

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.062.01, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ЗЕМНОЙ КОРЫ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 30 июня 2022 г. № 12
о присуждении Горбуновой Элле Михайловне, гражданке Российской Федерации, ученой степени доктора геолого-минералогических наук.

Диссертация «Реакция водонасыщенного коллектора на динамические воздействия»

по специальностям 1.6.6. Гидрогеология и 1.6.9. Геофизика

принята к защите 28.03.2022 г. (протокол № 7) диссертационным советом 24.1.062.01, созданным на базе федерального государственного бюджетного учреждения науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук, 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 128, приказ Минобрнауки России № 208/нк от 29.04.2013 г.

Соискатель Горбунова Элла Михайловна, 10 августа 1960 года рождения, в 1982 году окончила Ростовский государственный университет им. М.А. Суслова с отличием по специальности «Гидрогеология и инженерная геология».

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук «Экспериментальные исследования изменений гидродинамических характеристик массива горных пород при подземных ядерных взрывах» защитила в 1993 году в диссертационном совете при Институте динамики геосфер им. академика М.А. Садовского РАН по специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.

Работает в должности ведущего научного сотрудника лаборатории Деформационных процессов в земной коре ФГБУН Института динамики геосфер им. академика М.А. Садовского Российской академии наук (ИДГ РАН).

Диссертация выполнена в ФГБУН Институте динамики геосфер им. академика М.А. Садовского Российской академии наук.

Научный консультант – доктор физико-математических наук, профессор, Кочарян Геворг Грантович, заместитель директора по научной работе ИДГ РАН.

Официальные оппоненты:

Абукова Лейла Азретовна, доктор геолого-минералогических наук, профессор, ФГБУН Институт проблем нефти и газа Российской академии наук, заведующая лабораторией, главный научный сотрудник;

Дутова Екатерина Матвеевна, доктор геолого-минералогических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», профессор отделения геологии, Инженерная школа природных ресурсов;

Кузьмин Юрий Олегович, доктор физико-математических наук, профессор, ФГБУН Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук, заместитель директора

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук (ИО РАН), г. Москва **в своем положительном отзыве**, подписанном Лобковским Леопольдом Исаевичем, научным руководителем Геологического направления института, доктором физико-математических наук, профессором, академиком РАН и Крыловым Артемом Александровичем, кандидатом физико-математических наук, старшим научным сотрудником, указала, что диссертационная работа Горбуновой Эллы Михайловны «Реакция водонасыщенного коллектора на динамические воздействия» соответствует критериям, установленным п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» (утвержденного постановлением № 842 Правительства РФ от 24 сентября 2013 г., с изменениями от 21 апреля 2016 г. «О внесении изменений в Положение о присуждении ученых степеней») для ученой степени доктора наук, а ее автор Элла Михайловна Горбунова заслуживает присуждения ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальностям 1.6.6. Гидрогеология и 1.6.9. Геофизика.

Соискателем опубликовано 87 работ (без учета тезисов конференций), в том числе 26 статей в журналах, рекомендованных ВАК, 18 публикаций, проиндексированных в международных базах научных знаний Scopus, Web of Science и 1 монография (в соавторстве).

Наиболее значимые по теме диссертации работы:

1. Беседина А.Н., Виноградов Е.А., **Горбунова Э.М.**, Кабыченко Н.В., Свинцов И.С., Пигулевский П.И., Свистун В.К., Щербина С.В. Отклик водонасыщенных коллекторов на лунно-солнечные приливы. Часть 1. Фоновые параметры приливных компонент в смещении грунта и уровне подземных вод // Физика Земли. 2015. № 1. С. 73–82.
2. Виноградов Е.А., **Горбунова Э.М.**, Кабыченко Н.В., Кочарян Г.Г., Павлов Д.В., Свинцов И.С. Мониторинг уровня подземных вод по данным прецизионных измерений // Геоэкология. 2011. № 8. С. 439–449.
3. **Горбунова Э.М.** Влияние структурно-тектонических условий на распределение афтершоков после крупномасштабного техногенного воздействия // Геоэкология. 2007. № 5. С. 421–428.
4. **Горбунова Э.М.** Исследование поствзрывных деформаций дневной поверхности // Геоэкология. 2018. № 5. С. 40–52.
5. **Горбунова Э.М.**, Беседина А.Н., Кабыченко Н.В., Батухтин И.В., Петухова С.М. Прецизионный гидрогеологический мониторинг в техногенно-нарушенных условиях: организация, проведение и обработка экспериментальных данных // Сейсмические приборы. 2021. Т. 57. № 2. С. 62–80. <https://doi.org/10.21455/si2021.2-4>.
6. Копылова Г.Н., **Горбунова Э.М.**, Болдина С.В., Павлов Д.В. Оценка деформационных свойств системы “пласт-скважина” на основе анализа

