

Министерство высшего образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Российский государственный геологоразведочный
университет имени Серго Орджоникидзе»

СТЕНОГРАММА

заседания диссертационного совета Д 212.121.01, созданного на базе
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Российский государственный геологоразведочный
университет имени Серго Орджоникидзе» Министерство высшего
образования и науки Российской Федерации

от 19 декабря 2019 года

Повестка дня:

Защита диссертации Кургузова Константина Владимировича

на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук на
тему:

«Стохастическое моделирование литотехнических систем», по
специальности

25.00.08 – «Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение»

Москва – 2019 г.

Заседание ведут:

Заместитель председателя диссертационного совета

д-р геол.-минерал. наук, проф.

Лисёнков А.Б.

Ученый секретарь

диссертационного совета

д-р геол.-минерал. наук, доцент

Ганова С.Д.

Заместитель председателя

Здравствуйте, уважаемые коллеги.

Прежде всего хотелось бы начать с минуты молчания в честь безвременно ушедшего из жизни председателя совета профессора Вадима Владимировича Пендина. Начнем работу нашего ученого совета. У нас присутствует кворум. Из 22 присутствует 17 человек, по специальности защищаемой диссертации – 9 человек:

1. Лисёнков А.Б. - зам. председателя совета, д-р геол.-минерал. наук, 25.00.07.
2. Ганова С.Д. - ученый секретарь, д-р геол.-минерал. наук, 25.00.08.
3. Абрамов В.Ю. - д-р геол.-минерал. наук, 25.00.07.
4. Вязкова О.Е. - д-р геол.-минерал. наук, 25.00.07.
5. Дмитриев В.В. - д-р геол.-минерал. наук, 25.00.08.
6. Дроздов Д.С. - д-р геол.-минерал. наук, 25.00.08.
7. Игнатов П.А. - д-р геол.-минерал. наук, 25.00.07.
8. Козловский С.В. - д-р геол.-минерал. наук, 25.00.08.
9. Лехов А.В. - д-р геол.-минерал. наук, 25.00.07.
10. Пашкин Е.М. - д-р геол.-минерал. наук, 25.00.08.
11. Скопинцева О.В. - д-р технических наук, 25.00.08.
12. Фоменко И.К. - д-р геол.-минерал. наук, 25.00.08.
13. Хоменко В.П. - д-р геол.-минерал. наук, 25.00.08.
14. Черепанский М.М. - д-р геол.-минерал. наук, 25.00.07.
15. Экзарьян В.Н. - д-р геол.-минерал. наук, 25.00.08.
16. Ярг Л.А. - д-р геол.-минерал. наук, 25.00.08.
17. Штенгелов Р.С. - д-р геол.-минерал. наук, 25.00.07.

Таким образом, кворум у нас присутствует, диссертационный совет правомочен перейти к повестке дня.

На повестке: защита диссертации Кургузова Константина Владимировича по теме «Стохастическое моделирование литотехнических систем». Специальность 25.00.08 – «Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение». Работа выполнена на кафедре инженерной геологии гидрогеологического факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе».

Научный руководитель – доктор геолого-минералогических наук, Фоменко Игорь Константинович, профессор кафедры инженерной геологии ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе».

Официальные оппоненты:

Самарин Евгений Николаевич – доктор геолого-минералогических наук, доцент, профессор кафедры инженерной и экологической геологии Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова

Дейнеко Андрей Викторович – кандидат технических наук, доцент заместитель директора по научно-технической работе ООО «СпектрумСтройСервис»

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ).

Для зачитания личного дела диссертанта предоставляется слово Гановой Светлане Дмитриевне, ученому секретарю диссертационного совета.

Ученый секретарь

Кургузов Константин Владимирович 1977 года рождения в г. Москве. Имеет 2 высших образования В 2002 г. окончил государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский Государственный Строительный Университет» по специальности «Промышленное и гражданское строительство».

В 2009 г. окончил государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Финансового Университета при Правительстве РФ – Всероссийский заочный финансово-экономический институт по специальности «Финансы и кредит».

В 2014 г. окончил негосударственное профессиональное образовательное учреждение «Институт проектного управления, РМІ» (США), по направлению проектного менеджмента, с присуждением степени РМР (Пи Эм Пи).

С 2017 по 2019 год был закреплен в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждение высшего образования «Российским государственным геологоразведочным университетом имени Серго Орджоникидзе» на кафедре инженерной

геологии в качестве соискателя. Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе», № 10-16-361 от 01.07.2019 года

Диссертация выполнена на кафедре инженерной геологии гидрогеологического факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе».

Диссертационная работа Кургузова Константина Владимировича рассмотрена и прошла предварительную защиту на кафедре инженерной геологии 10 сентября 2019 года протокол №19/8. Кафедра постановила «рекомендовать диссертацию к защите в диссертационном совете Д 212.121.01 на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.08 – Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение». Утверждено ректором МГРИ Косьяновым Вадимом Александровичем. По результатам голосования диссертация была рекомендована.

Принято к защите 10 октября 2019 года протокол 19/9 диссертационного совета Д 212.121.01.

Основные научные результаты по теме диссертации изложены в 11 печатных работах, в том числе в 3 статьях, опубликованных изданиями, включенными в «Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук». В них полностью изложены все материалы диссертации.

В диссертационной работе отсутствуют заимствованные материалы без ссылок на авторов и (или) источники заимствования, что подтверждено Заключением об оригинальности № ID 7037010, выданным системой «Антиплагиат». Диссертация была проверена системой 30 сентября 2019 года, система показала, что оригинальность текста составляет 86,33%.

Все предоставленные документы, соответствующие требованиям ВАК о порядке присуждения ученых степеней и званий изложены в деле.

Заместитель председателя

Вопросы по личному делу? Вопросов нет. Спасибо.

Приступаем к докладу соискателя. Доклад не более 20 минут.

Кургузов Константин Владимирович

Добрый день уважаемые члены диссертационного совета, уважаемые гости.

Цель работы: теоретическое обоснование и практическое применение вероятностно-статистической методологии для оценки состояния и поведения литотехнических систем (ЛТС) при широком спектре факторов неопределенности.

Актуальность диссертации заключается в том, что существует объективная необходимость анализа неопределенности задач инженерной геологии, и факторов, определяющих состояние и поведение литотехнических систем. Разработанный метод оценки неопределенности ЛТС на основе вероятностно-статистического подхода, объединяющего методы математической статистики, теории вероятности, теории надежности, в решении задач инженерной геологии и геотехники, направлен на снижение общего уровня неопределенности ЛТС и, как результат, повышения их надежности.

Основная идея работы

Геологические процессы, не являются всецело детерминированными, но всегда включают случайную компоненту [Бондарик Г.К.].

$$R(\vec{\xi}, t) = M[R(\vec{\xi}, t)] + \Delta R(\vec{\xi}, t)$$

Где R – геологический параметр; $M[R(\vec{\xi}, t)]$ – неслучайная компонента поля, его математическое ожидание; $\Delta R(\vec{\xi}, t)$ – случайная компонента поля; $\vec{\xi}$ – вектор координат пространства; t – время.

Не учёт случайной компоненты в структуре численных оценок геологического параметра (использования чисто детерминированных моделей) неизбежно приводит к ошибочным результатам. Поэтому использование ВСП, формирование моделей неопределенностей, учитывающих многомерные поля случайных величин, и выполнение стохастических расчетов для анализа литотехнических систем является не только целесообразным, но и необходимым процессом в современной инженерно-геологической практике.

Объектом данного исследования является литотехническая система.

Первое защищаемое положение:

Неопределенность ЛТС является важной, причинной категорией при решении ИГ задач. Ее изучение и анализ сводятся к двум задачам: к построению расчетной модели неопределенности, с количественным описанием различных аспектов и к последующему учету данной модели в стохастическо-детерминированных расчетах ЛТС.

Задачи:

1. Изучить и проанализировать неопределенность, как научную категорию, при решении инженерно-геологических задач;

2. Определить область применения вероятностно-статистического подхода при моделировании литотехнических систем, с целью снижения общего уровня неопределенности;

Неопределенности литотехнических систем

«Исследуя источники неопределенности появляется понимание, что она неизбежна. Вопрос не в том, нужно или не нужно ее исследовать, а в том – как?».

Herbert H. Einstein

Анализ неопределенности ЛТС является предметом данной диссертационной работы.

Отсутствие полноты информации о составе, строении, состоянии и свойствах литотехнических систем, о законах геологических процессов, обуславливает неопределенность инженерно-геологических задач.

Под неопределенностью, в данной работе, будем понимать ситуацию неоднозначности или неполноты информации при принятии решений.

Высокий уровень неопределенности является характерной особенностью геологических дисциплин среди других наук.

Существуют различные классификации неопределенности задач ЛТС, которые в общем виде сводятся к двум типам:

Алеаторная (**онтологическая**) неопределенность – связана с фундаментальными свойствами, а именно со случайным характером изучаемых процессов;

Эпистемическая (**гносеологическая**) неопределенность связана с отсутствием достаточных знаний о процессах и неточностью моделей описывающих данные процессы.

В соответствии с европейским стандартом геотехнического проектирования **Еврокод 7**, неопределенность связывают непосредственно с расчетными моделями, точнее с элементами расчетных стохастических моделей (Trevor L.L.Orr, 2015):

- Факторы воздействия на геотехнические системы – нагрузки и воздействия, классификация и учет которых основывается на общепринятых квазивероятностных подходах теории надежности и методов предельных состояний;
 - Неопределенность достоверности расчетных моделей, под которой подразумевается несовершенство описанных механизмов геологических процессов.
- Неопределенности литотехнических систем**
- Вариативность физико-механических характеристик грунтов. Данный элемент включает природную анизотропию грунтовых параметров, ограниченность данных об исследуемой площадке строительства, качество инженерно-геологических

изысканий и ошибки экстраполяции данных исследуемой выборки на генеральную совокупность;

- Неопределенность геометрических параметров объектов исследования, которые связаны с геоморфологическими условиями площадки, геометрией инженерных сооружений, а также геологическими аномалиями – системой трещин скальных пород, карстовые полости и пр.;

Более подробная классификация факторов неопределенности ЛТС:

- природная неоднородность грунтов (гетерогенность, стратиграфические и геоморфологические условия площадки);
- геологические аномалии (система трещин и карстовых полостей);
- малая изученность площадки строительства (низкий уровень информационного обеспечения);
- ошибки измерения;
- неопределенность связанная с изменением свойств и состояний грунтов во времени;
- факторы нагрузок и воздействий на ЛТС;
- неопределенность достоверности (адекватность) расчетных моделей (эмпирических, аналитических, численных);
- неопределенность статистических методов и моделей;
- неопределенность принимаемых решений (человеческий фактор) – субъективность экспертных оценок и пр.

