

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям

ФГАОУ ВО ПНИПУ,

Д.Ф.М.Н., доцент



А.И. Швейкин

20 26 г.

### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» на диссертационную работу Михайлова Виктора Сергеевича на тему «Прогноз колебаний большеразмерных свайных фундаментов с учетом резонансных эффектов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.2. Основания и фундаменты, подземные сооружения.

#### Актуальность темы исследования

Современный этап строительства характеризуется возведением зданий различного назначения и этажности, потребности в которых диктуются запросами общества. В последнее время растущей популярностью пользуются, например, логистические центры, высотные гражданские и общественные здания, многофункциональные спортивные комплексы и т.д. Увеличение этажности зданий приводит к росту нагрузок на основание и часто в качестве фундаментов применяются свайно-плитные конструкции с большим числом свай. Грунты оснований по сейсмическим свойствам делятся на четыре категории. Весьма часто здания и сооружения располагаются на основаниях, сложенных грунтами третьей и четвертой категорий. Определяющими динамическими воздействиями на здания и сооружения являются природные сейсмические. В то же время активно развивается транспортная инфраструктура, строятся подземные транспортные сооружения, значительно возрастает интенсивность движения. На построенные здания и сооружения увеличиваются различные промышленные и транспортные динамические воздействия. Одними из техногенных динамических воздействий являются взрывные.

Свайно-плитные фундаменты с большим числом свай отличаются по своим свойствам от обычных свайных кустов. Динамические свойства таких фундаментов обладают характерными особенностями, учет которых при расчетах и конструировании является актуальной задачей.

Целью диссертационной работы является разработка комплексного метода расчета большеразмерных свайных фундаментов для прогнозирования динамического поведения системы «сооружение - свайный фундамент - основание» в условиях динамических и сейсмических воздействий, включая кинематическое возбуждение и учет развития резонансных эффектов.

### **Структура и содержание работы**

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 196 наименований, перечня терминов и сокращений и двух приложений.

**Во введении** обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель диссертации и задачи, описаны методология и методы исследований, изложены их теоретическая и практическая значимость, научная новизна работы, перечислены положения, выносимые на защиту, личный вклад автора, сведения об апробации результатов.

**В первой главе** выполнен обзор и анализ методов расчета свайных фундаментов в условиях динамического нагружения. Проанализированы подходы к оценке динамических свойств при исследовании колебаний большеразмерных свайных фундаментов. Приведены некоторые зависимости оценки механических свойств грунтов от скорости распространения волн сдвига, а также оценки скорости поперечных волн и начального модуля сдвига от физических характеристик грунтов. Рассмотрены модель условного фундамента большеразмерного свайного поля, контактные модели линейно-деформируемого грунтового основания, расчетные модели одиночной сваи и малой группы свай, и подходы к расчету свайных фундаментов в условиях сейсмических воздействий. Для дальнейших исследований выбраны численные методы, в которых используются пространственные дискретные модели грунтовых сред с кинематическим воздействием. Поставлены задачи уменьшения ресурсоемкости численных расчетов, упрощения метода расчета большеразмерных свайных фундаментов путем использования контактных моделей подстилающего грунтового основания и проверки результатов численного моделирования натурной оценкой колебаний фундаментов на грунтовых основаниях различных категорий по сейсмическим свойствам.

**Во второй главе** выполнен обзор и проанализированы теоретические положения комплексного метода расчета большеразмерных свайных фундаментов. Глава состоит из пяти разделов. В первом разделе проанализированы подходы к оценке условий резонанса по различным методикам в сравнении приведенной в СП 26.13330. Во втором разделе

рассмотрены модели сейсмического воздействия с использованием различных подходов. В третьем и четвертом разделах обсуждаются две контактные модели свайного фундамента в условиях отсутствия резонанса фундамента с основанием: соответственно с жестким ростверком и с гибким ростверком. В пятом разделе предметом рассуждений соискателя являются пространственные модели большеразмерного свайного основания. По итогам подробного анализа автором аргументированно обосновано применение для численных исследований методов расчета в зависимости от гибкости свайного ростверка и условий появления резонанса, при котором колебания фундамента оказывают обратное влияние на колебания грунтового основания.

