

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ФГБНУ «Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова» профессор, академик РАН  
В.А. Шевченко



«21» мая 2026 г.

### **ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

на диссертацию Рахманова Азима Абдуллаевича на тему:

**«РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ КОНСОЛИДАЦИИ СЛАБЫХ  
ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ**

**В ОСНОВАНИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ»,**

представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.1. Геология, геодезия, гидрология, строительство, архитектура (2.1.8. Гидротехническое строительство)

Рецензируемая диссертационная работа на тему «Развитие теории консолидации водонасыщенных глинистых грунтов в основании гидротехнических сооружений» рассматривает вопросы деформируемости оснований гидротехнических и других инженерных сооружений, возведенных на слабых водонасыщенных глинистых грунтах, и соответствует паспорту научной специальности 2.1.8. Гидротехническое строительство:

п. 1. Разработка теории, методов расчетного обоснования, проектирования и строительства плотин из грунтовых материалов;

п. 6. Развитие теории, методов расчета, проектирования, строительства и эксплуатации гидротехнических сооружений мелиоративных систем и строительных систем природоохранного назначения;

п. 9. Разработка методов оценки влияния гидротехнического строительства на прилегающие территории, создание новых методов расчетов и проектирования сооружений инженерной защиты.

Диссертация соответствует паспорту научной специальности 2.1.6. Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология (Российская Федерация) в части п. 2 «Геотехнические, фильтрационные и динамические исследования грунтовых водоподпорных сооружений, их откосов, береговых примыканий и оснований; конструкции грунтовых

плотин, возводимых, в том числе, в условиях северной строительно-климатической зоны и в зонах сейсмической активности”.

**Актуальность темы исследований.** В Республике Таджикистан функционируют 7099 гидротехнических сооружений различного назначения, включающих 36 крупных ГТС, около 350 ирригационных водозаборных сооружений средней мощности, магистральные каналы, коллекторно-дренажная сеть, насосные станции и другие гидротехнические сооружения. За период последних 25–40 лет в Республике Таджикистан наблюдается процесс подтопления обширных территорий, сложенных, в основном, лессовыми просадочными грунтами различной мощности. Одной из важных проблем обеспечения надежности эксплуатации и строительства гидротехнических сооружений на слабых водонасыщенных глинистых грунтах является прогноз деформаций грунтов как основания, так в сооружениях, характеризующихся значительной нелинейной деформацией и переменной водопроницаемостью. Одновременный учет в задачах консолидации изменчивости указанных свойств, а также показателей грунтов в природном (исходном) напряженно-деформируемом состоянии при изменяющейся (уменьшающейся) первоначальной высотой массива в процессе консолидации, позволяет судить об актуальности темы диссертационного исследования.

**Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.** Научные положения, выносимые на защиту, выводы и рекомендации в достаточной мере обоснованы и логично вытекают из содержания работы.

**Новизной исследований,** полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, могут служить теоретические основы консолидации слабых водонасыщенных глинистых грунтов с учетом их нелинейной деформируемости, переменной проницаемости и исходного напряженно-деформируемого состояния в массиве, методика определения высоты капиллярного поднятия поровой жидкости при колебаниях уровня грунтовых вод в массиве на подтопляемых территориях. Постановка и численное решение задачи фильтрационной консолидации слабых водонасыщенных глинистых грунтов с учетом нелинейной деформируемости, переменной водопроницаемости, исходного напряженно-деформированного состояния грунтов, а также уменьшающейся при фильтрационной консолидации первоначальной высотой грунтового массива. В данной постановке задача решалась впервые. При этом автором разработан метод определения реологических параметров (скоростей

нарастания и затухания ползучести) слабых водонасыщенных глинистых грунтов в процессе вторичной консолидации.

Значимость для науки и практики полученных автором результатов. Полученные в работе результаты имеют несомненную теоретическую и практическую значимость.

**Достоверность и новизна исследований**, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

**Цель работы** реализация комплекса научных и практических исследований по разработке количественной и качественной оценки деформаций слабых водонасыщенных глинистых грунтов большой мощности, обеспечивающих эксплуатационную надежность и безопасность гидротехнических и других инженерных сооружений, являющихся мощности, обеспечивающих эксплуатационную надежность и безопасность гидротехнических и других инженерных сооружений, являющихся актуальной задачей развития нового направления в области наук о Земле.

