

## ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу *Осокина Анатолия Ивановича*

### **«КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПОВ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ И СОПРОВОЖДЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В СЛАБЫХ ГРУНТАХ»,**

представленную на соискание ученой степени **доктора технических наук**  
по специальности 2.1.2 – Основания и фундаменты, подземные сооружения

**Актуальность избранной темы.** Строительство в условиях плотной городской застройки в крупных городах нашей страны, в принципе, велось уже очень давно. Однако с наступлением эры новых экономических отношений оно интенсифицировалось настолько, что приобрело качественно новый характер. Более того, в обозримом будущем данная тенденция будет только нарастать.

В этих условиях вопросы геотехники становятся вопросами первостепенной важности, по крайней мере, с точки зрения физической сохранности близко расположенных зданий и сооружений.

Особое место здесь занимает Санкт-Петербург. Во-первых, это город с фантастическим количеством памятников архитектуры, сохранность которых является безусловным приоритетом. Во-вторых, это один из городов, наиболее сложных в отношении инженерно-геологических условий. В-третьих, значение Санкт-Петербурга как современного центра промышленности, науки, культуры, торговли и т.д. неоспоримо, следовательно, неизбежно и новое подземное строительство, и, разумеется, столь же неизбежной является проблема поиска решений широкого круга вопросов реконструкции, усиления оснований, фундаментов и надземных конструкций.

Найденные новые решения ценны еще и тем, что они могут и должны быть масштабированы на территории нашей страны. А для этого они должны быть обобщены, осмысленны и сформулированы так, чтобы стать доступными широкому кругу специалистов.

Таким образом, вопросы поиска новых решений сложных геотехнических задач, вопросы обобщения успешного опыта подземного строительства в перечисленных выше условиях – все это является безусловно актуальнейшими вопросами для всего строительного комплекса страны.

**Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.** Научные положения, сформулированные в работе, непосредственно вытекают из целей и задач, поставленных автором. Сама постановка целей и задач является очевидной любому специалисту,

занимающемуся подземным строительством – основная проблема была в решении этих вопросов, что и было сделано автором. Выбор методов и средств для решения этих задач, на наш взгляд, оптимален. Выводы, представленные в работе, прямо вытекают из полученных автором результатов

**Достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**, подтверждается, прежде всего, практическим характером самой работы. Практически все, изложенное в диссертации, получило реальное воплощение и доказало на практике свою жизнеспособность и эффективность. В целом же, автор умело совмещает практические идеи, экспериментальные методы, подкрепляя их численными расчетами в современных программных комплексах. Таким образом, достоверность выводов и рекомендаций, не вызывает сомнений.

**Новизна выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**, на наш взгляд, может быть сформулирована следующим образом.

1. Выполнено обобщение известного опыта геотехнического строительства в сложных инженерно-геологических условиях в крупных городах. Речь идет как об отечественном и зарубежном опыте, так и о многочисленных решениях, реализованных автором диссертации.

2. На основе геотехнического анализа предложен метод выбора конструкций крепления котлованов и выбора типов свай для условий плотной городской застройки и слабых грунтов.

3. Существенно переработаны и развиты существующие подходы к геотехническому обоснованию строительства в указанных выше условиях.

4. Сформулированы принципы безопасного ведения подземных работ, для чего предложена система выбора и назначения защитных мероприятий, нацеленных на минимизацию воздействия нового строительства на окружающую застройку в период устройства котлована и нулевого цикла.

5. Особого внимания, на наш взгляд, заслуживает разработанная автором методика оценки поднятия дна котлована и воздействия на окружающую застройку при устройстве набивных свай вытеснения.

6. Предложена система учета широкого круга технологических и конструктивных факторов, влияющих на окружающую застройку.

7. Разработан ряд конструктивных мер защиты существующих зданий при ведении строительства в непосредственной близости от них.

8. Разработана и обоснована методология геотехнического сопровождения подземного строительства в ложных условиях и система мониторинга на периоды строительства (крепление котлованов, возводимое здание и окружающая застройка) и эксплуатации (возводимое здание и окружающая застройка).