Факторы неопределенности могут быть учтены количественным образом при решении задач инженерной геологии на базе вероятностно-статистической методологии, что позволяет обеспечивать проектирование ЛТС с заданным, количественным уровнем надежности.

Сравнительный анализ результатов моделирования на основе ВПС с детерминированным подходом, на примере расчета несущей способности свайного фундамента.

Цель расчета – оценка несущей способности сваи посредством расчетного анализа стохастическо-детерминированной модели.

Анализ несущей способности выполнялся на основе 4х детерминированных расчетов и на основе 1го расчета СДМ.

Результат детерминированных расчетов (1 этап)

На рисунке представлены значения результатов 4х детерминированных расчетов.

Данные результаты отражают высокую неопределенность значения несущей способности свай, в силу широкого разброса результатов.

Детерминированные расчеты не позволяют количественно учесть уровень неопределенности.

Для количественного учета неопределенности необходимо использовать вероятностно-статистическую методологию.

Метод предельных состояний (МПС) заложенный во все расчетные методики по нормативным документам (СП и пр.) не позволяет детально учитывать вероятностную природу различных процессов. Наличие в процессах случайной компоненты в соответствии с МПС учитывается лишь системой эмпирических коэффициентов, которые не могут учитывать разнообразные инженерно-геологические условия. Система нормативных коэффициентов направлена лишь на «подавление» неопределенности.

Стохастический расчет (одно-факторный анализ)

Целью данного расчета является анализ несущей способности свай при количественном учете фактора неопределенности – **гетерогенности механических свойств грунтов**.

Количественный анализ факторов неопределенности для оценки работоспособности геотехнических систем возможен на основе вероятностно-статистической методологии.

Для оценки несущей способности свай была построена стохастическо-детерминированная модель (СДМ) на основе методики оценки несущей способности по данным статического зондирования.

Стохастический анализ выполнялся с помощью численного метода вероятностно-статистического моделирования.

Результат стохастического расчета (одно-факторный анализ)

Расчет демонстрирует возможность количественной оценки факторов неопределенности ЛТС.

Частные значения стохастической совокупности являются вероятными значениями несущей способности свай.

Расчет позволяет построить функцию работоспособности свай, на основе которой возможно получение количественных параметров работоспособности.

Стохастический расчет (двух-факторный анализ)

Целью данного расчета является анализ несущей способности свай при количественном учете двух факторов неопределенности – **гетерогенности грунтов и стратиграфической ситуации.**

Результат стохастического расчета (двух-факторный анализ)

Расчет демонстрирует возможность количественной оценки факторов неопределенности ЛТС.

Частные значения стохастической совокупности являются вероятными значениями несущей способности свай.

Расчет позволяет построить функцию работоспособности свай, на основе которой возможно получение количественных параметров работоспособности – **коэффициент надежности β , или вероятность отказа свай в грунте $R(f)$.**

Результат расчета стохастическо-детерминированной модели

Диаграмма рассеяния с зонированными областями, значений F_u является геометрической интерпретацией характеристики безопасности и отражает статистическую природу несущей способности свай.

Расчет позволяет оценить вероятность отказа свай $P(q)$ в период эксплуатации, т.е. позволяет провести количественную оценку надежности несущей способности свай с учетом двух факторов неопределенности:

- Фактора гетерогенности св-в грунта
- Фактора стратиграфической неопределенности.

Математическое ожидание данной функции сопоставимо со значениями полевых испытаний свай.

Неопределенности литотехнических систем

Вероятностно-статистическая методология расчетов литотехнических систем сегодня имеет весьма широкую область применения. Перечислим некоторые аспекты:

- Определение оптимального уровня (по составу и объему) инженерно-геологических изысканий, исходя из требуемых первичных данных и требований к будущему объекту строительства (реконструкции);
- На базе аппарата количественного моделирования пространственных данных, возможно существенное перестроение методологии инженерно-геологических изысканий;
- Построение пространственно-корреляционных моделей исследуемой области литосферы, с выполнением анализа информационного массива данных с целью последующей обработки и построения стохастических расчетных моделей

литотехнической системы или имплементации данных в информационно-цифровую модель объекта (концепция BIM проектирования);

- Исследование случайных полей функций нагрузок и воздействий, а также функций сопротивления литотехнических систем;
- Разработка стохастических моделей, с учетом объектного уровня неопределенности, с целью совместного расчета на основе детерминированных функций поведения или разрушения грунтов;
- Расчет и анализ композиционных стохастическо-детерминированных расчетных моделей. Вариационный анализ случайных функций;
- Количественный анализ надежности особо опасных и уникальных сооружений;
- Является методологической основой для дальнейшего развития инженерных расчетных методов на основе теории предельных состояний, за счет адаптации (калибровки) коэффициентов надежностей;
- Развитие компьютерных технологий в части численных методов расчетов стохастическо-детерминированных пространственных моделей;
- Идентификация, количественный и качественный анализ рисков проектов (опасностей, природного потенциала);
- Анализ инвестиционных показателей эффективности проектов строительства, на базе расчета интегрального показателя рисков.

Второе защищаемое положение

Методология количественной оценки состояния и поведения ЛТС является комплексным понятием и должна базироваться не только на детерминированной основе, но и на вероятностно-статистическом подходе, который включает:

- Геостатистические методы, направленные на снижение факторов неопределенности инженерно-геологических условий;
- Методы математической статистики и теории вероятностей, направленные на формирование модели неопределенности ЛТС;
- Инструменты и методы теории надежности, включающей методы численного статистического и вероятностного моделирования для количественной оценки надежности литотехнических систем.

Задачи:

1. Апробировать геостатистический пространственно-корреляционный анализ инженерно-геологических условий реальной площадки строительства логистического

комплекса для обоснования расчетных пространственных вероятностно-статистических параметров грунтового массива;

2. Разработать и апробировать методику вероятностного расчета фундаментов глубокого (свайных) и мелкого заложения с учетом влияния основных факторов неопределенности – гетерогенности грунтов и вероятностной природы нагрузок и воздействий.

Пример пространственного анализа данных

«Разработка положения теории изменчивости состава и свойств горных пород была бы невозможной без мощного развития современной математики, математической статистики, теории случайных функций и случайных полей».

«Разработка и развитие теории изменчивости представляет собой еще один шаг на пути математизации геологической науки».

«Теория изменчивости состава и свойств горных пород является основой для разработки теории пространственного инженерно-геологического прогноза».

БОНДАРИК ГЕНРИХ КОНДРАТЬЕВИЧ

Цель расчета:

1. Определение статистическо-вероятностных исходных параметров для стохастических расчетов;
2. Построение пространственно-корреляционной модели характеризующей распределение и неоднородность модуля деформации.

Для отображения методов и способов анализа пространственных данных в данной работе был проведен анализ материалов инженерно-геологических изысканий участка строительства.

Площадь территории составляет более 110 га.

Пример пространственного анализа данных

ИГЭ-1 Насыпные грунты: суглинки, перемешанные, неоднородные.

ИГЭ-3а Суглинки тугопластичные, серовато- и желтовато-коричневые, опесчаненные, с маломощными (до 15-20 см) прослоями и линзами песка, с включением гравия и гальки до 5-10%, отдельными валунами.

ИГЭ-3 Суглинки, редко, глины, полутвердые, серовато- и желтовато-коричневые, опесчаненные, с маломощными (до 15-20 см) прослоями и линзами песка, с включением гравия и гальки до 5-10%, отдельными валунами.

ИГЭ-4 Пески мелкие и пылеватые, серовато- и желтовато-коричневые, средней плотности, водонасыщенные, глинистые, с прослоями (мощность до 5-10 см) суглинка, с редкими валунами.

ИГЭ-7 Суглинки полутвердые, коричневые, красновато- и буровато-коричневые, опесчаненные, с маломощными (до 15-20 см) прослоями песка, с включением крупнообломочного материала до 15-20% и отдельными валунами.

Пример пространственного анализа данных

Статистический анализ проводился для каждой отдельной точки зондирования и для всех данных в совокупности.

следует обратить внимание, что значения коэффициентов вариации превышают регламентируемое значение в 30% только по двум точкам T111 ($V=33.3\%$) и T133 ($V=36.1\%$). Также интересно, что по уровням значений эксцесса и по критерию Шапиро-Вилка, гипотезе о нормальном Гауссовом распределении данных, соответствуют только две совокупности, в точках зондирования T109 и T133.

Анализ статистических данных в таблице показывает, что интервал средних значений варьируется от 25.9 МПа до 49.8 МПа. При этом, показатель вариации генеральной совокупности, по всем точкам зондирования, составляет $V = 29.852 \%$, т.е. данное значение не превышает регламентируемый ГОСТ 20522 пороговое значение в 30%. Таким образом можно было бы сделать вывод об однородности значений модуля деформации E .

Пример пространственного анализа данных

«Геостатистика (геостатистические гипотезы) позволяет не только разрабатывать математические модели геологических тел, но и создавать модели геологических процессов».

Г.К. Бондарик

Данные пространственные модели обеспечивают определение исходных вероятностно-статистических данных в любой точке исследуемого массива.

Данные модели позволяют предварительно оценивать неоднородность геологического параметра E .

Очевидно, что в данном случае, при условно равном ГОСТовском показателе однородности (коэффициенте вариации), проектирование одинаковых, отдельно расположенных, столбчатых фундаментов может привести к различным осадкам.

Для возможности практического использования пространственной модели данных в расчетах, необходимо проверить гипотезы об однородности и изотропии массива данных.

Если данные однородны, т.е. когда функции распределения случайной величины не изменяются при замене рассматриваемого сечения, то между ними должна наблюдаться корреляционная зависимость.

Поэтому, для окончательного подтверждения (или опровержения) гипотезы об однородности деформационных характеристик данных были построены **корреляционные функции** в виде экспериментальных вариограмм.

Отсутствие роста значения вариограммы для больших расстояний лага показывает отсутствие корреляционной связи между значениями в парах, потому что, как правило, возрастающая вариограмма указывает на наличие корреляции между значениями в парах, а скорость роста вариограммы с расстоянием лага характеризует величины пространственной корреляции. Таким образом **данная вариограмма указывает на неоднородность массива данных** и наличия экстремальных значений, а также, возможно, на отсутствие стационарности.

Таким образом, получается, что:

- дальнейшее применение геостатистического анализа и пространственно-корреляционного моделирования **некорректно**, из-за малого объема исходных данных;
- построенная пространственная аппроксимирующая модель значений модуля деформации, на основе методики обычного кригинга **недостоверна**.

