

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Тер – Мартиросяна Армена Завеновича на тему «Взаимодействие фундаментов зданий и сооружений с водонасыщенным основанием при учете нелинейных и реологических свойств грунтов», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.23.02 – Основания и фундаменты, подземные сооружения

Актуальность темы диссертационной работы

При проектировании и строительстве зданий и сооружений на слабых водонасыщенных глинистых грунтах в часто применяют искусственные основания. Осадка и несущая способность таких фундаментов являются основными параметрами при проектировании зданий и сооружений на слабых водонасыщенных основаниях. Количественная оценка этих параметров в настоящее время выполняется аналитическим и численным методами на основе результатов экспериментальных исследований грунтов строительной площадки. Диссертационная работа Армена Завеновича Тер – Мартиросяна посвящена разработке новых методов количественной оценки осадки и несущей способности фундаментов на водонасыщенных основаниях в естественном и преобразованном состояниях, и является актуальной. Тема работы соответствует паспорту специальности по номенклатуре ВАК РФ по шифру 05.23.02 – Основания и фундаменты, подземные сооружения.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций сформулированных в диссертации.

Научные положения в диссертации основываются на современных экспериментальных и теоретических исследованиях механических свойств водонасыщенных грунтов, в том числе, выполненных автором диссертации. Кроме того использовались современные методы количественной оценки НДС водонасыщенных оснований, и новых расчетных моделей грунтов, в том числе, предложенных автором диссертации. Они также базировались на принципах линейной деформации Цытовича, эффективных напряжений Терцаги, ламинарной фильтрации воды в поровой среде Дарси, сжимаемости поровой газосодержащей воды Лейбензона, и прочности грунтов Кулона – Мора, на которые основана современная прикладная механика грунтов и методы расчета оснований и фундаментов промышленных и гражданских сооружений.

Достоверность полученных результатов подтверждается:

- обоснованной постановкой и решением сформулированных новых задач о взаимодействии водонасыщенных оснований с подземными конструкциями;
- использованием при постановке задач базовых принципов принятых в прикладной механике грунтов;
- применением при расчетах НДС водонасыщенных оснований аналитических и численных методов прикладной механики грунтов с использованием ПК MathCab и ПК Plaxis – 3d соответственно.

Научная новизна работы состоит в следующем

1. Разработана новая универсальная реологическая модель глинистого грунта при сдвиге, которая описывает ползучесть грунтов двойной кривизной, релаксацию и кинематический сдвиг.
2. Разработана новая модель грунта для описания остаточных деформаций при циклическом нагружении.
3. Решена плоская задача консолидации водонасыщенных грунтов с учетом реологических свойств скелета и сжимаемости поровой газосодержащей воды аналитическим методом и построены изолинии избыточного давления во времени. Это используется для расчета фундаментов.
4. Решена задача по определению начальной критической нагрузки на водонасыщенное основание с учетом степени водонасыщения, исходного НДС основания, которая применяется при расчете модуля деформации грунтов.
5. Решена задача по определению избыточных напряжений вокруг лидирующей скважины при принудительном расширении ее диаметра. Этот метод может быть использован при расчете известковых свай.
6. Решена задача о взаимодействии длинной сваи конечной жесткости с окружающим грунтом, обладающей линейными, нелинейными и реологическими свойствами. Это позволяет уточнить несущую способность свай.

Теоретическая и практическая значимость полученных результатов заключается в разработке новых реологических моделей скелета глинистого водонасыщенного грунта и грунта в целом, а также их использовании при решении задач по количественной оценке НДС водонасыщенных оснований, взаимодействующих с фундаментами конечной ширины и длинными сваями конечной жесткости, взаимодействию водонасыщенных грунтовых

оснований и фундаментов сооружений при статистическом циклическом и вибрационном воздействиях свойств слабых грунтов.

Практическая значимость работы состоит в том, что в результате полученных аналитических решений возможно установить пределы применимости вертикальных песчаных дрен с пригрузочной насыпью, песчаных свай, известковых свай, диаметр которых увеличивается в процессе гашения извести в теле свай.

Практическое значение имеет предложенная в диссертации методика расчета осадок фундаментов различных сооружений и при определении конечной величины осадки фундаментов в процессе консолидации грунтов основания фундаментов сооружения.

Оценка содержания диссертации и ее завершенность. Диссертация представлена на 324 страницах, 190 рисунках, в таблицах, и содержит 235 наименований, в том числе 27 иностранных.

Во введении приведены актуальность темы, цели и задачи исследования, научная новизна, теоритическая и практическая значимость работы, методология и методы диссертационного исследования, положения, выносимые на защиту, апробация результатов.

В первой главе дано обоснование актуальности темы диссертационной работы, составлен обзор работ посвященных исследованиям деформации во времени в зависимости от нелинейных и реологических свойств скелета и сжимаемости поровой газосодержащей воды. Сформулированы цели и задачи исследования диссертации.

Вторая глава посвящена результатам экспериментальных исследований грунтов в условиях компрессионного и трехосного сжатия при статистическом и кинематическом нагружении и их анализу. Приводится описание современных моделей грунтов при сдвиге и ползучести, учитывающие упругие, упруго – пластические и вязко – пластические свойства грунтов.

В третьей главе приводится решение задач расчета осадки фундаментов аналитическими способами. Приводится описание физических уравнений Генки, учитывающие влияние среднего напряжения в отличие от уравнения Гука. Кроме того, они позволяют описать нелинейную связь между напряжением и деформацией. Приводится описание универсального реологического уравнения, которое одновременно описывает: и процессы ползучести с двойной кривизной (при постоянстве касательного напряжения) и релаксацию начальных напряжений при постоянной «угловой» деформации.

Для описания остаточных деформаций при циклическом нагружении используется экспериментальная логарифмическая зависимость деформации водонасыщенных грунтов от количества циклов. Показывается, что такую зависимость можно условно получить аналитическим путем, если полагать, что модуль деформации растет прямо пропорционально количеству циклов.

