

УДК 624.15:624.04:550.8(571.65)

**АУДИТ РАСЧЁТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ:
ИНСТРУМЕНТ КОРРЕКТИРОВКИ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ
В СЛОЖНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

Гарькина Ирина Александровна,

*ФГБОУ ВО Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства, г.Пенза,*

*доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Математика и
математическое моделирование»*

Гарькин Игорь Николаевич,

ФГАОУ ВО Российский университет дружбы народов, г.Москва,

*кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Архитектура и
реставрация»*

Арискин Кирилл Максимович

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
г.Пенза,*

студент.

Аннотация

Анализируется практика проведения аудита расчётной части проектной документации как механизма выявления несоответствий между проектными решениями и фактическими условиями строительства. На конкретном примере объекта в Чукотском автономном округе показано, что аудит строительной (расчётной) части проектной документации явился основой для корректировки раздела «Конструктивные решения» проектной документации. Проанализированы особенности документа: технического заключения по итогам аудита с учётом того, что нормативное закрепление понятия «аудит проектной документации» в действующем российском законодательстве на сегодняшний день отсутствует. Описаны инженерно-геологические, гидрогеологические и климатические условия площадки строительства; представлены результаты расчёта несущей способности

свайного основания; обоснованы рекомендации по корректировке технических решений. Сделан вывод о необходимости законодательного закрепления института аудита проектной документации как самостоятельного инструмента технического контроля.

Ключевые слова: аудит проектной документации, конструктивные решения, свайные фундаменты, несущая способность свай, многолетнемёрзлые грунты, Чукотский автономный округ, техническое заключение, корректировка проектной документации, инженерно-геологические условия, лидерная скважина

AUDIT OF THE CALCULATION PART OF DESIGN DOCUMENTATION: A TOOL FOR ADJUSTING DESIGN SOLUTIONS IN COMPLEX ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS

Garkina Irina Aleksandrovna,

FSBEI HE Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Mathematics and Mathematical Modeling

Garkin Igor Nikolaevich,

Peoples' Friendship University of Russia, Moscow,

PhD in Engineering, Head of the Department of Architecture and Restoration

Ariskin Kirill Maksimovich

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

student.

Abstract

This article analyzes the practice of auditing the design documentation calculations as a mechanism for identifying discrepancies between design solutions and actual construction conditions. Using a specific example of a facility in the Chukotka Autonomous Okrug, it is demonstrated that an audit of the construction (calculation) portion of the design documentation served as the basis for adjusting the "Design Solutions" section of the design documentation. The article analyzes

the specific features of the technical report based on the audit results, taking into account the fact that the concept of "design documentation audit" is currently not legally defined in current Russian legislation. The article describes the engineering, geological, hydrogeological, and climatic conditions of the construction site; presents the results of a pile foundation bearing capacity calculation; and substantiates recommendations for adjusting technical solutions. It concludes that the institution of design documentation audits must be legally established as an independent technical control tool.

Keywords: audit of design documentation, design solutions, pile foundations, pile bearing capacity, permafrost soils, Chukotka Autonomous Okrug, technical report, adjustment of design documentation, engineering and geological conditions, pilot borehole

Современное строительство объектов капитального строительства в экстремальных природно-климатических условиях Крайнего Севера и Арктики сопряжено с рядом существенных технических рисков. Сложный геокриологический режим грунтов, высокая сейсмическая активность, значительные ветровые и снеговые нагрузки формируют совокупность воздействий, учёт которых требует не только тщательной проработки проектных решений, но и их последующей верификации — как на стадии проектирования, так и в ходе строительного производства [1,2].

Одним из действенных механизмов независимого контроля достоверности и корректности проектных решений является аудит расчётной части проектной документации. Несмотря на широкую практику применения данного инструмента, понятие «аудит проектной документации» в действующем российском нормативно-правовом поле не закреплено ни в Градостроительном кодексе Российской Федерации, ни в подзаконных актах, ни в строительных нормах и правилах. Это создаёт правовую неопределённость в части статуса и юридической силы соответствующих

заклучений, что свидетельствует о назревшей необходимости систематизации данной деятельности [3,4].

Проанализируем проведение реального аудита расчётной части проектной документации объекта «Спортивный зал» в одном из муниципалитетов Чукотского автономного округа.

Термин «аудит» в строительной сфере используется на практике достаточно широко, однако его нормативное определение в российском законодательстве отсутствует. Действующий Градостроительный кодекс РФ оперирует понятиями «государственная экспертиза», «негосударственная экспертиза» и «строительный контроль», тогда как понятие «аудит проектной документации» не фигурирует ни в одном из действующих нормативных документов в области строительства.

