

А.И. БЕДОВ¹, В.А. РЯЗАНОВА², А.И. ГАБИТОВ²,
А.С. САЛОВ², Д.Р. ИСЛАМГАЛИЕВА²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия

²Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия

ВАРИАНТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФУНДАМЕНТОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Аннотация. В статье рассмотрено вариантное проектирование фундаментов для различных регионов Российской Федерации. Для здания многофункционального спортивного комплекса выполнен расчёт свайного фундамента с учётом особенностей гидрогеологических условий рассматриваемых регионов. Моделирование пространственной рамы выполнено с применением программных комплексов SCAD и Autodesk AutoCAD. По расчёту для Республики Башкортостан приняты сваи по серии С-5-30 длиной 5 м сечением 300х300 мм. Для Республики Татарстан: сваи по серии С-3-30 длиной 3 м сечением 300х300 мм. Для Пермского края приняты сваи по серии С-6-50 длиной 6 м сечением 500х500 мм. Для определения стоимости возведения фундаментов составлен локально-сметный расчёт на основе ведомостей объемов работ. По представленной окончательной стоимости делается вывод о том, что различные категории сложности инженерно-геологических условий подразумевают проведение дополнительных мероприятий в районах с более сложной гидрогеологической обстановкой. Стоимость возведения фундамента для Республики Башкортостан составила 93,711 млн. руб и оказалась наибольшей по сравнению с другими регионами, что связано со значительным увеличением объемов работ за счёт устройства монолитных железобетонных поясов. Авторами отмечено, что в выборе конструкций фундамента проектируемого здания определяющим фактором является анализ инженерно-геологических условий площадки строительства. Представленная методика позволяет провести технико-экономическую оценку строительства аналогичных промышленных и общественных зданий не только в рассмотренных регионах, но и на всей территории Российской Федерации.

Ключевые слова: свайный фундамент, вариантное проектирование, гидрогеологические условия, площадка строительства, локально-сметный расчет, технико-экономические показатели, анализ.

A.I. BEDOV¹, V.A. RYAZANOVA², A.I. GABITOV²,
A.S. SALOV², D.R. ISLAMGALIEVA²

¹National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

²Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia

VARIOUS FOUNDATION DESIGN FOR INDUSTRIAL AND PUBLIC BUILDINGS WITH DIFFERENT HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS

Abstract. The article considers the various foundation design for different regions of the Russian Federation. The calculation of the pile foundation was carried out taking into account the peculiarities of hydrogeological conditions in these regions for the multifunctional sport complex. The spatial frame modeling was performed using SCAD and Autodesk AutoCAD software packages. According the calculation S-5-30 5 m long with a section of 300x300 mm (by series) piles received for the Republic of Bashkortostan. For the Republic of Tatarstan: piles according to the S-3-30 series, 3 m long, with a section of 300x300 mm. According to the S-6-50 series, 6 m long, with a section of 500x500 mm piles are accepted for the Perm Territory. To define the price of building foundations, a local estimate calculation

was composed based on bills of quantities. Based on the presented final price, it can be concluded that different categories of engineering and geological conditions complexity, imply additional activities in areas with more complex hydrogeological conditions. The cost of building the foundation for the Republic of Bashkortostan amounted to 93.711 million rubles, and turned out to be the largest in comparison with other regions, which is associated with a significant increase in the volume of work due to the installation of monolithic reinforced concrete belts. The authors noted, that analysis of engineering and geological conditions of the construction site is the determining factor in the choice of foundation structures for the designed building. The presented methodology allows to carry out a similar industrial and public buildings feasibility study in construction not only in the considered regions but throughout the Russian Federation.

Keywords: pile foundation, various design, hydrogeological conditions, construction site, local cost estimate, feasibility study, analysis.

Введение

Ключевым аспектом в выборе конструкции фундамента проектируемого здания является анализ инженерно-геологических условий площадки строительства, включая специфические условия. Разнообразие природно-климатических условий потребовало разработки методов расчета и проектирования фундаментов на структурно-неустойчивых грунтах - вечномёрзлых, лёссовых и торфянистых. К основным вкладам в данные исследования можно отнести работы ученых Н.А. Цытовича, С.С. Вялова, М.Н. Гольдштейна и В.А. Веселова [1].

Инженерно-геологические изыскания должны обеспечивать комплексное изучение инженерно-геологических условий территории проектируемого строительства и составление прогноза возможных изменений инженерно-геологических условий в сфере взаимодействия проектируемых объектов с геологической средой с целью получения необходимых и достаточных материалов для обоснования планирования градостроительной деятельности и разработки проектных решений [2, 3].

Метод

Для вариантного проектирования были рассмотрены соседние между собой районы строительства: Республика Башкортостан, Республика Татарстан, Пермский край. В качестве объекта исследования принято здание физкультурно-оздоровительного комплекса с бассейном, катком и универсальным залом, расположенное по адресу: Советский район городского округа город Уфа Республики Башкортостан, ул. Менделеева.