Для достижения поставленной цели выполнялись исследования деформации и проницаемости слабых водонасыщенных глинистых грунтов на приборах одноосного и трехосного сжатия (стабилометрах) с замером величины порового давления. Предметом исследований являлись, в частности, образцы водонасыщенных илистых грунтов, представленных илами верхних горизонтов мягкопластичной и пластичной консистенцией, что стало возможным после их отбора грунтоотборником новой конструкции, разработанным при непосредственном участии автора и получившем широкое применение при производстве изыскательских работ. Это позволило определять деформации разуплотнения слабых водонасыщенных глинистых грунтов при подъеме образцов на дневную поверхность и снятии природной нагрузки. Использование математического аппарата и экспериментальных данных позволило определять и другие параметры, входящие в зависимости разработанного соискателем метода получения исходной (природной) компрессии грунтов в массиве и установления степени уплотненности (в частности, недоуплотненности или нормальной уплотненности) грунтов массива в природном напряженно-деформационном состоянии.

Использование разработанной теории консолидации слабых водонасыщенных грунтов позволило рассчитать осадку основания («осадочной мульды») земляных насыпных сооружений, возводимых на слабом водонасыщенном илистом основании.

**Научная значимость работы** заключается в методологическом подходе к обоснованию количественной и качественной оценки деформаций слабых водонасыщенных глинистых грунтов большой мощности, с целью обоснования эксплуатационной надежности и безопасности гидротехнических сооружений и других инженерных систем, базирующимся на определении величины объемного расширения образцов грунта при отборе и поднятии на дневную поверхность; разработке метода расчета осадок гидротехнических и других инженерных сооружений на слабых водонасыщенных глинистых основаниях; определении изменений радиусов пузырьков растворенного газа в порах и значений степени влажности грунтов по глубине массива, определении высоты капиллярного поднятия поровой жидкости в подтопленном массиве. Численное решение задачи консолидации слабых водонасыщенных глинистых грунтов с учетом нелинейной деформируемости и переменной проницаемости грунтов, исходного (природного) напряженно-деформированного состояния грунтов в массиве и уменьшающейся первоначальной высоты массива в процессе фильтрационной консолидации.

**Практическая значимость работы** заключается в использовании результатов экспериментальных и теоретических исследований при прогнозе деформаций гидротехнических (насыпной земляной плотины) и других инженерных сооружений, возводимых на слабых водонасыщенных илистых грунтах большой мощности. Как результат совместной деятельности, некоторые из задач и положений диссертации получили свое освещение в совместных с автором публикациях и научных трудах проф. Тер-Мартirosяна З.Г. «Прогноз механических процессов в массивах многофазных грунтов» (М.: Недра, 1986.- 292 с.) и «Реологические параметры грунтов и расчеты оснований сооружений» (М.: Стройиздат, 1990.- 200 с.), а также учебниках «Механика грунтов» (М.: Изд. АСВ, 2005.488 с.; М.: Изд. АСВ, 2009.- 553 с.), рекомендованных студентам и аспирантам, обучающимся по направлению подготовки «Строительство», инженерам-геологам, гидрогеологам и другим специалистам в области строительства.

**Степень достоверности результатов** заключалась в:

- применении существующих современных методов и средств исследований;
- подтверждении результатов исследований, полученных в диссертации, с данными исследований других авторов;
- подтверждении теоретических положений, полученных в

диссертации, результатами экспериментальных исследований и данными других исследователей;

- одобрении полученных результатов исследований на научных семинарах, республиканских и международных конференциях.

**Личный вклад соискателя** состоит в выборе объектов исследований, постановке цели и задач; обосновании и формулировке научных положений; анализе результатов экспериментальных исследований; обосновании результатов теоретических исследований, а также предложении практических рекомендаций; единоличных и в соавторстве публикациях о проведенных исследованиях и результатах работ.

**Публикации по теме диссертации.** Основные результаты теоретических и экспериментальных исследований, составляющих содержание диссертационной работы, освещены в 34 научных работах, в т. ч. в 17-и публикациях в изданиях, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан, 4-х отраслевых нормативных документах и 2-х авторских свидетельствах.

**Оценка содержания диссертации и степени ее завершенности.**

**Во введении** представлена общая характеристика работы, обоснована актуальность темы диссертационного исследования, определены степень изученности научной проблемы, объект и предмет исследования, цель и задачи, теоретическая и методологическая основы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость.