**В третьей главе** изложены результаты численных исследований колебаний большеразмерных свайных фундаментов методом конечных элементов с использованием контактных, пространственных и комбинированных моделей. Рассматривались все четыре типа грунтовых условий по сейсмическим свойствам. Наиболее неблагоприятные результаты присущи сооружениям на основаниях III и IV типов по сейсмическим свойствам. Подчеркивается важность результатов инженерно-геофизических исследований при сейсмическом микрорайонировании для назначения мощности моделируемого массива грунта.

**Четвертая глава** посвящена экспериментальным исследованиям резонансных эффектов в большеразмерном свайном основании. Приводится описание методов исследований, геологических условий исследуемых объектов и измерительного оборудования. Автор применил метод оценки динамического отклика грунтовых сред и сооружений путем регистрации колебаний на воздействие естественного микросейсмического поля. Результаты полевых исследований, по данным автора, свидетельствуют о корректности предложенного численного метода расчета большеразмерных свайных фундаментов. Подчеркивается важность корректного определения мощности сейсмореализующего слоя. Автор рекомендует применять при изысканиях более точные методы определения динамических свойств грунтов по сравнению с регистрацией микросейсм, такие как метод скважинного сейсмического каротажа или сейсмостатическое зондирование.

**В пятой главе** приведены рекомендации по прогнозу колебаний большеразмерных свайных фундаментов. Изложены рекомендации по применению комплексного метода расчета большеразмерных свайных фундаментов и по полевой оценке параметров демпфирования основания и несущей способности свай при сейсмических нагрузках.

**Выводы в конце каждой главы** обобщают результаты проведенных исследований.  
**Выводы по пятой главе** содержат перспективы дальнейших исследований.

**В заключении по диссертации** подводятся итоги диссертационного исследования.

### **Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций**

Обоснованность и достоверность научных положений, приведенных в диссертации, выводов и рекомендации по результатам диссертационного исследования обеспечена:

- сходимостью результатов численного моделирования с результатами натуральных экспериментов, проведенных автором, а также решениями, полученными с использованием известных методик;
- применением классических методов механики грунтов, динамики грунтов и теории колебаний, верифицированных программных комплексов для численного моделирования.

### **Научная новизна**

Новизна полученных в ходе работы над диссертацией результатов заключается в:

- разработке соискателем комбинированной пространственной модели большегабаритного свайного фундамента, учитывающей его резонансные свойства;
- разработке автором упрощенной численно-аналитической модели пропорциональных деформаций для расчета свайного фундамента с жестким ростверком в условиях, при которых невозможно развитие резонанса между основанием и сооружением;
- применении автором двухпараметрической модели полупространства для расчета свайного фундамента с гибким ростверком в условиях, при которых невозможно развитие резонанса между основанием и сооружением;
- уточнении данных о влиянии поверхностных волн в основании на внутренние усилия и изгибающие моменты в сваях в случае резонанса на собственных частотах сооружения с основанием в грунтах III и IV типов по сейсмическим свойствам;
- предложенной автором зависимости резонансных свойств основания от мощности сейсмореализующей толщи.

### **Теоретическая и практическая значимость диссертации**

Теоретическая значимость диссертации заключается в:

- модификации существующих расчетных моделей свайного фундамента с жестким ростверком и с гибким ростверком в условиях отсутствия резонанса фундамента с основанием;

- предложенной автором несложной степенной зависимости резонансного периода колебаний грунтового основания в секундах от мощности сейсмореализующей толщи в метрах для грунтов первой, второй и третьей категорий по сейсмическим свойствам.

Практическая значимость диссертации заключается в следующем:

- предложенный автором комплексный метод расчета большеразмерных свайных фундаментов позволяет проектировать свайное основание в зависимости от возможности возникновения резонанса и жесткости фундамента;
- примененный автором полевой пассивный сейсморазведочный метод отношения горизонтального и вертикального спектров (метод Накамуры) позволяет определять частотные характеристики свайного фундамента с использованием стандартного оборудования;
- автором модифицировано геофизическое сейсмоакустическое оборудование, позволяющее исследовать микросейсмические колебания и динамические свойства грунтов основания в условиях повышенных шумов. Получены три патента на изобретения.

