

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Минеева Александра Леонидовича
 «Геоэкологическое районирование территории Архангельской области с
 использованием цифровых моделей рельефа и ГИС-технологий»
 на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук
 по специальности 25.00.36 – «Геоэкология»

Получившие в последнее время широкое развитие геоинформационные технологии и цифровые модели рельефа (ЦМР) сделали возможным решение чрезвычайно сложных фундаментальных и прикладных задач в науках о Земле, в том числе в геоэкологии, связанных с количественным анализом картографической информации и построением моделей различных компонентов окружающей среды. Использование цифрового моделирования рельефа дает возможность создания тематических карт важнейших геоморфометрических параметров и на их основе прогнозных карт опасных экзогенных процессов, например, потенциальной эрозионной опасности, направлений поверхностного стока, геохимической миграции элементов, устойчивости ландшафтов, преобладающего режима (аккумуляционного, эрозионного) и т.п.

Территория Архангельской области, в которой активно развита гражданская и военная промышленность, транспорт, лесное хозяйство, добыча полезных ископаемых и космонавтика, до недавних пор не имела подробных и высокоточных карт рельефа, построенных по данным ДЗЗ (обычно м-б 1:1000000 и крупнее), должным образом оцифрованных и пригодных для районирования природных ресурсов. Соответственно, не проводилось комплексной геоэкологической оценки состояния территории. В связи с этим актуальным становится направление, связанное с проведением геоэкологического районирования территории на основе ЦМР, чему и посвящена данная работа.

Цель исследования – провести геоэкологическое районирование территории Архангельской области на основе анализа геоморфометрических параметров рельефа и соответствующие задачи (7 пунктов) для достижения цели сформулированы достаточно четко и соответствуют теме диссертации. *По-видимому, можно было бы ограничиться б-ю задачами, объединив п.5 и 6, которые дублируют друг друга.*

Научная новизна исследования обусловлена тем, что для территории Архангельской области впервые была создана детальная гидрологически корректная цифровая модель рельефа для геоэкологического районирования региона и разработана методика подготовки ЦМР, которая применима и для других равнинных северных регионов РФ. Выбраны, рассчитаны и проанализированы основные геоморфометрические параметры рельефа региона, определяющие развитие эрозионных процессов. Создана карта геоэкологического районирования территории и проведено ее сопоставление с ландшафтами, почвами, геоморфологией и геологическим строением территории.

Осуществление хозяйственной деятельности в северных таежных районах Архангельской области сталкивается с серьезными трудностями в плане почти полного отсутствия актуальной, точной геопространственной информации об опасных процессах и явлениях. Получение такой информации о современном состоянии рельефообразующих процессов, характере их распределения, интенсивности развития является крайне необходимым для обеспечения промышленной и экологической безопасности в процессе хозяйственного освоения региона. И в этом несомненная практическая значимость данной работы.

Работа выполнялась по двум темам ФНИР и поддержана программой Президиума РАН, Программой фундаментальных исследований УрО РАН «Арктика» и грантом РФФИ-Арктика.

Автор лично в период с 2013 по 2019 гг. подготовил 91 сцену глобальной цифровой модели рельефа ASTER GDEM v2 с разрешением 1" (~30 метров), размер сцены 4100 на 4200 элементов, дополненная одной сценой GMTED2010 (вся территория Архангельской области, 12734342 ячеек) с искусственно уменьшенным размером ячейки до 1". Подготовлено 20 карт в трех разрешениях и 8 карт в одном разрешении (в общем 68 карт). В ходе исследований им написаны авторские программные сценарии на языке программирования Python для обнаружения аномальных выбросов в наборе исходных данных методами статистического анализа и разработана последовательность выполнения операций для расчета плотности гидросети в SAGA GIS. Выбраны и рассчитаны наиболее значимые геоморфометрические параметры рельефа для проведения геоэкологического районирования территории Архангельской области и проведено геоэкологическое районирование территории.

Материалы диссертации докладывались на 19 Международных, Всероссийских научно-практических конференциях, симпозиумах, семинарах и совещаниях.