**В первой главе** проведен анализ современного состояния исследований деформируемости и проницаемости слабых водонасыщенных глинистых грунтов. Отмечается, что в развитие теорий консолидации водонасыщенных глинистых грунтов значительный вклад внесли выдающиеся ученые как Герсеванов Н.М., Зарецкий Ю.К., Ксенофонов А.И., Маслов Н.Н., Польшин Д.Е., Тан-Тьенг-Ки, Тейлор Д., Терцаги К., Тер-Мартirosян З.Г., Флорин В.А., Цытович Н.А., Шукле Л. и другие не менее известные ученые, изучавшие консолидацию водонасыщенных глинистых грунтов с общетеоретических позиций, а также с точки зрения конкретного их использования в качестве оснований зданий и земляных сооружений, объясняя физическую сторону этого процесса.

Однако, недооценка количественных и качественных сторон деформирования во времени, потребовало проведения дополнительных исследований по совершенствованию методов расчета осадок при комплексном учете закономерностей деформирования данных грунтов, а

также их параметров в условиях естественного формирования, т.е. в исходном (природном) напряженно-деформируемом состоянии.

О важности рассматриваемого диссертационного исследования для республики Таджикистан говорит объем гидротехнического строительства «...в Таджикистане ранее возведены, возводятся и эксплуатируются 11 крупных гидроузлов (в т.ч. Рогунский, Нурекский, гидроузел «Сангтуда», Байпазинский, Каттасойский, Даганасойский, Головной, Муминабадский, Кайракумский, гидроузел «Сангтуда-2»), а также каналы (Вахшский, Гиссарский, Далварзинский, Чубекский, канал Дехканабад и др.), головные водозаборные сооружения на реках (Вахш, Пяндж, Исфара и др.), гидротехнические каналы (из водохранилища Байпазинской ГЭС, Нурекской ГЭС и в Яванском районе), а также дюкеры (Шурабадский, Лакайсойский, Ишмасойский и др.)...». Все указанные гидротехнические сооружения, возведенные для целей гидроэнергетики, одновременно являлись и источниками орошения сельскохозяйственных культур как на освоенных, так и вновь осваиваемых землях для сельскохозяйственного использования. Однако, высокие нормы орошения и большие запасы воды, как следствие, послужили причиной подтопления обширных территорий и подъему уровня грунтовых вод. В связи с чем важной проблемой для Таджикистана стало строительство на подтопляемых территориях, сложенных макропористыми лессовыми грунтами, что и потребовало развития теории расчета консолидации слабых водонасыщенных глинистых грунтов в основании гидротехнических сооружений гидроэнергетического и мелиоративного назначения.

В этой же главе приведен обзор работ по теоретическому исследованию моделей состояния глинистых грунтов, объясняющих работу оснований при действии внешних нагрузок.

**Во второй главе** рассматриваются объекты и методы исследования слабых водонасыщенных глинистых грунтов, приведены физические показатели исследованных грунтов, особенности конструкций приборов и оборудования, использовавшихся при выполнении исследований, а также приведена методика выполнения экспериментальных работ.

Исследования проводились со слабыми водонасыщенными глинистыми грунтами, представляющими слабые водонасыщенные илистые и водонасыщенные лессовые грунты.

Обводненные лессовые грунты данного района характеризуются повышающимся уровнем грунтовых вод, сезонно выходящим на низинных участках на дневную поверхность.

Слабые водонасыщенные глинистые грунты большой мощности, образовавшиеся в процессе естественного осадконакопления, характеризуются возрастающей плотностью и уменьшающейся влажностью по глубине массива. Это является проявлением сил гравитации и консолидацией грунтов от собственного веса вышележащих слоев и генезиса грунтов во времени. Анализ физических показателей образцов водонасыщенных глинистых грунтов (илистых, лессовых) по глубине массива показал, что наблюдается характерное уменьшение коэффициентов пористости образцов по глубине массива, что подтверждает проявление природного уплотнения. Отмечается, что отклонения от характерной закономерности уменьшения коэффициентов пористости грунтов по глубине массива объясняется отсутствием путей фильтрации свободной воды в массиве, что приводит к недостаточному уплотнению грунтов в исходном напряженно-деформированном состоянии.