Приводится описание реологической модели грунта в целом (закрытая система) на основе реологических моделей Максвелла и Кельвина для скелета и линейной сжимаемости поровой газосодержащей воды. Показывается, что в этом случае при циклическом нагружении и при определенных условиях дренирования накапливается избыточное поровое давление. Это сложная задача, которую необходимо решить при проектировании и строительстве оснований и фундаментов зерновых элеваторов, нефтяных резервуаров большой емкости и т.д. Именно поэтому, полученные решения имеют практическое значение.

В четвертой главе приводится развитие метода эквивалентного слоя Н.А. Цытовича. Одномерная задача уплотнения водонасыщенных грунтов решается, когда начальное распределение порового давления по глубине меняется не по линейному закону (треугольная эпюра), а по криволинейному, определяемому по кривой изменения среднего напряжения под центром нагруженной полосы (задача Фламана), т.е. криволинейно.

Для практических расчетов предлагаются приближенные формулы для определения порового давления осадки слоя, с учетом первичной и вторичной консолидации.

При решении плоской задачи консолидации сначала анализируется НДС основания. Показывается, что осадки грунтов основания обусловлены действием суммы главных напряжений σ_m и разностью $\sigma_z - \sigma_m$, (вытекающей из обобщенного уравнения Гука).

В этой же четвертой главе приводится решение задач по определению начальной критической нагрузки на водонасыщенное основание приложенной по полосе шириной $b = 2a$ и по площади круга диаметром $d = 2a$ с учетом степени водонасыщения грунтов основания. Решение из которых при отсутствии водонасыщения и начального НДС совпадает с решением Пузыревского.

В пятой главе приводится постановка и решение задач о взаимодействии длинной сваи конечной жесткости и группы таких свай в составе свайно – плитного фундамента с учетом нелинейных и реологических свойств окружающего и подстилающего грунтов. В качестве расчетной модели рассматриваются толстостенный двухслойный цилиндр конечного диаметра, вмещающая длинную сваю (рис. 5.2). Приводится обоснование выбора такой

расчетной модели длинной сваи с окружающим грунтом (рис. 5.1). Показывается, что на долю пяты длинной сваи приходится не более 30% общей нагрузки на оголовку сваи не зависимо от грунтов.

Решение задачи сводится к рассмотрению дифференциального уравнения вида (5.2) в широком диапазоне расширения лидирующей скважины путем разбиения конечного перемещения на n -ное количество шагов. Приводится также решение задачи о релаксации избыточного напряжения вокруг расширенной лидирующей скважины без учета степени водонасыщения. В случае водонасыщенного грунта рассматривается осесимметричная задача консолидации при действии переменной нагрузки на стенки лидирующей скважины на основе решения осесимметричной задачи полученное Р.А. Барроном при постоянной нагрузке.

В пятой главе большое место занимает решение задач о взаимодействии длинной сваи конечной жесткости с окружающим грунтом, с учетом его линейных, нелинейных и реологических свойств. Решение задач получено аналитическим методом, что позволяет построить большое количество графиков изменения касательных и осевых напряжений вдоль сваи и его перемещения при большем диапазоне изменения физико – механических свойств грунтов и геометрических параметров (длина, диаметр) свай конечной жесткости.

Шестая глава посвящена постановке и решению задач о взаимодействии сваи – дрены (грунтовой колонны) с окружающим уплотненным грунтом и ростверком по схеме «висячая свая» и «свая-стойка» (рис. 6.2). Интерес представляет решение задачи по схеме «свая стойка», когда учитывается изменение диаметра сваи – дрена. Решение этой задачи получено численным методом для случаев линейных и нелинейных свойств (рис. 6.6) окружающего грунта.

Седьмая глава посвящена описанию результатов внедрения полученных по теме диссертации результатов путем научного сопровождения проектов и строительства за последние 6 лет, в том числе в г. Москве, Санкт-Петербурге, Сочи, Перми, Саратове, Симферополе, а также объектов повышенной ответственности (АЭС, ТЭС, ГС) в РФ и за рубежом.

В заключении приводится обобщение выполненных исследований и их анализ.

В этом разделе подробно рассматриваются возможности исследования полученных новых аналитических решений для расчета искусственных оснований фундаментов промышленных и гражданских сооружений, расположенных на слабых водонасыщенных глинистых грунтах.

Приводятся новые аналитические решения по определению развития осадок фундаментов во времени.

Оценка содержания диссертации и ее завершенности. Диссертация содержит описание расчетно – теоритических обоснованных методов строительства на слабых водонасыщенных основаниях в естественном и преобразованном состояниях.

Диссертация содержит решения по устройству оснований и фундаментов промышленных и гражданских сооружений, расположенных на слабых водонасыщенных глинистых грунтах. В диссертации для расчетов по предложенным аналитическим формулам необходимо проведение дополнительных свойств грунтов, методика определения которых разработана диссертантом.

Для диссертации характерна глубокая проработка аналитических решений прикладной механики грунтов, что позволяет существенно уточнить расчеты осадок фундаментов и их устойчивости на слабых водонасыщенных грунтах.

Результаты исследований внедрены при научном сопровождении проектов и строительства 28 крупных объектов высотного строительства и тяжелых энергетических объектов в РФ и за рубежом. Все это свидетельствует о высоком научном и практическом уровне выполненных исследований и их завершенности.

Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации, влияние отмеченных недостатков на качество исследования

Диссертация написана современным техническим языком, научные положения сформулированы понятно и обоснованно.

По диссертационной работе Тер-Мартirosяна А.З. имеются следующие замечания.

1. Плитно-свайные фундаменты при строительстве на слабых водонасыщенных грунтах применяются очень редко и только после устройства песчаной подушки с контролем уплотнения.
2. Удачные решения полученные диссертантом с использованием прикладной механики грунтов не проверены экспериментально.
3. Следует подробно привести методику лабораторных опытов для определения необходимых характеристик свойств грунтов с учетом нелинейности.

Отмеченные замечания не снижают качество исследований и не влияют на практические результаты диссертационного исследования.