ВЫВОДЫ К ЗАДАЧЕ

- Рассмотренный пример показывает **возможности геостатистической методологии в оценке исходных параметров, анализе неоднородности геологических параметров, а также возможность снижения факторов неопределенности инженерно-геологических условий**.
- Геостатистическое моделирование пространственных данных для рассматриваемого участка возможно только после сокращения расстояния между пунктами исследований.
- Рекомендации по размещению пунктов получения геологической информации, содержащиеся в нормативных документах, научно не обоснованы (сетка скважин 40x40). Они не учитывают свойства геологической среды, свойства грунтов и их пространственную изменчивость.
- Геостатистическая методология позволяет определять оптимальный размер СППИНФа.
- **Расчет объема СППИНФа, определение размеров квазиоднородных областей неоднородного поля геологических параметров должны быть получены по**

данным рекогносцировочных работ. Шаг опробования допускается приравнивать к длине корреляции [Бондарик Г.К.].

- Регламентируемые требования ГОСТ 20522-2012 «Методы статистической обработки результатов испытаний грунтов», к статистическому анализу не отражают требований для геостатистического моделирования. Таким образом, детерминированный подход оценок параметров грунтовых массивов который принят сегодня в инженерно-геологической практике не может являться основой для широкого внедрения вероятностно-статистических подходов в расчете надежности сооружений. Для этих целей должна быть разработана новая методология инженерно-геологических изысканий основанная на пространственно-корреляционном и стохастическом моделировании пространственных данных.

Вероятностно-статистический расчет функции нагрузок и воздействий

Целью данного стохастического расчета является **определение вероятностных параметров суммарных значений нагрузок и воздействий.**

При этом требуется ответить на следующие вопросы:

Существует ли вероятность превышения расчетного значения нагрузки определенной по СП 20.13330?

Если да, то какое ее значение?

Какой уровень расчетных нагрузок является надежным, т.е. не будет превышен в период эксплуатации?

Данный расчет позволяет получить количественные значения расчетных нагрузок и выполнить оценку надежности расчетных значений нагрузок полученных по результатам метода предельных состояний.

Стохастический расчет и анализ нагрузок выполнялся численными методами статистического моделирования, в программных средах Microsoft Excel и STATISTICA. В данной работе количество реализаций значений случайных величин заданных параметров было ограничено числом $n=150$.

Данному расчетному анализу подлежат нагрузки на типовое перекрытие многоэтажного здания, принятые в одном из проектов автора см. таблицу – типовой сбор нагрузок по методу предельных состояний, в соответствии с СП 20.13330.

Данные расчеты выполнялись в предположении:

- Нормального закона распределения случайных величин;
- Поля случайных величин стационарны и статистически однородны;

Результаты расчетов представлены в виде плотности распределения значений суммарных нагрузок. Генеральные статистики результатов показаны в таблице.

Данные статистические параметры будут использованы в последующих расчетах.

Получив стохастические характеристики суммарных нагрузок, рассчитаем математическое ожидание максимального значения суммарной нагрузки (расчетные значения), в зависимости от доверительного уровня вероятности:

$$N_p = N_n + \beta \sigma_m$$

Где, N_n – суммарное значение нормативной нагрузки;

β – коэффициент (показатель) надежности для доверительного уровня вероятности;

σ_m – стандартное отклонение математического ожидания.

Из приведенного примера видно, что расчетное значение нагрузки определенное по СП 20.13330 **не является надежным**. Расчетное значение нагрузки $N^p = 9.27 \text{ кН/м}^2$, соответствует значению доверительной вероятности $p(f) \approx 92.5\%$, что означает вероятность превышения этого значения, в период эксплуатации сооружения, высокая и составляет $q(f) \approx 7.5\%$. При более высоких требованиях к надежности расчетных параметров нагрузок и воздействий, например для уровня доверительной вероятности в 99.73%, расчетное значение нагрузки составит $N^p = 10.09 \text{ кН/м}^2$

Стохастический расчет функции работоспособности сваи в грунте

Цель выполнения данного практического примера - **количественная оценка надежности** ЛТС в условиях гетерогенной неопределенности грунтов и случайного характера нагрузок и воздействий.

В качестве показателя надежности выступает значение мгновенной **вероятности отказа работоспособности** забивной сваи в грунте. Результаты расчеты были сопоставлены с расчетом несущей способности сваи F_d по методу предельных состояний по результатам статического зондирования.

В расчете выполнялась задача по подбору рациональных геометрических параметров сваи (сечение и длина).

Проектируемые параметры свай представляют из себя дискретные значения сечений (h) и длину свай (L). В расчете учитывались следующие размеры свай $h=0.3\text{м}$ и 0.35м . $L=2\ldots 9 \text{ м}$. Сваи располагаются в грунтах, описание которых представлено в инженерно-геологическом отчете, см. описание второй главы.

Статистики (мгновенного) распределения механических характеристик грунтов были получены по данным частных значений статического зондирования, т.к. эти

значения и график зондирования отражают спектр возможного варьирования механических характеристик.

На рисунках представлены функции плотности распределения удельного сопротивления грунта под конусом зонда и по боковой поверхности для различных ИГЭ

Также, в качестве исходных данных, использовалась функция плотности $f(N)$ значений действующей нагрузки на сваю $L(t)$, которая была получена по результату анализа, который рассматривался в предыдущем примере.

В качестве модели по расчету вероятностно-статистических параметров несущей способности свай использовалась композиционная расчетная модель основанная на детерминированной и численной стохастической методике:

- В качестве детерминированной методики принималась методика по определению несущей способности свай по результатам статического зондирования грунтов, регламентируемая СП 24.13330.

- Численная методика вероятностно-статистического моделирования.

Данные расчеты выполнялись в предположении:

- Нормального закона распределения случайных величин;
- Поля случайных величин стационарны и статистически однородны;
- Изотропности распределений случайных величин;
- Случайные процессы сопротивления и нагрузки являются некоррелированными $K(R,L)=0$

В данной модели механизм сопротивления сваи по боковой поверхности и под основанием представлен не частными (средними) значениями, а в виде функций нормального распределения, представляющих главные вектора полей случайных величин.

Статистические параметры исходных функций отражают неоднородность характеристик сопротивления сваи. Исходя из этого, следует, что **расчетная модель учитывает весь спектр возможных значений сопротивлений системы сваи в рассматриваемой точке массива грунта (точке зондирования) при действующей нагрузке.**

Расчет вероятности работоспособности сваи основывается на простом сопоставлении интегральных функций - функции нормального распределения вероятности нагрузки действующей на сваю и функции сопротивления сваи в грунте.

В таблице представлены результаты расчета свай сечением **300 мм** по методу предельных состояний и расчета работоспособности свай вероятностно-статистическим методом.

В таблице представлены результаты расчета свай сечением **350 мм** по методу предельных состояний и расчета работоспособности свай вероятностно-статистическим методом.

Графическое представление результатов расчета свай сечением **300 и 350 мм** по методу предельных состояний и расчета работоспособности свай вероятностно-статистическим методом.

По результату анализа вероятностно-детерминированной модели расчетные значения показателей надежности β работоспособности свай должны быть сопоставлены с допустимыми (нормативными) значениями этого показателя. В качестве такого нормативного показателя, в настоящей работе, принимались значения рекомендуемые департаментом военных инженеров (США), см. рисунок.

Выводы

Данный пример показал возможности построения и расчета стохастическо-детерминированных моделей на основе численных методов статистического моделирования для количественной оценки надежности ЛТС.

Вероятностные показатели работоспособности исследуемой системы являются объективными характеристиками ее надежности.

Данный расчет является наглядным примером возможности практического применения вероятностно-математических методов в повседневных инженерных задачах. Он показывает, что при использовании вероятностного подхода можно говорить о существенном повышении качественного уровня разработки проектов оснований и фундаментов.

Вероятностно-статистический расчет работоспособности свай и оценка значений несущей способности показало различие в результатах по сравнению с расчетом по методу предельных состояний. Так, расчет несущей способности по данным статического зондирования в соответствии с СП 24.13330 допускает применение 5 свай: одной сваи сечением 0.3 м длиной 9.0 м, а также четырех свай сечением 0.35 м длиной от 6.0 до 9.0 м. Однако вероятностно-статистический подход показывает, что свая сечением 0.3 м имеет достаточно низкое значение показателя надежности $\beta=1.76$ ($P(f)=8\%$), и только сваи сечением 0.35 м длиной 7,8,9 м могут быть рекомендованы к применению в данных грунтовых условиях при доверительном уровне вероятности более 97.5%.

Данный вероятностно-статистический расчет позволил провести обстоятельный анализ работоспособности свай с учетом фактора гетерогенности грунтов. При оценке несущей способности свай методом предельных состояний по методике СП 24.13330, фактор гетерогенности грунтовых условий учитывается коэффициентом надежности по

грунту, равным $\gamma_k=1.2$ (см. п.7.1.11 СП 24.13330). Однако, как видно из результатов расчета, данный коэффициент не в полной мере учитывает неоднородность рассматриваемого грунтового массива.

Расчет стохастических параметров осадки фундамента мелкого заложения

Целью настоящего расчета является оценка вероятностно-статистических параметров работоспособности фундамента мелкого заложения при оценке его деформаций (осадки), а также **верификация численных методов стохастических расчетов.**

Расчет стохастических параметров выполнялся с помощью трех различных вероятностно-статистических методик:

- аналитическим методом точечного приближения;
- численным методом статистического моделирования с помощью прикладных программ Microsoft Excel и STATISTICA;

численным методом на программном комплексе RS2_9.0 компании Rocscience.

Расчет методом численного моделирования проводился на основании исходных данных по которым были рассчитаны вероятностно-статистические параметры и построены плотности распределения значений модуля деформации E , МПа, а также давления под подошвой фундамента P , МПа. Расчеты проводились на две реализации размерами 100 и 1000 точек, см. рисунки.

Численный расчет с помощью конечно-элементного комплекса RS2_9.0 компании Rocscience, выполнялся на базе статистическо-вероятностного моделирования. В качестве исходных параметров задавались статистические характеристики материала грунта и значений давления под подошвой фундамента, см. таблицу с исходными данными выше. Расчетная схема с конечно-элементной дискретизацией и граничными условиями представлена на рисунках.

Результаты расчетов по всем трем методикам представлены в таблице.

Вероятностно-статистические расчеты осадки фундамента мелкого заложения с использованием трех различных методов показали высокую приближенность результатов. Результат расчетов на основе численного статистического моделирования показал хорошую сопоставимость с другими расчетами особенно при увеличении размера расчетной реализации до 1000 значений.

Таким образом, **данные расчеты явились верификацией численных методов вероятностно-статистического подхода.**

Третье защищаемое положение

При моделировании ЛТС необходимо учитывать неопределенность математических моделей, которая заключается:

- В неопределенности используемых методик расчета, обусловленной необходимостью допущений и упрощений математических моделей и связанной с этим фактом, низкой сходимости натурных испытаний с результатами моделирования;
- В неопределенности используемых моделей поведения и разрушения грунтов, которые определяются не только их разновидностью, но и изменением напряженно-деформированного состояния. В частности наиболее распространенные линейные модели являются, как правило, слабо обоснованными в применении.

