

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ.6
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 22.06.2023 № 4

О присуждении **Лосевой Елизавете Сергеевне**, гражданке РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение достоверности сейсмоакустического контроля свайных фундаментов в слабых водонасыщенных грунтах» по специальности 2.2.8. Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды принята к защите 18.04.2023 г., протокол заседания № 2, диссертационным советом ГУ.6 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Горного университета о создании диссертационного совета от 06.02.2023 № 154 адм.

Соискатель, Лосева Елизавета Сергеевна, 5 мая 1995 года рождения в 2019 году окончила федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» по специальности 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений.

Диссертация выполнена на кафедре метрологии, приборостроения и управления качеством в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Министерства образования и науки России.

Научный руководитель - доктор технических наук, доцент **Сясько Владимир Александрович**, профессор кафедры метрологии, приборостроения и управления качеством в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет».

Официальные оппоненты:

Аббакумов Константин Евгеньевич – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры электроакустики и ультразвуковой техники федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»;

Кинжагулов Игорь Юрьевич – кандидат технических наук, преподаватель факультета систем управления и робототехники федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»; дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **общество с ограниченной ответственностью «Акустические Контрольные Системы» (ООО «АКС»)**, г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном ведущим научным сотрудником научного отдела, доктором технических наук, старшим научным сотрудником **Шевалдыкиным Виктором Гавриловичем** и секретарем заседания, руководителем отдела разработки, кандидатом технических наук **Алехиным Сергеем Геннадиевичем** и утвержденном генеральным директором, доктором технических наук **Самокрутовым Андреем Анатольевичем**, указала, что предложенные и разработанные автором методы обработки сигналов и классификации вероятных дефектов в сваях на основе искусственных нейронных сетей открывают широкие возможности дальнейшей детальной разработки и оптимизации процесса сейсмоакустического контроля для повышения достоверности его результатов.

Соискатель по теме диссертации имеет 4 работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы, в том числе в 2 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 2 статьях - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus. Получено свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

Общий объем – 2,63 печатных листа, в том числе 1,83 печатных листов - соискателя.

1. Лозовский, И.Н. Фильтрация данных сейсмоакустического контроля сплошности свай с использованием непрерывного вейвлет-преобразования / И.Н. Лозовский, **Е.С. Лосева**, В.А. Сясько // Контроль. Диагностика. - 2022. - № 9. - С. 36-45 (ВАК, № 1335 ред. 20.07.2022).

Соискателем на основе проведенного анализа методов обработки сигналов и обработанных экспериментальных данных предложена методика фильтрации сигналов с высокочастотной составляющей.

2. Чуркин, А.А. Приемы повышения достоверности оценки длины свай в составе существующих сооружений при обследовании сейсмоакустическим

методом / А.А. Чуркин, **Е.С. Лосева**, И.Н. Лозовский, В.А. Сясько // Контроль. Диагностика. - 2022. - № 10. - С. 24-32 (ВАК, № 1337 ред. 23.09.2022).

Соискателем на основе выполненного анализа ограничений сейсмоакустического метода контроля и обработанных экспериментальных данных предложена методика по повышению достоверности оценки длины и сплошности свайных фундаментов.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus:

3. **Loseva, E.S.** Identifying Small Defects in Cast-in-Place Piles Using Low Strain Integrity Testing/ **Loseva E.S.**, Lozovsky I.N., Zhostkov R.A. // Indian Geotechnical Journal. – 2022. – № 52. - P. 270-279.

Лосева, Е.С. Выявление небольших дефектов в монолитных железобетонных сваях при помощи сейсмоакустического метода/ **Лосева Е.С.**, Лозовский И.Н., Жостков Р.А. // Индийский геотехнический журнал. – 2022. – № 52. - С. 270-279.