Считаю, что диссертация «Взаимодействие фундаментов зданий и сооружений с водонасыщенным основанием при учете нелинейных и

реологических свойств грунтов» является законченной научно – квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоритические положения, совокупность которых можно классифицировать как решение научной проблемы, имеющей важное хозяйственное значение, внедрение которой вносит значительный вклад в развитие страны.

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации. Автореферат соответствует тексту диссертации и последовательности изложения материала в диссертации.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011. Структура и оформление диссертации соответствует ГОСТ Р 7.0.11-2011. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления. – М.: Стандартинформ. – 2012.

Соответствие диссертации требованиям п.10 «Положения о порядке присуждения ученых степеней». Диссертационная работа А.З. Тер – Мартиросяна «Взаимодействие фундаментов зданий и сооружений с водонасыщенным основанием при учете нелинейных и реологических свойств грунтов» является самостоятельной авторской работой, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и, безусловно, свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку.

В диссертации приводятся сведения о практическом использовании полученных автором научных результатов. Предложенные автором диссертации решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

Соответствие диссертации требованиям п.11 «Положения о порядке присуждения ученых степеней». Основные научные результаты диссертации, опубликованные в тридцати пяти статьях в рецензируемых научных изданиях из Перечня ВАК РФ, в полной мере отражают выполненные автором исследования.

Соответствие диссертации требованиям п.14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней». Автор диссертации достаточно полно ссылается на авторов и источники заимствованных материалов и результаты предшествующих разработок, в том числе зарубежных ученых и специалистов. Публикации автора с соавторами приведены в списке литературы диссертации и в автореферате с указанием всех соавторов.

Соответствие диссертации требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней». Диссертационная работа А.З. Тер-

Мартirosяна «Взаимодействие фундаментов зданий и сооружений с водонасыщенным основанием при учете нелинейных и реологических свойств грунтов», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук, является законченной научно – квалификационной работой, содержащей новое решение актуальной научной проблемы – расчет фундаментов на водонасыщенных грунтах, имеющее существенное значение для строительства, а именно расчета оснований и фундаментов проектируемых, эксплуатируемых и реконструируемых зданий и сооружений повышенной ответственности. Работа соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор Тер-Мартirosян Армен Завенович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.23.02 – Основания и фундаменты, подземные сооружения.

Официальный оппонент
Абелев Марк Юрьевич,
Доктор технических наук, профессор,
Директор центра инновационных технологий
в строительстве
Института ДПО ГАСИС НИУ ВШЭ
129272, г. Москва, ул. Трифоновская, д. 57, стр. 1
(специальность ВАК, по которой защищена
диссертация: 05.23.02 – Основания и фундаменты,
подземные сооружения),
тел.: 8-(495)5142120
e-mail: int207@mail.ru



М.Ю. Абелев

«01» 09 2016 г.

Подпись заверяю

Начальник отдела кадрового
депопроизводства
Управления персоналом
Сидкина К.П.



ОТЗЫВ

официального оппонента

доктора технических наук, профессора Мирсаяпова Илизара Талгатовича
на диссертационную работу

Тер-Мартirosяна Армена Завеновича

«Взаимодействие фундаментов зданий и сооружений с водонасыщенным
основанием при учете нелинейных и реологических свойств грунтов»
на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности
05.23.02 – «Основания и фундаменты, подземные сооружения».

Актуальность темы

Здания и сооружения и их основания наряду со статическими подвергаются воздействию различного рода циклических нагрузений, которые в целом ряде случаев являются основными, определяющими несущую способность, долговечность и эксплуатационную пригодность отдельных элементов или сооружения в целом. При взаимодействии неоднородного водонасыщенного грунтового массива с подземной частью сооружения конечной жесткости под воздействием длительной статической и циклической нагрузок возникает сложное напряженно-деформированное состояние, которое приводит к изменению основных параметров прочности φ и C , реологических свойств, а так же к возникновению дополнительных остаточных деформаций и напряжений. В настоящее время методы оценки (расчета) несущей способности и осадок оснований фундаментов, сложенных водонасыщенными грунтами, при статическом и циклическом нагружениях с учетом изменения их линейных, нелинейных и реологических свойств не получили полноценного развития. В связи с вышеизложенным, тема диссертационной работы является актуальной и направлена на решение важной научно-практической проблемы, имеющей большое теоретическое, прикладное, практическое и экономическое значение.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность научных результатов работы базируется на теоретических исследованиях, апробированных на практике, основные положения которых опираются на классические методы теории механики грунтов, механики сплошных сред, теории пластичности и ползучести, теории консолидации и грунтоведения. Адекватность расчетных моделей обоснована

сопоставлением экспериментальных данных лабораторных и численных исследований, а также результатов натурных наблюдений осадок оснований зданий и сооружений с расчетными (теоретическими) значениями.

Расчеты основания выполнялись в программных комплексах MathCad и PLAXIS с использованием различных моделей грунтового основания. Подробное описание расчетных схем, анализ и верификация результатов моделирования свидетельствуют о хорошем освоении автором программных комплексов и понимании физической сущности реализованных и разработанных расчетных моделей.

Основные теоретические положения работы и результаты экспериментов прошли достаточную апробацию. Результаты исследований доложены на 15 научных конференциях, проводимых в Российской Федерации, 5 докладов сделаны на международных зарубежных конференциях. По теме диссертации опубликовано 52 печатные работы.

Выводы и рекомендации обоснованы. Предполагаемые расчетные методики научно обоснованы и доведены до стадии технической реализации и внедрения при проектировании реальных объектов строительства.

Достоверность и новизна научных положений

Достоверность результатов диссертационной работы подтверждена результатами лабораторных и численных исследований, применяемыми методами решения поставленных задач и адекватностью разработанных математических и физических моделей.

Результаты данных исследований внедрены на 28 объектах гражданского и энергетического строительства, в том числе на объектах повышенной ответственности, что дополнительно подтверждает их новизну, обоснованность и достоверность.

