

О Т З Ы В

официального оппонента д.т.н., доцента Хорошилова Валерия Степановича на диссертацию Филиппова Владимира Геннадьевича на тему: «Геодезическое обеспечение методов наблюдений за деформациями склонов на основе технологии спутникового позиционирования», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.22. Геодезия

Представленная на рассмотрение диссертация включает введение, четыре главы с выводами по каждой из них, заключение, список литературы, состоящий из 292 наименований и 16 приложений. Диссертационное исследование изложено на 211 страницах машинописного текста и содержит 39 рисунков и 54 таблицы. Язык, стиль диссертации и автореферата соответствуют принятым стандартам научно-исследовательской работы. Текст проиллюстрирован необходимым количеством схем, рисунков и графиков.

Актуальность темы диссертации

Возникновение чрезвычайных ситуаций зачастую связано с оползневой активностью. Оползни относятся к опасным природным явлениям, сопровождающимися сходом со склонов масс грунта, горных пород под действием силы тяжести или в совокупности с оказываемыми на склон дополнительными нагрузками, вызванными природными или техногенными факторами. Нередки случаи схода оползней непосредственно в населённых пунктах, а также в непосредственной близости от них, что представляет реальную угрозу жизни и здоровью проживающих там людей. По данным ООН только за последние 20 лет произошло порядка 7056 природных катаклизмов, в которых 1,35 миллиона людей погибли и 4,2 миллиарда людей пострадали. При этом следует отметить, что затраты на мероприятия по ликвидации катастроф имеют тенденцию на рост: для РФ общая сумма выплат на ликвидации чрезвычайных ситуаций разного характера в 2018 году составляла 11 миллиардов рублей, в то время, как в 2019 году сумма составила уже порядка 20 миллиардов рублей.

Однако, несмотря на развитие современных технологий прогнозирования и инженерной защиты, склоновые процессы все еще остаются трудно контролируемыми и негативно влияют на сооружения, инфраструктуру и нередко приводят к человеческим жертвам. Важность изучения динамики оползневых процессов подтверждается Постановлениями Правительства Российской Федерации: «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» (№ 794 от 30.12.2003 (ред. от 17.01.2024)), «О силах и средствах системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» (№ 1007 от 08.11.2013 (ред. от 05.04.2022)), «О Порядке сбора и обмена в Российской Федерации инфор-

ОТЗЫВ

ВХ. № 9 - 118 от 27.05.25
АУ УС

мацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (от 24.03.1997 № 334 (ред. от 16.06.2022)) и другими нормативными актами.

Периодические геодезические наблюдения на оползневых склонах направлены на плановые и высотные определения положения деформационных знаков, закреплённых в теле оползня и перемещающихся вместе с ним, что позволяет в последующем оценить величины его смещений и прогнозировать дальнейшее состояние склоновой системы. Определение координат и высот деформационных знаков может осуществляться разными методами, включая линейно-угловые измерения, технологию спутникового позиционирования, методы дистанционного зондирования Земли, аэрофотосъёмки, фотограмметрии, воздушного лазерного сканирования и др.

Действующая в РФ нормативная документация регламентирует применение геодезических методов наблюдений за оползнями, однако, при этом все еще в недостаточной степени представлены методики проведения работ на оползневых склонах с применением современных геодезических средств и методов измерений. В связи этим, задачи наблюдения, обработки и интерпретации результатов геодезических наблюдений при изучении деформационных процессов оползневых склонов с использованием технологии спутникового позиционирования в современных условиях - являются *актуальными*, а их решение существенно повышает роль геодезического обеспечения в рамках комплексных исследований опасных склоновых процессов, а также в снижении рисков, связанных с оползневой опасностью.

Содержание диссертации соответствует пунктам 3,4 и 9 паспорта научной специальности 1.6.22. «Геодезия», разработанного экспертным советом ВАК Минобрнауки РФ по техническим наукам (Науки о Земле).

Научная новизна диссертационных исследований

1. Разработан метод оценки стабильности опорной сети аппроксимацией плановых координат и высот её пунктов плоскостью. Новый метод позволяет оценивать стабильность опорных сетей в пространстве по данным спутниковых наблюдений.
2. Предложен способ классификации методов и геодезического оборудования в зависимости от скорости оползневых смещений. Предложенный способ классификации позволяет обосновать применение методов и оборудования при различных скоростях оползневых смещений.
3. Выполнено исследование технологии RTK, по результатам которой подготовлена комплексная методика определения пространственных смещений наблюдаемых оползневых склонов на основе технологии спутникового позиционирования в режиме реального времени путем варьирования ряда основных факторов, таких как: априорная точность ГНСС-

оборудования (ГНСС – глобальные навигационные спутниковые системы); длительность сеанса наблюдений; удаление ровера от базовой станции; количество наблюдаемых спутников и их геометрия; значение факторов снижения точности (DOP); способ подключения к базовой станции (одиночная базовая станция или сетевой режим), что позволило достигнуть заданной средней квадратической погрешности определения смещений деформационных знаков на оползневом склоне относительно опорных пунктов не превышающих 20 мм в плане и 10 мм по высоте.