#### **Значимость полученных результатов для развития соответствующей отрасли науки**

Значимость полученных результатов заключается в совершенствовании методики расчета большеразмерных свайных фундаментов в условиях динамических и сейсмических воздействий, включая слабые сейсмические воздействия.

#### **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы**

Результаты, полученные при выполнении диссертационной работы, рекомендуется использовать для проектирования большеразмерных свайных фундаментов в условиях динамических и сейсмических воздействий и полевой оценки параметров демпфирования основания и несущей способности свай при сейсмических нагрузках.

#### **Замечания**

1. Одним из положений практической значимости соискателем заявлена модификация геофизического сейсмоакустического оборудования для задач динамического мониторинга с получением трех патентов на изобретения (стр. 8). К сожалению, ни в диссертации, ни в автореферате не описаны ни эти изобретения, ни опыт их применения в рамках диссертационных исследований. Сведения о патентах приведены только в списке литературы (п.п. 183 – 185). При выполнении полевых работ использовалось стандартное сейсмометрическое оборудование (стр. 145).

2. Имеются расхождения в описании структуры и объема работы в диссертации, автореферате и фактически.

В диссертации указано (стр. 10), что она состоит из «...списка литературы из 195 наименований, двух приложений, изложена на 206 листах печатного текста, всего 252 листа с учетом приложений, содержит 114 рисунков и 41 таблицу».

В автореферате указано (стр. 9), что диссертация состоит из «...списка литературы из 200 наименований, 3 приложения, изложена на 240 листах печатного текста, содержит 122 рисунка и 52 таблицы».

Фактически же в диссертации список литературы из 196 наименований, два приложения - приложение А и приложение Б, изложена на 253 страницах печатного текста, включая приложения, содержит 115 рисунков и 41 таблицу.

3. При описании экспериментальных исследований в главе 4 автором не приведена информация о погодных условиях, в которых проводились эксперименты и времени года, в которое выполнялись работы.

4. Предложенные автором методы скважинного сейсмического каротажа или сейсмостатического зондирования (стр. 152) для изучения сейсмореализующей толщи в зоне малых скоростей верхней части разреза отличаются повышенной стоимостью, поскольку в первом случае требуется бурение скважины, а во втором – выполнение статического зондирования. Скорости объемных волн в грунтовом массиве регистрируются по первым вступлениям, то есть средние значения по глубине грунтового массива. Почему-то автор в исследованиях не рассматривал недорогой и весьма эффективный неинвазивный поверхностный метод многоканального анализа поверхностных волн, широко применяемый в мировой практике для изучения сейсмореализующего слоя (показатель  $V_{s30}$ ).

5. К сожалению, в диссертации не приведены результаты технико-экономического сравнения предложенных автором решений с применяемыми в настоящее время.

Необходимо отметить, что изложенные замечания не снижают ценности выполненного диссертационного исследования.

### **Заключение**

Анализ работы позволяет сделать обоснованный вывод о том, что диссертация Михайлова Виктора Сергеевича на тему «Прогноз колебаний большеразмерных свайных фундаментов с учетом резонансных эффектов» является научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, обладает научной новизной, научной и

практической ценностью, а научные положения, выводы и рекомендации имеют весьма существенное значение для развития геотехники. Диссертационная работа соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Михайлов Виктор Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.2. Основания и фундаменты, подземные сооружения.

Отзыв на диссертацию рассмотрен и одобрен на заседании кафедры «Строительное производство и геотехника» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (ФГАОУ ВО ПНИПУ) 22 апреля 2026 года. Протокол заседания № 9 от 22 апреля 2026 г. Присутствовало на заседании 14 человек, из них с правом голоса 11 человек. В голосовании приняло участие 11 человек, за – 11, против – 0, воздержались - 0.

Доцент кафедры  
«Строительное производство и геотехника»  
ФГАОУ ВО ПНИПУ,  
кандидат технических наук (05.23.02)  
614990, Пермский край, г. Пермь,  
Комсомольский проспект, д. 29  
тел. 8 342 219-83-74  
e-mail: spstf@pstu.ru

22.04.2026 г.

Шутова О.А.

Я, Шутова Ольга Александровна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета 24.2.419.02, и их дальнейшую обработку.

22.04.2026 г.

Шутова О.А.

Адрес: 614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29

E-mail: spstf@pstu.ru

Тел.: +7 (342) 219-83-74