Здание отдельно стоящее четырехэтажное, прямоугольное в плане с выступающей одноэтажной входной группой с главного фасада и с выступающими лестничными клетками, соединяющими все этажи с дворовой стороны. Габаритные размеры здания в плане в осях 1-19 составляют 84700 мм, в осях А-Л – 42000 мм, общая высота здания 17,86 м, при высоте этажа 3,6 м. Общая площадь здания – 6542 м². За отметку 0,000 принята отметка чистого пола первого этажа.

Планировка спортивного комплекса предусматривает деление на 3 зоны. В центральной части здания находится спортивный зал с трибунами для зрителей, к которому с двух сторон примыкают четырехэтажные административно-хозяйственные блоки.

Несущая конструктивная схема монолитного железобетонного каркаса состоит из свайного фундамента, опирающихся на него вертикальных несущих элементов: стен и колонн, объединяющихся в единую пространственную систему горизонтальными элементами – плитами перекрытий.

Конструктивная схема здания по типу вертикальных элементов колонно-стенная.

Такая несущая конструктивная схема здания скомпонована на основании архитектурно-планировочных решений и создает пластическую систему по многообразию планировочных решений, как на стадии нового строительства, так и на стадиях завершённого строительства и эксплуатации здания путем деления общих площадей этажей самонесущими перегородками (рисунок 1, 2).