Соискателем проведен анализ и составлена классификация дефектов, возникающих при устройстве свай, выявлены дополнительные ограничения сейсмоакустического метода контроля свайных фундаментов, разработан проект экспериментального полигона для повышения разрешающей способности используемого метода, проведены экспериментальные работы и обработаны полученные данные.

4. **Loseva, E.S.** Wavelet Analysis for Evaluating the Length of Precast Spliced Piles Using Low Strain Integrity Testing // **Loseva E.S.**, Lozovsky I.N., Zhostkov R.A., Syasko V.A. // Applies Sciences. – 2022. – № 12. - P. 1-12.

Лосева, Е.С. Вейвлет-преобразование для определения длины свай заводского изготовления сейсмоакустическим методом // **Лосева Е.С.**, Лозовский И.Н., Жостков Р.А., Сясько В.А. // Прикладные науки. – 2022. – № 12. - С. 1-12.

Соискателем на основе проведенного анализа методов обработки сигналов, обработанных результатов численного моделирования и экспериментальных данных, предложена методика, повышающая достоверность оценки длин секций свай заводского изготовления.

Патенты/свидетельства на объекты интеллектуальной собственности:

5. Программа для ЭВМ № 2023610021 Российская Федерация. Программа для выявления дефектов буровых и буронабивных свай на основе данных, полученных сейсмоакустическим методом, в полевых условиях: № 2022684877: заявл. 15.12.2022: опубл: 10.01.2023 / Котелева Н.И., Лосева Е.С., Сясько В.А.: заявитель СПбГУ. -1 с.

Соискателем предложена методика, повышающая достоверность выявления дефектов в свайных фундаментах, на основе искусственных нейронных сетей.

Апробация работы проведена на научно-практических мероприятиях с докладами:

I-я Всероссийская межвузовская научно-практическая конференция молодых ученых, посвященной 80-летию основания кафедры «Строительное производство» (апрель 2020 года, г. Санкт-Петербурга), International Conference on Complex equipment and quality control laboratories (CEQCL) (апрель 2020 года, г. Санкт-Петербург), LXXV Научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Актуальные проблемы современного строительства» (октябрь 2022 года, г. Санкт-Петербург), Санкт-Петербургский конгресс «Профессиональное образование, наука и инновации в XXI веке» (декабрь 2022 года, г. Санкт-Петербург).

В диссертации Лосевой Елизаветы Сергеевны отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: декана строительного факультета ФГБОУ ВО «СПбГАСУ», д.т.н., доцента **А.Н. Гайдо**; ген. директора ООО «НПЦ «ЭХО+», д.т.н., профессора **А.Х. Вopilкина**; первого заместителя директора Учреждения науки «Инженерно-конструкторский центр сопровождения эксплуатации космической техники» д.т.н., профессора **В.Е. Прохоровича**; ген. директора ООО «ОЗИС-Венчур» к.т.н. **А.В. Улыбина**; заведующего отделом неразрушающего контроля, д.т.н., профессора **Я.Г. Смородинского**; заместителя генерального директора по научным вопросам и системе качества, д.т.н. **Е.Г. Базулина**; генерального директора ООО «Эгеос» **А.А. Мухина**; заведующего кафедрой «Приборы и методы измерений, контроля, диагностики» ФГБОУ ВО ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, заслуженного деятеля науки РФ, д.т.н., профессора **В.В. Муравьева**; профессора кафедры «Радиотехнические устройства и системы диагностики» ФГАОУ ВО ОмГТУ, д.т.н. **А.П. Науменко**; главного научного сотрудника

АО «Научно-исследовательский институт интроскопии МНПО «Спектр», заслуженного деятеля науки, д.т.н. профессора **В.Т. Боброва**.