По теме диссертации опубликовано 21 работа, в т.ч.: 2 монографии (в соавторстве), 8 статей из списка ВАК (в т.ч. 1 статья из базы WoS, 5 статей из базы Scopus), 6 статей в рецензируемых журналах из списка РИНЦ, 15 статей в материалах и тезисах.

В первой главе, посвященной физико-географическому и геологическому описанию района исследований, приведены основные черты рельефа, влияющие на выбор ЦМР, программного обеспечения (ПО) и применяемых методик обработки. К ним относятся по мнению диссертанта: большая площадь исследуемого региона; небольшие абсолютные значения высот и слабая расчленённость рельефа региона; моноклинальное залегание пород осадочного чехла с малыми углами падения; регион пережил несколько этапов тектоно-магматической активизации, контролируемых составом и физико-механическими свойствами пород осадочного чехла и простираием тектонических нарушений, что сказывается на геоморфологии региона; отражение тектонических нарушений в современном рельфе территории; преобладающее распространение выпуклых форм рельефа с площадью оснований, превышающими 1,5 км² в сочетании с глубокими V-образными формами речных долин; широкое распространение лесного покрова, который вносит погрешность в значения высотных отметок за счет высоты древостоя.

Проведенный анализ дал возможность автору определить требования к ЦМР, исходя из особенностей строения региона, а не только технических характеристик самих ЦМР. Этот подход является корректным и оправданным, в отличие от распространенного подхода выбора ЦМР, который базируется только на анализе покрытия модельюми территории, их точности и пространственного разрешения. Анализ позволил также исключить из рассмотрения модели уровня DTED-1 и HRTI-3, 4.

В этой главе показаны структуры, сформировавшиеся в результате различных этапов тектоно-магматической активизации, но не приведены их амплитудные характеристики, что связано со слабой изученностью строения осадочного чехла. Поэтому не совсем ясно, будут ли они отражаться в ЦМР.

Во второй главе описана методика создания цифровой модели рельефа Архангельской области, с учетом геологического строения и геоморфологии региона.

Для создания ЦМР, которая будет соответствовать геологическому строению и геоморфологии региона, и являться количественной основой для геоэкологического районирования, необходим выбор базовой модели и ее подготовка. Сравнив актуальные на сегодняшний день глобальные ЦМР (распространяемые свободно – SRTM3; SRTM-30; ASTER GDEM v1, v2, v3; GTOPO30; ACE2; ETOPO2; GMTED2010 и ArcticDEM), диссертантом был сделан вывод, что наиболее полно удовлетворяет задачам расчета параметров рельефа Архангельской области ЦМР ASTER GDEM v2, поскольку она имеет

достаточное детальное пространственное разрешение в сочетании с точностью по высоте и однородностью исходного материала.

Автором проведен сравнительный анализ модулей обработки рельефа распространенных ГИС программных продуктов: ArcGIS (модуль Spatial Analyst); MapInfo (модуль Vertical Mapper); SAGA (модуль Terrain Analysis); GRASS; QGIS (Quantum GIS); gvSIG (модуль SEXTANTE) и др. Для задач исследования была выбрана SAGA GIS, обладающая возможностью расчета наибольшего числа геоморфометрических параметров.

Точность (надежность) построенной ЦМР проверялась сопоставлением с точками плановой съемочной сети открытых векторных данных ГИС Панорама; ЦМР Беломорско-Кулойского плато, построенной с использованием топографических карт масштаба 1:200000; данными геодезических пунктов; проведенными полевыми замерами высот с помощью GPS-навигатора. Построенная ЦМР явилась основой для дальнейшего геоморфометрического анализа с целью получения геоэкологически значимой информации.

На наш взгляд эта глава перегружена анализируемыми материалами, многократно описанными в цитируемых авторами публикациях и их можно было бы подробно не рассматривать. ЦМР SRTM3; SRTM-30 не покрывают исследуемую территорию и также могут не рассматриваться. Глава изобилует детальными техническими деталями, посвященными конкретным методам работы с каждой из ЦМР, что не принципиально при выборе базовой ЦМР. Заполнение недостающих данных в ASTER GDEM данными GMTED2010 неизбежно приведет к увеличению ошибки определения высотных значений, что отчетливо видно из табл. 2.12 и 2.14.

