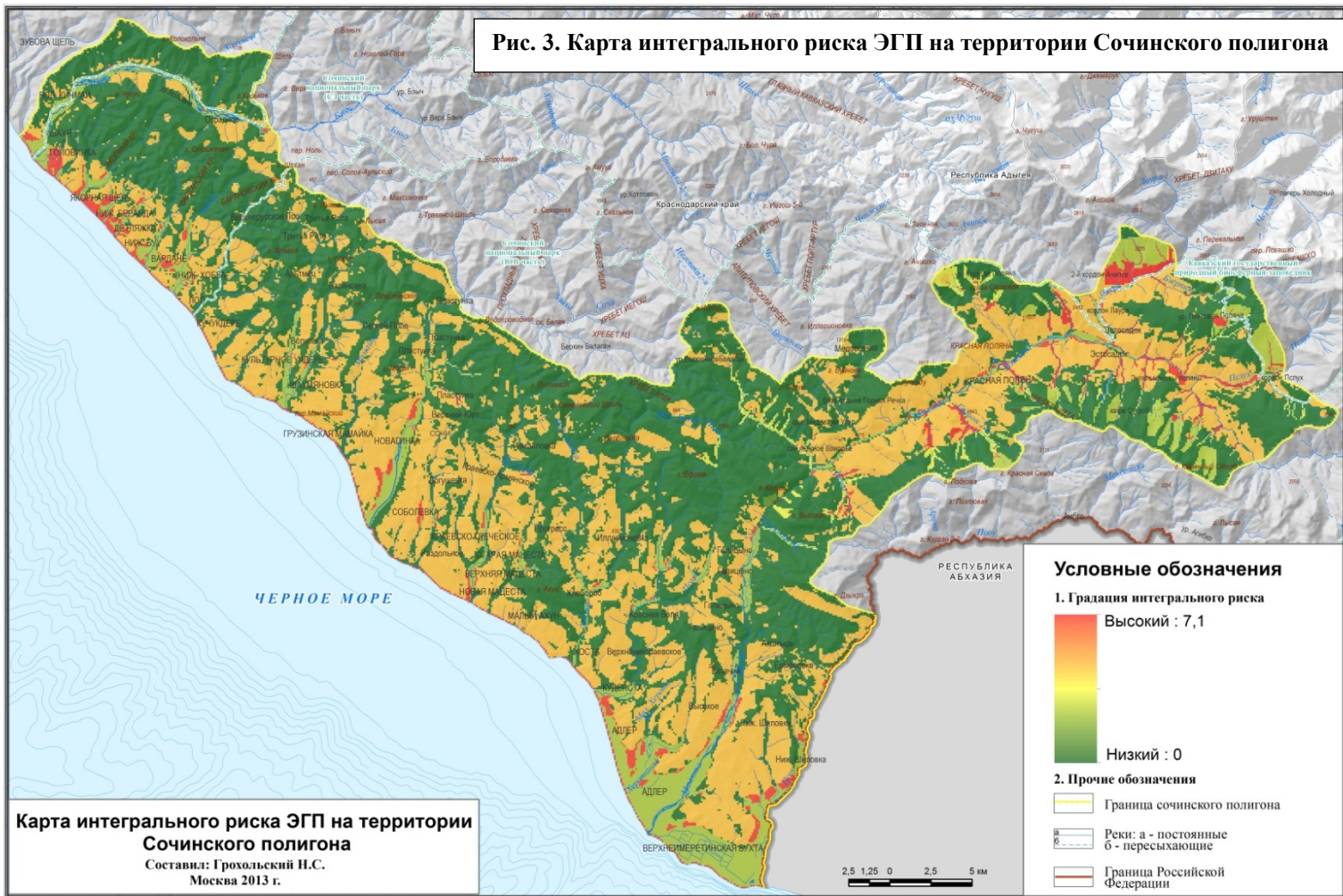
Суммирование растровых покрытий территории заключалось в пространственно-площадном совмещении условных ячеек, и суммирования значений балльной оценки, присвоенной каждой ячейке. Результатом интеграции карт рисков каждого ЭГП, явилась карта интегрального риска, основой которой является растровое покрытие суммарных значений геологического и экономического критериев оценки риска ЭГП.

На данной карте значения интегрального риска варьируются в пределах от 0 до 7,1 баллов и обозначены цветовой градацией зеленый-желтый-красный, от меньшего значения к большему.

Для увеличения точности визуального восприятия территория исследования на карте была ранжирована на 4 класса:

1. Первый класс – территории, где отсутствуют условия для проявления ЭГП;
2. Второй класс – территории с низким уровнем интегрального риска, значения от 0 – 1 балла;
3. Третий класс – территории со средним уровнем интегрального риска, значения от 1 до 2,5 баллов;

Рис. 3. Карта интегрального риска ЭГП на территории Сочинского полигона



4. Четвертый класс – территории с высоким уровнем интегрального риска, значения свыше 2,5 баллов.

Тем самым можно заключить, что на изучаемой территории порядка 46,5% площади не подвержено риску проявления ЭГП и является наиболее благоприятной для строительства, 9,1% территории с низким уровнем интегрального риска, 41,5% территории подвержено среднему интегральному риску ЭГП и 2,9% территории имеют значения высокого интегрального риска и являются наименее благоприятными для строительства.

Заключение

Таким образом, в выполненной работе:

1. Проанализирован опыт предыдущих исследований в области ЭПГ на примере оползневых процессов;
2. Определены принципы и критерии оценки рисков ЭГП;
3. Составлен алгоритм оценки интегрального риска ЭГП;
4. Разработана методика определения экономического критерия оценки интегрального риска ЭГП;
5. Разработана методика составления карты, которая должна постоянно меняться в зависимости от поступающей информации;

Апробация выполненных разработок была осуществлена по материалам Сочинского полигона, что позволило составить карту интегрального риска ЭГП и выделить площади с различными уровнями риска ЭГП.

Полученные результаты позволяют считать, что разработанные научно-методические основы оценки интегрального риска ЭГП, на предпроектных стадиях помогают принять решение о наиболее оптимальном строительстве в отношении безопасности от воздействия ЭГП. А также могут служить обоснованием для организации сети мониторинга ЭГП. На

стадиях эксплуатации сооружений. Уточнение оценки интегрального риска ЭГП может производиться по оперативным данным, полученным в ходе мониторинга ЭГП, что позволяет считать оценку интегрального риска ЭГП одной из основных функции мониторинга ЭГП.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Королев Б.И., Грохольский Н.С., Лисенков А.Б. Диагностика и прогноз состояния эколого-гидрогеологических систем на основе анализа ландшафтной и геоэкологической информации // Разведка и охрана недр – 2012 – №3 – с. 14 – 17
2. Грохольский Н.С. Методика определения интегрального риска экзогенных геологических процессов // Геориск – 2013 - №2 – с. 46-47
3. Грохольский Н.С. Актуальность оценки риска экзогенных геологических процессов // Материалы VII международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодые – наукам о земле» - 2014 –1– с. 317
4. Грохольский Н.С. Применение новейших ГИС технологий в геоэкологии // Материалы X международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Новые идеи в науках о земле» - 2011 –3– с. 16