

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Д 212.121.07 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 22 февраля 2017 года №17/1

О присуждении Бобровскому Вадиму Сергеевичу, гражданину России, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Программно-аппаратные средства сети геоэлектрических измерений для изучения локальных и глобальных эффектов, предваряющих сильные землетрясения» по специальности 25.00.10 - «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых» принята к защите 03 ноября 2016 года, протокол № 16/12, диссертационным советом Д 212.121.07, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» Министерства образования и науки Российской Федерации, 117997, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 23, приказ № 105/нк от 11 апреля 2012 г.

Соискатель Бобровский Вадим Сергеевич 1979 года рождения, в 2002 г. окончил Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Камчатский государственный технический университет» по специальности «Управление и информатика в технических системах».

Работает начальником отдела автоматизации Государственного учреждения –Управления Пенсионного фонда РФ в г. Петропавловске-

Камчатском и главным специалистом на кафедре "Сварка, литье и технология конструкционных материалов" в ФГБОУ ВО «Тульский Государственный университет».

Работа выполнена на кафедре геофизики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе».

Научный руководитель – Любушин Алексей Александрович, доктор физико-математических наук (25.00.10 «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых»), Заведующий лабораторией физики колебаний пробных масс Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики земли Российской академии наук имени Отто Юльевича Шмидта.

Официальные оппоненты:

Соловьев Сергей Петрович, гражданин РФ, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории «Приповерхностной геофизики» ФГБУН Институт динамики геосфер РАН.

Сараев Александр Карпович, гражданин РФ, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геофизики, Институт наук о Земле, Санкт-Петербургский государственный университет.

- дали положительные отзывы по диссертации.

Ведущая организация - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт морской геологии и геофизики» Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИМГиГ ДВО РАН), в своем положительном заключении, составленном старшим научным сотрудником лаборатории сейсмологии, к.т.н. Каменевым П.А. и утвержденным Директором ИМГиГ ДВО РАН Богомоловым Л.М., указала, что:

Диссертационная работа Бобровского Вадима Сергеевича «Программно-аппаратные средства сети геоэлектрических измерений для изучения

4

локальных и глобальных эффектов, предваряющих сильные землетрясения», представляет собой полностью оригинальное законченное научно-квалификационное исследование, посвященное актуальной теме развития новых подходов к проблеме прогноза сильных землетрясений на основе совершенствования методов геофизического мониторинга и удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, в соответствии с п. 7 «Положения о присуждении учёных степеней», а автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности: 25.00.10 «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

Соискатель имеет 21 опубликованную работу, из которых 2 – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, 1 работа опубликована в книге, входящей в международную систему цитирования Scopus, одна монография. Общий объем – 135.5 п.л., авторский вклад – 71.5 п.л.

Издание, входящее в международную систему цитирования Scopus:

1. Бобровский В.С. Результаты геоэлектрических измерений как следствие глобального эффекта протонного тектогенеза в кн. Новейшие достижения в вопросах геологии землетрясений под ред. P. Guarnieri. Nova Science Publishers, —2011, —с.189-248. (Bobrovskiy V.S. “The results of subterranean electric measurements on Kamchatka as global effects of proton tectogenesis: damaging earthquakes in Indonesia and China,” in Recent Progress on Earthquake Geology, P. Guarnieri, Ed. Nova Science Publishers, —2011, — pp.189-248. (cited in Scopus).

Издания из перечня ВАК:

1. Любушин А.А., Бобровский В.С., Шопин С.А. Опыт комплексирования глобальных геофизических наблюдений // Геодинамика и Тектонофизика. —2016. —Т. 7(1). —с. 1-21. ISSN: 2078-502X. DOI:10.5800/GT-2016-7-1-0194

5

2. Бобровский В.С. Распределенная сеть электрических измерений в приповерхностных грунтах и некоторые полученные результаты. Известия Тульского государственного университета. Технические науки —2016. —№ 7. — С. 129-138.

Монография

1. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Сейсмоглобальная концепция на примере сильнейших землетрясений с магнитудой $M \geq 8$, произошедших в 2001-2015 г.г. М.: Научный мир, —2016. — 272 с. ISBN: 978-5-915224-26-0

Прочие издания:

1. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. (2011) «КосмоМетеоТектоника». Главы 01-10 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», —2011. —294 с. Деп. в ВИНТИ 24.02.2011 №82-В2011.

2. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. «КосмоМетеоТектоника». Главы 11-15 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», — 2011. —303 с. Деп. в ВИНТИ 11.03.2011 №116-В2011.

3. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. «КосмоМетеоТектоника». Главы 16-22 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», — 2011. —299 с. Деп. в ВИНТИ 16.03.2011 №124-В2011.

4. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники глубокофокусного землетрясения с магнитудой $M 8.3$, возникшего под Охотским морем 2013/05/24 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», —2013. —156 с. Деп. в ВИНТИ 20.06.2013 №176-В2013.

5. Бобровский В.С., Шопин С.А. Сеть подземно-электрических измерений и некоторые полученные результаты // Глубинное строение, геодинамика, тепловое поле Земли, интерпретация геофизических полей. Восьмые научные чтения памяти В.П. Булашевича. Материалы конференции, Екатеринбург: УРО РАН, —2015. — С.38-42.

6. Дода Л.Н., Натяганов В.Л., Бобровский В.С., Шопин С.А. Геофизические признаки сильнейшего глубокофокусного Охотоморского землетрясения 24 мая 2013г. // Глубинное строение, геодинамика, тепловое поле Земли, интерпретация геофизических полей. Восьмые научные чтения памяти В.П. Булашевича. Материалы конференции, Екатеринбург: УРО РАН, — 2015. — С.116-120.

7. Bobrovskiy V.S., Shopin S.A. Experimental subterranean electric measurements network utilized in Kamchatka region // 19th International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC), —2015, — pp.503-507, 14-16 October 2015 doi: 10.1109/ICSTCC.2015.7321343

8. Бобровский В.С., Любушин А.А. Выделение глобальной когерентности геофизических полей статистическим анализом многомерных временных рядов. Тезисы доклада. // VIII Международная конференция «Молодые — наукам о Земле». М.: МГРИ-РГГРУ, —2016. —С. 473-475.

На диссертацию и автореферат поступило 8 отзывов:

От ведущего научного сотрудника Института геофизики УРО РАН, д.г.-м.н. Демежко Д.Ю., Профессора кафедры общей физики Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», д.ф.м.н. Суркова В.В., Доцента кафедры газовой и волновой динамики механико-математического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова, к.ф.м.н. Натяганова В.Л., Доцента кафедры географии Горно-Алтайского государственного университета, к.г.м.н. Шитова А.В., Заведующего кафедрой Аэрологии, охраны труда и окружающей среды, профессора ФГБОУ ВО Тульский государственный университет, д.т.н. Панарина В.М., Технического специалиста по базам данных-программист ООО «Майкромарин Рус», к.ф.м.н. Яковлева П.В., Заведующего кафедрой «Геофизические методы исследований» ФГБОУ ВПО Уфимский государственный нефтяной технический университет, д.т.н. Лобанкова В.М., Заведующего лабораторией ФГБУН Полярный геофизический институт, к.ф.м.н. Сахарова Я.А.

Все полученные отзывы являются положительными, однако содержат

отдельные замечания:

Замечания Демежко Д.Ю.:

Для идентификации сигналов-предвестников предложен критерий: если, $|R_{ab}^i - R_{ab}^{i-1}| \leq \varepsilon$, то наблюдается предвестник. Представим, что сигнал - белый шум. Для него значение этого критерия будет близко к нулю. Означает ли это, что белый шум - самый надежный предвестник? Кроме того, если значения коэффициентов корреляции статистически незначимы, такой же статистически незначимой будет и их разность и, следовательно, предложенный критерий.

Логично, что автор попытался применить алгоритм, разработанный его научным руководителем, к своим данным. Однако синхронизацию микросейсмического шума в достаточно ограниченном районе (блоке, в котором происходит подготовка землетрясения) еще можно объяснить физически. Но какие предпосылки ожидать подобную согласованность в геоэлектрических данных, полученных в Италии, на Алтае и Камчатке?

Замечания Суркова В.В.:

Прежде всего, это весьма бедная физическая интерпретация результатов измерений и наблюдаемых эффектов.

Известно, что крупномасштабные вариации ионосферных и магнитосферных токов могут существенно повлиять на низкочастотные вариации токов, текущих в проводящих слоях земли. Между тем, в автореферате нет данных об исследовании возможной взаимосвязи переменной составляющей измеренных теллурических потенциалов и глобальных вариаций геомагнитной активности, включая Kp, Dst и другие индексы геомагнитной активности.