4. Предложен способ определения положения недоступных для прямой видимости и наблюдений технологией спутникового позиционирования деформационных пунктов в теле оползня путём выполнения линейно-угловых измерений с принудительными отклонениями вежи с отражателем от отвесного положения (патент на изобретение).

5. Разработана методика корректировки прогноза оползневых смещений по функции, полученной путём линейной аппроксимации величин смещений, эффективность которой подтверждена в ходе математических расчётов и моделирования различных возможных вариантов оползневых смещений.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, выносимых соискателем на защиту, основаны на результатах обширного объема экспериментальных исследований с применением современных методов, технологий и средств измерений, значительным количеством проработанных отечественных и зарубежных литературных источников и подтверждается согласованностью результатов теоретических расчётов с результатами экспериментальных наблюдений на местности, а также апробацией результатов исследований на оползневом склоне левого берега р.Тосны и на производственных объектах ООО «НПП «БЕНТА».

Основные положения диссертационного исследования были доложены на 10 научно-практических конференциях, в том числе на 3 международных, среди которых: Национальная научно-практическая конференция «Устойчивое развитие земельно-имущественного комплекса муниципального образования: землеустроительное, кадастровое и геодезическое сопровождение» (ноябрь 2022 года, г. Омск); XXII Всероссийская конференция «Перспективы развития горно-металлургической отрасли (Игошинские чтения – 2022)» (ноябрь 2022 года, г. Иркутск); XI Форум вузов инженерно-технологического профиля Союзного государства «Технологическая интеграция» (декабрь 2022 года, г. Минск); Научная конференция студентов и молодых учёных «Полезные ископаемые России и их освоение» (апрель 2023 года, г. Санкт-Петербург); XVI Всероссийская конфе-

рениция «Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых» (ноябрь 2023 года, г. Пермь); XX Международная выставка и научный конгресс «Интерэкспо ГЕО-Сибирь» (май 2024 года, г. Новосибирск); XI Международная научно-практическая конференция «Инновационные направления в проектировании горнодобывающих предприятий. Безопасное и эффективное освоение месторождений полезных ископаемых» (май 2024 года, г. Санкт-Петербург); V Всероссийская научно-практическая конференция «Геодезия, Картография, Геоинформатика и Кадастры. Инновации в науке, образовании и производстве» (октябрь 2024 года, г. Санкт-Петербург); Научная конференция студентов и молодых учёных Санкт-Петербургского горного университета императрицы Екатерины II «Полезные ископаемые и их освоение» (октябрь 2024 года, г. Санкт-Петербург); XX Всероссийская конференция-конкурс «Актуальные проблемы недропользования» (декабрь 2024 года, г. Санкт-Петербург).

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных соискателем, не противоречит теоретическим положениям, изложенным российскими и зарубежными учеными.

Научные результаты, их ценность

Результаты диссертационного исследования Филиппова В. Г. обладают научной и практической ценностью. К их числу можно отнести разработанные соискателем:

- метод оценки стабильности опорной сети аппроксимацией плановых координат и высот её пунктов плоскостью;

- методику применения спутникового позиционирования в режиме реального времени (RTK) путем варьирования значениями ряда основных факторов (априорной точности ГНСС-оборудования, длительности сеанса наблюдений, удаления ровера от базовой станции, количества наблюдаемых спутников и их геометрия, значения факторов снижения точности (DOP) и способ подключения к базовой станции;

- разработанную методику корректировки прогноза оползневых смещений по функции, полученным путём линейной аппроксимации величин смещений, эффективность которой подтверждена в ходе математических расчётов.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 12 печатных работах, в том числе в 2-х статьях – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук; в 4-х статьях – в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования (Scopus). Получен 1 патент на изобретение (способ) и 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Теоретическая значимость работы заключается состоит в разработке:

- метода оценки стабильности опорной сети аппроксимацией плановых координат и высот её пунктов плоскостью;
- формировании классификации выбора метода и геодезического оборудования в зависимости от скорости оползневых смещений;
- разработке способа линейно-угловых измерений с принудительными отклонениями вехи с отражателем от отвесного положения в случае отсутствия прямой видимости между пунктами на оползневом склоне (патент на изобретение);

Практическая значимость заключается в обосновании возможности:

- применения разработанного соискателем алгоритма анализа смещений характерных элементов плоскости при исследовании стабильности пространственной опорной сети, который показал хорошую сходимость с известным методом Костехеля (по высоте) и последовательного анализа (в плане);
- разработке регламента применения технологии спутникового позиционирования в режиме реального времени при наблюдениях за деформациями оползневых склонов;
- прогнозировании величин оползневых смещений на основе анализа временных рядов оползневых смещений по изменениям коэффициентов k и b уравнения прямой, полученной путём линейной аппроксимации величин оползневых смещений для оползней с равномерными многолетними движениями типа «крип», у которых наблюдались одиночные резкие скачки скорости оползневых смещений в течение периода наблюдений.

