

ОТЗЫВ

официального оппонента, Куликова Виктора Александровича, доктора геолого-минералогических наук, доцента, на диссертацию Куликовой Натальи Владимировны «Комплексирование методов малоглубинной геофизики для выявления газонасыщенных песчано-глинистых отложений», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых

Актуальность темы диссертации

Газы в горных породах могут находиться в разном состоянии. Это могут быть свободные, адсорбированные или зацементированные газы в растворенном состоянии. Свободные газы находятся в порах грунта, их количество зависит от открытой пористости грунта и степени его водонасыщения. Адсорбированные газы удерживаются на поверхности грунтовых частиц под действием сил притяжения. В случае, если существует избыточное увлажнение пород снизу и сверху, то на отдельных участках газы могут оказаться в замкнутом состоянии - зацементированные газы. В мерзлых породах возможно образование газовых гидратов, в пределах которых аккумулируется наибольшее количество газа.

Газы могут иметь разное происхождение. В частности, биогенные газы, которые рассматриваются в представленной работе, формируются в грунтах за счет жизнедеятельности в них различных организмов от одноклеточных бактерий до высших растений и животных. Преимущественно это метан, но могут быть примеси сероводорода, углекислого газа и др. Кроме того, в грунтах могут накапливаться и так называемые техногенные газы, которые образуются в грунтах за счет различных видов хозяйственной деятельности человека. Наибольшее количество техногенных газов образуется на урбанизированных территориях, за счет газогенерирующих свалок отходов и т. п. Многие из них являются токсичными.

Газообразование в грунтах ведет к изменению физико-механических свойств горных пород, поэтому поиск и выделение участков газонасыщенных пород, особенно на площадях, где ведется интенсивная застройка, является актуальной задачей в целом для геологоразведки, и, конкретно для геофизической разведки. Кроме того, как было сказано выше, некоторые газы могут обладать сильным токсичным действием.

Четко регламентированных методик по выявлению зон газообразования в четвертичных отложениях на сегодняшний день не существует, поэтому предложенная

№ 110-9
от 07.06.2011

автором методика может использоваться для решения данных задач не только на территории Ленинградской области, но и в других районах, где наблюдаются похожие явления.

Обоснованность и достоверность результатов

В основу диссертации положены материалы, полученные соискателем непосредственно при проведении полевых инженерно-геологических и инженерно-геофизических исследований. Для измерений использовалась современная сертифицированная геофизическая аппаратура - станции «Скала-48» и «Эллисс-3».

Численное моделирование, интерпретация экспериментальных и синтетических данных выполнялось с использованием широко используемого программного обеспечения: RadExPro Plus, Xtomo, DPU, IPI2win, Res2Dinv, ZONDST2D и др.

Достоверность и обоснованность результатов, выводов и рекомендаций, представленных в диссертационной работе, не вызывает сомнений.

Научная новизна диссертации

К научной новизне представленной работы можно отнести предложенный автором геофизический комплекс, представленный методами электротомографии и сейсмотомографии для исследования песчано-глинистых грунтов ВЧР с наличием приповерхностных скоплений газа. Применение данного комплекса обосновано математическими расчетами для типичных физико-геологических моделей юга Ленинградской области и результатами полевых исследований как, на опытных участках, так и на реальных поисковых площадях.

Практическая значимость диссертации

Практическая значимость работы заключается в снижении геологических рисков, путем выявления потенциально опасных участков развития газодинамических процессов в верхней части геологического разреза. Выявление таких опасных участков позволит избежать переноса строящихся объектов, чем значительно сократит расходы на их создание и последующее обслуживание.

Содержание диссертации

Текст диссертации изложен на 133 страницах и содержит введение, пять глав главы и заключение. Во введении приведено краткое содержание работы и дана общая характеристика диссертации, представлены цели и задачи диссертационного

исследования, сформулированы защищаемые положения, раскрыты теоретическая и практическая значимость результатов.

В **первой главе** дано описание примеров скопления газов в четвертичных отложениях. В главе приведены примеры как для района г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области, так и для других районов. Автором показано, что газовые скопления в песчано-глинистых грунтах представлены преимущественно газами биогенного происхождения, а факторами для формирования газа является наличие органического вещества в толще осадочных пород и микроорганизмов, которые его перерабатывают.