На основе подготовленной ЦМР производился выбор и расчет геоморфометрических параметров для геоэкологического районирования территории, описанный в третьей главе. Учитывая большое количество и разнообразие этих параметров, одной из задач исследования являлось формирование оптимального их набора, а также последовательности и методики расчета.

Процедура выбора оптимальных геоморфометрических параметров проводилась в логичной последовательности: теоретический анализ значимости и применимости геоморфометрических параметров → расчет параметров на основе имитационной модели → расчет параметров на репрезентативных участках (Онежский полуостров и Беломорско-Кулойского плато) для оценки «достаточности» регистрируемого эффекта → расчет параметров по всей исследуемой территории для выбора методов генерализации.

Для оценки степени эрозионной активности и активности карста применены следующие геоморфометрические параметры: углы наклона, LS фактор, индекс расчлененности рельефа, индекс влажности, плотность бессточных впадин, профильная и плановая кривизна. Можно резюмировать, что предложенный автором подход является методически правильным и корректным.

Для выделения региональных и локальных неоднородностей рельефа диссертантом были построены карты высот и геоморфометрических параметров, применен кластерный анализ с разным количеством классов, проведена статистическая обработка материала для оценки их доли в общей площади исследований.

Однако, применение имитационной модели и расчет параметров по репрезентативным участкам не позволили диссиденту выбрать необходимые геоморфометрические параметры. В результате были сделаны расчеты по всей исследуемой территории. В работе нет обоснования такой последовательности действий. По-видимому, лучше было сразу проводить расчеты по всей площади исследований или попытаться для имитационной модели и репрезентативных участков учесть все факторы. Нет обоснования выбора окна осреднения (10 км).

Геоэкологическое районирование территории на основе кластерного анализа выбранных ранее диссидентом геоморфометрических параметров (угла наклона, LS

фактора, индекса расчлененности рельефа и индекса влажности), проводилось в шесть этапов и подробно изложено в 4-й главе.

На первом этапе был проведен кластерный анализ значений трех параметров (угол наклона, LS фактор, индекс расчлененности) с использованием трех кластеров по каждому из параметров. В результате получены контуры, разделяющие область исследования на три части: максимальные, средние и минимальные значения каждого из параметров.

Второй этап заключался в нахождении общих границ контуров, соответствующих максимальным, средним и минимальным кластерам значений параметров. В данной работе средствами ГИС это выполнялось векторизацией растровых областей в полигоны и вычислением пересечения полигонов.

На третьем этапе зона объединенных контуров минимальных значений параметров делилась на две части по степени увлажнения. Для этого были посчитаны 5 кластеров значений индекса влажности. В результате анализа были выделены две основных области: 1) предрасположенные к подтоплению территории во время паводков, 2) склонные к заболачиванию территории.

На четвертом этапе с помощью кластерного анализа значений плотности бессточных впадин была выделена секущая зона (по кластеру повышенной плотности впадин), совпадающая с областью распространения карстующихся пород.

На пятом этапе по каждой из полученных зон районирования были посчитаны средние значения различных геоморфометрических параметров для того, чтобы можно было дать характеристику протекающих в каждой из зон процессов.

На шестом этапе полученная карта районирования сопоставлялась с геоморфологической картой Архангельской области. Данные, полученные в результате геоморфометрического анализа, позволяют дать характеристики региона с несколько иных позиций, чем при геоморфологическом районировании. Полученная карта геоэкологического районирования позволяет, в отличие от геоморфологической карты, дать характеристики не только рельефа, но и предрасположенности выделенных районов к развитию тех или иных эрозионных процессов.

Кроме геоморфологии диссертантом было проведено сопоставление с почвами, ландшафтами, геологическим строением, картой четвертичных отложений, геохимией, неотектоникой, пространственным распределением карстовых процессов. В целом, каждая из выделенных зон отражается в вышеперечисленных материалах и характеризуется определенным набором геоморфологических, геологических, почвенных, ландшафтных, геохимических и тектонических параметров.

Полученные выводы, безусловно, являются интересными с научной точки зрения и актуальными с практической для рационального освоения территории. Но на наш взгляд, не хватает иллюстративного (карографического) материала при сопоставленииmono faktornых карт геоморфометрических параметров с неотектоникой и геологией.