На практике аудит проектной документации представляет собой независимую проверку расчётной части (реже — всей документации) специализированной организацией с целью выявления ошибок, несоответствий нормативным требованиям и несоответствий фактическим условиям строительства. Результат такой проверки оформляется, как правило, в виде технического заключения, рекомендаций или экспертного отчёта (в форме аналогичных заключений строительно-технической экспертизы, однако имеющих иной процессуальный статус).

Таким образом, аудит проектной документации занимает промежуточное положение между государственной (негосударственной) экспертизой и строительно-технической экспертизой, не являясь в полной мере ни тем, ни другим. Это существенно затрудняет как его применение, так и правовое регулирование его результатов.

Рассматриваемый объект — одноэтажный спортивный зал площадью 30×36 м в осях, высотой по парапету 11,65 м, с металлическим каркасом рамно-связевой конструктивной системы и свайно-ростверковым фундаментом (расположен в условиях распространения многолетнемёрзлых грунтов). Проектом предусматривалось погружение забивных

железобетонных свай сечением 300×300 мм, длиной 8 м, до относительной отметки низа свай –8,470 с устройством лидерных скважин диаметром 300 мм. Однако в ходе строительства погрузить сваи ниже отметки –3,800...–4,100 не удалось, вследствие особенностей геологического разреза. Исполнитель строительно-монтажных работ самостоятельно принял решение об увеличении диаметра лидерных скважин до 400 мм и погружении свай до отметки –5,470 с последующей добивкой методом вытеснения грунта до отметки –7,470. Фактическое среднее значение отметки низа свай составило –7,470, что на 1,000 м выше проектного значения. Указанное отступление от первоначального проекта вызвало необходимость в проведении независимого аудита. Основными задачами которого стали оценка реальной несущей способности свайного фундамента в сложившихся условиях и подготовка обоснованных корректировок для раздела «Конструктивные решения».

Строительная площадка расположена в Чукотском автономном округе, Чукотском районе, в селе Лаврентия. С геоморфологической точки зрения участок приурочен к тыловому шву морской террасы в месте ее перехода в ледниково-морскую террасу.

Геологический разрез до глубины 22 м представлен несколькими слоями. С поверхности залегает насыпной галечниково-гравийный грунт с супесчаным заполнителем мощностью 1,3–1,7 м. Ниже него находится водонасыщенный гравийный грунт с супесчаным заполнителем мощностью 5,3–6,3 м. Далее идут водонасыщенные галечниковые отложения толщиной 2,5–3,0 м, за ними — мягкопластичный пылеватый суглинок мощностью 2,5–2,7 м. На глубине 12,3–12,6 м начинается твердомерзлый песчанистый слабобльдистый суглинок мощностью от 4,4 до 9,7 м.

По геокриологическим условиям территория относится к зоне сплошного распространения многолетнемерзлых грунтов, мощность которых превышает 100 м. В результате прежнего техногенного воздействия здесь сформировалась таликовая зона, сложенная водонасыщенными гравийно-галечниковыми грунтами и мягкопластичными суглинками. Кровля мерзлоты

деградировала до глубины 12,3–12,6 м. Температура пород на уровне 17 м составляет от $-1,33$ до $-1,82$ °С.

Согласно СП 20.13330.2016, объект находится в V снеговом районе с расчетным весом снегового покрова 2,5 кПа, в VII ветровом районе с нормативным давлением ветра 0,85 кПа, в III гололедном районе с толщиной стенки гололеда 10 мм. Расчетная сейсмичность площадки принята равной 7 баллам.

Наибольшую сложность вызывает одновременное воздействие постоянного подтопления (I-A-1 тип участка по СП 115.13330.2016, весьма опасный) на фоне многолетней мерзлоты и высокой сейсмической активности региона.

Аудит расчетной части выполнялся в сертифицированном комплексе «Лира-SAPR» с применением метода конечных элементов [5,6]. Специалисты построили пространственную оболочечно-стержневую модель здания, в которой колонны, балки, прогоны, связи и элементы ферм моделировались стержневыми элементами КЭ 10, плиты перекрытия — плоскими оболочечными элементами КЭ 44. Для свай использовались специальные элементы КЭ 57 с расчетом коэффициентов постели и жесткости, а деформативность грунтового массива учитывалась через слоистое объемное основание.

Все расчеты проводились для основных сочетаний нагрузок в полном соответствии с требованиями СП 20.13330.2016, СП 63.13330.2018, СП 16.13330.2017 и СП 24.13330.2021.

В ходе проверки была создана уточненная модель свайного поля с реальными отметками нижних концов свай, в среднем достигших $-7,470$. Несущим слоем, как и в исходном проекте, остался ИГЭ-2 — водонасыщенный гравийный грунт с параметрами: угол внутреннего трения 19° , сцепление 6 кПа и модуль деформации 22 МПа.

По результатам аудита были предложены практические технические решения, которые легли в основу исправления проектной документации.