- барометрического и приливного откликов уровня воды в скважине // Физика Земли. 2009. № 10. С. 69–78.
7. Кочарян Г.Г., Виноградов Е.А., **Горбунова Э.М.**, Марков В.К., Марков Д.В., Перник Л.М. Гидрогеологический отклик подземных коллекторов на сейсмические колебания // Физика Земли. 2011. № 12. С. 50–62.
 8. Besedina A., Vinogradov E., **Gorbunova E.**, Svintsov I. Chilen Earthquakes: Aquifer Responses at the Russian Platform // Pure and Applied Geophysics. 2016. 173 (2). P. 321–330.
 9. **Gorbunova E.** Large-Scale Explosion and Induced Seismicity: Geological, Structural, and Hydrogeological Impacts. Pure and Applied Geophysics. 2021. 178 (4). P. 1223–1234.
 10. **Gorbunova E.M.**, Besedina A.N., Batukhtin I.V., Petukhova S.M. Hydrogeological Responses of Fluid Saturated Collectors to Remote Earthquakes // Processes in GeoMedia – Volume IV. Switzerland: Springer Geology. 2021. https://doi.org/10.1007/978-3-030-76328-2_22.
 11. **Gorbunova E.M.**, Subbotin S.B. Study of the radionuclide transport by underground water at the Semipalatinsk Test Site // Uranium Mining and Hydrogeology. The new uranium mining boom. Challenge and lessons learned. Freiberg. Germany. 2011. P. 335–342.
 12. Vinogradov E., **Gorbunova E.**, Besedina A., Kabychenko N. Earth Tide Analysis Specifics in Case of Unstable Aquifer Regime // Pure and Applied Geophysics. Vol.174. № 6. 2017. ISSN 0033-4553. DOI: 10.1007/s00024-017-1585-z.
 13. Иванченко Г.Н., **Горбунова Э.М.** Использование данных дистанционного зондирования участков земной коры для анализа геодинамической обстановки. М.: ГЕОС. 2015. –112 с.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от:

- 1) **Вознесенского А.С.** – д.т.н., профессора кафедры Физических процессов горного производства и геоконтроля ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет МИСиС» (г. Москва);
- 2) **Татарина В.Н.** – д.т.н., главного научного сотрудника, заведующего лабораторией геодинамики ФГБУН Геофизического центра Российской академии наук (ГЦ РАН) (г. Москва);
- 3) **Спивака А.А.** – д.ф.-м.н., главного научного сотрудника ФГБУН Института динамики геосфер им. академика М.А. Садовского Российской академии наук (г. Москва);
- 4) **Строма А.Л.** – к.г.-м.н., главного специалиста Центра службы геодинамических наблюдений в энергетической отрасли – филиала АО «Институт Гидропроект» (г. Москва);
- 5) **Богомолова Л.М.** – д.ф.-м.н., директора Института морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения Российской академии наук (г. Южно-Сахалинск);
- 6) **Маловичко А.А.** – д.т.н., чл.-корр. РАН, научного руководителя ФГБУН ФИЦ ЕГС РАН (г. Обнинск);
- 7) **Артамоновой С.Ю.** – д.г.-м.н., с.н.с. лаборатории № 217 прогнозно-металлогенических исследований ФГБУН Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН (г. Новосибирск);
- 8) **Пономарева А.В.** – д.ф.-м.н., руководителя научного направления «Физика сейсмического процесса и горных пород» ФГБУН Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии

наук (г. Москва); 9) **Симоновой Г.В.** – к.т.н., доцента кафедры ОЭСидЗ ТГУ, ведущего научного сотрудника лаборатории биоинформационных технологий Института мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения Российской академии наук (г. Томск); 10) **Копыловой Г.Н.** - д.г.-м.н., главного научного сотрудника Камчатского филиала ФГБУН ФИЦ ЕГС РАН (г. Петропавловск-Камчатский); 11) **Михайловой Н.Н.** - д.ф.-м.н., директора Центра сбора и обработки специальной сейсмической информации филиала «Институт геофизических исследований» РГП Национальный ядерный центр Республики Казахстан (г. Алматы, Казахстан); 12) **Родкина М.В.** – д.ф.-м.н., ведущего научного сотрудника ФГБУН Института теории прогноза землетрясений и математического моделирования Российской академии наук (г. Москва); 13) **Мохова А.В.** – д.т.н., ведущего научного сотрудника Лаборатории региональной геологии Южного научного центра РАН (г. Ростов-на-Дону); 14) **Батугина А.С.** – д.т.н., профессора кафедры «Экология и безопасность горного производства» ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (г. Москва); 15) **Тагильцева С.Н.** – д.т.н., профессора, заведующего кафедрой гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии ФГБОУ ВО Уральский государственный горный университет (г. Екатеринбург); 16) **Рыбина В.В.** – д.т.н., ведущего научного сотрудника, доцента, зав. сектором геомониторинга и устойчивости бортов карьеров отдела геомеханики, Горный институт – обособленное подразделение ФГБУН «Кольский научный центр Российской академии наук» (ГоИ КНЦ РАН) (г. Апатиты) и **Жуковой С.А.** – к.т.н., старшего научного сотрудника Инструментальных исследований состояния горных пород Арктической зоны РФ отдела геомеханики, ГоИ КНЦ РАН (г. Апатиты); 17) **Макеева В.М.** – д.г.-м.н., главного научного сотрудника ФГБУН Института геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН (г. Москва); 18. **Кирюхина А.В.** – д.г.-м.н., профессора, главного научного сотрудника, зав. лаб. тепломассопереноса ФГБУН Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН (г. Петропавловск-Камчатский).

Все отзывы **положительные**. В отзывах содержатся критические замечания:

1. Требуется конкретизировать термин «водонасыщенный коллектор». 2. Неясно разделение динамики насыщения коллектора по «магистральным – открытым» трещинам и путем фильтрации через поровое пространство. 3. Непонятно, проводился ли автором анализ, какие сейсмические волны – поперечные или продольные вызывают более сильный гидрогеологический эффект. 4. Не уточнено, в сторону высоких или низких частот прослежено смещение экстремумов спектров скорости смещения грунта и вариаций давления в системе «пласт-скважина» при увеличении расстояния между взрывной камерой и пунктом наблюдений. 5. Недостаточно исследован факт увеличения значений амплитудного фактора от удаленных землетрясений в слабонапорном горизонте по сравнению с напорным. 6. Неясно, каким образом осуществлялся переход от величины водопроводимости по модели Hsieh et al., 1987 к полученным величинам проницаемости. 7. В защищаемых положениях 2 и 5 констатируется небесспорная аналогия в нарушении гидрогеодинамической обстановки в ближней зоне землетрясений и крупномасштабных ядерных взрывов. Необходимо дополнительное обоснование такой аналогии из-за различия механизмов. 8. Не

уточнен механизм осцилляций уровня воды в скважинах, зарегистрированных в дальней зоне очагов телесейсмических событий, который может быть связан как с исключительно пороупругой реакцией коллектора, так и с наложением эффекта усиления пороупругих вариаций давления подземной воды в стволе скважины (в соответствии с широко известной моделью Cooper et al., 1965). 9. Из автореферата неясно, почему проницаемость в пределах разрабатываемых железорудных месторождений оказалась ниже. На КМА постоянно проводятся взрывы, можно было бы ожидать возникновения фоновой техногенной проницаемости. Видимо, различие обусловлено типом пород, это стоило бы указать. 10. В выводах по главе 4 автор указывает, что «Разрывные нарушения выступают в качестве границ, контролирующих области формирования техногенно-нарушенного режима подземных вод», но непонятно, какие нарушения автор имеет в виду (их порядок, кинематический тип, ориентировка)? 11. В названии диссертации желательнее было бы расшифровать, что понимается под динамическими воздействиями (Гидродинамическая реакция водонасыщенного коллектора на динамические воздействия (земные приливы, землетрясения и техногенные взрывы)). 12. В цели исследования необходимо было бы указать конкретно, что речь идет в основном об исследовании гидродинамической реакции на указанные выше динамические воздействия и развитии методов гидродинамического мониторинга.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается высокой квалификацией специалистов в области геологии, гидрогеологии и геофизики, а также большим опытом выполнения научно-исследовательских работ.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны научные основы дистанционного мониторинга фильтрационных свойств водонасыщенного коллектора;