Автором впервые:

- разработаны модифицированные реологические модели и составлены соответствующие уравнения, учитывающие особенности поведения водонасыщенных песчаных грунтов в условиях трехосного кинематического, циклического и вибрационного нагружения;
- определены основные реологические параметры водонасыщенных грунтов, входящие в состав реологических моделей для прогнозирования напряженно-деформированного состояния оснований зданий и сооружений;
- установлено, что при статических и циклических нагружениях дополнительные деформации водонасыщенных грунтов развиваются,

преимущественно, прямо пропорционально логарифму времени, причем интенсивность этих деформаций зависит от относительной амплитуды $\Delta\tau/\tau_{ст}$ и приведенного порового давления U_w/σ , а так же степени приближения к предельному состоянию τ_i/τ_i^* ;

- решены одномерная, плоская и осесимметричная задачи консолидации водонасыщенных оснований, в том числе, в основании фундаментов конечной ширины с учетом сжимаемости поровой воды и реологических свойств скелета грунта аналитическим и численным методами при статических, циклических и вибрационных нагружениях; на основании полученных решений разработаны методики расчета стабилизированных и нестабилизированных осадок водонасыщенных оснований;

- решена задача о взаимодействии одиночной погружаемой сваи с окружающим и подстилающим грунтовым массивом ограниченных размеров с учетом лидерной скважины; выполнены расчеты напряженно-деформированного состояния нелинейно-деформируемого неоднородного водонасыщенного грунтового массива, вмещающего сваю конечной жесткости при статическом и циклических воздействиях;

- разработаны контактные модели системы «свая – грунт» для свай с учетом их длины, а также реологических и нелинейных свойств материала свай и грунтов;

- решена задача по оценке напряженно-деформированного состояния преобразованного слабого слоя грунта в рамках системы «свайно-плитный фундамент – свая – грунт» с учетом нелинейных и реологических свойств грунтов в зависимости от шага и диаметра свай аналитическими и численными методами;

- решены задачи по определению начальной и критической нагрузки на основания фундаментов с учетом глубины их заложения, исходного напряженно-деформированного состояния массива, степени водонасыщения, линейных, нелинейных и реологических свойств грунтов.

Теоретическая значимость работы

Заключается в построении новых реологических моделей водонасыщенной грунтовой среды и их использовании при решении прикладных задач механики грунтов и теории расчета несущей способности и осадок оснований фундаментов при статических и циклических нагружениях, а именно при решении задач несущей способности и осадок оснований

фундаментов с учетом консолидации, ползучести и изменения порового давления водонасыщенных грунтов.

Практическая значимость и научная ценность работы

Полученные автором диссертации результаты и рекомендации имеют важное значение для научной и практической деятельности в области промышленного, гражданского, энергетического и транспортного строительства.

Полученные в диссертационной работе результаты научных исследований позволяют:

- усовершенствовать теоретические основы описания механических, реологических и нелинейных свойств водонасыщенных грунтов при статическом, кинематическом и циклическом воздействии;
- совершенствовать методы лабораторных испытаний для определения физико-механических свойств грунтов в условиях трехосного сжатия при кинематическом, циклическом нарушениях;
- развивать методы расчета несущей способности, осадок оснований фундаментов зданий и сооружений, а также остаточных деформаций и напряжений оснований зданий и сооружений с учетом изменения реологических свойств водонасыщенных грунтов при статическом, монотонном и режимном циклических нагружениях.

Подтверждением практической ценности является внедрение полученных научных результатов работы на 28 объектах гражданского и энергетического строительства, в том числе на объектах повышенной ответственности.

Оценка содержания и оформления автореферата и диссертационной работы

Содержание автореферата соответствует цели, задачам, выводам и рекомендациям диссертационной работы.

Диссертационная работа представляет собой научное законченное исследование, включающее в себя адекватное обоснование актуальности цели исследования, формирования задач, обеспечивающих достижение цели выбором эффективных методов и средств получения достоверных результатов и, логичными теоретическими и практическими выводами и рекомендациями.

Текст диссертационной работы изложен с учетом требования ВАК Минобразования и науки РФ, предъявляемых к оформлению научных работ. Структура диссертационной работы стандартна и состоит из введения, семи глав, заключения, списка литературы, включающего 235 наименований. Работа содержит 324 страницы текста, 190 рисунков и 6 таблиц.

В диссертационной работе имеются корректные ссылки на литературные источники, которые автор использует при анализе известных отечественных и зарубежных исследований в данном направлении. Текст диссертации позволяет сделать вывод, что использование внешних источников ограничивалось сопоставлением их с собственными результатами с целью подтверждения достоверности и дальнейшего развития исследований.

Во введении описаны актуальность работы, объект исследования, степень его разработанности. Определены цель и основные задачи исследований, отмечены научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе выполнен анализ современных теоретических и экспериментальных подходов исследования ползучести водонасыщенных грунтов при статических и циклических нагружениях и существующих методов количественной оценки напряженно-деформированного состояния грунтовых оснований при статических и циклических воздействиях.

Вторая глава посвящена описанию экспериментально-теоретических основ исследования механических свойств грунтов в условиях компрессионного и трехосного сжатия, выполненного с целью получения параметров реологических моделей грунтов, и результатам лабораторных исследований реологических свойств воздушно-сухих и водонасыщенных песчаных грунтов при статическом и циклическом режимах нагружения.

В третьей главе приводятся описания реологических моделей грунтов и уравнения нелинейного деформирования при статическом и циклическом нагружениях, полученные на основе реологических моделей и экспериментальных исследований.

Четвертая глава посвящена решению и количественному анализу задач по оценке осадки и несущей способности оснований фундаментов, сложенных водонасыщенными грунтами, при статических и циклических нагружениях в одномерной, плоской и осесимметричной постановке с учетом сжимаемости поровой газосодержащей воды, линейных, нелинейных и реологических свойств скелета грунта в нестабилизированном и стабилизированном состояниях уплотнения.