Задачи

1. Проанализировать неопределенность математических детерминированных методов расчета свайных фундаментов на базе проведенных полевых испытаний при вертикальном и горизонтальном воздействии.

Неопределенность методик расчета

Использование свайных фундаментов в сложных инженерно-геологических условиях требует разработки оптимальных методов расчета. Ключевым элементом при этом является точное понимание механизма работы системы свайный фундамент – грунтовый массив.

Механизм взаимодействия свай и окружающего грунта, является комплексным и сложным процессом который зависит от многих факторов:

- Сложности инженерно-геологических условий.
- Истории образования грунтовых массивов (которая, в частности, определяет степень недоуплотненности или переуплотненности, слагающих их грунтов), их текущего и прогнозного состояния (в том числе напряженно-деформированного).
- Строения и состава окружающих грунтов их физических и механических свойств.
- Глубины погружения свай.
- Технологии погружения.
- Типа свай их физических и геометрических параметров.
- Функционального режима нагружения и интенсивности нагрузок.
- Геотехнической сложности (плотность окружающей застройки, сложности проекта и пр.).
- Процессов изменяющихся во времени и др.

Особенности взаимодействия свайных фундаментов с геологической средой

При столь комплексном механизме взаимодействия сваи с окружающим грунтовым массивом существующие расчетные методики свайных фундаментов обладают различным уровнем достоверности (адекватности), что безусловно влияет и на неопределенность задачи надежности литотехнической системы.

Достоверность расчетной (математической) модели может быть оценена через обобщенный коэффициент достоверности K_m , который определяется на основании сопоставления расчетных значений с фактическими данными:

Коэффициент достоверности (детерминированное значение) - $K_m = \frac{R_p}{R_\phi}$

Плотность функции достоверности (стохастическая постановка) - $f(K_m) = \frac{f(R_p)}{f(R_\phi)}$

где, R_p – расчетный показатель сопротивления конструктивного элемента, R_ϕ – фактическое значение сопротивления конструктивного элемента полученного по результатам испытаний.

Таким образом, необходимо понимать, что **факторы неопределенности математических моделей могут быть учтены количественным образом в стохастических расчетах.**

Практический пример расчета несущей способности свай на горизонтальную нагрузку

Для сопоставления различных расчетных методик были выполнены численные расчеты, при использовании моделей Кулона-Мора и упрочняющегося грунта (УГМ), а также расчеты по методике теории местных упругих деформаций, до сих пор, регламентируемой строительными нормами и правилами.

В качестве базы сравнения аналитических и численных расчетов приняты результаты экспериментальных испытаний на горизонтальное воздействие, буронабивной сваи, диаметром 800 мм, длиной 25 м, проводившихся на одной из площадок строительства высотного здания.

Сравнение результатов расчетов аналитическим методом по СП 24.13330, методом конечных элементов с использованием математической модели грунтов Кулона-Мора (MC) и модели упрочняющегося грунта (HS) с данными полевых испытаний (XPR) представлены на графиках. Значения коэффициентов достоверности приводятся ниже, в таблице.

Факторы, влияющие на несущую способность свай, имеют сложный характер взаимодействия и предопределяют комплексный механизм работы сваи в грунте, не

поддающийся строгому математическому описанию. Существующие расчетные схемы и модели, в том числе базирующиеся на них численные методики имеют существенные расхождения в результатах.

Из-за большого многообразия грунтовых условий действующие нормы не в состоянии предложить единую методику определения несущей способности грунтов с достаточно высокой степенью точности приближения к фактической

Результаты расчетов

На слайде представлен численный расчет и характер деформирования сваи под воздействием горизонтальной нагрузки, результаты расчетов по различным методикам и Диаграммы сопоставления результатов численных расчетов (МС) и аналитических (СП) с данными экспериментального нагружения (XPR)

Заключение

- Сформулированы теоретические основы неопределенности при решении задач инженерной геологии. Исследована роль основных факторов неопределенности, а также обоснована целесообразность построения моделей неопределенности для выполнения стохастических расчетов литотехнических систем.
- Сформулированы основы вероятностно-статистической методологии при решении инженерно-геологических и геотехнических задач с учетом стохастическо-детерминированной природы модели ЛТС, неопределенности инженерно-геологических условий и случайных факторов нагрузок и воздействий на базе теории вероятности, теории надежности и математической статистики;
- На основе сформулированной методологии с использованием численных методов статистического моделирования, на реальных примерах показана возможность количественного учета факторов неопределенности, а также количественной оценки надежности ЛТС. Также продемонстрирована принципиальная возможность расчета показателей надежности (вероятности отказа) ЛТС с учетом основных факторов неопределенности регламентируемые геотехническим Еврокодом 7: нагрузок и воздействий, гетерогенности свойств, достоверности математических моделей и геометрических параметров ЛТС.
- Показана возможность применения аппарата и методов геостатистики в инженерно-геологических исследованиях для описания и анализа пространственных данных (на примере изменчивости физико-механических свойств дисперсных пород).

- Доказано, что современные детерминированные методики расчета свайных фундаментов, характеризуются высоким уровнем неопределенности результатов расчетов, что предопределяет необходимость использования методологии стохастических расчетов для анализа надежности свайных фундаментов.

Неопределенность полевых испытаний свай

Среднее значение коэффициента вариации несущей способности свай, определенное по данным полевых испытаний свай, составляет $V=15\ldots 20\%$.

На рисунке представлена смоделированная совокупность значений несущей способности свай при коэффициенте вариации $V=15\%$.

Для количественного учета неопределенности необходимо использовать вероятностно-статистическую методологию.

Результат расчета стохастическо-детерминированной модели

Выводы:

Совокупность распределения значений и функция несущей способности характеризует **объективность** расчета СДМ.

Математическое ожидание данной функции сопоставимо со значениями полевых испытаний свай, что указывает на высокую **достоверность** СДМ.

Возможность учитывать различные факторы неопределенности в СДМ характеризует **гибкость** данной методики.

Традиционные аналитические методы расчетов позволяют получать **приближенные решения**.

Вероятностные расчеты дают возможность **количественной оценки работоспособности** исследуемых систем, что будет показано в последующих примерах.

Данная СДМ учитывает единственный аспект неопределенности – гетерогенность механических свойств.

Особенности взаимодействия свайных фундаментов с геологической средой

Здесь представлен **анализ достоверности расчетных методик по оценке несущей способности свай**, с приведением значений коэффициента достоверности K_m .

Очевидно, что для абсолютно достоверной расчетной модели, результаты статистической обработки дадут среднее значение K_m равным единице, а значения стандартного отклонения будут равны нулю.

Спасибо за внимание!

Заместитель председателя

Спасибо. Уважаемые коллеги, переходим к вопросам. Евгений Меркурьевич, пожалуйста.

Д-р геол.-минерал. наук Пашкин Е. М.

На предварительной защите на кафедре вам было сделано несколько замечаний, в том числе и по поводу того, что в работе вы все эти методы применили к литотехническим системам, а фактически мы имеем дело с природно-техническими системами. Вы сохранили это название, объясните почему.

Кургузов Константин Владимирович

Да, действительно, это обсуждалось - нецелесообразность рассмотрения в целом природно-технических систем, но в силу сложности математической формализации, сложности построенных моделей: модели получатся с различными сложными краевыми условиями, которые будет сложно учесть в математических моделях, соответственно мы вынуждены несколько сокращать диапазон рассмотрения данной задачи. Все приводить к рассмотрению технического объекта и геологического тела.

Д-р геол.-минерал. наук Пашкин Е. М.

Продолжение этого вопроса. Сейчас, к сожалению, практически исчезла исполнительная инженерно-геологическая документация. В документах она записана, но никто деньги не выделяет на эту стадию. Она позволяет снимать, нейтрализовать некоторые неопределенности в документации в процессе строительства и первых лет эксплуатации сооружения. Как вы считаете, эта неопределенность, которая выявляется в исполнительной документации. Может ли включаться в качестве корректировки в ваши разработки по снижению, уменьшению неопределенности.

Кургузов Константин Владимирович

Безусловно, конечно это бы сократило различные риски, более того, если бы мы таким образом сократили бы неопределенность. То подобные исследования, которые проводятся на этапе строительства для получения исполнительной документации – это бы позволило собирать важный стохастический материал, который можно потом обрабатывать в различных целях.

Д-р геол.-минерал. наук Пашкин Е. М.

И последний вопрос, во введении вы пишете, что работа состоит из семи глав, а в автореферате рассматриваются только четыре, где остальные три?

Кургузов Константин Владимирович

Мы, как только выпустили автореферат, сразу заметили недочет. Это просто техническая ошибка. У нас четыре главы.

Д-р геол.-минерал. наук Пашкин Е. М.

Вы в конце могли бы написать, что в работе рассматриваются четыре главы. Как в книге, где есть опечатки.

Кургузов Константин Владимирович

Хорошо, в следующий раз мы так и сделаем.

Заместитель председателя

Можем переходить к следующим вопросам? Виктор Петрович, пожалуйста.

Д-р геол.-минерал. наук Хоменко В. П.

Константин Владимирович, у меня к вам несколько вопросов. Первый вопрос такой: ваша методология распространяется на литотехнические системы, включающие скальные грунты?

Кургузов Константин Владимирович

Я не вижу никаких ограничений. Да, можно применять.

Д-р геол.-минерал. наук Хоменко В. П.

Второй вопрос такой: у вас есть перечень неопределенностей инженерно-геологических условий. У вас даже дублируется на странице седьмой и в заключении. Тут есть на странице седьмой позиция вторая, она звучит так - «геологические аномалии». Что вы под этим понимаете?

Кургузов Константин Владимирович

В частности, наличие карстовых полостей, может быть каких-то разломов и трещин. Вплоть до того, что строили здания, а они садились. Колодцы находили.

Д-р геол.-минерал. наук Хоменко В. П.

Понятно, находили структурные элементы. В связи с этим вопрос: почему во втором перечне, который у вас содержится в заключении, этот пункт выпал?

Кургузов Константин Владимирович

Вероятно, это случайность. Нет, это важный фактор, ни в коем случае он не выпадает.

Д-р геол.-минерал. наук Хоменко В. П.

Еще один вопрос. Существует у нас свод правил 22.13330.2016 «Основание зданий и сооружений», который вот-вот получит статус обязательного документа. Если мы возьмем подглаву 6.12 «особенности проектирования оснований сооружений, возводимых на закарстованных территориях», есть там пункт, к которому есть примечание три. Звучит оно следующее: использование вероятностных методов подсчета для определения расчетных параметров карстовых деформаций не допускается. Я бы хотел узнать ваше личное отношение к вот такой формулировке.