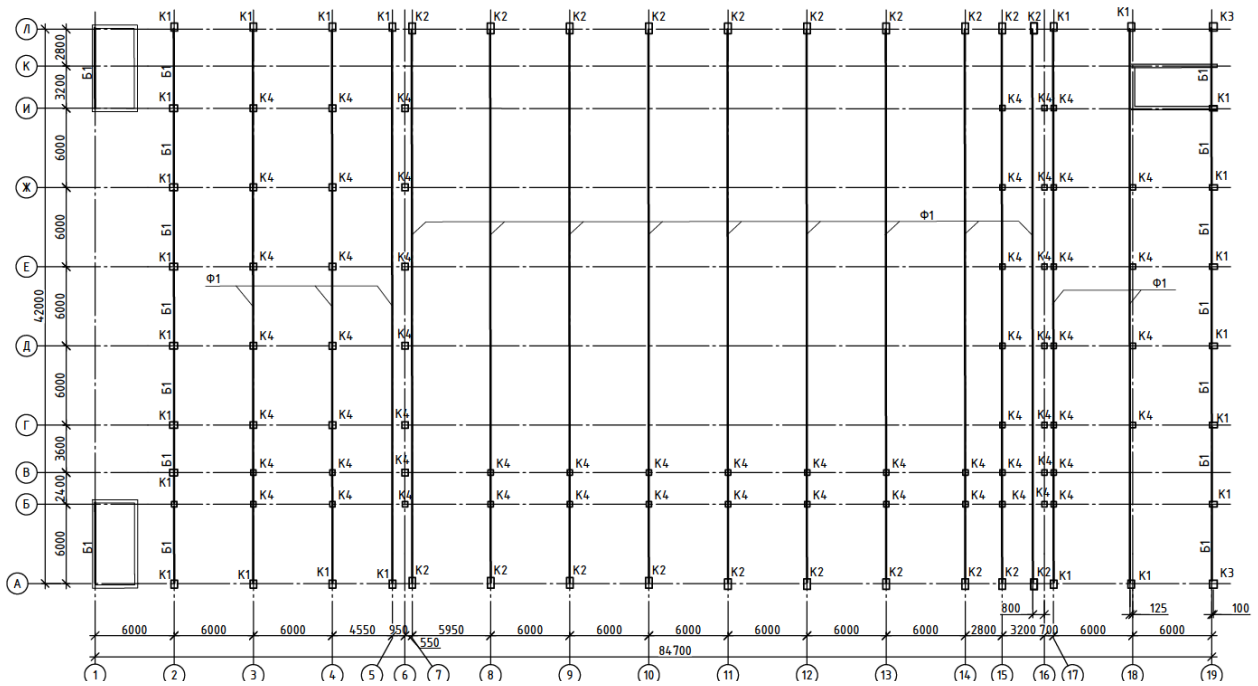


Рисунок 1 – Схема расположения основных элементов каркаса

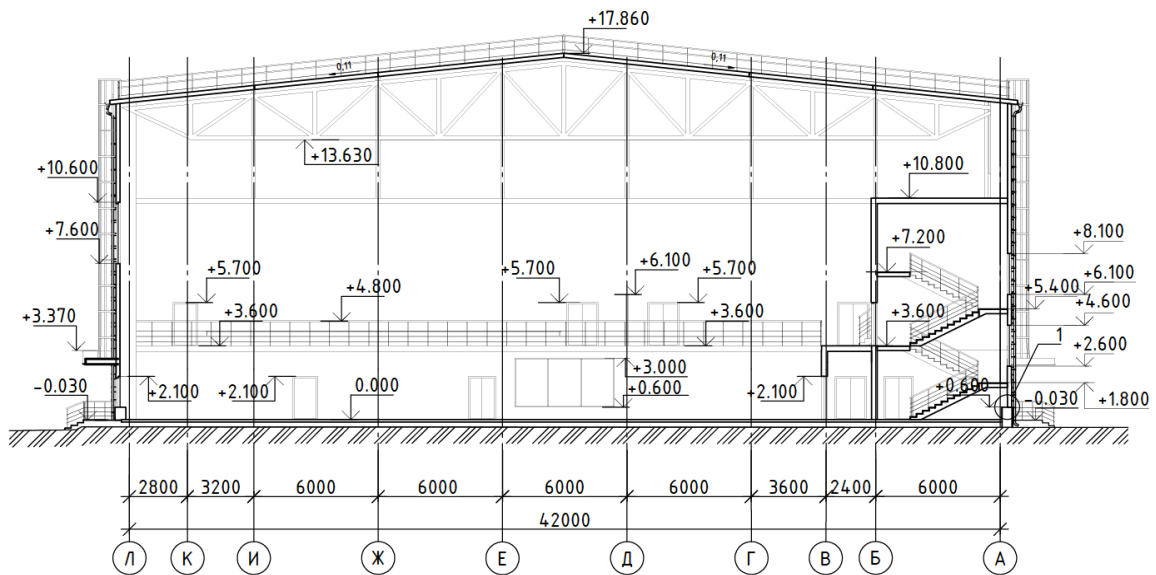


Рисунок 2 – Разрез проектируемого здания

Для выполнения вариантного проектирования было изучено напряженно-деформируемое состояние свайного фундамента спортивного комплекса для различных регионов Российской Федерации: Республика Башкортостан, Республика Татарстан, Пермский край.

Расчёт пространственной рамы заключается в определении усилий в стержнях и подбора их сечений по первой и второй группам предельных состояний [4].

Компьютерное моделирование и расчёт выполнен с применением программных комплексов SCAD и Autodesk AutoCAD.

Пространственная рама представляет собой в расчетной модели систему пространственных стержней. Рама состоит из металлических ферм, опирающихся на железобетонные колонны. Между собой рамы связаны вертикальными и горизонтальными связями по верхним и нижним поясам ферм. Также пространственную жесткость

обеспечивают прогоны из швеллеров, на которые укладываются сэндвич-панели покрытия. Фермы работают на изгиб, а колонны на внецентренное сжатие. Нагрузки, воспринимаемые фермами, в расчетной схеме приведены узловые, на колонны распределены по высоте. Подбор сечений элементов ферм выполнен в ПК SCAD Office [5-7]. Расчетная схема пространственной рамы и изображение деформированной схемы приведены на рисунках 3, 4.