В пятой главе рассмотрены решения и количественный анализ задач о взаимодействии длинной одиночной сваи конечной и бесконечной жесткости с

окружающим и подстилающим грунтами при их линейном и нелинейном деформировании с учетом реологических свойств. Установлено, что несущая способность длинных свай обеспечивается за счет трения по боковой поверхности, а также что в работу вовлекается ограниченный объем грунта в пределах расстояния от оси сваи порядка пяти - семи ее диаметров и такое же расстояние от ее пяты в глубину. Определено, что расчетная область для одиночной длинной буронабивной сваи представляет собой не полупространство, а длинный цилиндр ограниченных размеров.

В шестой главе решены задачи и выполнена количественная оценка напряженно-деформированного состояния буронабивной грунтовой и грунтоцементной свай конечной жесткости с окружающим и подстилающим грунтами в составе свайно-плитного фундамента с учетом линейных, нелинейных и реологических свойств грунтов и материала ствола сваи. Установлено, что под действием нагрузки в свайном основании под ростверком свайно-плитного фундамента формируется сложное и неоднородное напряженно-деформированное состояние, которое зависит от многих факторов, и приложенная на ростверк нагрузка распределяется между свайей и окружающим грунтом по-разному в зависимости от граничных условий на уровне пяты сваи.

Седьмая глава посвящена внедрению результатов диссертационной работы на реальных 28 объектах в городах Москва, Санкт-Петербург, Сочи, Пермь, Саратов, также на объектах повышенной ответственности (АЭС, ГС, ТЭС), построенных в Российской Федерации и за рубежом.

Соответствие диссертации критериям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней»

Диссертация А.З. Тер-Мартirosяна на соискание ученой степени доктора технических наук является законченной научно-квалификационной работой, отличающейся научной новизной и практической значимостью, в которой изложены новые научно-обоснованные технические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

Работа соответствует пунктам 2 и 5 паспорта специальности 05.23.02 «Основания и фундаменты, подземные сооружения» и требованиям, предъявляемым пунктами 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 г., и отвечает всем требованиям ВАК Российской Федерации, предъявляемым к докторским диссертациям.

Публикации, отражающие основное содержание диссертационной работы

Материалы диссертации опубликованы в 52 научных трудах, из них 36 статей – в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК Министерства образования и науки РФ, 4 статьи – в изданиях, индексируемых в Scopus и Web of Science, 3 статьи – в переводных изданиях. Количество публикаций является достаточным и соответствует требованиям по апробации докторской диссертации.

Достоинства и недостатки работы

Содержание работы полностью раскрывает поставленные задачи и методы их решения, работа написана понятным научно-техническим языком, включает таблицы и рисунки, иллюстрирующие основные положения работы.

По диссертационной работе имеются следующие **замечания**:

1. В диссертации рассматриваются циклические и вибрационные нагружения, а так же циклическая ползучесть и виброползучесть, однако из содержания не понятно какая между ними принципиальная разница.
2. В диссертации не приведены диаграммы деформирования грунта при циклических и вибрационных воздействиях в координатах $\varepsilon_v - N$, $\varepsilon_z - N$, $\sigma_v - \varepsilon_v$, $\tau_i(N) - \gamma_i(N)$, $\gamma_i - N$, $E_z - N$, $E_v - N$, $G - N$, что затрудняет оценку и прогнозирование поведения грунтов при таких воздействиях.
3. По нашему мнению, определение деформации ползучести грунта при длительном статическом и циклическом воздействиях по формулам (3.64, 3.94, 3.95, 3.97, 3.98, 3.111, 3.112, 3.114, 3.120) не совсем корректно, так как при таком подходе не учитывается влияние динамического и структурного упрочнения грунта, а так же переменного порового давления на прочность и деформируемость водонасыщенных грунтов при циклическом нагружении. В связи с вышеизложенным, непонятно почему автор отклонился от общепринятой формы записи уравнений ползучести и виброползучести.
4. В шестой главе диссертации отсутствует описание механизма перераспределения приложенной нагрузки (N) между боковой

- поверхностью (Т) и грунтом под нижним концом сваи (R) при длительном статическом и циклическом нагружении с учетом изменения линейных, нелинейных и реологических свойств водонасыщенных грунтов, а также изменения порового давления.
5. Известно, что при циклическом нагружении происходит изменение предела прочности водонасыщенного грунта на сдвиг, что существенно влияет на несущую способность сваи по боковой поверхности и на перераспределение усилий между боковой и лобовой поверхностью сваи при заданной величине осадки. Однако в пятой и шестой главах диссертации этот вопрос недостаточно раскрыт.
 6. В третьей главе диссертации приводится реологическое уравнение, учитывающее процессы разрушения и упрочнения водонасыщенного грунта при статическом и циклическом нагружении. Представленные материалы недостаточно раскрывают физическую сущность процессов накопления дефектов в водонасыщенных грунтах и их «залечивания», а также отсутствуют аналитические выражения, описывающие эти явления.
 7. В шестой главе рассмотрено изменение осадок и реологических свойств грунтов при режимных циклических нагружениях, в частности при непостоянных параметрах цикла, однако в тексте диссертации недостаточно раскрыты особенности поведения грунтов при таких нагружениях, в частности при изменениях максимальных напряжений цикла при переходах от одного режима к другому.

Указанные замечания не снижают ценности диссертации, которая выполнена на высоком научном уровне и имеет важное практическое значение.

Заключение по диссертационной работе

В целом, диссертационная работа Тер-Мартirosяна Армена Завеновича «Взаимодействие фундаментов зданий и сооружений с водонасыщенным основанием при учете нелинейных и реологических свойств грунтов» по объему и содержанию, масштабу постановки задач и глубине проведенных исследований отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК» Министерства образования и науки РФ (п.п.9-14), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации №842

от 24.09.2013 г., и является законченной научно-исследовательской работой, представляющей научный и практический интерес.

На основе вышеизложенного считаю, что автор представленной диссертационной работы, Тер-Мартirosян Армен Завенович, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.23.02 – «Основания и фундаменты, подземные сооружения».