Для отбора и исследования верхних горизонтов слабых водонасыщенных илистых грунтов (СВИГ), приведена разработанная конструкция грунтоотборника, отличающаяся от существующих. Представлена конструкция, грунтоотборника принцип работы и методика отбора образцов грунта. Рассмотрено использовавшееся оборудование и методика исследования деформационных показателей слабых водонасыщенных глинистых грунтов с замером порового давления в процессе компрессионных исследований. Приведено устройство и принципы работы датчиков порового давления. Приводится конструкция приборов и методика исследования фильтрационных показателей слабых водонасыщенных глинистых грунтов при действии внешней нагрузки. В диссертационной работе исследовались слабые водонасыщенные глинистые грунты, включая илистые грунты верхних горизонтов, отбор которых существующими устройствами для отбора образцов является достаточно проблемным.

Для решения вопроса отбора илистых грунтов мягкопластичной и пластичной консистенций, автором, совместно с доктором технических наук, профессором З.Г. Тер-Мартirosяном (МГСУ, РФ) и кандидатом технических наук Р.Г. Погосяном (МГСУ, РФ) была разработана, изготовлена и внедрена конструкция грунтоотборника принципиально новой конструкции (авт. свид. СССР (SU) 1488715 (51) E 02 Д1/00).

После отбора образцов слабых водонасыщенных глинистых грунтов проводились экспериментальные исследования с использованием компрессионных приборов конструкции доктора технических наук,

профессора С.Р. Месчяна. Вышеизложенное позволяет утверждать, что проблема подтопления территорий и переход лессовых грунтов в категорию «слабых водонасыщенных» является для Республики Таджикистан достаточно актуальной и требующей дальнейшего изучения.

**В третьей главе** приведены результаты лабораторных исследований, целью которых ставилась оценка сжимаемости слабых водонасыщенных грунтов при действии внешних нагрузок, определение времени стабилизации деформаций, определение фильтрационных и реологических параметров и исследование характера рассеивания во времени порового давления в условиях компрессионного уплотнения, сжимаемости и проницаемости слабых водонасыщенных глинистых грунтов при действии внешних нагрузок.

Результаты исследований выявили, что для слабых водонасыщенных илистых грунтов характерны достаточно большие значения относительных деформаций даже при незначительных первоначально прилагаемых ступенях нагрузок. При вертикальной нагрузке  $\sigma = 0,02$  МПа величина относительной деформации образца составила (41%) от первоначальной его высоты, что говорит о существенной сжимаемости грунтов.

При исследовании деформации водонасыщенных глинистых грунтов наблюдалось характерное уменьшение деформируемости грунтов по глубине массива, что объясняется проявлением уплотненности грунтов под действием сил гравитации в исходном (природном) напряженно-деформационном состоянии. Полученные результаты данных исследований подтверждают необходимость учета исходного напряженно-деформационного состояния грунтов при расчете деформаций гидротехнических и других инженерно-мелиоративных сооружений, возводимых в сложных гидрогеологических условиях.

В этой же главе приведены результаты исследований обводненных лессовых грунтов, отобранных на территории Хатлонской области (г. Дангара, Республика Таджикистан), относящейся к обводняемой территории за счет переменного подъема уровня грунтовых вод.

Полученные результаты исследований коэффициентов пористости образцов водонасыщенных лессовых грунтов по глубине массива показали полную аналогию с исследованиями, выполненными для водонасыщенных илистых грунтов.

**В четвертой главе** приведены теоретические основы расчета нелинейной консолидации слабых водонасыщенных глинистых грунтов с

учетом нелинейной деформации, переменной водопроницаемости и исходного (естественного) напряженно-деформационного состояния.

Решена задача определения объемной деформации разуплотнения образца при отборе его из массива и после изъятия его на дневную поверхность. Также в работе рассмотрены случаи отбора образцов водонасыщенных глинистых грунтов в различных гидрогеологических условиях:

- 1) массив илистого грунта, залегающий под слоем воды;
- 2) массив лёссового грунта в водонасыщенном состоянии;
- 3) массив лёссовых грунтов, подтопляемый переменным уровнем грунтовых вод.