В отзывах дана положительная оценка выполненного исследования, отмечена актуальность темы диссертационной работы, степень проработки проблемы, высокий фундаментальный и технический уровень предложенных решений и рекомендаций, а также практическая применимость результатов. Однако имеется ряд вопросов и замечаний:

1. Не раскрыты особенности применения методики контроля качества сплошности свай с различными видами дефектов их стволов (д.т.н. **А.Н. Гайдо**);

2. Не описаны вопросы математического планирования натурального эксперимента (д.т.н. **А.Н. Гайдо**);

3. Не в полной мере отражены результаты верификации предлагаемых методик на основании полученных опытных результатов (д.т.н. **А.Н. Гайдо**);

4. Не приведены аналитические формулы коэффициента отражения от несплошностей заданного типа в сваях (д.т.н. **А.Х. Вopilкин**);

5. Необоснованное применение испытательных образцов с заданными значениями (д.т.н. **А.Х. Вopilкин**);

6. Необоснованный принцип мультичастотности возбуждаемых сигналов (д.т.н. **А.Х. Вopilкин**, д.т.н. **Е.Г. Базулин**);

7. Недостаточная обучающая выборка для искусственных нейронных сетей (д.т.н. **А.Х. Вopilкин**, к.т.н. **А.В. Улыбин**, д.т.н. **Е.Г. Базулин**);

8. Не указано, может ли разработанная методика применяться к иным грунтовым условиям, которые отличаются от слабых водонасыщенных (к.т.н. **А.В. Улыбин**, **А.А. Мухин**);

9. Предлагаемая методика для ее практической реализации требует обязательной разработки пошаговой инструкции, начиная от правил подбора вейвлет-функции и ее параметров и заканчивая правилами интерпретации полученных графических результатов в частотно-временном виде (к.т.н. **А.В. Улыбин**);

10. Недостаточно подробно рассмотрены физические основы сейсмоакустического метода, информативные и мешающие параметры, а также имеющиеся в настоящее время ограничения по применению (д.т.н. **Я.Г. Смородинский**, д.т.н. **В.В. Муравьев**);

11. Не в полной мере отражены теоретические аспекты комплексного вейвлет-преобразования, а также не указаны принципы возбуждения зондирующего сигнала и аппаратура его регистрации (д.т.н. **В.В. Муравьев**);

12. Не указано, насколько повышается достоверность выявления дефектов при применении классификаторов на основе искусственных нейронных сетей (д.т.н. **А.П. Науменко**);

13. Не исследована зависимость амплитудно-частотной характеристики сваи от различных технологических и конструктивных факторов (д.т.н. **А.П. Науменко**);

14. Неудачное использование термина «сейсмоакустический метод», поскольку речь идет об ударном возбуждении акустических волн. Использование редко употребляемых терминов «верификация» и «валидация» (д.т.н. **В.Т. Бобров**).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований и публикаций по теме диссертационной работы и их компетенцией в данной области.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая концепция частотно-временной обработки сигналов и выделения информативных параметров, обеспечивающих повышение достоверности выявления дефектов при сейсмоакустическом контроле свай, возводимых в слабых водонасыщенных грунтах;

предложены оригинальные научно-методические и технологические подходы к разработке и изготовлению испытательных образцов с искусственными заложенными дефектами в составе испытательного полигона, позволившими осуществить верификацию основных методических положений обработки сигналов и методики контроля свайных фундаментов в целом;

доказана перспективность применения искусственных нейронных сетей и методики их обучения с использованием разработанных испытательных образцов с заложенными искусственными дефектами;

введены новые информативные параметры сигналов, получаемых при их обработке в частотно-временном представлении.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана необходимость применения мультичастотного ударного возбуждения сигналов и последующего использования комплексного вейвлет-преобразования получаемых сигналов для выявления дефектов в свайных фундаментах;

применительно к проблематике диссертации результативно **использованы** методики анализа сигналов в частотно-временной области с использованием фазы комплексного вейвлет-преобразования и их

классификаторов с использованием искусственных нейронных сетей для выявления дефектов в теле вновь возводимых и эксплуатируемых свай;

изложены условия применения моделей процессов возбуждения, распространения и регистрации упругих волн, а также алгоритмов обработки и анализа получаемых сигналов при сейсмоакустическом контроле свай;