Во **второй главе** отражены особенности распределения физических свойств песчано-глинистого разреза с локальными скоплениями газа. Подробно дана характеристика геоэлектрических и упругих свойств.

Третья глава посвящена созданию физико-геологической модели, имитирующей неоднородность, связанную со скоплениями газа в ВЧР. Автором проанализированы электрические свойства четвертичных песчано-глинистых пород, скорости продольных-поперечных волн и затухания. На основании данного анализа составлена типичная для юга Ленинградской области ФГМ ВЧР. От модели посчитаны прямые отклики, а потом сделаны инверсии синтетических данных. По результатам этого моделирования обосновывается геофизический комплекс и его возможности.

В **четвертой главе** изложено обоснование комплексирования электроразведки и сейсморазведки для решения поставленной задачи. Подробно описаны методики электроразведочных и сейсморазведочных измерений и результаты тестирования комплекса на эталонном объекте через скважину, где были зафиксированы наиболее сильные и продолжительные по времени выбросы газа.

В **пятой главе** диссертационной работы описано опробование предложенной автором методики на площадке проектируемого объекта газотранспортной инфраструктуры, расположенном на Юго-Западе Ленинградской области в Кингисеппском районе в долине реки Луга

В **заключении** перечисляются основные результаты диссертационного исследования.

Замечания по содержанию диссертации

По работе имеются следующие замечания.

Во втором разделе, посвященном физическим свойствам грунтов, автор пишет, что удельное сопротивление грунтов изменяется в чрезвычайно широких пределах, от 0.1 до 10^{10} Ом·м. Цифра 10^{10} Ом·м характерна для породообразующих минералов. В реальных грунтах таких больших значений УЭС не бывает, максимальные УЭС это 10^5 - 10^6 .

В третьей главе, посвященной моделированию, желательно пронумеровать модели, для того чтобы проще было анализировать и описывать результаты.

В разделе 3.5, посвященном моделированию электротомографии автор пишет «...И газонасыщенная линза, и скопление крупнообломочного материала хорошо выделяются в результате инверсии благодаря значительному, почти на порядок, контрасту значений УЭС между целевым объектом и вмещающими песчано-глинистыми грунтами (рисунки 3.5 и 3.6)...»

Во-первых, в подписи к рисункам нет указания для каких именно моделей получен данный результат. Можно предположить, что инверсии выполнены для трех моделей, приведенных в предыдущем разделе.

Во-вторых, результат не очень хорошо совпадает с исходными моделями УЭС. Во всех моделях высокоомная неоднородность находится в интервале 90-150м, а по результатам инверсии мы получаем повышенные УЭС на участке профиля 80-120м. Глубина области высоких сопротивлений по результатам инверсии на рис. 3.5 и 3.6 составляет 20-30м, тогда как для модели № 1 объект находится на глубинах примерно 10м, а для модели № 2 на глубинах 12-20м.

Для обоснования выводов к третьей главе, желательно было бы сделать совместную инверсию электротомографии и сейсмотомографии, которую современные программы сделать позволяют.

В пятой главе много места автором уделено описанию рельефа, физико-географическим условиям и подробнейшем образом геологическому строению (начиная от фундамента) участка работ. Это детальное описание, объемом в 7 страниц, имеет мало отношения к вопросу диссертационного исследования.

В пятой главе есть небрежность в подписях рисунков и ссылках на них. Например, на стр. 110 идет описание моделей УЭС, а ссылка на карту фактического материала; на рис. 5.5. не указано положение скважины, на которую автор ссылается в тексте и не понятно в какой части профиля она находится; на рис 5.8 приведены три разреза, обозначенные буквами а), б), в), а расшифровки в подписи нет; на рисунке 5.9 даже нет и букв, и в подписях к рисункам нет пояснения что это за разрезы.

На стр. 107 автор утверждает, что «...выявленные во время изысканий в 2017 г. газопроявления расположены в зонах повышенных значений удельного электрического сопротивления...». Однако мы видим, что область высоких сопротивлений попала только одна скважина. Скважины с газопроявлениями на западном фланге нижнего участка попадают примерно на изолинию 100 Ом·м. Такой уровень УЭС характерен для половины верхнего участка.