Кургузов Константин Владимирович

Здесь многоаспектный вопрос. Я думаю с чего начать отвечать. Геологические аномалии, в том числе, образование карстовых воронок – это в том числе относится к процессу случайной компоненты. Не учитывать эту компоненту, я думаю, что это нецелесообразно.

Д-р геол.-минерал. наук Хоменко В. П.

То есть отношение к данной формулировке отрицательное?

Кургузов Константин Владимирович

В целом, пожалуй, отрицательное.

Д-р геол.-минерал. наук Хоменко В. П.

Спасибо.

Заместитель председателя

Спасибо. Виктор Викторович, пожалуйста.

Д-р геол.-минерал. наук Дмитриев В. В.

Скажите пожалуйста, Константин Владимирович, ваша работа состоит из двух частей: в первой вы рассматриваете неопределенности, доли случайностей или случайно детерминированный, или стохастически детерминированный характер природной среды или литотехнической системы, а вторая посвящена сваям и проектным решениям. С 1967 года мы все занимаемся исследованием неопределенностей литотехнических систем. Этому посвящена работа Николая Васильевича Коломенского, Игоря Сергеевича Комарова. Это онтологический аспект. А гносеологический – Бондарик Генрих Кондратьевич, Козловский Сергей Викторович, Пендин Вадим Владимирович и так далее. То есть первая часть хорошо была разработана, и в методическом плане: исследование неопределенностей, которые связаны с методами измерения – гносеологический аспект. И в антологическом плане, поскольку вы сами ссылаетесь на работы Бондарика Генриха Кондратьевича, правда вы ссылаетесь только в докладе. Я вот смотрю здесь формула 1. Формула, которую дал Генрих Кондратьевич Бондарик, у нее нет ссылки на работу. Меня это несколько удивило. До вас этими исследованиями (онтологическими и гносеологическими) занимались Александр Петрович Бабёнышев, который следовал вероятностным характеристикам всех параметров, которые отразил в виде распределения. Но и многие-многие, которые бы существенно улучшили, я считаю, ваши возможности в прогнозах и просчетах. Могли бы вы пояснить почему не использовались эти материалы? Их нет в автореферате, хотя в докладе я про них услышал ссылки на работы Генриха Кондратьевича.

Кургузов Константин Владимирович

Действительно, в автореферате ссылки у нас отсутствуют, в силу ограниченности размера автореферата. Все ссылки приводятся в работе. И в самой работе очень много отечественных авторов, наших отечественных работ, посвященных этому направлению. Мы про это не забывали, учитывали и с многими работами ознакомились очень плотно.

Заместитель председателя

Спасибо, Виктор Викторович. У кого еще есть вопросы, коллеги? Петр Алексеевич Игнатов, пожалуйста.

Д-р геол.-минерал. наук Игнатов П.А.

У меня вот такой вопрос. У вас рассматриваются стохастические ЛТС и есть упоминание, что есть равномерное распределение случайных величин и в тоже время вы говорите, что есть и дискретность, прерывистость. Будь эти аномалии, карстовые полости. Скажите, как математически соединятся ваши подходы?

Кургузов Константин Владимирович

Большое спасибо за вопрос. Он очень хороший. Вопрос сводится к определению функции распределения и ее последующему учету в работе. Соответственно у нас функции непрерывные распределения, функции дискретные и смешанные функции распределения и дискретные, такие тоже встречаются в природе. Про данный вопрос не забыли, но, к сожалению, в работе пришлось ограничиваться. Сделали допущение и со всеми распределениями, в результате работали с функцией Гауса.

Д-р геол.-минерал. наук Игнатов П.А.

Так я и понял. А второй вопрос: любой подход, в том числе вероятностный, он имеет два аспекта. Первый аспект – он делается для того, чтобы проверить, что? эмпирическую закономерность, которая наблюдается и которую мои коллеги и я могу увидеть по обнажениям, документации и цифрам аналитически. То есть я строю детерминированную модель. Вы делаете это параллельно или потом? А вторая часть – мы находим новые закономерности, благодаря статистическому анализу. Связи, корреляции. Как здесь все это работает в вашем подходе? Как бы здесь два вопроса. Понимаете? То есть я сначала делаю детерминированную модель, потом я проверяю. Либо наоборот.

Кургузов Константин Владимирович

На самом деле строились модели смешанного типа стохастической детерминированной, то есть в основе можно взять модель, с которой мы предпочитаем работать или которая является оптимальной для данного метода, но исходные параметры они все равно, хотим мы, не хотим, имеют случайную природу и какую-то вариативность. Поэтому мы в результате делаем какую-то композицию и учитываем детерминированную природу и стохастическую природу.

Д-р геол.-минерал. наук Игнатов П.А.

То есть все делается в симбиозе?

Кургузов Константин Владимирович

Да

Д-р геол.-минерал. наук Игнатов П.А.

Спасибо

Заместитель председателя

Спасибо. Еще есть вопросы? Алексей Владимирович Лёхов, пожалуйста

Д-р геол.-минерал. наук Лёхов А.В.

Скажите пожалуйста, откуда вы берете саму функцию распределения значений параметров? Вы сейчас рассказали, что берете детерминированную модель и каждый параметр является неопределенным. Откуда вы берете данные для распределения значений параметров?

Кургузов Константин Владимирович

Отсутствие всех необходимых исходных данных для стохастических расчетов – это одна из основных сложностей внедрения использования стохастических подходов. В своей работе в основном опирался на данные статического зондирования, потому что сама методика определения свойств подразумевает различные испытания с определенным шагом. Также принимались параметры исходя из справочной литературы рекомендательного характера и так далее. И у нас есть некоторые параметры, есть статистика по вариативности, например, плотности того или другого материала. Это статистика получена на основе большого количества испытаний и обработка этих статистических данных проводилась в отечественных институтах и эти данные и они приводятся в соответствующей литературе, справочниках.

Д-р геол.-минерал. наук Лёхов А.В.

Меня как раз интересовало откуда у вас график устойчивости скважин. Обычно наблюдается сильный разброс, значит он чем-то аргументирован. Какие лимиты вводятся, кроме средних. Какие-нибудь еще пределы используются?

Кургузов Константин Владимирович

Безусловно в работе в процессе статистической обработки проводится статистическое сглаживание для исключения случайных и грубых погрешностей.

Д-р геол.-минерал. наук Лёхов А.В.

Тогда почему этот график так разбросан?

Кургузов Константин Владимирович

Это исходный график, который был представлен

Д-р геол.-минерал. наук Лёхов А.В.

Вы нам просто не рассказали подробности. Тогда бы было все понятно. Еще один вопрос. Вы действительно полагаете, что по 13 точкам можно построить диаграмму. Я пытался тоже много раз это делать.

Кургузов Константин Владимирович

13 точек - это безусловно мало. Здесь вопросов нет. Но у нас есть еще по самой скважине на различных глубинах, где мощность слоя достаточно большая и мы можем увеличить, в качестве допущения добавить.

Д-р геол.-минерал. наук Лёхов А.В.

Я слушаю тему, оказывается там еще подпол есть. И надо было подпол сглазить, чтобы вам поверили. А так я смотрю и для меня немного странновато. Сначала данные, потом диаграмма. Как обычно, задом наперед. Вы берете линейную диаграмму, как в стандартах и про это вообще ничего не сказано. Потом оказывается, что у нас есть?

Кургузов Константин Владимирович

В работе говорится, что у нас проводилось по результатам статического зондирования и приведены в основной работе, а не в автореферате.

Заместитель председателя

Еще вопросы есть, коллеги? Пожалуйста, Сергей Викторович Козловский.

Д-р геол.-минерал. наук Козловский С.В.

У меня более приземленные вопросы. Все что вы нам сейчас докладываете априори пытаетесь привести в практическую часть (?). Это определение несущей способности свай и прочее. Правильно я понял?

Кургузов Константин Владимирович

Да

Д-р геол.-минерал. наук Козловский С.В.

Тогда вопрос следующий: если вы затеяли решение достаточно сложной темы, что тогда вас не устраивает в существующих расчетах несущей способности фундаментов, проектируемых сооружений. Для чего вы все это сделали? Что отсутствует в методике, что вы подвергаете сомнению концепцию, выверенную научно и проверено практически? Это первый вопрос. В зависимости от того, как вы ответите на этот вопрос, я задам вам следующий.

Кургузов Константин Владимирович

Спасибо. Как говорилось, в работе и сейчас в докладе у нас существует разный уровень неопределенности той или иной методики. Детерминированные методы позволяют нам произвести оценку несущей способности, но в каком доверительном интервале это находится оценка детерминированные методы вообще ничего не говорят. Я как проектировщик получаю значения некоторые, я не знаю – это нижний порог или верхний порог, как вероятность того, что в период эксплуатации у меня данные значения будут превышены. Это по всем по моделям есть такая неопределенность. Я делаю расчет одной модели, у меня получается, как показано, одно значение. Я использую другую модель, у меня различие. И та, и другая модель нормативны. Различие в результатах, вот здесь было показано, в три раза. Такое в практике я встречал неоднократно. И у проектировщика часто возникают вопросы: что мне с этим делать? Говорят: испытывайте, подождите, у вас будет поле, проведете испытание. А при испытании мне дают проводят одну-две сваи. Ни статистику, ничего не сделать. Основной ответ, что мне стохастические подходы позволяют мне оценивать доверительный интервал, то есть уровень надежности, количественная оценка.

Д-р геол.-минерал. наук Козловский С.В.

Следующий вопрос. То, о чем вы говорили, и то, на что ссылаетесь. Мне довелось учиться у Генриха Кондратьевича, как я считаю у высокого специалиста. Я хочу вам задать вопрос, который задавал Генрих Кондратьевич: скажите пожалуйста основные фундаментальные свойства литосферы. Это именно тот вопрос, который он задавал все время на экзаменах студентам. Назовите основные фундаментальные свойства литосферы. Сейчас вы их назовете и вам станет понятно

Кургузов Константин Владимирович

Молчание

Д-р геол.-минерал. наук Козловский С.В.

Первое – это изменчивость. Второе – неоднородность. Третье – дискретность. Четвертое – асимметрия свойств, ну это не обязательно, как говорил Генрих Кондратьевич. Вот, по существу, все статистические варианты. То, что мы с вами делаем и рассчитываем определенную несущую способность грунтов. Мы априори знаем, что это истина где-то рядом. Для этого существует расчет оснований фундаментов по двум предельным состояниям: по деформации и несущей способности с доверительной вероятностью 0,85 и 0,95. Значит мы принимаем во внимание инженерно-геологические элементы, которые в определении гласят, что это определенные по своим характеристикам, составу и свойств грунтов в некотором геологическом объеме, массиве,

геологическом теле. Вот она та основа, которую мы принимаем в модели. Вопрос такой. Скажите пожалуйста, что такое риск?