Для указанных гидрогеологических условий рассмотрены изменения значений напряжений (общих, эффективных и нейтральных), возникающих при отборе грунтов. Уменьшение сжимающих действующих нагрузок (собственного веса грунтов) при подъеме на дневную поверхность вызывает увеличение радиусов пузырьков заземленного газа в порах грунта. Предложена методика определения радиуса пузырьков заземленного газа в образцах грунта на дневной поверхности и на глубине отбора проб.

В работе показано, что высота капиллярного поднятия поровой жидкости в массиве водонасыщенных глинистых грунтов зависит от размеров пузырьков заземленного газа в порах грунта. Используя формулы Борелли — Журена предложен метод определения высоты капиллярного поднятия поровой жидкости ( $h_{кан}$ ) в водонасыщенном массиве при изменяющемся уровне грунтовых вод (УГВ).

Использование закона Бойля-Мариотта и, закона растворимости газов (Генри) позволило решить задачу определения изменения влажности грунтов по глубине массива. Знание изменения значений коэффициентов пористости грунтов при отборе (после снятия природной нагрузки) и их значений на дневной поверхности, позволяет устанавливать фактические значения коэффициентов пористости грунтов в массиве на глубине отбора.

Предложенная зависимость определения величины природного давления для водонасыщенных глинистых грунтов по глубине грунтового массива позволила строить графики природной компрессии, позволяющие устанавливать деформационные показатели слабых водонасыщенных грунтов в массиве, которые могут быть использованы для расчета осадок возводимых гидротехнических и других инженерных сооружений.

На данный «Способ определения деформационных показателей слабых водонасыщенных грунтов» автором, совместно с доктором техн. наук, проф.

Тер-Мартиросяном З.Г. (МГСУ, РФ) и канд. техн. наук Погосьяном Р.Г. (МГСУ, РФ) было получено авторское свидетельство (авт. свид. СССР (SU) 1357495 A1 E 02 D 1 /00).

На величины конечных осадок сооружений, возводимых на слабых водонасыщенных глинистых (илистых) грунтах, может влиять наличие органических включений или залегание по глубине массива различных, отличающихся друг от друга слоев грунта. Для решения данных вопросов, в диссертации приводится методика учета органических включений (остатков) посредством определения коэффициента неоднородности, а при наличии отличающихся слоев грунта по глубине массива - посредством установления средневзвешенного модуля общей деформации грунтов.

В работе получена зависимость для расчета осадки основания («осадочной мульды») земляной насыпной плотины, возводимой на слабом водонасыщенном илистом основании.

**В пятой главе** приведены численные решение задачи консолидации водонасыщенного глинистого грунта с учетом нелинейной деформируемости, переменной проницаемости и исходного напряженно-деформационного состоянии.

Задача консолидации сводилась к решению дифференциального уравнения, учитывающего сжимаемость газосодержащей поровой жидкости, нелинейную деформируемость и переменную проницаемость.

После внесения некоторых преобразований получено уравнение фильтрационной консолидации, представляющее собой дифференциальное уравнение фильтрационной консолидации с учетом сжимаемости газосодержащей поровой жидкости, нелинейной деформируемости и переменной проницаемости.

Результаты исследований показали, что для слабых водонасыщенных грунтов характерна большая сжимаемость и величина относительной деформации ( $\epsilon$ ) при действии внешней нагрузки: например, при  $\sigma = 0,2$  МПа, значение относительной деформации достигает значений  $\epsilon = 0,4 \div 0,45$ .

Ввиду большой сжимаемости в слабых водонасыщенных грунтах наблюдаются значительные изменения первоначальной высоты массива, т.е. его геометрических размеров. Это, при оттоке свободной поровой жидкости и осадке массива, будет способствовать значительному уменьшению путей фильтрации. В целях определения влияния изменяющихся путей фильтрации поровой жидкости, в целом, на процесс фильтрационной консолидации, автором разработана и предложен итерационный метод пошагового расчета, учитывающий одновременные изменения первоначальной высоты массива, и

основных параметров деформируемого грунта в процессе фильтрационной консолидации.

Особенность разработанного пошагового расчета заключается в том, что весь период фильтрационной консолидации ( $t$ ) разбивается на  $M$  временных интервалов (периодов), каждый из которых соответствует этапу уменьшения высоты массива и содержит  $N$  шагов по времени. В пределах каждого временного интервала высота слоя ( $t_i$ ) принимается постоянной, в конце этапа при определяется степень консолидации и максимальное поровое давление, равное давлению недоуплотнения.