Официальный оппонент:

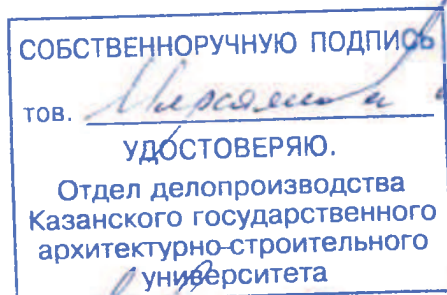
Мирсаяпов Илизар Талгатович,

доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой Оснований,
фундаментов, динамики сооружений и
инженерной геологии
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский государственный архитектурно-
строительный университет»



И.Т. Мирсаяпов
03.09.2016 г.

(адрес: 420043, г. Казань, ул. Зеленая, 1,
тел.раб.: 8(843)510-47-16
тел.моб.: 8(917)852-14-59,
e-mail: mirsayapov1@mail.ru)



ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Тер - Мартиросяна Армена Завеновича «Взаимодействие фундаментов зданий и сооружений с водонасыщенным основанием при учете нелинейных и реологических свойств грунтов», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.23.02 - Основания и фундаменты, подземные сооружения

Актуальность темы диссертационной работы.

Несмотря на значительные достижения в области теоретической механики грунтов, в том числе теории консолидации и ползучести, в условиях современного развития геотехнологий и освоения подземного пространства многие вопросы остаются нерешенными, в том числе: - разработка, использование новых реологических моделей грунтов и их экспериментальное обоснование; - количественная оценка НДС водонасыщенных оснований с учетом нелинейных и реологических свойств скелета, степени водонасыщения и водопроницаемости грунтов, в том числе для прогнозирования во времени деформаций оснований фундаментов конечной ширины, их несущей способности и устойчивости; - оценка НДС взаимодействия длинных одиночных свай конечной жесткости с окружающим грунтом по схеме «висячая свая» и «свая – стойка», в том числе в составе свайно-плитного фундамента; - оценка изменения НДС водонасыщенных оснований при циклическом и вибрационном воздействиях, в том числе, дополнительных осадок и их устойчивости.

В рамках этих позиций автором ставятся и решаются новые задачи с учетом новых факторов, влияющих на взаимодействие водонасыщенного основания с различными типами фундаментов, подземными и надземными частями зданий и сооружений.

Учитывая вышесказанное тема, связанная с количественной оценкой НДС водонасыщенного грунтового массива, вмещающего подземную часть зданий и сооружений, с учетом их взаимодействия на начальном, конечном и промежуточных стадиях формирования и трансформации НДС при статическом, циклическом и низкочастотном воздействиях., которой посвящена диссертация Тер-Мартиросяна А.З., является актуальной.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций,

сформулированных в диссертации. Научные положения, выводы и рекомендации логически связаны и вполне обоснованы, так как базируются на результатах комплекса многочисленных экспериментально-теоретических исследований с применением современных апробированных измерительных систем и приборов. Для решения поставленных задач использовались методы теории упругости, пластичности и ползучести, а также теории консолидации и ползучести многофазных грунтов, в том числе, теории деформирования сплошных сред Гука, Генки и др., а также принципы эффективных напряжений К. Терцаги, ламинарной фильтрации жидкости в пористой среде Дарси, сжимаемой газосодержащей жидкости по Лейбензону и теории прочности Кулона – Мора.

Достоверность и новизна полученных результатов. Достоверность результатов исследований обеспечивается использованием в экспериментах современных электронных средств измерения (мессдозы, тензодатчики) многократностью и повторяемостью опытов, удовлетворительной сходимостью расчетных данных с опытными и данными других авторов, а также успешной проверкой и внедрением результатов исследований на реальных строительных объектах.

Новизной данного исследования является:

- разработка новой универсальной реологической модели скелета грунта при сдвиге, которая описывает все три основных вида кривых реологии - ползучесть, релаксация и кинематический сдвиг, в том числе ползучесть с двойной кривизной;
- разработка новой модели грунта для описания остаточных деформаций грунтов при циклическом и низкочастотном вибрационном воздействиях на основе использования свойств разномодульности грунтов при нагрузке и разгрузке;
- решение одномерных, плоской и осесимметричной задач консолидации водонасыщенных оснований, в том числе, в основании фундаментов конечной ширины с учетом сжимаемости поровой воды и реологических свойств скелета грунта аналитическим и численным методами;
- постановка и решение задачи по определению дополнительных напряжений вокруг лидирующей скважины при принудительном расширении ее диаметра, в том числе при больших перемещениях и их релаксации;
- решение задачи о взаимодействии длинной сваи конечной жесткости с окружающим и подстилающим грунтами с учетом их линейных, нелинейных и реологических свойств аналитическим и численным методами по схемам «свая-стойка» и «висячая свая»;
- анализ и количественная оценка НДС преобразованного слабого слоя грунта

в рамках «системы» с учетом нелинейных и реологических свойств грунтов в зависимости от шага и диаметра свай аналитическим и численным методами;

- аналитически получены значения начальной и критической нагрузки на фундаменты конечной ширины и конечного диаметра с учетом глубины их заложения, исходного НДС массива и степени водонасыщения грунтов.

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследований заключается в разработке новой универсальной реологической модели скелета грунта при сдвиге, которая описывает все три основных вида кривых реологии - ползучесть, релаксация и кинематический сдвиг, на основе которой решен ряд прикладных задач по оценке взаимодействия различных типов фундаментов с водонасыщенным грунтовым основанием, в том числе и при циклическом нагружении. Это дает возможность более точно оценить состояние грунтового основания, более достоверно прогнозировать поведение возводимых зданий и сооружений, повысить точность и надежность расчетов, что позволяет рекомендовать эту методику в практику проектирования.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность.

Работа состоит из введения, семи глав, выводов и рекомендаций, списка литературы, приложений. Содержание работы изложено на 324 страницах, включая 190 рисунков, 6 таблиц, список литературы содержит 235 наименований, в том числе 27 иностранных.

Во введении приведены актуальность темы, цели и задачи исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы диссертационного исследования, положения, выносимые на защиту, апробация результатов.