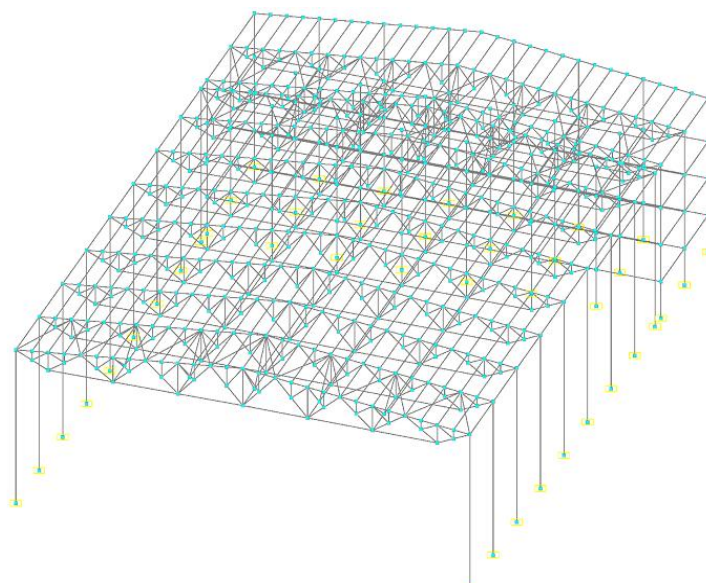


Рисунок 3 – Расчетная схема пространственной рамы

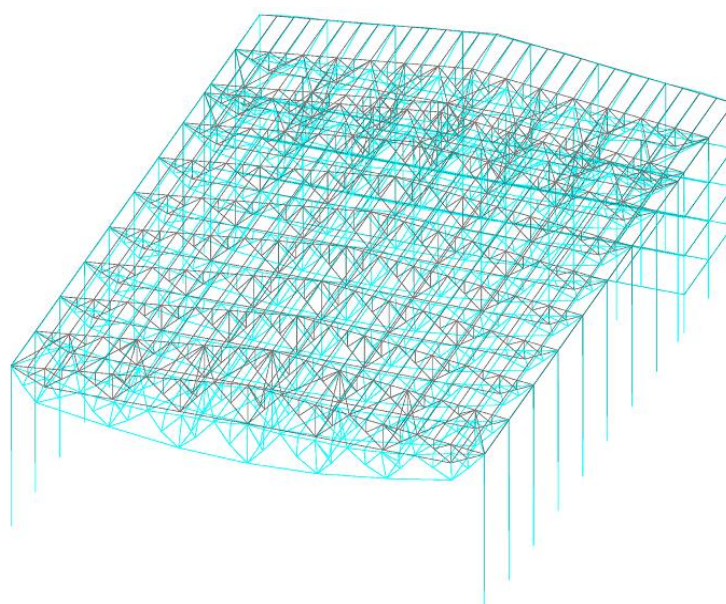


Рисунок 4 – Совместное отображение исходной и деформированной схемы

Результаты

Площадка строительства в Республике Башкортостан относится ко 2 категории сложности. На участке изысканий из опасных физико-геологических процессов развит карст. Согласно районированию по категориям устойчивости относительно карстовых провалов участок изысканий был отнесен к III (недостаточно устойчивой) категории устойчивости относительно карстовых провалов. В геоморфологическом отношении участок приурочен к правобережному коренному склону долины р. Белой. Абсолютные отметки поверхности рельефа изменяются от 184,95 до 185,30 м высот. Поверхность участка относительно ровная, с незначительным уклоном на юго-запад. Подземные воды до глубины 17 м не вскрыты.

Проектируемый фундамент свайный. Инженерно-геологический разрез представлен на рисунке 5 а.

По расчету приняты сваи по серии С-5-30 длиной 5 м сечением 300х300 мм из бетона класса В25 с арматурой класса А400 диаметром 10 мм. Были приняты противокарстовые мероприятия, такие как прорезка закарстованных пород сваями, введение дополнительных связей в каркасных конструкциях за счет устройства монолитных железобетонных поясов толщиной 1500 мм, соединяющих ростверки фундаментов.

Площадка строительства в Республике Татарстан относится к 1 категории сложности. Поверхность участка относительно ровная, не расчлененная, подземные воды имеют выдержанный горизонт с однородным химическим составом. Площадка строительства имеет уклон на юго-восток. Отметка поверхности природного рельефа – 205,5-208,5 м. Отметка уровня подземных вод – 203,0 м. Инженерно-геологическое строение составлено из 3 инженерно-геологических элементов. Планировочная отметка – 207,0 м. Проектируемый фундамент свайный. Инженерно-геологический разрез представлен на рисунке 5 б.

По расчету приняты сваи по серии С-3-30 длиной 3 м сечением 300х300 мм из бетона класса В25 с арматурой класса А400 диаметром 10 мм. Дополнительных мероприятий по увеличению прочности и устойчивости фундаментов не предусматривается.

Площадка строительства в Пермском крае относится к 3 категории сложности. Основание сложено просадочными грунтами. На исследуемой территории широкое распространение имеет процесс подтопления, осложняемый наличием в разрезе сильно и чрезмерно пучинистых грунтов. Эти факторы оказывают решающее влияние на принятие проектных решений, строительство и эксплуатацию сооружений. Площадка строительства имеет уклон на северо-запад. Отметка поверхности природного рельефа – 127,0-128,5 м. Инженерно-геологическое строение составлено из 4 инженерно-геологических элементов. Уровень подземных вод находится на отметке 125,5 м. Планировочная отметка – 127,0 м. Проектируемый фундамент свайный. Инженерно-геологический разрез представлен на рисунке 5 в.

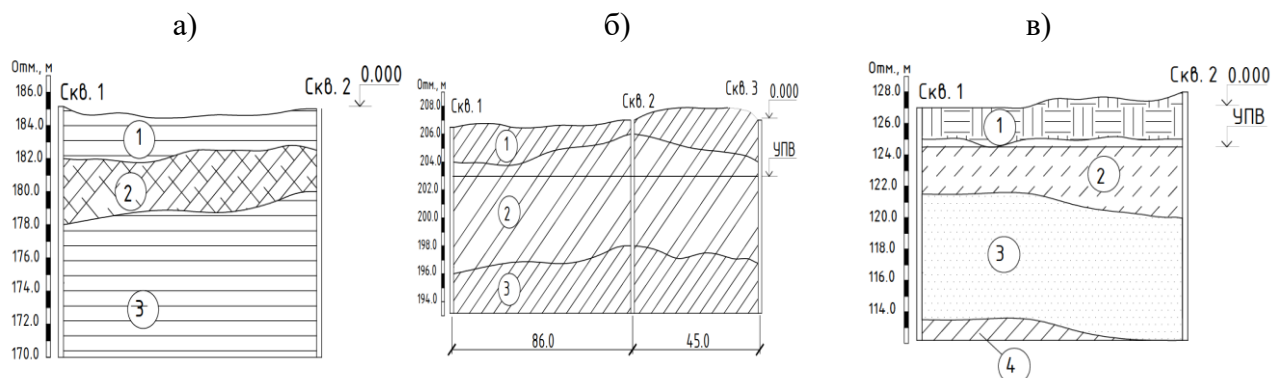


Рисунок 5 – Инженерно-геологический разрез для:
а) Республики Башкортостан; б) Республики Татарстан; в) Пермского края

По расчету приняты сваи по серии С-6-50 длиной 6 м сечением 500х500 мм из бетона класса В25 с арматурой класса А400 диаметром 10 мм. В качестве дополнительных мероприятий принято изъятие первого инженерно-геологического слоя (торф) с последующей заменой его на песчано-гравийную смесь.

