



ОТЗЫВ

ведущей организации Института геологии – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук» (ИГ КарНЦ РАН) на диссертационную работу Поляковой Елены Викторовны «Геоэкологический анализ территории Севера Русской плиты средствами цифрового моделирования рельефа: возможности и практическое применение», представленной на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21 – «Геоэкология».

Актуальность работы. Геоэкологические исследования в целом направлены на изучение и решение вопросов сохранения геологической среды при максимальном и эффективном использовании ее ресурсов для нужд человечества. Актуальным и востребованным направлением, позволяющим получать оперативную информацию о состоянии окружающей среды, является мониторинг природных и техногенных объектов на территориях горнодобывающих и промышленных комплексов с применением данных дистанционного зондирования Земли. Предвидение возможного развития нежелательных и даже опасных экзогенных процессов на территориях с планируемой хозяйственной деятельностью, является не менее актуальной задачей. Реакция геологической среды на любой вид природного или антропогенного воздействия напрямую зависит от рельефа местности. Рельеф, являясь связующим звеном между внутренним (геологическим) строением и внешней окружающей средой, раскрывает потенциальные возможности территории к перераспределению осадочного материала по поверхности, определяя зоны возможного смыва, транзита и накопления различных веществ, в том числе и загрязняющих геологическую среду. Оценка роли рельефа в развитии экзогенных процессов требует его количественной характеристики. В этом аспекте одним из наиболее объективных и эффективных подходов является геоморфометрический анализ его цифрового аналога – цифровой модели рельефа. Поэтому актуальность представленной работы не вызывает сомнений.

Целью работы являлось проведение геоэкологического анализа территории Севера Русской плиты на основе цифрового моделирования рельефа для оценки потенциальной вероятности развития опасных геологических процессов и явлений в свете возрастающей антропогенной нагрузки.

Для достижения поставленной цели диссертантом были решены следующие задачи:

- проанализированы современные тенденции и подходы к проведению геоэкологических исследований в России и за рубежом;

- проведен геоморфометрический анализ построенной на основе ASTER GDEM v.2 цифровой модели рельефа; произведен подбор геоморфометрических параметров для геоэкологической оценки состояния природной среды на примере Архангельской области;

- на основе выбранных геоморфометрических параметров выделены территории с наибольшей вероятностью развития эрозионных процессов (зоны сноса материала), с возможным проявлением эрозионных процессов (зоны транзита материала) и с потенциальным развитием аккумулятивных процессов (зоны накопления материала); оценены доли каждой зоны в пределах региона исследований;

- оценена вероятность активизации карстового процесса на основе применения метода обнаружения бессточных впадин, используемого при гидрологической коррекции цифровой модели рельефа для устранения ошибок; показана состоятельность данного метода;

- отражена взаимосвязь индекса расчлененности рельефа как объективной количественной характеристики неоднородности территории с химическим составом подземных вод;

- установлен основной характер проявления структур фундамента в современном рельефе Севера Русской плиты; показана возможность применения цифрового моделирования рельефа в структурно-геологических исследованиях.

Новизна полученных результатов и выводов

В работе впервые проведен комплексный геоэкологический анализ территории Севера Русской плиты на основе цифровой модели рельефа, теоретически обоснована необходимость применения геоморфометрического подхода в геоэкологических исследованиях. Выделены зоны сноса, транзита и накопления материала, в том числе и загрязняющих веществ, а также территории, склонные к подтоплению во время паводков и предрасположенные к заболачиванию.

Предложен новый способ для выделения зон вероятной активизации карстового процесса – плотность бессточных впадин. Ранее метод обнаружения бессточных впадин использовался только при гидрологической коррекции цифровой модели рельефа с целью устранения в ней ошибок.

Впервые построена цифровая модель рельефа фундамента Севера Русской плиты, проведено ее сопоставление с цифровой моделью дневной поверхности и выделены формы отражения рельефа фундамента в современном рельефе Архангельской области. Показана возможность проведения структурно-геологических исследований средствами цифрового моделирования рельефа.