В шестой главе приведено практическое применение результатов теоретических исследований. Полученные результаты по практическому применению предлагаемой теории консолидации слабых водонасыщенных глинистых грунтов подтверждают, что с увеличением глубины отбора пробы грунта наблюдается уменьшение радиусов пузырьков заземленного газа  $r^l$  и увеличивается степень влажности образца грунта  $Sr^l$ , что является следствием возрастающих общих и эффективных напряжений по глубине массива.

Параметрами, наиболее существенно влияющими на объемные деформации разуплотнения при отборе образцов грунта, являются модуль упругости скелета и поровой жидкости, а также физико-механические показатели грунтов на дневной поверхности. Результаты вычислений, показывают, что для слабых водонасыщенных глинистых грунтов, использование данных исходного (природного) напряженно-деформированного состояния позволяет, в случае нормально уплотненных грунтов в массиве, оценивать количественную величину деформации, произошедшей в период вторичной консолидации и дать прогноз времени протекания вторичной консолидации. Учет исходного напряженно-деформированного состояния массива и параметров нелинейной деформируемости и проницаемости грунтов дает значения прогнозируемой полной деформации грунта, качественно отличающиеся от известных решений. Дополнительный учет параметров исходного напряженно-деформированного состояния массива ускоряет в целом время протекания процесса консолидации слабых водонасыщенных глинистых грунтов.

Учет в расчетах деформирующейся (уменьшающейся) высоты массива слабых водонасыщенных глинистых грунтов показал, что время завершения фильтрационной консолидации ускоряется и происходит значительно раньше, чем по известным решениям, предусматривающим постоянство расчетной высоты массива. Данный эффект связан с уменьшением путей

фильтрации поровой жидкости в процессе фильтрационной консолидации. При этом время падения порового давления (фильтрации свободной поровой жидкости) в массиве грунта уменьшилось почти в 5 раз, и составило 10,5 лет.

В водонасыщенном глинистом грунте процесс фильтрационной консолидации постепенно переходит в затухающую ползучесть. На участке затухающей ползучести на графике консолидации можно определить реологические параметры (скорость ползучести ( $\dot{\delta}$ ) и затухание ползучести ( $\ddot{\delta}$ ) грунтов в рассматриваемые моменты времени ( $t_i$ ). Приведен пример расчета осадки земляной плотины высотой 9,0 м, возводимой на слое основания, сложенного слабыми водонасыщенными илистыми грунтами мощностью  $H=10,00$  м. Величина максимальной расчетной осадки под гребнем плотины при этом составила  $S_{max} = 3,07$  м.

**Выводы по диссертации.** Анализ содержания и выводов показывают, что поставленные в работе задачи успешно решены соискателем. Диссертационная работа написана хорошим научным языком.

Выводы являются развернутыми, подтверждающими достижение поставленной цели диссертационной работы, заключающейся в развитии теории консолидации слабых водонасыщенных глинистых грунтов в основании гидротехнических сооружений, подтверждающими законченность работы, при этом впервые соискателем:

- предложена методика определения высоты капиллярного поднятия поровой жидкости в массиве ( $h_{кап}$ ), которая зависит от глубины и значений радиусов пузырьков заземленного газа на соответствующих отметках по глубине массива;

- получено численное решение задачи фильтрационной консолидации с одновременным учетом нелинейной деформируемости, переменной проницаемости и исходного напряженно-деформируемого состояния грунтов в массиве;

- разработан итерационный временной (пошаговый) метод расчета консолидации грунтов, позволяющий учитывать происходящую деформацию массива в процессе уплотнения и установить влияние данного фактора на длительность протекания процесса консолидации;

- предложена методика определения реологических параметров (скорость ползучести ( $\dot{\delta}$ ) и затухания ползучести ( $\ddot{\delta}$ ) по графику консолидации слабых водонасыщенных глинистых грунтов.

Основные положения работы в достаточной мере обсуждались на научно-практических конференциях регионального, республиканского и международного уровня.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований, полученные в процессе исследований и составляющие содержание диссертационной работы, освещены в 34 научных статьях, в т. ч. в 17-и публикациях в изданиях, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан, 3-х нормативных документах и 2-х авторских свидетельствах на изобретения.