раскрыты основные ограничения по применению существующих решений, изложенных в действующих нормативных документах и предварительном национальном стандарте ПНСТ 804-2022 «Сваи. Сейсмоакустический метод контроля длины и сплошности»;

изучены особенности инженерно-геологического разреза Санкт-Петербурга, а также технологий, традиционно применяемых при возведении свайных фундаментов в слабых водонасыщенных грунтах и процессов возникновения дефектов, обусловленных условиями и технологиями их возведения;

проведена модернизация существующего метода контроля длины и сплошности свайных фундаментов путем применения вейвлет-преобразования и классификаторов на основе искусственных нейронных сетей в качестве инструментов, повышающих достоверность и информативность сейсмоакустического метода.

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

разработана и внедрена методика контроля свайных фундаментов в слабых водонасыщенных грунтах, основанная на многочастотном ударном возбуждении упругих волн в теле свай и последующем анализе получаемых акустических сигналов в частотно-временной области с использованием фазы комплексного вейвлет-преобразования и классификаторов на основе искусственных нейронных сетей, позволяющая расширить перечень и повысить достоверность выявления дефектов свай в условиях слабых водонасыщенных грунтов;

определены перспективы дальнейших исследований, направленных на повышение информативности и достоверности сейсмоакустического контроля свайных фундаментов путем разработки и совершенствования инструментов для обработки полученных сигналов, сбора полевых данных для обучения искусственной нейронной сети, а также доработки соответствующей нормативной документации;

создана система практических рекомендаций по совершенствованию предлагаемых алгоритмов и решений в части автоматической интерпретации результатов контроля;

представлена система рекомендаций по дальнейшему совершенствованию сейсмоакустического контроля свайных фундаментов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ применялось поверенное, калиброванное и аттестованное оборудование с применением современных методик исследования, проведенные экспериментальные измерения выполнены в достаточном количестве;

теория построена на известных принципах, которые согласуются с международными стандартами и современными исследованиями в этом направлении;

идея базируется на анализе большого объема научных исследований и литературы в области повышения достоверности неразрушающих методов контроля;

использовано качественное и количественное сравнение полученных данных в диссертационной работе, а также результатов зарубежных исследований;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в зарубежных источниках по изучению разрешающей способности сейсмоакустического контроля свайных фундаментов;

использованы современные методики сбора исходной информации и методы обработки результатов полученных измерений в контексте поставленных и решенных задач в диссертационном исследовании.

Личный вклад соискателя состоит в: постановке задач исследования, анализе процессов образования дефектов при возведении и эксплуатации свай в слабых водонасыщенных грунтах и методов оценки их сплошности и длины, разработке искусственных дефектов и моделировании процессов получения и обработки сигналов при сейсмоакустическом контроле свай в условиях слабых водонасыщенных грунтов, разработке технологии изготовления и аттестации испытательных образцов свай с искусственными дефектами в составе полигона для проведения верификации методик контроля, разработке и верификации методики контроля свайных оснований в слабых водонасыщенных грунтах, повышающей достоверность данных, полученных при использовании сейсмоакустического метода, на основе вейвлет-преобразования и классификаторов с использованием искусственных нейронных сетей, экспериментальном исследовании разработанной методики с использованием испытательных образцов с искусственными дефектами и двухсекционных свай заводского изготовления, практическом применении и валидации методики в реальных условиях применения свай.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Лосева Е.С. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию.

На заседании 22.06.2023 диссертационный совет принял решение присудить **Лосевой Е.С.** ученую степень кандидата технических наук за решение научной задачи по разработке методики контроля свайных фундаментов в слабых водонасыщенных грунтах, основанной на комплексном вейвлет-преобразовании и классификаторов на основе искусственных нейронных сетей.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 9 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 15, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета

22.06.2023 г.



Шпенст
Вадим Анатольевич

Устинов
Денис Анатольевич