Кургузов Константин Владимирович

Существует большое количество определений рисков, но я всегда свожу к вероятности возникновения события и его последствия этого события, то есть два фактора у меня есть.

Д-р геол.-минерал. наук Козловский С.В.

А что такое опасность?

Кургузов Константин Владимирович

Соответственно критерий, от которого мы отталкиваемся при оценке риска.

Д-р геол.-минерал. наук Козловский С.В.

Спасибо.

Заместитель председателя

Спасибо, Сергей Владимирович. Есть еще вопросы? Пожалуйста.

Д-р технических наук Скопинцева О.В.

Скажите пожалуйста, что вы вкладываете в понятие надежность литотехнической системы и что такое ненадежность литотехнической системы. Что рассматриваете в качестве отказа? И чему равна надежность объектов, которых вы рассматриваете?

Кургузов Константин Владимирович

Под надежностью мы понимаем, соответственно, не превышение предельных состояний в период эксплуатации, первого и второго предельного состояния системы, технического объекта. Под этим подразумевается надежность. А количественные параметры я могу показать.

Заместитель председателя

Есть еще вопросы, коллеги? Достаточно, Коллеги. Слово научному руководителю.

Д-р геол.-минерал. наук Фоменко И.К.

Зачитывает отзыв научного руководителя на диссертацию.

Заместитель председателя

Спасибо, Игорь Константинович.

Для зачитания заключения организации, где выполнена работа, слово предоставляется ученому секретарю диссертационного совета.

Сначала отзыв ведущей организации.

Ученый секретарь

Зачитывает:

- **заключение выпускающей организации** – кафедра инженерной геологии гидрогеологического факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе»

- **положительный отзыв ведущей организации** – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ).

Заместитель председателя

Спасибо. Присутствует представитель ведущей организации – Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ) доцент кафедры инженерных изыскания и геоэкологии Кропоткин Михаил Петрович.

Представитель ведущей организации (НИУ МГСУ) Кропоткин Михаил Петрович.

- **положительный отзыв ведущей организации** – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ).

Заместитель председателя

Спасибо. Слово предоставляется соискателю, Кургузову Константину Владимировичу, для ответа на замечания.

Кургузов Константин Владимирович

1. Что касается замечания что на стр.6 в качестве «основных факторов неопределенности» указаны гетерогенность грунтов и вероятностный характер нагрузок и воздействий (заметим, что как раз эти факторы в некоторой мере учитывались и раньше), а на странице 4 приведен целый перечень этих факторов, причем существенно отличающийся от данного определения, я готов ответить следующим образом: Основные факторы это гетерогенность свойств грунтов и нагрузки. Остальные факторы менее значимы. Полный список факторов в работе.

2. Действительно, расчет ЛТС должен проводиться по единой методике с учетом взаимодействия грунтового массива и конструкций инженерного сооружения, при котором должны учитываться и другие множественные факторы. К сожалению, все факторы в одной работе не могут рассмотрены. Также не стояла задача по анализу

неопределенности технического компонента. При использовании нелинейных моделей грунта сама модель может меняться в зависимости от НДС.

3. Фактор неопределенности положения границ является важным элементом, который необходимо учитывать в стохастических расчетах. В работе данный фактор рассматривается как стратиграфическая неопределенность – стр. 13,14. Более того, в работе говорится о принципиальной возможности учета этого фактора, это же было продемонстрировано на примерах в докладе.

4. На замечание: Неопределенность расчетной модели не может быть рассчитана с помощью «коэффициента достоверности» в форме, приведенной на с.19 диссертации, т.к. на сходимость расчетных результатов с полученными при испытаниях влияет далеко не только качество самой модели. Это же касается и защищаемого положения №3, где низкая сходимость натурных испытаний с результатами моделирования объяснена допущениями и упрощениями методик расчета – я хотел бы ответить следующим образом:

Данный коэффициент давно применяется в геологической практике.

Коэффициент достоверности рассчитывается на основании статистической обработки расчетных и экспериментальных данных, таким образом методика учитывает различные факторы влияющие на показатель.

Экспериментальные данные являются эталоном с которым необходимо проводить сопоставления.

При этом, безусловно, экспериментальные данные также обладают некоторой неопределенностью в силу случайных факторов. Поэтому расчет коэффициента необходимо проводить только по данным статистической обработки.

5. Геостатистика как отдельная дисциплина сформирована еще в прошлом веке, про нее активно говорил Г.К. Бондарик в своей докторской диссертации.

Возможно про введение стохастической геотехники как новой дисциплины говорить еще преждевременно, однако за рубежом данный термин используется все чаще.

6. Вопрос надежности технических систем непосредственно связан с понятием безопасности жизни и здоровья людей, что зафиксировано в том числе в ФЗ-384 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

Не вызывает сомнений, что категория безопасности жизни и здоровья людей является первостепенной (по сравнению с любыми критериями эффективности или качества).

Ученый секретарь

На диссертацию и автореферат поступило 11 отзывов, все отзывы положительные. Среди них 7 отзывов с замечаниями.

Заместитель председателя

Все отзывы положительные, и есть предложение зачитывать только замечания к отзывам.

Ученый секретарь

Основные замечания, следующие:

1. Заслуженный геолог РФ, кандидат геолого-минералогических наук, начальник отдела природного обоснования проектов АО ПО «Совинтервод» **Кочев Давид Захарович:**

- хотелось бы получить уточнение по п. 6, стр. 10 – «Определение вероятности превышения значения в интересующей области»;
- на стр. 10 автор отмечает одну из целей расчета: «Обоснование целесообразности применения базовых методов геостатистики в практической деятельности инженера- геолога» - видимо, корректно было бы говорить о необходимости дополнительных исследований к базовым (юстированным) методам.

В п. 3 на стр. 12 автор отмечает: Регламентируемые требования ГОСТ 20522-2012 к статистическому анализу не отражают требований для геостатистического моделирования» – это естественно, т.к. ГОСТ имеет возраст более 25 лет, когда геостатистическое моделирование не имело какого-либо практического применения.

- здесь же автор предлагает разработать новую методологию инженерно-геологических изысканий – нам представляется, что более конкретно нужно говорить о совершенствовании методики инженерно-геологического опробования грунтов.

2. Заместитель директора НИИОСП им. Н.М.Герсеванова АО «НИЦ Строительство» почетный строитель РФ, кандидат технических наук **Разводовский Дмитрий Евгеньевич:**

В то же время, в качестве рекомендации и замечания следует отметить, что рассуждения автора о несущей способности свайных фундаментов (глава 4), представляются несколько тенденциозными. Сводить сложности в расчетах свайных фундаментов только к вероятностно-статистическим вопросам не совсем верно. Для забивных свай определение их несущей способности по данным зондирования априори является более достоверным, чем по результатам расчетов. Нормативные методики СП 24.13330, представленные в виде таблиц, дают нижнюю величину несущей способности свай, а для рассматриваемого автором случая косвенно учитывают возможность развития сил негативного трения. Большие расхождения результатов испытаний свай с аналитическими, в том числе зарубежными, методиками, обусловлены и множеством других причин, в том числе и отличиями в деформационном критерии, заложенном в

самом понятии «несущая способность свай» в отечественной и зарубежной нормативной литературе.

Утверждение автора об эффективности применения более сложных моделей грунтов (HS, CamClay и других) при расчете свай на горизонтальную нагрузку хотя и не вызывает больших возражений, не учитывает ряд особенностей. Модель CamClay в практических расчетах свай на горизонтальную нагрузку практически не используется.

При использовании моделей с двойным упрочнением (HS и др.) в большинстве случаев результат зависит от качества изысканий и квалификации расчетчика, т.е. вероятность ошибки в расчетах, влияющих на надежность строительных конструкций, может существенно возрасти.

Вывод 9 работы сформулирован не совсем удачно. Он представляет собой скорее – некое рассуждение на тему диссертации, а не законченную мысль.

3. Главный специалист научно-производственного центра по инженерным изысканиям профессор кандидат геолого-минералогических наук **Никифоров Семен Прокопьевич:**

В разделе автореферата – «Актуальность диссертации» автору следует более четко сформулировать основной тезис – :«....существует объективная необходимость анализа неопределенности задач инженерной геологии и факторов, определяющих состояние и поведение литотехнических систем». Возникает вопрос, как может быть задача «неопределенной» и стоит ли ее тогда решать вообще? А, вот факторы (исходные значения) используемые для решения поставленной задачи зачастую требуют их осмысления с позиций их неоднозначности (неопределенности/вариативности) при использовании в алгоритмах расчета основанных на детерминистском или вероятностном подходах и от этого зависят все ограничения, накладываемые на прогнозируемые/расчетные количественные оценки работы ЛТС (литотехническая система в определении соискателя – первая глава). Несмотря на «придирки» автора данного отзыва к терминологии используемой соискателем в обосновании научных исследований – разработки диссертанта несомненно весьма актуальны.

К сожалению, и это следует рассматривать как замечание, в автореферате практически отсутствуют ссылки на работы по этой тематике других исследователей. В автореферате отсутствует раздел по изученности затрагиваемых в диссертационной работе проблем, которые побудили автора к этим исследованиям.

4. Исполняющий обязанности заведующего лабораторией лаборатории компьютерной картографии Института геоэкологии РАН кандидат геолого-минералогических наук **Карфидова Екатерина Александровна:**

К техническим недостаткам работы можно отнести отсутствие ссылок в автореферате на использованный список литературы в диссертации и стилистические неточности в оформлении графиков: рис.5, рис.11 и рис. 15.

5. Директор по производству и научно-исследовательской работе член 102 комитета ISSMG, член РОМГГиФ. кандидат технических наук **Каширский Владимир Иванович:**

1. В соответствии с текстом автореферата: «Испытания грунтов статическим зондированием выполнены в точках зондирования расположенных по регулярной сетке, преимущественно с шагом 40х40 м» (9- 10 с.). А на рис. 1 и 2 представлены пространственные модели на рис. 1 модуля деформации E , МПа, на рис. 2 коэффициента вариации, %. Можно предположить, что модуль деформации определялся по результатам статического зондирования. К этому ГОСТовскому методу имеются многочисленные нарекания и расчеты по СЗ должны подтверждаться натурными штамповыми испытаниями. Что касается коэффициента вариации, то при статическом зондировании в разнородных грунтах (особенно с включениями) он значительно превышает значение 0,3 и нередко искусственно занижается при статистической обработке. Многие авторы относятся критически к методу расчета коэффициента вариации.