Для определения стоимости возведения фундамента для различных гидрогеологических условий составляется локальный сметный расчет для каждого региона строительства отдельно. При выборе регионов строительства для сравнения были выбраны районы со схожими характеристиками по весу снегового покрова и ветровому давлению [8-10]. Поэтому при расчете усилия в каркасе здания также имели небольшие отличия. В итоге сечения основных несущих элементов каркаса приняты идентичными. Таким образом, стоимость общестроительных работ надземной части здания является эквивалентной для всех

районов строительства и не имеет влияния на оценку технико-экономических показателей. Поэтому локальный сметный расчет рассматривается только на земляные работы и на работы по возведению фундамента, то есть на подземную часть здания.

Локальный сметный расчет выполняется на основе ведомостей объемов работ. В ходе расчета и конструирования фундамента в различных регионах были приняты разные значения глубины заложения, что напрямую повлияло на принимаемую длину свай. Из-за этого объем работ по забивке свай, а также объем материала отличается в разных регионах.

К тому же различные категории сложности инженерно-геологических условий подразумевают проведение дополнительных мероприятий в районах с более сложной геологической обстановкой [11-13]. В качестве дополнительных мероприятий в г. Уфа Республики Башкортостан были приняты противокарстовые мероприятия, такие как введение дополнительных связей в конструкциях каркаса за счет устройства монолитных железобетонных поясов, соединяющих ростверки фундаментов. Это привело к значительному увеличению объема бетонных работ по сравнению с другими районами строительства [14, 15].

Площадка строительства в г. Пермь Пермского края относится к сложной категории инженерно-геологических условий и предполагает устройство дополнительных мероприятий по улучшению качества характеристик основания под фундаменты, таких как изъятие первого инженерно-геологического слоя (торф) с последующей заменой его на песчано-гравийную смесь. Это привело к увеличению объема земляных работ по сравнению с другими районами строительства.

Стоимость работ в локальных сметных расчетах производится в базисном уровне цен, определяемом на основе действующих сметных норм и цен 2001 г. с учетом индексов изменения стоимости строительно-монтажных работ к этому уровню цен. Так как районы строительства приняты разные, то все расчеты будут проводиться не на основе территориальных единичных расценок, которые отражают специфику местных условий и цен на ресурсы, а на основе базового региона, показатели которого отражают единичные расценки федерального уровня. Базовым регионом в данном случае становится Московская область.

Общая стоимость строительства в базовых ценах представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Общая стоимость строительства в базовых ценах по регионам

Параметр	г. Уфа Республика Башкортостан	г. Казань Республика Татарстан	г. Пермь Пермский край
Стоимость земляных работ, руб.	55 593,82	49 071,51	84 302,55
Стоимость возведения фундамента, руб.	7 068 508,85	4 349 674,29	5 070 619,72
Общая стоимость, руб.	7 124 102,67	4 398 745,8	5 154 922,27

Общая стоимость строительства в текущих ценах представлена в таблице 2.

Для перевода цен от базового уровня к текущему были определены поправочные инфляционные коэффициенты к ценам 2001 года и коэффициенты, учитывающие особенности осуществления строительства, в данном случае различные регионы строительства.

Таблица 2 – Общая стоимость строительства в текущих ценах по регионам

Параметр	г. Уфа Республика Башкортостан	г. Казань Республика Татарстан	г. Пермь Пермский край
Стоимость земляных работ, руб.	731 288,27	581 684,36	1 153 949,26
Стоимость возведения фундамента, руб.	92 980 084,4	57 852 592,6	72 031 226,1
Общая стоимость, руб.	93 711 372,67	58 434 276,96	73 185 175,36

Технико-экономические показатели определяются для основания и фундаментов здания. Для анализа технико-экономических показателей вариантов проектных решений

фундаментов должна быть выбрана сопоставимая единица измерения. В качестве такой единицы могут приниматься 1 м² общей площади здания, 1 м³ объема здания, 1 зритель и т.п.

Основные технико-экономические показатели на земляные работы и возведение подземной части здания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Основные технико-экономические показатели на земляные работы и возведение подземной части здания

Наименование показателя, единица измерения	г. Уфа	г. Казань	г. Пермь
Стоимость общестроительных работ в базовых ценах, руб.	7 124 102,67	4 398 745,8	5 154 922,27
Стоимость общестроительных работ в текущих ценах, руб.	93 711 372,67	58 434 276,96	73 185 175,36
Стоимость на 1 м ³ здания в базовых ценах, руб.	122,24	41,16	54,13
Стоимость на 1 м ³ здания в текущих ценах, руб.	1607,95	487,89	740,99
Стоимость на 1 м ² общей (полезной) площади в базовых ценах, руб.	1 088,98	366,67	482,26
Стоимость на 1 м ² общей (полезной) площади в текущих ценах, руб.	14 324,58	4 346,42	6 601,22
Нормативная продолжительность строительства, дн.	65	55	62

Выводы

Общая стоимость земляных работ и работ по устройству фундаментов в г. Уфа Республика Башкортостан составила 93,711 млн. руб., в том числе стоимость земляных работ оценена в размере 731,288 тыс. руб., что составляет 1% от общей стоимости и имеет наименьшее влияние на общую стоимость среди рассматриваемых вариантов. За счет устройства монолитных железобетонных поясов, объемы бетонных работ значительно увеличились по сравнению с районом строительства с простой категорией сложности, что привело к значительному удорожанию общей стоимости строительства [16-19]. Таким образом, она оказалась наибольшей по сравнению с другими районами строительства.