доказаны основные закономерности изменения гидрогеодинамической обстановки, обусловленные разными режимами деформирования: от необратимого в ближней зоне до пороупругого в дальней;

предложена феноменологическая модель реакции водонасыщенного коллектора на динамические воздействия крупномасштабных взрывов и землетрясений.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что

доказаны следующие положения:

1. Разработана методика дистанционной оценки фильтрационных свойств водонасыщенного коллектора, которая может применяться при анализе гидрогеологических эффектов, регистрируемых при взрывах и землетрясениях. Вариации уровня подземных вод используются в качестве индикатора естественных и техногенно-нарушенных условий массива горных пород. При прецизионном гидрогеологическом мониторинге, направленном на исследовании фазового сдвига между приливной волной M_2 , выделенной в смещении грунта и уровнем водоносного горизонта, необходимо учитывать фоновые вариации уровня подземных вод, связанные с влиянием сезонных факторов и техногенным воздействием. Предложенный научно-методический подход использован при

создании невозмущающего метода оценки негативных последствий динамических воздействий различной интенсивности.

2. Область нарушения гидрогеодинамической обстановки в ближней зоне крупномасштабных взрывов и землетрясений определяется необратимыми изменениями физико-механических и фильтрационных свойств массива горных пород, которые установлены как в эпицентральной зоне, так и локально, на участках, приуроченных к структурным нарушениям (разломам, границам раздела выветрелых и относительно монолитных пород, литолого-стратиграфическим контактам и т.п.). Вариации основных параметров подземного потока, на порядок превышающие фоновые, подтверждают наличие гидравлической взаимосвязи водоносных горизонтов с зонами наведенной трещиноватости. Постепенное и/или скачкообразное изменение уровня с последующей стабилизацией режима подземных вод в зоне воздействий средней интенсивности (промежуточной зоне) при величине максимальной скорости смещения грунта $PGV \sim 1-100$ см/с свидетельствует о локальном изменении фильтрационных свойств коллектора.

3. Пороупругая реакция водонасыщенного коллектора на динамическое воздействие в дальней зоне в платформенных условиях при PGV менее 1 см/с проявляется в виде осцилляции уровня продолжительностью от первых секунд до первых десятков минут. В природной геосистеме на территории геофизической обсерватории ИДГ РАН "Михнево" косейсмические амплитуды уровня от 3 до 110 мм зарегистрированы при PGV от 0.4 до 4 мм/с. В пределах природно-техногенной геосистемы разрабатываемых железорудных месторождений КМА вариации давления в системе "пласт-скважина" при массовых взрывах изменяются от 13 кПа до 20 Па на приведенных расстояниях от 60 до 400 м/кг^{1/3} при PGV от 20 до 0.2 мм/с.

4. Зависимость амплитуды вариаций гидрогеологических откликов от параметра PGV при сейсмическом действии взрывов и землетрясений имеет степенной характер. Основанная на анализе амплитудно-частотных параметров системы "пласт-скважина" типизация гидрогеологических эффектов, регистрируемых в дальней, промежуточной и ближней зонах, соответствует пороупругому, квазиобратимому и необратимому изменению порово-трещинного пространства водонасыщенного коллектора.