Диаметр лидерных скважин увеличили до 400 мм, а глубину их бурения довели до отметки –5,470. Перед погружением сваи нижнюю треть скважины рекомендовалось заполнять цементно-песчаным раствором. После установки сваи до дна выполнялась добивка методом вытеснения грунта до отметки –7,470 или до достижения расчетного отказа. После завершения забивки все оставшиеся полости между телом сваи и стенками скважины заполнялись раствором марки М150. При этом небольшие незаполненные пустоты шириной до 50 мм в зонах сезонного обводнения были признаны некритичными для несущей способности, поскольку они постепенно затягиваются окружающим грунтом, а сами сваи получают надежное защемление как в верхней, так и в нижней зоне.

Оценка несущей способности свайного фундамента проводилась в строгом соответствии с положениями СП 24.13330.2021 «Свайные фундаменты».

В качестве исходных параметров для анализа рассматривались следующие характеристики: забивная железобетонная свая квадратного сечения 300 на 300 мм при длине 8 метров. Основным несущим пластом выступает ИГЭ-2 – гравийный грунт в водонасыщенном состоянии. Нижний конец сваи фактически достиг отметки минус 7,470 (абсолютная минус 3,000). Расчетное сопротивление грунта непосредственно под пятой сваи по материалам изысканий принято равным 1100 кПа для мерзлого пласта ИГЭ-5, а для рабочего слоя ИГЭ-2 значения подобраны по соответствующим таблицам СП 24.13330.2021.

Моделирование в комплексе «Лира-SAPR» дало величину несущей способности отдельной сваи на уровне $F_d = 77$ тонн. Чтобы оценить соответствие условиям эксплуатации, рассчитывалась допустимая нагрузка по выражению

$$N_{\text{доп}} = \frac{F_d \cdot \gamma_c}{\gamma_n},$$

коэффициент условий работы γ_c принимался 0,8 с учетом применения лидерной скважины диаметром 400 мм, а коэффициент надежности по нагрузке γ_n составлял 1,4. В итоге получилось значение $N_{\text{доп}}$, равное 44 тоннам.

Фактическая нагрузка, взятая из мозаики усилий по результатам расчета, в наиболее напряженных точках не превышала 35 тонн. Сравнение показывает, что 35 т оказывается меньше 44 т, поэтому условие несущей способности можно считать выполненным.

Отдельно проверялись деформации основания. Максимальная осадка по данным программного расчета достигла лишь 7,47 мм. Эта цифра намного ниже предельного значения 150 мм, установленного для подобных объектов в таблице Д.1 СП 22.13330.2016. На основании всего изложенного можно сделать вывод: реальные глубины погружения свай полностью гарантируют достаточную несущую способность фундамента и не приводят к превышению допустимых перемещений конструкции.

Хотя термин «аудит проектной документации» напрямую не прописан в отечественных нормативных актах, на практике такие материалы готовят профильные экспертные компании по запросу заказчиков, контролирующих инстанций или при досудебном разрешении разногласий. Техническое заключение, которое формируется после аудита, имеет свои отличительные черты, выделяющие его среди других видов документов.

Если сравнивать с государственной или негосударственной экспертизой, то аудит носит добровольный характер и не дает автоматического разрешения на строительство, не подменяя собой официальное экспертное заключение. Тем не менее, полученные выводы часто становятся поводом для внесения правок в проект, повторного прохождения экспертизы или снятия претензий со стороны надзорных органов. В отличие от строительно-технической экспертизы аудит не имеет статуса судебной процедуры, не назначается судом или следователем и не служит прямым доказательством в рамках уголовного или гражданского

дела. При этом по глубине анализа, подходам и стилю изложения такие заключения практически не отличаются от внесудебных экспертных отчетов.

Кроме того, аудит выходит за рамки обычного проектного расчета. Он включает не только итоговые цифры, но и критический разбор принятых в проекте решений, поиск несоответствий между запроектированными и фактическими данными, конкретные предложения по исправлению выявленных проблем. Выполняют эту работу специалисты, имеющие аттестацию и включенные в национальные реестры в сфере инженерных изысканий и архитектурно-строительного проектирования. Это гарантирует необходимый уровень профессиональной подготовки.

В описываемой ситуации аудит проводила организация, которая состоит в реестрах СРО по инженерным изысканиям и архитектурно-строительному проектированию. Такие данные подтверждают соответствие исполнителя квалификационным требованиям.

В данном конкретном случае результаты аудита строительной части напрямую послужили основанием для пересмотра раздела «Конструктивные решения». Первоначальный проект предусматривал забивку свай до отметки минус 8,470, однако в процессе работ это решение оказалось невыполнимым. Без проведения аудита было бы невозможно достоверно подтвердить, что фактическая несущая способность свайного поля при измененных глубинах остается достаточной, обосновать приемлемость технологических отклонений, включая увеличенный диаметр лидерной скважины и заполнение полостей раствором, подготовить обновленные технические решения, полностью соответствующие реальным условиям на площадке и отвечающие всем нормативным требованиям.