Общая стоимость земляных работ и работ по устройству фундаментов в г. Казань Республика Татарстан составила 58,434 млн. руб., в том числе стоимость земляных работ оценена в размере 581,684 тыс. руб. Общая стоимость по сравнению с другими районами строительства оказалась наименьшей, что было ожидаемым результатом для района строительства с наиболее простой категорией сложности инженерно-геологических условий.

Общая стоимость земляных работ и работ по устройству фундаментов в г. Пермь Пермский край составила 73,185 млн. руб., в том числе стоимость земляных работ оценена в размере 1 153,949 тыс. руб., что составляет 2% от общей стоимости и имеет наибольшее влияние на общую стоимость среди рассматриваемых вариантов. Из-за сложных инженерно-геологических условий, помимо выбора свай с более высокими прочностными характеристиками, были предприняты дополнительные мероприятия, которые привели к значительному увеличению объема земляных работ, что является следствием значительного удорожания стоимости земляных работ по сравнению с другими регионами строительства. Однако общая стоимость рассматриваемых видов работ не превышает стоимости работ в г. Уфа Республика Башкортостан, где средняя категория сложности инженерно-геологических условий.

По результатам анализа технико-экономических показателей можно сделать вывод о том, что объем земляных работ оказывает незначительное влияние на общую стоимость возведения подземной части здания и в общем случае не превышает 2% от общей стоимости рассматриваемых видов работ [20]. Таким образом, при строительстве в различных категориях сложности инженерно-геологических условий при прочих равных условиях принятие

проектных решений, приводящих к увеличению объема земляных работ, оказывает наименьшее влияние по сравнению с мероприятиями по усовершенствованию конструктивной схемы проектируемого здания [21].

Проектирование multifunctional спортивных комплексов становится все более востребованным направлением в отечественной и зарубежной строительной практике. Оценив гидрогеологические условия различных регионов, можно сделать вывод о том, что тип и конструктивные особенности фундамента, материал его исполнения, размеры сечения и глубина заложения определяются согласно результатам полученных изысканий. По результатам технико-экономического сравнения стоимости возведения фундаментов можно оценивать целесообразность строительства в рассматриваемых гидрогеологических условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цытович Н.А., Веселов В.А., Кузьмин П.Г. Основания и фундаменты. Под ред. чл.-корр. АН СССР проф. Н.А. Цытовича. Москва: Госстройиздат, 1959. 452 с.
2. Алексеев А.Г., Сазонов П.М., Поверенный Ю.С., Зеленин Д.А., Фелелов А.В., Сайтов А.В. Усовершенствование конструкции стальных свай в многолетнемерзлых грунтах // Промышленное и гражданское строительство. 2022. № 1. С. 34-38. doi:10.33622/0869-7019.2022.01.34-38.
3. Чунюк Д.Ю., Коптева О.В. Переводные коэффициенты для модуля деформации песчаных грунтов // Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 9. С. 71-75. doi:10.33622/0869-7019.2019.09.71-75.
4. Шевченко А.В., Давидюк А.А., Баглаев Н.Н. Метод итераций для расчета железобетонных элементов на основе нелинейной деформационной модели // Промышленное и гражданское строительство. 2022. № 3. С. 13-18. doi:10.33622/0869-7019.2022.03.13-18.
5. Габитов А.И., Семенов А.А. Железобетонные конструкции. Курсовое и дипломное проектирование с использованием программного комплекса SCAD // Учебное пособие. М.: Изд-во СКАД СОФТ, Издательство АСВ, 2011. 280 с.
6. Бедов А.И., Бабков В.В., Габитов А.И., Салов А.С. Использование бетонов и арматуры повышенной прочности в проектировании сборных и монолитных железобетонных конструкций // Вестник МГСУ. 2012. № 8. С. 76-84.
7. Алексеев А.Г., Безволев С.Г., Сазонов П.М., Звездов А.А. О необходимости исследований работы винтовых свай и актуализации норм проектирования свайно-винтовых фундаментов // Промышленное и гражданское строительство. 2018. № 1. С. 43-47.
8. Бедов А.И., Знаменский В.В., Габитов А.И. Оценка технического состояния, восстановление и усиление оснований строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений. Часть 1. Обследование и оценка технического состояния оснований и строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений. М.: Изд-во АСВ, 2021 (2014, 2016). 704 с.
9. Бедов А.И., Габитов А.И., Знаменский В.В. Оценка технического состояния, восстановление и усиление оснований и строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений. В 2-х частях. Ч. II. Восстановление и усиление оснований и строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений. Под ред. А.И. Бедова: Учеб. пос. М.: АСВ, 2021 (2017). 924 с.
10. Бедов А.И., Бабков В.В., Габитов А.И., Сахибгареев Р.Р., Салов А.С. Исследование свойств модифицированных бетонов с химическими добавками // В сборнике: Бетон и железобетон - взгляд в будущее. Научные труды III Всероссийской (II Международной) конференции по бетону и железобетону: в 7 томах. 2014. С. 14-25.
11. Гусев Б.В., Файвусович А.С., Рязанова В.А. Развитие фронта коррозии бетона в агрессивных средах // Бетон и железобетон. 2005. № 5. С. 23-28.
12. Бабков В.В., Салов А.С., Плакс А.А., Колесник Г.С., Сахибгареев Р.Р. Вопросы эффективности применения высокопрочных бетонов в железобетонных конструкциях // Жилищное строительство. 2009. № 10. С. 43.
13. Веселов В.А. Проектирование оснований и фундаментов. Основы теории и примеры расчета. М.: Изд-во Стройиздат, 1990. 304 с.
14. Мухаметзянов З.Р., Рязанов Р.В. Классификация комбинаций технологически взаимосвязанных строительных процессов, используемых при строительстве объекта // Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 10. С. 72-77.
15. Bedov A., Salov A., Gabitov A. Cad methods of structural solutions for reinforced concrete frame // XXI International Scientific Conference on Advanced in Civil Engineering "Construction - The Formation of Living Environment" (FORM 2018), Moscow, Russian Federation. 2018. Vol. 365. Pp. 1-8.
16. Krot A., Ryzanova V., Gabitov A., Salov A., Rolnik L. Resource-saving technologies for advanced concrete in the Republic of Bashkortostan // MATEC Web of Conferences 7. "7th International Scientific Conference "Reliability and Durability of Railway Transport Engineering Structures and Buildings" (Transbud 2018) 2018. Vol. 230. Article number 03009.