**Практическая значимость** результатов работы очевидна, определена практической направленностью самой работы и может быть оценена как очень

высокая, поскольку автор описывает те решения, которые были выполнены на реальных объектах. При этом надо сказать, что достижения автора именно в практической части очень обширны. Если попытаться выделить хотя бы самое основное, то, наверное, было бы правильно остановиться на следующем.

1. Разработаны и внедрены критерии оценки безопасности применяемых конструктивных и технологических решений при строительстве на слабых грунтах в условиях плотной городской застройки.

2. Разработан стандарт организации (СТО 31041820-003-2006), в котором среди прочего регламентируются вопросы влияния на напряженно-деформированное состояние окружающего массива устройства набивных свай вытеснения.

3. Разработана методика оценки технологического подъема поверхности грунта при устройстве набивных свай вытеснения.

4. Разработаны конструктивные и технологические решения крепления бортов котлованов, существенно снижающие степень воздействия производства работ на окружающую застройку.

5. Разработаны новые методы усиления грунтов оснований фундаментов существующих зданий. Эти методы относятся к группе методов нагнетания.

6. Разработан метод определения несущей способности свай в составе свайного фундамента существующего здания без выключения этой сваи из работы.

7. Разработаны практические указания и рекомендации по геотехническому сопровождению и мониторингу при подземном строительстве на слабых грунтах в условиях плотной городской застройки.

**Структура диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, восьми глав, заключения, списка литературы и приложения. Объем диссертации составляет 430 страниц. Диссертация содержит 216 рисунков, 33 таблицы. Список литературы включает 389 источников, в том числе 62 иностранных.

**Содержание диссертации.** Во введении представлена общая характеристика работы в соответствии с требованиями ВАК, предъявляемыми к диссертациям.

**Первая глава** традиционно содержит обзор литературы по исследуемой тематике. Анализируя отечественный и зарубежный опыт подземного строительства на слабых грунтах, автор отмечает его активизацию в 1960...70 годах прошлого столетия на западе и с 1990 года в нашей стране. Характерными нашими центрами освоения подземного пространства являются Москва, Санкт-Петербург, Екатеринбург, Новосибирск и Самара. Здесь выделяются подземное строительство под улицами и площадями, под свободными участками и, наконец, под зданиями и сооружениями.

Многоуровневые объекты реализованы в Санкт-Петербурге. Это – ТРЦ «Атмосфера», ТГ «Стокман», вторая сцена Мариинского театра и др. Первый опыт был сопряжен с аварийными ситуациями вследствие неучета инженерно-геологических особенностей оснований. Тем самым определилась необходимость оценки устойчивости системы «подземное сооружение – окружающая застройка», а также учета воздействия технологических факторов при устройстве ограждения. Дается характерный пример многоуровневого крепления при строительстве ТРЦ на Комендантской площади. Отмечаются достоинства метода «*Top-Down*». Именно этот метод впоследствии был принят для строительства второй сцены Мариинского театра. Приводится подробное описание технологии, включая экспериментальный котлован, иллюстрированное схемами. В результате инженерной по-настоящему творческой работы, включая теоретические аспекты численного моделирования в ПК *PLAXIS*, формулировалась технология подземного строительства в слабых грунтах.

Разнообразие надземных конструкций и грунтовых условий естественно приводят к индивидуальным конструктивным решениям. Автор приводит оценку классификацию таких решений. Отмечены интересные исторические постройки «подвесных дворов» до 2,5 м глубиной, когда котлованы откапывались под всей площадью дома. Современное освоение подземного пространства выполняется в несколько уровней. Здесь глубина доходит до 17 м. Отмечается активное использование металлических шпунтов различных типов. Минимизация деформаций окружающей застройки достигается применением «стены в грунте», сооружаемой грейфером или секущимися буронабивными сваями. Хорошие результаты показывают грунто-цементные технологии, в частности, *Jet-Grouting*). Попытки использования котлованов с естественными откосами не увенчались успехом (см. обрушение на ул. Будапештской).

Выделены периоды освоения подземного пространства. Это – 1990...2005 г. – применение Ларсена, буросекущихся свай и *Top-Down*. С 2005 г. по настоящее время – применение различных типов шпунтов с погружением резонансными вибраторами или вдавливанием. Приведена итоговая диаграмма конструкций ограждений.