Замечание к выводам главы 5, которые являются одним из защищаемых положений.

«...Разработанный и опробованный на практике комплексный подход, базирующийся на данных электротомографии и сейсмотомографии и обоснованных методических приемах совместной интерпретации, обеспечивает детальное изучение неоднородностей песчано-глинистых грунтов, связанных с развитием опасных газодинамических процессов...».

В работе не представлено методических приемов совместной интерпретации. Есть последовательное рассмотрение результатов электротомографии и сейсмотомографии с последующим сопоставлением результатов.

В предложенном автором комплексе поиска участков газонасыщения в песчано-глинистых грунтах ВЧР на мой взгляд не хватает метода высокоточной гравиразведки, которая могла бы значительно повысить устойчивость получаемого результата и уменьшить неоднозначность истолкования аномалий.

Кроме того, для решения данной задачи необходимо проводить атмосферическую съемку почвенного воздуха.

По сути, выводы диссертационного исследования проверены только на одном объекте.

В заключении автор сам оценивает свою диссертацию как: «...законченную научно - квалификационную работу, в которой предлагается новое решение актуальной научной задачи...». На мой взгляд, оценку должны давать руководитель и оппоненты.

Общее заключение

Указанные выше замечания не снижают общую положительную оценку диссертационной работы. Полученные автором результаты и выводы достаточно полно отражены в тексте диссертации, которая написана на высоком профессиональном уровне.

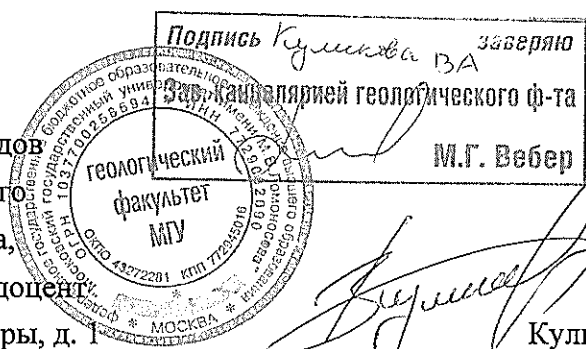
Результаты диссертационной работы освещены в 5 печатных работах, в том числе в 1 статье, размещенной в издании из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, в 2 статьях, размещенных в изданиях, входящих в

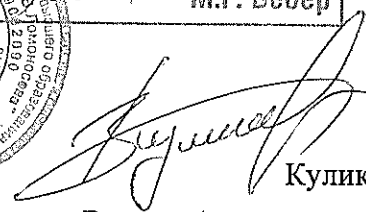
международную базу данных и систему цитирования Scopus. Основные результаты исследований представлены для обсуждения на различных конференциях и семинарах.

Диссертационная работа Куликовой Натальи Владимировны является самостоятельной, законченной научно-квалификационной работой и отражает многолетнюю деятельность автора по созданию методики комплексных геофизических исследований, для выявления потенциально опасных участков развития газодинамических процессов в песчано-глинистых отложениях верхней части разреза. Автореферат полностью отражает основные положения и результаты диссертации.

В целом по актуальности темы, новизне и уровню научных результатов, научной и практической ценности диссертации «Комплексирование методов малоглубинной геофизики для выявления газонасыщенных песчано-глинистых отложений», представленная на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых, соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 19.12.2019 № 1755 адм, а ее автор – Куликова Наталья Владимировна – заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.

Официальный оппонент,
Профессор кафедры геофизических методов
исследования земной коры Геологического
факультета МГУ имени М.В. Ломоносова,
доктор геолого-минералогических наук, доцент
Адрес: 119234, Москва, ул. Ленинские горы, д. 1
Телефон: +7(495)939-4912;
e-mail: vic@nw-geophysics.ru




Куликов
Виктор Александрович

Подпись Куликова Виктора Александровича заверяю

30 мая 2021 г

119991, Российская Федерация, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», Геологический факультет, кафедра геофизических методов исследования земной коры