В работе нет исследований о влиянии на результаты измерений сезонных вариаций метеоусловий (дожди, снег, влияющие на влажность почвы и, следовательно, её электропроводность, и т.п.), температуры, грозовой активности и т.п.

Замечания Натяганова В.Л.:

В качестве замечаний можно отметить некоторую конспективность изложения и даже излишнюю осторожность высказываний в автореферате о возможных физических причинах зарегистрированных на глобальном уровне геоэлектрических возмущений перед сильнейшими землетрясениями с магнитудой не меньше 8. Сам факт регистрации подобных возмущений свидетельствует о наличии глобальной причины или нескольких основных причин, к которым обычно относят особые астрономические конфигурации в Солнечной системе, включая главные фазы Луны. Подобный анализ на корреляционные связи легко осуществим, и представляется важным, однако из автореферата не ясно, был ли такой анализ проделан, и какие предварительные выводы из него следуют.

Замечания Панарина В.М.:

В работе не обоснована организация мониторинга именно на территории, охватывающей Евразийскую часть земной коры с координатами по широте от 42 С до 56 С и долготе от 14 В до 159 В. Представляется, что сеть мониторинга должна охватывать весь земной шар, а не только часть Северного полушария, не включающую Северную Америку.

В работе не исследовалось влияние возможных техногенных и естественных помех (грозовая активность), а также метеорологических условий в районе расположения станции мониторинга на регистрируемые сигналы.

Замечания Яковлева П.В.:

Одной из важных технических проблем информационных систем мониторинга, особенно в малонаселенных районах, Камчатки, Курил, Прибайкалья, является отключение электропитания, прерывание связи, разрыв кабеля и другие нарушения работы аппаратуры мониторинга. Однако в функциональной схеме операционного центра данная проблема никак не учитывается.

Из текста автореферата не следует явным образом, происходит ли автоматический отбор сигналов в соответствии с критерием выделения аномалии прогностического признака?

Из автореферата не явно следует, как решается проблема доступа к оперативным данным операционного центра пользователей. Одной из важных задач информационных систем мониторинга, особенно в сейсмоактивных районах, является обеспечение доступа к данным оперативной обработки при помощи сети Интернет, что дает возможность заинтересованным сторонам использовать оперативные данные для исследований в области оперативного прогноза сейсмичности, а также для разработки и создания реальных систем прогнозирования.

Замечания Лобанкова В.М.:

В первом защищаемом научном положении следовало бы защищать не сами новые программно-аппаратные средства регистрации нестационарных геоэлектрических процессов, а тот положительный научный эффект, который получен с их использованием. Защищаемое положение - это научное утверждение автора, справедливость которого он доказывает в диссертации и в процессе ее защиты.

Не приведены метрологические характеристики созданной автором информационно-измерительной системы. Следовало бы указать сведения о собственной случайной погрешности системы, а также наибольшие допускаемые изменения выходного сигнала за нормированное время непрерывной работы. Это позволило бы судить о минимальном полезном сигнале, который система может уверенно выделять для решения поставленной задачи.

Не оценены факторы, влияющие на ограничения применимости предложенной автором методики оценки текущей сейсмической опасности.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью в соответствующей отрасли наук и наличием у оппонентов публикаций в соответствующей сфере исследования,

широкой известностью ведущей организации своими достижениями по исследованию природных катастроф с использованием средств исследования поверхности и недр Земли с помощью инфраструктуры пространственных данных и алгоритмов обработки данных мониторинга геофизических процессов, тем самым своей способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработан и внедрен программно-аппаратный комплекс для регистрации нестационарных геоэлектрических сигналов в приповерхностной части разреза для сбора геофизических данных, обеспечивающих комплексирование временных рядов геоэлектрического мониторинга с другими данными, в первую очередь с данными существующего сейсмического мониторинга при решении проблемы прогноза сильных землетрясений. Применение оригинальной методики позволило выявить новые закономерности процессов подготовки землетрясений на глобальном и локальном уровне.

Предложены: методика комплексирования разнородных геофизических сигналов с использованием математического аппарата многомерных временных рядов; критерий выявления нестационарных (резко изменяющихся по амплитуде) геоэлектрических сигналов, отличающихся по величине амплитуды более чем в $2.7...3.14$ раза от фона; методика идентификации сигналов-предвестников, заключающийся в поиске моментов времени, связанных со всплесками коэффициентов парной корреляции между различными каналами станции геоэлектрических измерений.