Особое место занимает анализ методов оценки зон влияния. Во-первых, это многочисленные нормативные требования общего и местного характера. Далее, специально разработанные методики: полуэмпирический метод Мангушева–Никифоровой, эмпирико-аналитический подход Ильичева. Проверочная выборка результатов сопоставления прогноза и фактического результата оказалась неутешительной. Поэтому автор особо подчеркивает важность исследования факторов риска. Завершается глава оценкой современных технологий исходя из риска их использования.

В результате обзора формулируется постановка задач исследования.

*Вторая глава* посвящена вопросам безопасности строительства в инженерно-геологических условиях Санкт-Петербурга. Особо отмечается широкое распространение слабых водонасыщенных грунтов большой мощности. Разработаны **специальные устройства** для полевого определения физико-механических свойств таких грунтов. На эти устройства получены **авторские свидетельства**. На основе анализа реальных укрепленных объектов дана классификация применяемых методов с оценкой их эффективности. Разработан **обобщающий критерий для учета различных факторов** при моделировании процесса геотехнического строительства. Приводится оценка причин деформаций грунта и окружающей застройки.

*В третьей главе* анализируются различные риски, возникающие при строительстве ограждений и подземных сооружений в условиях тесной городской застройки. Как определяющий фактор выделяются технологические воздействия при устройстве котлованов. Эти воздействия рассматриваются как основные факторы риска. Влияние на окружающую застройку рекомендуется предварительно моделировать в **среде комплекса ПК PLAXIS с использованием рекомендаций автора**. Дана качественная оценка конструктивных решений укрепления и составлена рейтинговая таблица. На основе анализа опыта сооружения ограждений разработан и внедрен новый метод устройства вторичных свай. Кроме того, разработан **новый способ возведения противотрационных конструкций, на который получен патент**. Разработан комплекс мероприятий по научно-техническому сопровождению подземного строительства.

Применению свай посвящена *четвертая глава* диссертации. Отмечается, что наименьшее влияние на окружающую застройку оказывают буронабивные сваи, сооруженные под глинистым раствором или с использованием обсадных труб. Набивные сваи, или сваи вытеснения, вызывают подъем грунта. Разработан специальный метод устранения негативного влияния для свай вытеснения. Утвержден **СТО для свай DDS, а также для технологии SAV**. В любом случае применения шнека исключается. Отмечается, что несущая способность реальных свай выше расчетной. Кроме того, отмечается повышение несущей способности свай во времени и изменение физико-механических характеристик грунтов. Установлено увеличение со временем удельного сцепления грунта. Обоснована эффективность применения в слабых грунтах набивных свай вытеснения DDS. Предложен **специальный коэффициент** для контроля сооружения этих свай. Приведена диаграмма применения различных свай на объектах города. Выполнены полномасштабные полевые исследования влияния DDS на напряженно-деформированное состояние водонасыщенного грунтового мас-

сива с измерением порового давления. Соответственно, зафиксирована динамика изменения порового давления во времени. Установлена зона влияния 2...2,5 м, что является приемлемым результатом. Составлена результирующая таблица применения различных типов свай.

*В пятой главе* приводится описание процесса моделирования напряженно-деформированного состояния грунтового массива при устройстве подземного сооружения в рамках метода конечных элементов. Здесь автор использует идеальную и упрочняющуюся модели грунта. Разработка алгоритма аналитического решения выполнена с использованием нового специального контактного конечного элемента, созданного на основе решения Мелана и включенного в расчет согласно методу Риттера. Выполнено сравнение результатов расчета с опытными данными. Сопоставление показало хорошую сходимость. Отмечено уплотнение грунта при устройстве набивных свай, увеличение порового давления и, как следствие, деформации подъема. На основе многовариантного прогноза ожидаемых деформаций на реальном объекте применены дополнительные мероприятия по усилению грунта манжетной технологией, что дало положительный эффект. Составлена результирующая таблица рисков.