Апробация работы и публикации

Основные научные положения представлялись на многих значимых всероссийских и международных конференциях. По теме диссертации опубликовано 58 работ, в том числе 5 монографий, 26 статей (11 – в журналах, индексируемых в международных базах Web of

Science и Scopus, 15 – включенных в Перечень ведущих научных журналов ВАК). Список публикаций в полной мере отражает основное содержание диссертационной работы. Кроме того, имеются акты об использовании результатов исследований, что подтверждает практическую значимость работы.

Структура работы и основные научные результаты

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы (385 наименований, из них 93 – иностранные источники), приложения. Общий объем: 314 страниц, включая 139 рисунка и 29 таблиц.

Во введении обоснована актуальность проведения геоэкологических исследований на территории Севера Русской плиты на основе геоморфометрического анализа цифровой модели рельефа, сформулирована цель исследования, поставлены задачи, обозначены основные защищаемые положения.

В первой главе представлен аналитический обзор возможности применения цифрового моделирования рельефа для геоэкологических исследований. Рассмотрены современные тенденции и подходы к проведению геоэкологических исследований в России и за рубежом. Рассмотрена роль рельефа как важного фактора среды. Приведен и обоснован алгоритм проведения геоэкологических исследований средствами цифрового моделирования рельефа. Сформулировано первое защищаемое положение.

С практической точки зрения, особый интерес в данной главе представляет карта, приведенная на стр. 83 (рис. 1.30), на которой отображены зоны аккумуляции загрязняющих веществ в окружении г. Новодвинск.

Во второй главе приведена природно-антропогенная характеристика района исследований. Здесь рассматриваются географическое положение региона, структурно-тектонические, геолого-литологические, геоморфологические, геокриологические, ландшафтно-климатические и почвенно-растительные условия, а также приводятся основные факторы техногенного воздействия на территории Архангельской области.

В третьей главе дается геоэкологическая оценка вероятности проявления эрозионных процессов на территории Архангельской области на основе геоморфометрического анализа рельефа. Описаны особенности развития эрозионных процессов на территории исследования. Выбраны геоморфометрические параметры, отвечающие за вероятность развития эрозионных процессов. По средствам ряда технических процедур, таких, как генерализация и кластеризация, построена карта вероятности проявления потенциально опасных процессов на территории Архангельской области, приведенная на стр. 155 (рис. 3.30). В результате сформулирован вывод, что на основе объединения кластеров максимальных значений угла наклона, LS фактора, индекса расчлененности рельефа выделены участки с наибольшей вероятностью развития эрозионных процессов, соответствующие зонам сноса материала и составляющие порядка 18 % исследуемой территории. На основе объединения кластеров средних значений тех же параметров выделены участки с возможным проявлением эрозионных процессов, соответствующие зонам транзита материала и составляющие порядка 33 %

территории. На основе объединения кластеров минимальных значений параметров, а также максимальных значений индекса влажности выделены участки с потенциальным развитием аккумулятивных процессов, соответствующих зонам накопления материала и составляющие порядка 35 % территории исследования. Данный вывод представляет второе защищаемое положение.

Далее показаны возможности практического применения полученных результатов. Формулируется утверждение, что «природная зона аккумуляции раскрывает потенциальную предрасположенность рельефа к накоплению материала, в том числе и загрязняющих веществ» (стр. 160). Для подтверждения проводится сопоставление карт источников техногенного воздействия на природную среду Архангельской области, очагов загрязнения грунтов и грунтовых вод нефтепродуктами, а также данных проекта «Схема территориального планирования Архангельской области» с картой зон сноса, транзита и накопления материала. Делается вывод о том, что основные источники техногенного воздействия, а также очаги загрязнения грунтов и грунтовых вод нефтепродуктами имеют прямую пространственную корреляцию с природной зоной накопления материала, что крайне негативно сказывается на экологическом состоянии территории.