В публикациях автора отражены все основные аспекты работы. Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации и положения, выносимые на защиту.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения и списка использованных литературных источников, состоящего из 367 наименований и пяти приложений. Общий объем диссертации составляет 323 страницы, включая 62 рисунка и 14 таблиц.

Диссертация Рахманова Азима Абдуллаевича «Развитие теории консолидации слабых водонасыщенных глинистых грунтов в основании гидротехнических сооружений» соответствует требованиям Высшей аттестационной комиссии при Президенте Республики Таджикистан и требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, и заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.1.8. Гидротехническое строительство и требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г., № 842 (в действующей редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, и заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.1.6. Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология).

**Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.**

Полученные научные результаты исследований по развитию теории консолидации слабых водонасыщенных глинистых грунтов в основании гидротехнических сооружений могут быть использованы в учебном процессе при подготовке специалистов по направлению «Строительство», а также рекомендованы научным работникам и проектным организациям, занимающимся проектированием высоконапорных водохранилищных гидроузлов и систем орошения.

**Замечания и вопросы по поводу формирования диссертации.**

К достоинствам работы следует отнести продуманную методологию теоретических исследований, практическую направленность и высокую значимость полученных результатов, хорошее изложение и оформление экспериментального материала.

Независимо от достижений, успехов и целенаправленных предложений, по данной диссертации имеются замечания, требующие отдельных пояснений или уточнений:

1. Нет территориальной привязки скважин, из которых отбирались пробы для изучения физико-механических характеристик исследованных грунтов, приведенных в таблице 2.1, для скважин №№ 941, 1419, 1418 и 1377. Где эти скважины расположены и каких гидрогеологических условиях?

2. В расшифровке формул (2.3) и (2.4) не указана размерность, с.73.

3. В таблице 2.4 отсутствует ее название, с.74.

4. Графики, построенные по результатам исследований, представлены с отступлением от ГОСТа: оси абсцисс и ординат не имеют названий, отсутствует размерность и т.д., что затрудняет их анализирование.

5. Скорость ползучести ( $\dot{\delta}_{ti}$ ) и затухания ползучести ( $\ddot{\delta}_{ti}$ ) грунтов в рассматриваемые моменты времени ( $t_i$ ) характеризуют реологические параметры слабых водонасыщенных глинистых грунтов в основании гидротехнических сооружений. При каких условиях будут проявляться реологические свойства слабых водонасыщенных грунтов? Применительно для вязкопластических тел их движение происходит при достижении и развитии начальных касательных напряжений сдвига.

Указанные замечания не снижают научной и практической значимости выполненной автором работы. Автореферат диссертации выполнен в соответствии с установленным порядком получения ученой степени доктора технических наук, полностью отражает основное содержание исследования, в нем обоснованы и полностью объяснены значимые научные результаты.

**Заключение по диссертации.** Диссертационная работа Рахманова Азима Абдуллаевича на тему «Развитие теории консолидации слабых водонасыщенных глинистых грунтов в основании гидротехнических сооружений» для получения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.1 Геология, геодезия, гидрология, строительство, архитектура (2.1.8. Гидротехническое строительство) выполнена на необходимом научном и методологическом уровне и по содержанию соответствует предъявляемым требованиям.

Диссертация соответствует требованиям Высшей аттестационной комиссии при Президенте Республики Таджикистан, а автор достоин

Отзыв обсужден и утвержден на расширенном заседании структурного подразделения отдела гидротехники и гидравлики Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова» (ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова»)

(протокол заседания № 30 от «21» мая 2026 г.).

На расширенном заседании структурного подразделения отдела гидротехники и гидравлики присутствовали 18 человек.

Результаты голосования: «за» - 18, «против» - нет, «воздержавшихся» - нет.

**Эксперт:**

Заведующий отделом гидротехники и гидравлики, ведущий научный сотрудник ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», к.т.н.

Щербаков Алексей Олегович

Подпись Щербакова А.О. заверяю



Заместитель директора по инвестициям и общим вопросам  
ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова»

Г.И. Бондарева

Адрес: 127550, Российская Федерация,  
г. Москва, ул. Б. Академическая, д.44, к. 2  
тел 8(499) 153-72-70; E-mail: [contact@vniigim.ru](mailto:contact@vniigim.ru)

«21» мая 2026 г.