Рис. 4.6 Сопоставление зон геоэкологического районирования с орографической схемой можно было бы и не приводить, т.к. совпадение рельефа с орографией должно наблюдаваться в обязательном порядке, потому что в основе обеих схем лежат высотные отметки рельефа.

Пятая глава посвящена описанию методики наземного мониторинга загрязняющих веществ.

Для оценки влияния рельефа на пространственное размещение зон временной аккумуляции были выделены следующие классы: 1) зоны с максимальным развитием экзогенных процессов; 2) зоны с протеканием экзогенных процессов; 3) зоны транзита; 4) зоны аккумуляции осадков, в том числе загрязняющих веществ. Этот подход позволяет оценить участки накопления загрязняющих веществ на разных уровнях детализации – от регионального до локального.

В «Заключении» автор кратко резюмирует основные результаты своего исследования. Выводы автора не оставляют сомнений в научной значимости представленной работы. Проделана большая работа, имеющая научное, методическое и практическое значение. Важнейшими из этих результатов являются: создание цифровой модели рельефа Архангельской области, соответствующей геологическому строению и геоморфологии региона и являющейся количественной основой для геоэкологического районирования; определение оптимального набора геоморфометрических параметров рельефа для геоэкологического районирования территории и разработка методика их анализа с использованием современных цифровых технологий; геоэкологическое районирование региона (выделены геоэкологические районы, отличающиеся однотипными эрозионно-аккумулятивными процессами, отражающие геолого-геоморфологическое строение и геодинамический режим региона); в выделенных геоэкологических районах оконтурены зоны с разной степенью интенсивности процессов эрозии, транзита и накопления осадков, а также участки, предрасположенные к аккумуляции загрязняющих веществ для последующего проведения наземного мониторинга.

Сделанные автором выводы по теме диссертационной работы не вызывают возражений, поскольку основаны на большом фактическом материале и всестороннем анализе литературных данных. В целом, эти выводы согласуются с целью и задачами проведенного исследования.

Диссертация, в целом, является завершенной научно-квалификационной работой. Высказанные замечания касаются, главным образом, некоторой избыточности отдельных глав и разделов. Выявленные закономерности геоэкологической дифференциации по геоморфометрическим параметрам, предложенные методы и методики выбора и подготовки базовой цифровой модели, обработки данных для геоэкологического районирования в сочетании с сопоставлением собственных результатов с литературными данными, вне всякого сомнения, отвечают критерию научной новизны. Автор четко и последовательно излагает результаты своей работы, опираясь на оригинальный фактический материал и данные математической обработки с применением собственных программ. При этом автор строго придерживается избранных подходов, что оправдано при написании диссертационной работы.

Качество оформления диссертационной работы очень хорошее. Общее содержание диссертации в полной мере отражено в большом количестве публикаций автора, в т.ч. в одной монографии, 16 статьях в научных изданиях из перечня ВАК, включая 1 статью в журнале, входящим в список Scopus и 1 статью в журнале из списка WoS. Идеи автора, основное содержание диссертации и выводы достаточно полно отражены в автореферате.

Считаю, что диссертация «Геоэкологическое районирование территории Архангельской области с использованием цифровых моделей рельефа и ГИС-технологий» соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее

автор – Минеев Александр Леонидович заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.36 – «Геоэкология».

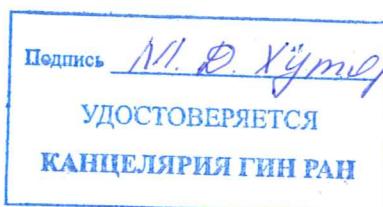
Официальный оппонент

доктор геол.-мин. наук, профессор

М.Д. Хоторской

Хоторской Михаил Давыдович, доктор геолого-минералогических наук по специальности 25.00.10 «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых», профессор, заведующий лабораторией тепломассопереноса, главный научный сотрудник ФГБУН Геологический институт РАН (ГИН РАН), Заслуженный деятель науки РФ; почтовый адрес: 109017 Москва, Пыжевский пер, 7, стр.1; адрес электронной почты: mdkh1@yandex.ru

Подпись М.Д. Хоторского удостоверяю:



Зар. концедура;
13.02.2020г.
11.03.2020г.