17. Мухаметзянов З.Р., Разяпов Р.В. Разработка организационных решений на основе технологического взаимодействия между строительными работами и процессами // Научный журнал строительства и архитектуры. 2018. № 1(49). С. 65–71.
18. Ластовка А.В., Данченко Т.В., Клиндух Н.Ю., Берсенева М.Л. Методы расчета ленточного фундамента на упругом грунтовом основании // Вестник Евразийской науки. 2019. № 3. URL: <https://esj.today/PDF/58SAVN319.pdf>
19. Синицин Д.А., Бабков В.В., Сахибгареев Р.Р., Сахибгареев Р.Р., Резцова В.П. Применение самоуплотняющихся бетонных смесей в практике строительства Республики Башкортостан // Строительные материалы. 2019. № 12. С. 45-51.
20. Mukhametzyanov Z.R. Modeling of construction technology of objects on the basis of technological interaction of works // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 451. № 012077. doi:10.1088/1757-899X/451/1/012077.
21. Носков И.В., Решетов М.М., Лютов В.Н., Ананьев С.А., Носков К.И. Причины снижения и определение прочности бетона фундаментов методами разрушающего и неразрушающего контроля при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений // Вестник Евразийской науки. 2020. № 6. URL: <https://esj.today/PDF/04SAVN620.pdf>