В первой главе приведен обзор работ по количественной оценке НДС водонасыщенных массивов грунтов, взаимодействующих с подземными конструкциями зданий и сооружений, в том числе, на начальном, промежуточном и стабилизированном состояниях. Дан критический анализ экспериментальных и теоретических исследований по изучению одномерного уплотнения водонасыщенного основания с учетом линейных, нелинейных и реологических свойств и структурной прочности скелета грунта, сжимаемости поровой воды, начального градиента напора.

Во второй главе обоснован выбор направления экспериментальных исследо-

ваний, приводится описание теоретических основ лабораторных экспериментальных исследований грунтов в условиях компрессионного и трехосного сжатия, необходимые для определения параметров принятых и новых реологических моделей грунтов. Приведены результаты экспериментов проведенные автором в лаборатории НОЦ «Геотехника» НИУ МГСУ. Изложена методика определения параметров нелинейных моделей, используемых в современных программных комплексах при численном моделировании НДС. Следует отметить глубину проработки и тщательность проведения модельных экспериментов, подробный высокопрофессиональный анализ результатов экспериментов, что позволило получить обобщенные и надежные научные результаты.

Третья глава посвящена описанию физических уравнений Генки и предложенных новых реологических моделей для описания процессов ползучести, релаксации и кинематического сдвига. Автором диссертации подробно анализируется уравнение скорости ползучести, на основе которого им впервые предложено реологическое уравнение, описывающее все три кривые реологии – ползучесть, релаксация и кинематический сдвиг при одних и тех же параметрах. На основе предложенных новых реологических моделей приведены аналитические и численные решения ряда прикладных задач механики грунтов, анализ которых позволил выявить ряд закономерностей в том числе

- механизмы накопления вязкопластических деформаций при статическом, циклическом и вибрационном воздействиях не отличаются существенно;
- при циклическом и вибрационном воздействиях накопление дополнительных деформаций происходит на фоне исходного НДС грунта под воздействием дополнительных знакопеременных напряжений, при этом общее напряжение, как правило, не меняет своего знака.
- в водонасыщенных грунтах в условиях отсутствия дренажа циклическое воздействие уплотняющей нагрузки приводит к накоплению избыточного порового давления, имеет затухающий во времени характер и зависит от упругопластических свойств скелета и сжимаемости газосодержащей поровой воды;
- различие циклического и вибрационного воздействия заключается в том, что в первом случае напряжённое состояние грунта меняется монотонно квазистатически, а во втором случае оно вызывает ускорение частиц грунта;

- при однократном и многократном (циклическом) силовом воздействии в грунте возникают и накапливаются остаточные деформации и остаточные напряжения (внутренние);
- для описания процесса накопления остаточных деформаций и напряжений могут быть использованы модификации реологических моделей Максвелла или Кельвина – Фойгта, учитывающие упрочнение, разупрочнение и структурную прочность сжатия σ^* и сдвига τ^* .

- под воздействием постоянной сдвиговой нагрузки $\tau = const$ переменной уплотняющей нагрузки $\sigma(t)$ угловые деформации $\gamma(t)$ могут развиваться во времени по-разному (затухающие, незатухающие и прогрессирующие) в зависимости от реологического уравнения при сдвиге.

Выявленные закономерности имеют экспериментальное обоснование

В четвертой главе приводятся решения задач по количественной оценке осадки и несущей способности водонасыщенных оснований фундаментов в одномерной, плоской и осесимметричной постановке с учетом сжимаемости поровой газосодержащей воды, линейных, нелинейных и реологических свойств скелета грунта в нестабилизированном и в стабилизированном состояниях уплотнения аналитическим и численным методами с использованием ПК MathCad и ПК Plaxis, соответственно.

В пятой главе приводятся постановка, решение и анализ задач о взаимодействии длинной одиночной сваи конечной и бесконечной жесткости с окружающим и подстилающим грунтами с учетом их линейных, нелинейных и реологических свойств. В диссертации приводятся постановка и решение этой задачи по расчетным схемам «висячая» свая и «свая-стойка» с учетом различных факторов.

При проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений на слабых водонасыщенных глинистых грунтах большой мощности (более 20 м) применяются длинные буронабивные или забивные сваи, устраиваемые или погружаемые в грунтовую среду с применением различных технологий, при этом установлено, что несущая способность длинных свай обеспечивается, главным образом, за счет трения по боковой поверхности, так как на его долю приходится 70–80% от усилия, приложенного на оголовок. Показано, что оптимальное распределение усилия на сваю между ее боковой поверхностью и пятой возможно при определенном выборе соотношения длины и диаметра сваи и расстояния между сваями, а также созданием преднапряженного состояния окружающего грунта.

В шестой главе приведены решения и дан анализ задач по количественной

оценке НДС буронабивной грунтовой и грунто - цементной свай конечной жесткости с окружающим и подстилающим грунтами в составе свайно - плитного фундамента с учетом линейных, нелинейных и реологических свойств грунтов, а также линейных и нелинейных свойств ствола свай.

В этом случае несущими элементами в ячейке являются сваи – дренаи и окружающий уплотненный грунт. Размеры таких ячеек определяются расстоянием между их центрами при шахматном расположении свай – дренаи. Сложное, неоднородное НДС, формируемое воздействием ростверка в ячейке, которое зависит от многих факторов, в том числе от: диаметра и длины свай и расстояния между ними; физико – механических свойств свай – дренаи, окружающего уплотненного и подстилающего сравнительно плотного грунтов; граничных условий под пятой свай и на уровне контакта с ростверком и на контакте "свая - окружающий грунт".

В седьмой главе описаны результаты внедрения научно-исследовательских работ по теме диссертации путем научного сопровождения проектов за последние 6 лет. Всего 28 объектов, в том числе в г. Москве, Санкт-Петербурге, Сочи, Перми, Саратове, Симферополе, а также объектов повышенной ответственности (АЭС, ТЭС, ГС) в РФ и за рубежом. Приводится название и описание объектов, а также цели и задачи научного сопровождения. Даются рекомендации по выбору конструкции фундаментов на основании анализа ИГИ, и поверочных расчетов.