5. Предложенная феноменологическая модель реакции водонасыщенного коллектора на сейсмическое воздействие учитывает подобие и типизацию гидрогеологических откликов, выделенных при взрывах и землетрясениях, и может быть использована для ранжирования территории на ближнюю, промежуточную и дальнюю зоны. Прослеженную взаимосвязь между режимом деформирования коллектора и установленными гидрогеологическими эффектами следует учитывать при взаимодействии сооружений высокого уровня ответственности (АЭС, ускорителей, объектов захоронения РАО и др.) с геологической средой.

В диссертационной работе использованы современные методологические подходы и общетеоретические разработки гидрогеологии и геофизики, корреляционный

анализ, аппаратурно-измерительные комплексы, расположенные в природной и природно-техногенной геосистемах;

изложены новые подходы к типизации гидрогеологических откликов на прохождение сейсмических волн от удаленных землетрясений и массовых взрывов; *раскрыты* теоретические положения активизации природно-техногенных процессов, обусловленных нарушением гидрогеодинамической обстановки и изменением состояния водонасыщенного коллектора при динамическом воздействии;

изучены особенности реакции системы «пласт-скважина» на квазистационарные факторы – атмосферное давление, земные приливы и периодические – удаленные землетрясения и промышленные взрывы, а также *определены* диапазоны максимальных значений скорости смещения грунта, при которых могут быть зарегистрированы постсейсмические гидрогеологические эффекты, свидетельствующие о локальном изменении фильтрационных свойств водонасыщенного коллектора.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены мероприятия по организации и проведению дистанционного мониторинга фильтрационных свойств водонасыщенного коллектора в природных и техногенно-нарушенных условиях;

получены новые количественные данные по амплитудам вариаций уровня подземных вод при проведении крупномасштабных взрывов и прохождении сейсмических волн от удаленных землетрясений, изменению давления в системе «пласт-скважина» при массовых взрывах в промышленном регионе;

определены основные закономерности реакции водонасыщенного коллектора на динамические воздействия различной интенсивности;

созданы и зарегистрированы две электронные базы данных «Синхронные сейсмические, гидрогеологические и барометрические измерения при проведении массовых взрывов на железорудных месторождениях КМА в одном пункте (БД № 2020620930) и в двух пунктах (БД № 20216211637);

представлены результаты исследований высокоинтенсивного воздействия на водонасыщенный коллектор и прецизионных наблюдений за вариациями уровня подземных вод и давления в системе «пласт-скважина», которые необходимы для контроля негативных последствий ведения техногенной деятельности;

предложены основные теоретические принципы диагностики режима деформирования водонасыщенного коллектора на основе комплексного анализа гидрогеологических эффектов, зарегистрированных в условиях природно-техногенной и природной геосистем.

Оценка достоверности результатов исследования заключается в том, что:

результаты получены инструментальными измерениями и методами расчета, обработкой массива данных с применением программных пакетов, построением аналитических гидрогеологических схем, разрезов и диаграмм, с использованием современных прецизионных датчиков с разной частотой опроса.

Теоретическая часть диссертационного исследования заключается в системном

подходе, теоретических научных разработках гидрогеологических и геофизических исследований, проводимых при изучении влияния атмосферного давления, приливных волн, землетрясений и взрывов на геологическую среду, а также на обобщении материалов по теме диссертации, опубликованных в ведущих российских и зарубежных изданиях.

Идея работы состоит в комплексном анализе взаимосвязи между режимами деформирования водонасыщенного коллектора и зарегистрированными гидрогеологическими эффектами на основе сопоставимости данных, полученных в процессе обработки синхронной регистрации сейсмических, гидрогеологических и барометрических параметров.

В диссертационной работе:

- *использованы* опубликованные и фондовые материалы, экспериментальные данные многолетнего мониторинга, полученные в период 1983-2021 гг. на различных площадках, расположенных как в пределах природно-техногенных геосистем (территория Семипалатинского испытательного полигона, промышленный регион разработки железорудных месторождений), так и в природной геосистеме (территория геофизической обсерватории ИДГ РАН «Михнево»);
- *применены* современные аппаратурно-измерительные комплексы при организации и проведении многолетнего мониторинга, сформированы базы данных регистрации удаленных землетрясений и массовых взрывов;
- *использованы* методы дистанционной оценки фильтрационных свойств водонасыщенного коллектора с применением программных пакетов в процессе обработки и построении разномасштабных схем, диаграмм, разрезов.