2. Геостатическое моделирование (недостаточность данных) выполнено на анализе одной площадки изысканий логистического центра в Домодедовском р-не Московской обл. (с. 11-12). Впрочем, в той же главе 2 автор обоснованно констатирует, что регламентируемые требования ГОСТ 20522-2012 к статистическому анализу не отражают требований для геостатистического моделирования.

6. Научный сотрудник университета Майнца имени Иогана Гутенберга, преподаватель, кандидат естественных наук **Попов Антон Александрович:**

В качестве замечания можно отметить следующее. В четвёртой главе автор дает рекомендацию эффективности применения более сложных моделей грунта, на основании анализа обобщенного коэффициента достоверности. Это утверждение представляется не совсем однозначным. Исходя из данных, приведенных в Таблице 4, модель Мора-Кулона действительно дает улучшение по сравнению с аналитической методикой оценки, тогда как более сложная модель упрочняющегося грунта (Hardening Soil) приводит к существенной переоценке несущей способности свай.

7. Заведующий кафедрой гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии геологического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», доктор геолого-минералогических наук, профессор **Бочаров Виктор Львович:**

В качестве замечания можно отметить некоторую некорректность в написании формул (6), (7) на с. 20.

Отзывы без замечаний прислали:

1. Генеральный директор ООО «Спутник», кандидат технических наук **Прошин Михаил Викторович**;

2. Заместитель главного инженера АО «Мособлгидропроект», кандидат геолого-минералогических наук, доцент **Снежкин Борис Алексеевич**;

3. Заслуженный работник высшей школы РФ, профессор кафедры инженерной и экологической геологии геологического факультета МГУ им. В.М. Ломоносова, профессор, доктор геолого-минералогических наук **Королёв Владимир Александрович**;

4. Советник аппарата управления ООО «НИПИИИ ЭТ ЭНЕРГОТРАНСПРОЕКТ», член Российского и Международного Комитета по механике грунтов, геотехнике и фундаментостроению, кандидат геолого-минералогических наук **Эппель Дмитрий Исаакович**.

Заместитель председателя

Спасибо. Слово предоставляется соискателю, Кургузову Константину Владимировичу, для ответа на замечания.

Кургузов Константин Владимирович

Ответ на замечания заслуженного геолога РФ, кандидата геолого-минералогических наук, начальника отдела природного обоснования проектов АО ПО «Совинтервод» Кочева Давида Захаровича:

1. По поводу первого замечания: здесь подразумевается, что возможно определить доверительный интервал вероятности того или другого расчетного значения.
2. Да, но при этом использование базовых методов геостатистики как раз, и, подразумевает необходимость дополнительных исследований.
3. Полностью согласны с замечанием за исключением того, что научная основа данного госта, разработанная более 25 лет назад гост является актуальным (действующим). Гост требует обновления в том числе с учетом методов геостатистики.
4. Предлагаемая методология включает в том числе и совершенствование методики опробования грунтов, но несколько шире.

Ответ на замечания заместитель директора НИИОСП им. Н.М.Герсевича АО «НИЦ Строительство» почетного строителя РФ, кандидата технических наук Разводовского Дмитрия Евгеньевича:

1. Действительно, категория несущей способности свайных фундаментов является сложным вопросом. Я выполнял расчет в том числе на основе детерминированных методик. Я говорю, что данная проблема существует и ее надо решать.

2. В работе так же, данная модель (CamClay) не учитывалась в расчетах.

В работе говорится о необходимости подбора оптимальной расчетной модели исходя из конкретного механизма взаимодействия свай с грунтами.

3. 9й вывод – это рекомендации, наличие которых регламентируется требованиями ГОСТа к диссертационным работам.

Ответ на замечания главного специалиста научно-производственного центра по инженерным изысканиям профессора, кандидата геолого-минералогических наук Никифоров Семен Прокопьевич и исполняющей обязанности заведующего лабораторией лаборатории компьютерной картографии Института геоэкологии РАН кандидат геолого-минералогических наук Карфидовой Екатерины Александровны:

1. Мы говорим не о неопределенности задачи, а о неопределенности как отдельной категории при решении инженерно-геологических задач. Это следует из контекста всей работы, в том числе из первого защищаемого положения.

2. Все ссылки приводятся в дисс. работе. Отсутствие ссылок в автореферате объясняется ограниченностью размера автореферата

Ответ на замечания директора по производству и научно-исследовательской работе члена 102 комитета ISSMG, члена РОМГГиФ. кандидата технических наук Каширский Владимир Иванович:

1. Абсолютно достоверных полевых методов определения модуля деформации не существует. Одновременное использование различных методов определения геологических параметров повышает достоверность оценки. Данные статического зондирования использовались для построения геостатистической модели и оценки неоднородности, так как других исходных данных для построения модели не было.

2. Моделирование г. проводится всегда применительно только к одной площадке изысканий. Да, как говорилось, ГОСТ не отражает требований для геостатистической методологии.

Ответ на замечания научного сотрудника университета Майнца имени Иогана Гутенберга, преподавателя, кандидата естественных наук Попов Антон Александрович:

1. Безусловно, что к выбору математических моделей поведения или разрушения грунтов необходимо подходить критически. Не каждая математическая модель, использованная в численных расчетах, способна дать достоверный результат,

что показано в работе на примере нелинейной модели УГ. Однако, применение таких нелинейных моделей на базе численных расчетов, способно учитывать различные факторы механизма взаимодействия ЛТС, а значит получать более достоверные результаты по сравнению с аналитическими методиками и линейными моделями.

Ответ на замечания научного сотрудника университета Майнца имени Иогана Гутенберга, преподавателя, кандидата естественных наук Попов Антон Александрович:

1. Существуют различные записи расчетов статистических моментов. Отсутствуют пределы интегрирования в силу полиграфической неточности. Моменты могут быть рассчитаны как с использованием неопределенных интегралов с указанием границ интегрирования, так и с помощью определенных интегралов при интегрировании функции на всем диапазоне.

Заместитель председателя

Спасибо. Переходим к оппонентам.

Слово предоставляется первому оппоненту на диссертацию доктору геолого-минералогических наук, доценту, профессору кафедры инженерной и экологической геологии Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова Самарину Евгению Николаевичу. Пожалуйста.

Д-р геол.-минерал. наук Самарин Е. Н.

(Зачитывается положительный отзыв)

Заместитель председателя

Спасибо. Слово предоставляется соискателю для ответа на замечания оппонента.

Кургузов Константин Владимирович

1. Касательно громоздкости формулировок, то это вопрос дискуссионный и стилистический. Осмысление результатов должно приходить в процессе ознакомления с работой.

2. На 27 стр. говорится не про неопределенность грунтов, а про неоднородность, которая рассматривается в качестве одного из основных факторов неопределенности. Так же, в работе подробно рассмотрена категория неоднородности свойств грунтов в геостатистическом анализе. Проводился количественный учет данного фактора при расчете стохастическо-детерминированной модели свайного фундамента.

3. Не вдаваясь в дискуссию хотел бы просто сказать, что ИГЭ полностью удовлетворяет требованиям гост по однородности. Выделение ИГЭ выполнялось по ГОСТу, в работе показано что выделение ему соответствует.

4. В работе показан график, который был представлен в геологическом отчете. При учете данных статического зондирования выполнялось исключение случайных погрешностей на основе метода дециль-интервала.

Заместитель председателя

Слово предоставляется первому оппоненту на диссертацию кандидату технических наук, доценту, заместителю директора по научно-технической работе ООО «СпектрумСтройСервис» Дейнеко Андрею Викторовичу. Пожалуйста.

Канд. тех. наук Дейнеко А.В.

(Зачитывается положительный отзыв)

Заместитель председателя

Спасибо. Слово предоставляется соискателю для ответа на замечания оппонента.

Кургузов Константин Владимирович

1. Это замечание принимается и будет учтено при дальнейшей работе.

Чем больше, тем лучше, но это влияет на продолжительность расчетов.

Погрешность алгоритма может быть рассчитана с помощью выражения $\delta_n = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

2. В работе не производился выбор законов распределения. В качестве допущения, во всех расчетах использовалось распределение Гаусса, что соответствует рекомендациям ГОСТ 20522-2012. Выбор теоретических функций распределения является важной, отдельной задачей, которая в данной работе не рассматривалась, но при этом проводилась проверка гипотезы о нормальности распределений по критерию Шапиро-Вилка на стр. 46, 47. Сопоставление приведено и показано что модель УГ не является оптимальной для данного примера, т.к. сильно отличается от полевых испытаний.

3. Последнее замечание принимается и будет учтено при дальнейшей работе.

Заместитель председателя

Спасибо, присаживайтесь. Коллеги, переходим к дискуссии. Кто хотел бы выступить? Козловский Сергей Викторович, пожалуйста.

Д-р геол.-минерал. наук Козловский С.В.

Что в этой работе возмущает, исходя из того, что есть в автореферате. Конечно вероятно стохастическими методами занимались до диссертанта еще многие годы, десятилетия. Единственно то, что могу сказать, не лукавя, что если бы мне пришлось защищаться и я узнал, что в диссертационном совете присутствует Алексей Владимирович, Владимир Нишанович и Виктор Викторович, то я рассказывал бы о чем угодно, кроме как о стохастических методах. Потому что данные люди знают достаточно

больше, чем здесь было сказано. Честно могу сказать, что у меня двойное отношение. С одной стороны, кафедра прослушала работу и утвердила. С другой стороны, очень много вопросов. Пока на данный момент не могу сказать четко: «за» или «против». Вот если бы был третий вариант, я бы выбрал третий вариант. Поэтому я затрудняюсь сказать каким будет мое решение.

Заместитель председателя

Спасибо, Сергей Викторович, присаживайтесь.

Прошу Лехов Алексей Владимирович.

Д-р геол.-минерал. наук Лёхов А.В.

Мне очень понравилось один момент работы. Если я заменю одно на другое, то получу тоже самое. Это свидетельство философского подхода диссертанта в работе. В первых, если присутствует интерполяция, то метод является самым крайний метод. В данном методе нужно тщательно прорабатывать все. Для такого малого количества точек, лучше использовать другие методы. Мне не понравилось в работе только одно. В целом, работа нужная. Методы стохастические нужно использовать. Пашковский 53 года тому назад делал тоже самое, у него хорошо получалось. Эта вся идеология подходила. Нужно развивать эту методику. Что я услышал: элементы и данные. По тому уравнению, которое описывает распределение нагрузок, окрестности как бы не участвуют, а в них же тоже что-то есть. Как это учитывается? Как учитывается влияние? Внешние элементы учитывают то, что задашь. От точки воздействия основной точки, используя силу изменения параметров, здесь рассматривается влияние на это место и на другие точки, в зависимости от удаления. Про это мы вообще ничего не слышали. И если честно, я гидрогеолог, а доклад был построен так, чтобы я ничего не понял. Все скрыто. Лучше бы показали, как это работает на примере. Я только из доклада оппонента узнал, что был еще объект в Монте Карло еще был. Это интересная информация, а мы 30% времени не слышали вообще ничего. Подготовки недостаточно. Я думаю, что буду «за», потому что такая работа нужна.