Путем сопоставления опытных и расчетных значений установлена эффективность предложенных методик. Разработаны рекомендации по повышению несущей способности фундаментов возводимых в сложных инженерно-геологических условиях.

По итогам выполненных исследований сформулированы выводы, которые свидетельствуют об успешном решении поставленных задач.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа является целостным и завершенным исследованием.

Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации, влияние отмеченных недостатков на качество исследования

Диссертация написана грамотным техническим языком, научные положения сформулированы квалифицированно. Все разделы диссертации логически связаны.

По диссертационной работе Тер-Мартirosяна А.З. имеются следующие замечания:

1. При описании в главе 2 методики автора по определения параметров нелинейных моделей, используемых в современных программных комплексах при

численном моделировании НДС, следовало бы выделить отличия предложенной методики от существующих.

2. Анализируя формулу 4.30, полученную из решения Прандтля (стр.26 автореферата), автор указывает «...Из этой формулы следует, что в водонасыщенном грунте предельная нагрузка $p_u^{**} < p^{**}$, так как при этом $\phi_u \approx 0$, $a_{cu} \approx c$ », в тоже время в тексте диссертации при анализе этой же формулы следует (стр. 175) «...Из этой формулы следует, что в водонасыщенном грунте $p_u < p^{**}$, т.к. $\phi_u < \phi$, а $c_u \approx c$ ». Вероятно в тексте автореферата допущена опечатка?

3. Подставляя численные значения характеристик в формулу Пузыревского (стр.28 автореферата и стр.179 диссертации) угол внутреннего трения следовало бы перевести в радианы тогда значение расчетного значения окажется значительно больше приведенного в тексте.

4. Вывод 1 § 4.9 (стр. 184) «Начальная критическая нагрузка под круглым и ленточным фундаментом отличаются несущественно» следовало бы пояснить, например при каких геометрических размерах эти нагрузки не отличаются.

5. В главах 3-6, в которых решаются прикладные задачи механики грунтов, отсутствуют системные сопоставления полученных автором результатов с данными других авторов и результатами натурных исследований (например в виде таблиц, графиков...).

Отмеченные замечания не снижают качество исследований и не влияют на основные теоретические и практические результаты диссертационного исследования, а только лишь рекомендуются автору для учета в дальнейшей работе.

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Автореферат соответствует тексту диссертации и последовательности изложения материала в диссертации. Содержание автореферата отражает основные положения диссертации.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011

Структура и оформление диссертации и автореферата соответствует ГОСТ Р 7.0.11-2011. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления. - М.: Стандартинформ. - 2012.

Соответствие диссертации требованиям п. 10 «Положения о присуждении ученых степеней»

Диссертационная работа А.З.Тер-Мартirosяна «Взаимодействие фундамен-

тов зданий и сооружений с водонасыщенным основанием при учете нелинейных и реологических свойств грунтов» является самостоятельной авторской работой, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и, безусловно, свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку.

В диссертации приводятся сведения о практическом использовании полученных автором научных результатов: при выполнении поверочного расчета несущих конструкций как единой пространственной системы нового аэровокзального комплекса внутренних/международных воздушных линий Международного аэропорта «Большое Савино» г. Пермь ; при геотехнической экспертизе и поверочных расчетах несущих конструкций, основания и фундаментов объекта - Пассажирский терминал в международном аэропорту Саратов.; при обосновании оптимизации проектных решений фундаментов при геотехнической экспертизе на объекте высотного строительства по адресу: Выборгский адм. р-н г. Санкт-Петербурга, при лабораторные испытаниях грунтов с площадки АЭС «Руппур» респ. Бангладеш и еще 24 объектах .

Предложенные автором диссертации решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

Соответствие диссертации требованиям п. 11 «Положения о порядке присуждения ученых степеней»

Основные научные результаты диссертации, опубликованные в тридцати пяти статьях в рецензируемых научных изданиях из Перечня ВАК, в полной мере отражают выполненные автором исследования.

Соответствие диссертации требованиям п. 14 «Положения о присуждении ученых степеней»

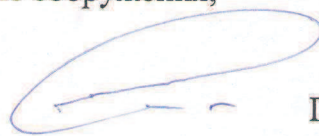
Автор диссертации достаточно полно ссылается на авторов и источники заимствованных материалов и результаты предшествующих разработок, в том числе зарубежных ученых и специалистов. Пятьдесят две публикации с единичными соавторами приведены полностью в списке литературы диссертации и в автореферате с указанием всех соавторов.

Соответствие диссертации требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней»

Диссертационная работа А.З.Тер-Мартиросяна «Взаимодействие фундаментов зданий и сооружений с водонасыщенным основанием при учете нелинейных и реологических свойств грунтов», представленная на соискание ученой степени

доктора технических наук, соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения по количественной оценке НДС водонасыщенного грунтового массива, вмещающего подземную часть зданий и сооружений, с учетом их взаимодействия на начальном, конечном и промежуточных стадиях формирования и трансформации НДС при статическом, циклическом и низкочастотном воздействиях, внедрение которых вносят значительный вклад в развитие строительной отрасли страны, а её автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.23.02 - Основания и фундаменты, подземные сооружения.

Официальный оппонент: Скибин Геннадий Михайлович
профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой
«Промышленное, гражданское строительство,
геотехника и фундаментостроение»,
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Российский государственный политехнический
университет (НПИ) имени М.И. Платова»
Адрес: 346428, Ростовская обл., г. Новочеркасск,
ул. Просвещения, 132
(специальности ВАК, по которой
защищена диссертация:
05.23.02 – основания фундаменты подземные сооружения,
25.00.36 – геоэкология)
тел.: (8635) 255-4-16
e-mail: skibingm@mail.ru



Г.М. Скибин

29.08.2016г.

Подпись Скибина Геннадия Михайловича заверяю.

Ученый секретарь
ученого совета ЮРГПУ(НПИ)



Н.Н. Холодкова