*В шестой главе* автор обращается к усилению оснований исторических зданий Санкт-Петербурга. Здесь, прежде всего, акцентируется внимание на необходимости оценки состояния самих конструкций. Далее, в зависимости от состояния грунтов основания идет выбор технологии усиления. При этом конечно учитывается возможность увеличения нагрузки на фундаментную часть. Рекомендуются учитывать резерв несущей способности за счет уплотнения и упрочнения грунтов с течением времени. Автором получены формулы для расчета возрастания удельного сцепления грунта и для расчета длительных осадок свайных фундаментов на основе теории наследственной ползучести. Однако, при работе ниже подошвы фундаментов, этот эффект учитываться не должен. На основе анализа результатов реконструкции зданий предложен новый способ устройства подземных помещений с предотвращением нежелательных деформаций – **способ RU**.

*В главе седьмой* формулируются принципы геотехнического мониторинга. Эти принципы основаны на авторском опыте работы на реальных объектах. Принципы представлены в виде логической схемы. Реальное применение геотехнического мониторинга предполагает использование ВІМ-технологии моделирования процесса строительных работ. При этом используются данные мониторинга прогнозного характера и в процессе строительства. Здесь необходимо обеспечение данными об изменениях в свойствах грунта и деформациях объекта. Своевременная корректировка параметров технологического цикла и кон-

структивных решений дает экономический эффект и обеспечивает безопасность объектов.

**Восьмая глава** – итоговая. Здесь оцениваются технологические и конструктивные решения при подземном строительстве на слабых грунтах. Отмечается необходимость комплексного подхода к безопасности на основе оценки рисков для снижения влияния на окружающие постройки при реализации подземных работ. Минимизация геотехнических рисков должна обеспечиваться на стадии технико-экономического обоснования, а также, что не менее важно, при необходимости сопровождаться корректировкой конструктивных решений и методов технологии в процессе строительства. Также следует использовать превентивные мероприятия для оснований близлежащих зданий до начала подземных работ.

**Замечания.** По диссертации имеются несколько вопросов и замечаний.

1. В работе много внимания уделяется проблеме поднятия поверхности грунта при изготовлении набивных свай. По мнению автора, в какой степени более или менее щадящей в этом отношении является Jet-технология?

2. По результатам многочисленных расчетов на реальных объектах какие вязкоупругие (или вязко-упругопластические) модели автор считает наиболее подходящими для слабых водонасыщенных грунтов?

3. Нагельное крепление практически не обсуждается автором в его работе. Тем не менее, оно достаточно широко применяется, хотя и в несколько иных грунтовых условиях. Хотелось бы узнать мнение автора относительно эффективности этого способа крепления бортов котлованов и возможности применения его в грунтовых условиях Санкт-Петербурга и в условиях плотной городской застройки.

**Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней.** Высказанные замечания не снижают общей положительной оценки работы. Диссертация А.И. Осокина обладает внутренним единством и содержит новые научные результаты.

Диссертация соответствует паспорту специальности 2.1.2 – Основания и фундаменты, подземные сооружения.

Автореферат соответствует тексту диссертации.

Публикации автора – всего 190 печатных работ, в том числе 4 монографии, 16 патентов и авторских свидетельств на изобретения, 25 статей в журналах из перечня ВАК, 37 в журналах, индексируемых МБД – отражают все основные положения его диссертации.

Диссертация соответствует критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, и представляет собой научно-квалификационную работу, в

которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения относительно принципов научно-технического сопровождения и обоснования подземного строительства в слабых грунтах в условиях плотной застройки. Внедрение этих решений вносит значительный вклад в развитие страны, в частности, в развитие подземного строительства.

Считаю, что Анатолий Иванович Осокин достоин присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 2.1.2 – Основания и фундаменты, подземные сооружения.

Официальный оппонент  
доктор технических наук

Королев  
Константин Валерьевич

28.05.2025



Подпись К.В. Королева заверяю

Я, **Королев Константин Валерьевич**, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

**Королев Константин Валерьевич**, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Геотехника, тоннели и метрополитены» ФГБОУ ВО СГУПС, заведующий кафедрой. Докторская диссертация по теме «Несущая способность оснований в стабилизированном и нестабилизированном состоянии» защищена в ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева» по специальности 05.23.02 – Основания и фундаменты, подземные сооружения.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения»

Адрес: 630049, Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, 191

Тел.: 8(383)328-04-69

E-mail: [korolev\\_kv@mail.ru](mailto:korolev_kv@mail.ru), [tonsibl@stu.ru](mailto:tonsibl@stu.ru)