Заместитель председателя

Спасибо, Алексей Владимирович. Кто еще хочет выступить, пожалуйста. Дмитриев Виктор Викторович.

Д-р геол.-минерал. наук Дмитриев В.В.

Как я и говорил, работа состоит из двух частей. Первая часть, посвященная тому, что природная среда или литосфера является средой неопределенной. В первом варианте данная часть работы была гораздо больше. На заседании кафедры она была рассмотрена и ему посоветовали ее существенно сократить, что он и сделал. И оставить вторую часть,

которая по сути является основной при защите данной работы, где он показывает, что существуют объекты, время для расчета несущей способности свай дают детерминантный ответ на поставленный при проектировании вопрос. На самом же деле, в работе должен быть использован вероятно статистический метод, который показывает, что если мы используем детерминировано стохастический метод, то задавая с какой-то доверительной вероятностью, мы можем получить существенно более надежный результат. Развитие данной работы может быть достаточно широко, благодаря названию работы. Вторая часть работы является актуальной, и диссертант в ней показал, что метод вероятно статистический лучше подходит для моделирования природной среды и для решения геотехнических задач, которые сейчас решаются только геотехническими методами. И мы получаем однозначный ответ. Как я помню Ирина Константиновна Гавич пыталась внедрить гидрогеологические методы статистических решений. Это как раз тот путь, которым мы должны идти. Детерминированный расчет нужен особенно при расчете устойчивости склона. Должно быть распределение результата, которое покрывает несколько значений, с учетом погрешностей (онтологическая часть) исходных параметров, модели. И еще я не задал этот вопрос, но мне очень интересен момент, который прозвучал в одном из отзывов по поводу ГОСТа 20522. Было сказано, что он двадцать лет не совершенствовался. Ничего подобного, он совсем недавно был пересмотрен. Но в этом ГОСТе спрятан один важный момент: за его внешней рентабельностью спрятана систематическая погрешность анализа, который выполняет только одна лаборатория, соответственно эта погрешность не учитывается. Естественно эта погрешность идет дальше в расчетную модель. В результате мы имеем неизвестно что. Об этом говорят и обратные задачи. Мы смотрим деформации сооружений и можем обратным путем прикинуть ошибочен ли был тот прогноз или расчет, который был произведен на стадии проектирования. Это дают нам статистические методы. Я считаю, что это правильный путь. Я считаю, что с задачей во второй части работы он справился. Поэтому буду голосовать «за».

Заместитель председателя

Спасибо, Виктор Викторович. Кто еще готов выступить?

Прошу, Кочев Давид Захарович.

Заслуженный геолог РФ, кандидат геолого-минералогических наук, начальник отдела природного обоснования проектов АО ПО «Совинтервод» Кочев Давид Захарович

Актуальность работы не обсуждается. Но я хочу сказать, что вопросом объема выборки, шагом опробования начали заниматься давно. С удовольствием, я хочу

вспомнить Генриха Кондратьевича, который работал во ВСЕГИНГЕО. Помогал нам. И мы уже тогда поставили вопрос, что ГОСТ, где прописаны 6 и 10 проб, он недостаточен. Мы предложили расчет, который называли «оптимальный объем опробования и шаг опробования». Нас хорошо приняли и внимательно слушали, чтобы понять, чем это кончится. Мы сказали, что сейчас отбираем шесть проб, а возможно будем семь, восемь или десять. До сих пор где-то в офисе это предложение лежит, так не было принято из-за удорожания работ. В пользу автора и его руководителя, могу сказать, что у меня есть опыт строительства трех больших объектов, где были произведены обычные расчеты и в результате было увеличено количество свай и их диаметр. Смею предположить, что, если был бы использован данный метод, возможно этого и не было бы. Представьте себе, когда идет стройка, завезены все материалы, но надо увеличивать количество свай и их диаметры, это колоссальные деньги. Но этот метод имеет на данный момент слабость. Первое, он нигде не закреплен в документах. Если я по нему посчитаю, эксперт сделает замечание, потому что этот метод нигде не действует. Второе, мы все работы страхуем, и не дай Бог будет страховой случай, то все будут спрашивать откуда этот метод взялся. И последнее, но возможно и первое, сейчас мы живем при капитализме, если я заложу в программу то, что автор предложил, то я от этого не выиграю никогда. Потому что идет удорожание работ, и никакой инвестор не согласится. И я не докажу, что в дальнейшем не хватит свай или еще что-то. Поэтому если мы хотим, как сказал Виктор Викторович, этот метод развивать, мы должны сделать какой-то документ. Это может быть дополнение к СП, рекомендации или указания. Нужно создавать группу, привлекать специалистов, в том числе НИОСП, Фундамент, Горный университет и создавать как можно скорее документ, тогда будет какой-то результат. Спасибо автору и его научному руководителю.

Заместитель председателя

Спасибо. Кто бы еще хотел выступить

Прошу, Петр Алексеевич.

Д-р геол.-минерал. наук Игнатов П. А.

Я хочу голосовать «за», потому что этот человек генеральный директор предприятия, которое занимается такой работой. Если этот производственник держит в голове такой подход, то у него есть возможность развить и проверить данный метод.

Заместитель председателя

Спасибо, Петр Алексеевич.

Есть ещё желающие выступить? Нет?

Д-р геол.-минерал. наук Фоменко И. К.

Можно мне слово?

Заместитель председателя

Да, пожалуйста.

Д-р геол.-минерал. наук Фоменко И. К.

Хочу пояснить мысль, которая ускользнула, наверное, и по моей вине тоже. В чем смысл данной работы? Мы берем какой-нибудь метод. Метод аналитический, неважно какой-то. Мы берем цифру, пусть полученную статистическим методом, назовем ее расчетным значением и подставляем эту цифру в этот метод и считаем. Вот это у нас заложено во всех документах. Что предлагается здесь? Мы берем две цифры, неважно какой метод, аналитический или метод конечных элементов. Мы берем не цифру, мы берем функцию распределения. Зачем нам нужен такой метод, чтобы работать не с цифрами, а с функциями распределения и все расчеты выполняются на основе функции распределения. Это первое. Второе, что важно. По поводу СП, которые существуют. Приведем простой пример. Какой у нас сейчас коэффициент надежности по модулю? Единица. Мы сделали расчет по модулю, у которого коэффициент надежности равен единице. Получили осадку 7,9, критическое значение составляет 8. О чем это говорит? Это говорит о том, что в пятидесяти случаев у нас осадка будет меньше, а в пятидесяти случаев больше критического значения. Это у нас в нормативных документах. У нас вероятность превышения осадки в нормативных документах 50%. В этой работе показано как из этого выходить, потому мы не цифру, а функцию распределения. Мы можем сказать с какой вероятностью эта осадка будет превышена.

Заместитель председателя

Спасибо. Дискуссия закончена. Теперь заключительное слово диссертанту.

Кургузов Константин Владимирович

Спасибо. Хочу поблагодарить заместителя председателя и членов диссертационного совета за проявленный интерес и внимание. Также хотелось бы поблагодарить за ваши конструктивные предложения и замечания. Хочу выразить благодарность своему руководителю Фоменко Игорю Константиновичу за профессиональную помощь в процессе написания данной работы. И также хотелось бы поблагодарить официальных оппонентов, ведущую организацию, Самарина Евгения Николаевича, Дейнеко Андрея Викторовича. В дальнейшей работе я постараюсь учесть ваши замечания и пожелания. И спасибо всем присутствующим, кто проявил интерес к моей работе. Спасибо.

Заместитель председателя

Спасибо. Коллеги, переходим к следующему этапу заседания – голосованию.

Предложение по счетной комиссии.

Предложения кандидатов в счетную комиссию: доктора геолого-минералогических наук Экзарьяна В.Н., доктора геолого-минералогических наук Абрамова В.Ю. и доктора геолого-минералогических наук Скопинцеву О.В.

Кто за, прошу поднять руки.

Проголосуем за предлагаемые кандидатуры.

Единогласно. Комиссия утверждена.

Прошу всех кроме членов диссертационного совета покинуть аудиторию. Спасибо!

Счетная комиссия избирайте себе председателя и работайте.

Прошу раздать бюллетени для голосования (члены комиссии выдают баллотировочные бюллетени членам диссертационного совета).

Заместитель председателя

Прошу членов совета приступить к тайному голосованию.

(Проводится процедура тайного голосования)

Заместитель председателя

Уважаемые коллеги, переходим к заключительной фазе нашего заседания.

Слово предоставляется председателю счетной комиссии Экзарьяну В.Н. для оглашения результатов голосования.

Д-р геол.-минерал. наук Экзарьян В.Н.

Протокол заседания счетной комиссии №19/4, избранной диссертационным советом Д 212.121.01 от 19.12.2019 г. В состав счетной комиссии входили: Экзарьян Владимир Нишанович, Абрамов Владимир Юрьевич, Скопинцева Ольга Ольга Васильевна.

Комиссия избрана для подсчета голосов при тайном голосовании по вопросу присуждения Кургузова Константина Владимировича ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 22 человека на срок действия номенклатуры специальности научных работников, утвержденный приказом Минобрнауки России от 25.02.2009 № 59. В состав диссертационного совета дополнительно введено 0 человек. Присутствовало на заседании 17 членов совета, в том числе докторов по профилю рассматриваемой диссертации – 11.

Роздано бюллетеней – 17, осталось не розданных – 5, оказалось в урне бюллетеней 17.

Результаты голосования по вопросу присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук Кургузову Константину Владимировичу: «за» – 16

«против» – 1, «недействительных» – 0. Председатель счетной комиссии Экзарьян Владимир Нишанович.

Заместитель председателя

Предлагаю утвердить результаты голосования.

Все «Единогласно».

Протокол счетной комиссии утверждается единогласно.

Коллеги, посмотрите заключения диссертационного совета и просьба проголосовать за проект.

Все «ЗА».

Заключение диссертационного совета утверждается единогласно.

Заместитель председателя

Теперь надо поздравить нашего соискателя.

На заседании 30 мая 2019 года диссертационный совет принято решение о присуждении Кулешову Александру Петровичу ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Мы вам присудили степень, ВАК только утверждает.

Заместитель председателя

Замечания по ведению есть? – Нет. Принимается.

Я подведу итог нашего заседания.

Защита состоялась

На этом заседание совета объявляется закрытым. Все свободны.

Заместитель председателя

диссертационного совета,

д-р геол.-минерал. наук

Ученый секретарь

д-р геол.-минерал. наук



Лисенков Александр Борисович

Ганова Светлана Дмитриевна

19.12.2019 года