Также практическая значимость подтверждается наличием 2-х свидетельств о государственной регистрации программы для ЭВМ для оценки стабильности опорной сети в пространстве по данным спутниковых наблюдений. Полученные соискателем результаты диссертационной работы внедрены в производственный процесс компанией ООО «Научно-производственное предприятие «БЕНТА», что подтверждается актом внедрения от 15.11.2024 г., и что подчеркивает прикладной характер и практическую значимость диссертационной работы.

Личный вклад автора

- выполнен анализ российской и зарубежной литературы по вопросам наблюдения оползневых склонов;
- разработан алгоритм оценки стабильности опорных геодезических сетей на оползневых склонах по пространственным координатам и программное обеспечение для его реализации;

– разработана классификация условий и параметров геодезических наблюдений на оползне для определения смещений деформационных знаков в теле оползня с применением технологии спутникового позиционирования в режиме реального времени;

– разработана методика прогнозирования величин смещений оползня типа «крип» по геодезическим данным на основе линейной аппроксимации величин смещений и анализа изменения коэффициентов уравнения полученной прямой;

– выполнены полевые геодезические работы, обработка и интерпретация полученных данных на оползневом склоне левого берега реки Тосны (Ленинградская область), подтверждающие возможность применения разработанной методики.

Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты диссертационной работы соискателя базируются на обширной теоретической и научной базе. Практическое применение заключается в возможности применения разработанных соискателем научных и практических положений при изучении динамики оползневых склонов на примерах оползней типа «крип» с равномерными скоростями смещений с дальнейшей возможностью расширения исследования и для других типов оползней. А разработанный метод оценки стабильности опорных геодезических сетей возможно применить для других типов опорных геодезических сетей.

Замечания и вопросы по работе

Диссертационная работа и автореферат написаны на высоком научном уровне и содержат достаточное количество исходных данных, формул и подробных расчетов, пояснений, графиков, рисунков. Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации.

Вместе с тем, при прочтении работы возникли некоторые вопросы, пожелания и замечания.

1. В тексте автореферата и в диссертации в разделе **«Задачи исследования»** представлены 5 сформулированных задач, а в **Заключении** (в выводах по работе) представлено уже 6 решенных научных задач. Должно быть соответствие заявленных и решенных задач.

2. На наш взгляд, «предмет исследования – геодезические методы оценки оползневых деформаций» сформулирован соискателем достаточно широко и больше подходит для формулирования «объекта исследования». Для «предмета исследования» более уместно было бы, сузить поле исследования до конкретной методики, например, путем детализации формулирования названия главы 2.

3. В диссертации присутствуют разночтения при формулировании выводов по главам, отдельных положений и выводов при использовании

таких терминов: как «метод», «способ», «методика». Надо более аккуратно относиться к применяемой терминологии.

4. При рассмотрении вопросов в области классификации оползней, на наш взгляд, следовало бы привести дополнительно и классификации зарубежных авторов, например, таких как (Р. Кризек. Оползни: исследование и укрепление / пер. с англ. А.А. Варги, Р.Р. Тиздель // под ред. Г.С. Золотарева. 1981. М.: Мир. – 368 с.) и обновленную классификацию оползней по Д. Варнесу (*Oldrich Hungr, Serge Leroueil, Luciano Picarelli. The Varnes classification of landslide types, an update / Landslides/ 2014. Volume 11. p. 167-194*). У соискателя представлена устаревшая классификация оползней по Д. Варнесу 1958 года.

В тоже время следует отметить, что высказанные замечания не снижают общей положительной оценки выполненных диссертационных исследований.

Заключение по диссертации

Диссертация выполнена на актуальную тему, имеет научную и практическую ценность и представляет собой законченное научное исследование.

Результаты исследований прошли достаточную апробацию на 3-х международных и 7 научно-практических конференциях. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

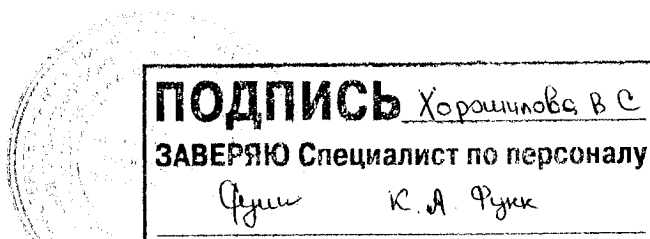
Диссертация «Геодезическое обеспечение методов наблюдений за деформациями склонов на основе технологии спутникового позиционирования», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.22. Геодезия полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения Высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор **Филиппов Владимир Геннадьевич** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности **1.6.22. Геодезия**.

Официальный оппонент,
профессор кафедры космической и физической геодезии
д.т.н., доцент

Хорошилов Валерий Степанович



Хорошилова В.С. заверяю



16.05.2025

Сведения об официальном оппоненте:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий»

Почтовый адрес: 630108, Новосибирская обл., г. Новосибирск, ул. Плеханова, д. 10

Официальный сайт в сети Интернет: <https://sgugit.ru/>

Эл. почта: rektorat@ssga.ru

Телефон: +7 (383) 343-39-37