В четвертой главе рассматривается вероятность активизации карстовых процессов на территории Севера Русской плиты на основе цифрового моделирования рельефа. Подробно описываются условия развития карста на исследуемой территории. Далее отмечается, что ошибки в ЦМР, так называемые «ложные впадины», не всегда являются недостатками модели, а могут выделять естественные элементы рельефа, в частности, карстовые воронки. Проведено пространственное совмещение карт плотности бессточных впадин и распространения карстующихся пород, проиллюстрированное на рис. 4.23 (стр. 197). Выделено две зоны по приуроченности плотности бессточных впадин к карстующимся породам – правобережье и левобережье р. Северной Двины. Сделан вывод о возможности применения метода обнаружения бессточных впадин, используемого при гидрологической коррекции цифровой модели рельефа с целью устранения ошибок, для выделения зон вероятной активизации карстового процесса, что особенно актуально для лесопокрытых северных территорий с возрастающей антропогенной нагрузкой. Максимальная плотность бессточных впадин приходится на территории с развитием карбонатного покрытого и погребенного карста. Данный вывод сформулирован как третье защищаемое положение.

В главе показано, что любая бессточная впадина является накопителем загрязнения. Пространственное распределение очагов загрязнения прямо коррелирует с максимальной плотностью бессточных впадин, что крайне негативно сказывается на экологическом состоянии территории, поскольку карстовые деформации и провалы являются «открытыми» окнами для поступления загрязняющих веществ в неустойчивую к внешнему воздействию геологическую среду.

В пятой главе приведена геоэкологическая оценка состояния подземных вод на основе цифрового моделирования рельефа. Подробно описаны подземные воды различного качества

для территории Юго-Восточного Беломорья. Показано, что такой геоморфометрический параметр, как индекс расчлененности рельефа взаимосвязан с химическим составом подземных вод. Сделан следующий вывод: на равнинных территориях индекс расчлененности рельефа отражает химический состав подземных вод. Высокая расчлененность рельефа, малая толщина перекрывающих коренные породы четвертичных отложений, отсутствие водоупора способствуют опреснению подземных вод за счет проникновения ультрапресных атмосферных осадков. Низкая расчлененность рельефа обуславливает невысокую интенсивность водообмена и, как следствие, – более высокую минерализацию подземных вод (четвертое защищаемое положение).

В главе представлено сопоставление карты защищенности подземных вод с кластерными значениями плотности бессточных впадин, выделенных по цифровой модели рельефа. Отмечено, что территории с незащищенными водоносными комплексами пространственно совпадают с максимальными значениями плотности бессточных впадин. Это вызывает серьезную экологическую напряженность, поскольку на этих же территориях располагаются основные источники антропогенного воздействия на природную среду Архангельской области и очаги загрязнения грунтов и грунтовых вод нефтепродуктами. Констатируется, что подобные закономерности могут негативно сказываться на качестве подземных вод, вызывая их загрязнение и изменение химического состава.

В шестой главе рассматривается отражение структур фундамента в современном рельефе Севера Русской плиты. На основе фондовых материалов построена цифровая модель поверхности фундамента, проведено ее сопоставление с цифровой моделью рельефа дневной поверхности. С применением процедуры математического нормирования выделены прямые и обратные формы наследования структур фундамента в современном рельефе Севера Русской плиты, проведен их кластерный анализ. Полученные материалы были сопоставлены с данными по вероятности встречи нефтяных и газовых месторождений. Сформулирован основной вывод о том, что цифровое моделирование рельефа позволяет проводить структурно-геологические исследования. На основе сопоставления цифровой модели рельефа фундамента и цифровой модели дневной поверхности выделены формы проявления структур фундамента в современном рельефе Архангельской области. Прямой характер наследования имеет 61 % территории, обратный – 25 %, районы, где наследование не проявляется, соответствуют 14 % территории области. Вывод представляет собой пятое защищаемое положение.

В заключении приводятся основные результаты диссертационного исследования, сформулированные в виде 8 выводов.