Доказано наличие нового геофизического эффекта – резкое изменение коэффициентов парной медианной корреляции между рядами измерений на локальной станции геоэлектрических измерений в связи с подготовкой землетрясений; существование эффектов синхронизации в сигналах, регистрируемых на сети пунктов наблюдений в разных странах Евразии.

Введены: понятие компактной многоэлектродной измерительной системы.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что

доказано существование нестационарных геоэлектрических сигналов, наблюдаемых независимо от расстояния до гипоцентра землетрясения, путем систематического геоэлектрического мониторинга в разных регионах по единой методике с использованием унифицированных программно-аппаратных средств. Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы средства статистического анализа и робастной статистики, метод главных компонент, позволившие обнаружить новый геофизический эффект скачка медианы коэффициента корреляции пар каналов многоэлектродной измерительной станции, предшествующий сильным землетрясениям;

изложены аргументы, что подготовка наиболее сильных землетрясений с магнитудой $M \geq 8$ является планетарным геодинамическим процессом, и его проявления могут быть обнаружены вне зависимости от расстояния между станцией и гипоцентром события;

изучены связи временных рядов сети станций наблюдений (их когерентность) на основе применения метода Фурье-агрегированных сигналов, и предложена интерпретация глобальной когерентности, которая наблюдалась на сети геоэлектрических измерений в северном полушарии, и когерентность их совместного поведения с данными сети широкополосных сейсмических станций (F-net на Японских о-вах) как отклик на подготовку мантийного Охотоморского землетрясения 24 мая 2013г.

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

Разработаны и внедрены

- схема информационно-измерительной системы, состоящей из 16-канального модуля сбора данных в диапазоне 0-4000 Гц и сервера для

приема, анализа и хранения данных, примененные ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет» при выполнении государственного контракта №14.577.21.0109 от 22 сентября 2014 г. ПНИ «Разработка сети комплексного геофизического мониторинга для прогноза экстремальных природных процессов» (шифр 2014-14-579-0057-015) в рамках Федеральной целевой программы "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы" (универсальный идентификатор проекта RFMEFI57714X0109), а также в учебном процессе при подготовке магистрантов по направлению 20.04.01 техносферная безопасность с профилем «Промышленная экология и рациональное использование природных ресурсов» в ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»;

определены требования к функциональным элементам постоянно-действующего сервера по сбору, хранению и анализу данных;

создана постоянно-действующая сеть геоэлектрического мониторинга в Евразии (Камчатка, горный Алтай, Тульская область, Крым, Италия);

представлены предложения по дальнейшему совершенствованию разработанной системы для уплотнения сети станций с комплексированием временных рядов геоэлектрического мониторинга с другими данными, в первую очередь данными сейсмического мониторинга.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- результаты исследования получены на современном сертифицированном оборудовании, показана их воспроизводимость в различных регионах Евразии.

- теория согласуется с известными экспериментальными данными по теме диссертации;

- идея диссертационной работы Бобровского В.С. базируются на анализе практики и передового опыта регистрации параметров электротеллурического поля и обобщении мирового опыта по обработке

данных в проблеме прогноза землетрясения. При этом использованы современные методики сбора и обработки исходной информации.

Личный вклад автора заключается в анализе литературных источников по проблематике работы, в постановке теоретических и экспериментальных задач и их решении, реализации международного научного исследования и осуществлении непрерывного геоэлектрического мониторинга в Евразии, реализации аппаратной и программной части единого постоянно-действующего центра сбора, обработки и хранения данных, непосредственном участии в анализе, обработке, обобщении результатов теоретических, исследовательских работ, разработке методических рекомендаций, планировании и организации опытно-производственных работ, подготовке публикаций по теме работы.

На заседании 22 февраля 2017 года диссертационный совет принял решение присудить *Бобровскому Вадиму Сергеевичу* ученую степень *кандидата технических наук*.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 15 докторов наук по специальности 25.00.10 - «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых», участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени - 14, против присуждения ученой степени - 0, недействительных бюллетеней - 1.

Председатель диссертационного совета

д.т.н.

 В.С. Афанасьев

Ученый секретарь диссертационного совета

к.т.н., доцент

 В.В. Романов

22 февраля 2017 г.