Полученные в диссертации результаты не противоречат ранее опубликованным в российских и зарубежных изданиях материалам по рассматриваемой тематике, являются дальнейшим продолжением исследований по данной проблематике и дополняют мировую базу данных по регистрации гидрогеологических эффектов при динамическом воздействии в ближней и дальней зонах сейсмических событий.

Личный вклад соискателя состоит в систематизации, обработке и интерпретации результатов многолетних исследований; непосредственном участии в организации и проведении экспедиционных работ на территории Семипалатинского полигона, геофизической обсерватории «Михнево» и промышленном регионе, мониторинге сейсмических, гидрогеологических и барометрических измерений, формировании баз данных, анализе изменений гидрогеодинамической обстановки при крупномасштабных взрывах, анализе гидрогеологических откликов на удаленные землетрясения и реакции системы «пласт-скважина» на проведение массовых взрывов, оценке фильтрационных параметров при разных типах динамического воздействия, формулировке защищаемых положений и выводов по работе, подготовке публикаций, апробации результатов работы на российских и международных научных конференциях, представлении полученных результатов в производственных организациях, связанных с мониторингом и разработкой месторождений полезных ископаемых.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания (заданы вопросы): 1. *Применимость пороупругой модели при динамическом воздействии взрывов и землетрясений вызывает сомнение.* 2. *Неясно, почему автор использует для получения степенной зависимости реакции водонасыщенных коллекторов значения максимальной массовой скорости смещения грунта, а не какой-то ее статистической характеристики (средней, например). Ведь величина максимального значения менее робастна.* 3. *Какой гидродинамический смысл имеет «приведенное расстояние» с точки зрения теории нестационарной геофильтрации?* 4. *В диссертационной работе используется деление воздействий на квазистационарные и периодические факторы. Вместе с тем принято относить земные приливы и атмосферное давление к периодическим воздействиям, а взрывы, землетрясения – скорее носят спорадический характер.*

Соискатель ответил на заданные ему в ходе заседания вопросы: 1. *Пороупругая модель использована только для оценки фоновых вариаций фильтрационных свойств коллектора на основе анализа приливной волны M_2 . Исследование реакции системы «пласт-скважина» на прохождение сейсмических волн от удаленных землетрясений выполнено на основе амплитудно-частотного анализа сейсмических и гидрогеологических данных.* 2. *Значение максимальной массовой скорости – общепринятый параметр для оценки сейсмического воздействия массовых взрывов. Он отражает величину максимального напряжения и деформации как на геологическую среду, так и на сооружения.* 3. *Согласно теории подобия, на одинаковых приведенных расстояниях от взрыва одни и те же динамические напряжения и деформации, поэтому использование приведенных расстояний позволяет сопоставлять гидрогеологические эффекты от разных взрывов.* 4. *В диссертационной работе влияние земных приливов и атмосферного давления отнесены к квазистационарным факторам, так как это постоянно действующие составляющие, которые оказывают влияние на состояние коллектора. Взрывы и землетрясения условно отнесены к периодическим, так как в работе рассматривается повторяющийся эффект их воздействия на массив.*

На заседании 30 июня 2022 г. диссертационный совет принял решение за совокупность результатов, полученных в диссертационной работе и сформулированных теоретических положений, которые можно квалифицировать как крупное научное достижение, существенно развивающее научно-методические основы дистанционного контроля фильтрационных свойств водонасыщенного коллектора, обеспечивающее мониторинг природно-техногенного воздействия на недра, присудить **Горбуновой Элле Михайловне** ученую степень доктора геолого-минералогических наук.

При проведении тайного электронного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них докторов наук по специальности 1.6.6. Гидрогеология, участвовавших в заседании – 7, докторов наук по специальности 1.6.9. Геофизика, участвовавших в заседании – 4, из 19 членов, входящих в состав

совета, дополнительно введены на разовую защиту 4 человека, проголосовали: за – 17, против – нет.

Председатель диссертационного
совета, д.г.-м.н.

Алексеев Сергей Владимирович

Ученый секретарь
диссертационного совета,
к.г.-м.н.



Бабичева Виктория Аркадьевна

30 июня 2022 г.