В приложении к диссертационной работе прилагаются акты об использовании результатов исследований: в научно-исследовательской деятельности ФГБУН ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России при разработке аванпроекта по СЧ ОКР «Модернизация и развитие системы валидационных подспутниковых наблюдений и создание на ее основе многофункциональной системы сквозного контроля качества целевой информации и аппаратуры космических комплексов и космических систем ДЗЗ»; при проведении научно-исследовательских работ ОАО

«Архангельский ЦБК»; при выполнении проектов: «ГИС Соловецкого архипелага» с Государственным автономным учреждением Архангельской области «Управление информационно-коммуникационных технологий Архангельской области», «Охрана лесов в Баренцевоморском регионе», «Бореальная лесная платформа – баланс интересов сохранения высоких природоохранных ценностей и эффективного лесного хозяйства в бореальных лесах», «Сохранение лесов высокой природоохранных ценностей 2-й категории» с Представительством Всемирного фонда дикой природы в Архангельской области; о практическом использовании в учебном процессе Научно-образовательного центра ФГБУН ФИЦКИА РАН при проведении курса «ГИС-технологии в геоэкологических исследованиях» по направлению подготовки 05.06.01 – Науки о Земле.

В целом следует отметить, что в диссертационной работе изложен научно обоснованный подход к проведению геоэкологического анализа территории Севера Русской плиты с применением современного объективного подхода – цифрового моделирования рельефа. Тем самым диссертация Поляковой Е.В. является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические и научно-методологические положения, дающие возможность оценки потенциальной вероятности развития опасных геологических процессов и явлений, что имеет важное политическое, социально-экономическое и хозяйственное значение для данного региона. Для труднодоступных северных лесопокрытых территорий цифровое моделирование может стать одним из определяющих способов проведения анализа состояния геологической среды.

В качестве замечаний можно указать следующее:

1) При рассмотрении отражения структур фундамента в современном рельефе Севера Русской плиты и делается вывод о характере наследования. Не совсем корректно использовать термин «наследование». Данные, приведенные в главе, скорее говорят о «повторении», «проявлении», «отражении» структур фундамента в рельефе. Наследование следует доказывать более детально.

2) Во втором защищаемом положении отмечается, что зонам сноса материала соответствует 18 %, транзита – 33 %, накопления – 35 % исследуемой территории. В сумме это составляет 86 % территории. Не совсем понятно, чему соответствуют оставшиеся 14 %?

3) В четвертой главе диссертантом рассчитана плотность бессточных впадин на единицу площади. Возможно анализ и картирование впадин по глубине более точно отражали бы карстовые формы рельефа, просадки и воронки на территории исследования.

Несмотря на высказанные замечания, все защищаемые положения можно считать доказанными, работу следует признать законченной и выполненной на высоком научном и техническом уровне, диссертация написана хорошим научным языком, качественно проиллюстрирована. Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы.

Несомненным плюсом работы является демонстрация возможностей практического применения теоретических результатов.

Диссертация соответствует критериям, установленным п. 9 Положения о присуждении ученых степеней (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842) для ученой степени доктора наук, а ее автор Елена Викторовна Полякова заслуживает присуждения ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21 – «Геоэкология».

Отзыв и диссертация рассмотрены и обсуждены на расширенном заседании Геоинформационного центра и лаборатории геофизики ИГ КарНЦ РАН 23.03.2022 г., протокол № 1.

Отзыв рассмотрен и утвержден в качестве официального отзыва ведущей организации на заседании Ученого совета ИГ КарНЦ РАН (протокол №2 от 29.03.2022г.).

Ведущий научный сотрудник
лаборатории геофизики ИГ КарНЦ РАН
доктор технических наук,

Белашев Борис Залманович

Старший научный сотрудник,
рук. Геоинформационного центра ИГ КарНЦ РАН
кандидат географических наук

Крутских Наталья Владимировна

185910, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, д.11, ИГ КарНЦ РАН

Я, Белашев Борис Залманович, даю свое согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Я, Крутских Наталья Владимировна, даю свое согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Подпись Белашева Бориса Залмановича заверяю:

Подпись Крутских Натальи Владимировны заверяю