В ходе строительства спортивного зала в селе ЧАО возникла типичная проблема, связанная с устройством фундамента. Проектная документация предусматривала забивку железобетонных свай сечением 300×300 мм и длиной 8 метров до отметки -8,470 через предварительные лидерные

скважины диаметром 300 мм. За несущий слой принимался ИГЭ-2 — водонасыщенный гравийный грунт.

При выполнении работ выяснилось, что через скважины диаметром 300 мм сваи удаётся заглубить лишь до отметок $-3,800\dots-4,100$. Дальше процесс останавливался из-за высокой плотности гравийно-галечникового слоя и присутствия воды. Подрядная организация приняла самостоятельное решение увеличить диаметр лидерных скважин до 400 мм и выполнить добивку свай до глубины $-5,470\dots-7,470$.

Исполнительная геодезическая съёмка показала, что средняя отметка нижних концов свай составила $-7,470$ вместо предусмотренных проектом $-8,470$. Надзорный орган (ФБУ «РОССТРОЙКОНТРОЛЬ») расценил это как прямое нарушение проектных решений.

Проведённый независимый аудит расчётной части проекта подтвердил, что даже при уменьшении глубины погружения на один метр нижние концы свай всё равно остаются внутри несущего слоя ИГЭ-2. Расчётная несущая способность одной сваи F_d составила 77 т, а допустимая нагрузка $N_{\text{доп}}$ — 44 т. Это заметно выше фактической нагрузки в 35 т. Расчётная осадка основания не превышает 7,47 мм при предельном значении 150 мм. Таким образом, прочность и жёсткость свайного фундамента полностью соответствуют требованиям.

На основе материалов аудита был внесён ряд изменений в раздел «Конструктивные решения». В него добавили уточнения по технологии погружения свай, обновили расчётные параметры основания и прописали обязательное заполнение пустот цементно-песчаным раствором. После этого замечания надзорного органа были успешно сняты.

Проведённое исследование позволяет сделать несколько важных заключений.

Во-первых, тщательный аудит расчётной части проектной документации оказался действенным способом быстро выявить расхождения между первоначальным проектом и реальными условиями на площадке:

именно этот аудит дал возможность оперативно скорректировать конструктивный раздел и убрать претензии государственного строительного надзора.

Во-вторых, несмотря на активное использование на практике, термин «аудит проектной документации» до сих пор не получил чёткого правового статуса в российском законодательстве. Такая неопределённость создаёт определённые риски и указывает на необходимость прописать этот вид работ в Градостроительном кодексе или связанных с ним нормативных документах.

В-третьих, выполненные расчёты убедительно показали, что фактическая глубина свай (средняя отметка $-7,470$) полностью обеспечивает требуемую несущую способность; допустимая нагрузка 44 т превышает реальную в 35 т, а прогнозируемая осадка остаётся в пределах 7,47 мм при допустимых 150 мм.

В-четвёртых, строительство на территории Чукотского автономного округа требует обязательного учёта сложных местных условий: значительных снеговых и ветровых нагрузок, сеймики, многолетней мерзлоты и регулярного подтопления. Всё это повышает ответственность проектировщиков и делает независимую проверку расчётов особенно актуальной.

В-пятых, для окончательного подтверждения результатов аудита и закрытия всех вопросов надзорных органов целесообразно провести динамические и статические испытания уже погружённых свай в соответствии с требованиями СП 24.13330.2021.

Библиографический список:

1. Гарькин И.Н. Математическая модель применения риск ориентированного подхода при ремонте сложной кровли объектов культурного наследия // Системные технологии. 2025. № 2 (55). С. 92-97

2. Арискин М.В., Гарькин И.Н. Анализ причин падения башенного крана на основе построения модели в SCAD 11.5 // Фундаментальные исследования. 2016. № 10-2. С. 243-247

3. Будылина Е.А., Гарькина И.А., Данилов А.М. Системный анализ как методология решения проблем // Региональная архитектура и строительство. 2023. № 2 (55). С. 14-20.

4. Ерёмин К.И., Шишкина Н.А. Обзор аварий и сооружений, произошедших в 2010 году // Предотвращение аварий зданий и сооружений: сборник научных трудов. Магнитогорск: ООО «Велд» –2011. –С. 1-20.

5. Волков В.П. Геометрические характеристики тонкостенного Z-образного стержня с закруглением и с наружной отбортовкой // Моделирование и механика конструкций. 2025. № 22. С. 53-61.

6. Гарькин И.Н., Гарькина И.А., Кудишина А.Э. Оценка эффективности мониторинга состояния объектов культурного наследия // Моделирование и механика конструкций. 2025. № 21. С. 167-172.