REFERENCES

1. Tsytoich N.A., Veselov V.A., Kuzmin P.G. Foundation engineering. Edited by chl.-corr. Academy of Sciences of the USSR prof. N. A. Tsytoich. - Moscow: Gosstroyizdat, 1959. 452 p.
2. Alekseev A.G., Sazonov P.M., Attorney Yu.S., Zelenin D.A., Fefelov A.V., Saitov A.V. Improving the design of steel piles in permafrost soils // Industrial and civil construction. 2022. No. 1. Pp. 34-38. doi:10.33622/0869-7019.2022.01.34-38.
3. Chunyuk D.Y., Kopteva O.V. Conversion coefficients for the modulus of deformation of sandy soils // Industrial and civil construction. 2019. No. 9. Pp. 71-75. doi:10.33622/0869-7019.2019.09.71-75.
4. Shevchenko A.V., Davidyuk A.A., Baglaev N.N. The iteration method for calculating reinforced concrete elements based on a nonlinear deformation model // Industrial and civil construction. 2022. No. 3. Pp. 13-18. doi:10.33622/0869-7019.2022.03.13-18.
5. Vinnichenko V., Gabitov A., Salov A., Gaisin A., Kuznetsov D The heat loss calculating methods of external walls in the buildings reconstruction // MATEC Web of Conferences 7. "7th International Scientific Conference "Reliability and Durability of Railway Transport Engineering Structures and Buildings" (Transbud 2018) 2018. Vol. 230. Article number 02038.
6. Bedov A.I., Babkov V.V., Gabitov A.I., Salov A.S. Use of heavy duty concretes and reinforcement in design of prefabricated and monolithic reinforced concrete structures // Vestnik MGSU. 2012. No. 8. Pp. 76-84.
7. Alekseev A.G., Bezvolev S.G., Sazonov P.M., Zvezdov A.A. On the need to study the operation of screw piles and update the design standards for pile-screw foundations // Industrial and civil construction. 2018. No. 1. Pp. 43-47.
8. Bedov A.I., Znamensky V.V., Gabitov A.I. Assessment of the technical condition, restoration and strengthening of the foundations of building structures of operated buildings and structures. Part 1. Inspection and assessment of the technical condition of the foundations and building structures of operated buildings and structures. Moscow, ASV Publ., 2021(2014, 2016). 704 p.
9. Bedov A.I., Gabitov A.I., Znamensky V.V. Assessment of the technical condition, restoration and strengthening of the foundations of building structures of operated buildings and structures. Part 2. Restoration and strengthening of foundations and building structures of operated buildings and structures. Ed. A.I. Bedova: Educational settlement. M: ASV, 2021 (2017). 924 p.
10. Bedov A.I., Babkov V.V., Gabitov A.I., Sakhibgareev R.R., Salov A.S. Investigation of modified concrete with chemical additives // In the collection: Concrete and reinforced concrete - a look into the future. Scientific works of the III All-Russian (II International) Conference on Concrete and Reinforced Concrete: in 7 volumes. 2014. Pp. 14-25.
11. Gusev B.V., Faivusovich A.S., Ryazanova V.A. Development of the corrosion front of concrete in aggressive environments // Concrete and reinforced concrete. 2005. No. 5. Pp. 23-28.
12. Babkov V.V., Salov A.S., Plaks A.A., Kolesnik G.S., Sakhibgareev R.R. Questions of the efficiency of the use of high-strength concretes in reinforced concrete structures // Zhilishchnoe stroitel'stvo. 2009. No. 10. Pp. 43.
13. Veselov V.A. Design of bases and foundations. Fundamentals of theory and examples of calculation. Publishing house: Moscow, Stroyizdat, 1990. 304 p.
14. Mukhametzyanov Z.R., Razyapov R.V. Classification of combinations of technologically interrelated construction processes used when constructing an object // Industrial and civil construction. 2017. No. 10. Pp. 72–77.
15. Bedov A., Salov A., Gabitov A. Cad methods of structural solutions for reinforced concrete frame // XXI International Scientific Conference on Advanced in Civil Engineering "Construction - The Formation of Living Environment" (FORM 2018), Moscow, Russian Federation. 2018. Vol. 365. Pp. 1-8.
16. Krot A., Ryazanova V., Gabitov A., Salov A., Rolnik L. Resource-saving technologies for advanced concrete in the Republic of Bashkortostan // MATEC Web of Conferences 7. "7th International Scientific Conference "Reliability and Durability of Railway Transport Engineering Structures and Buildings" (Transbud 2018) 2018. Vol. 230. Article number 03009.

17. Mukhametzyanov Z.R., Razyapov R.V. Mechanism of development of organizational solutions based on a technological interaction between construction works and processes // Scientific journal of construction and architecture. 2018. No. 1 (49). Pp. 65–71.
18. Lastovka A.V., Danchenko T.V., Klindukh N.Yu., Berseneva M.L. Methods for calculating a strip foundation on an elastic soil foundation // Bulletin of the Eurasian Science. 2019. No. 3. URL: <https://esj.today/PDF/58SAVN319.pdf>
19. Sinitsin D.A., Babkov V.V., Sakhibgareev R.R., Sakhibgareev R.R., Rezvova V.P. The use of self-compacting concrete mixes in construction practice of the Republic of Bashkortostan // Stroitelnye materialy. 2019. No. 12. Pp. 45–51.
20. Mukhametzyanov Z.R. Modeling of construction technology of objects on the basis of technological interaction of works // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 451. No. 012077. doi:10.1088/1757-899X/451/1/012077.
21. Noskov I.V., Reshetov M.M., Lyutov V.N., Ananiev S.A., Noskov K.I. Reasons for reducing and determining the strength of concrete foundations by methods of destructive and non-destructive control during the construction and operation of buildings and structures // Bulletin of the Eurasian Science. 2020. No. 6. URL: <https://esj.today/PDF/04SAVN620.pdf>

Информация об авторах:

Бедов Анатолий Иванович

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия, кандидат технических наук, профессор кафедры железобетонных и каменных конструкций.
E-mail: gbk@mgsu.ru

Рязанова Виктория Альбертовна

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия, кандидат технических наук, доцент кафедры строительных конструкций.
E-mail: vryazanova@hotmail.com

Габитов Азат Исмагилович

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия, доктор технических наук, профессор кафедры строительных конструкций.
E-mail: azat7@ufanet.ru

Салов Александр Сергеевич

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия, кандидат технических наук, доцент кафедры автомобильных дорог и технологии строительного производства.
E-mail: salov@list.ru

Исламгалиева Диана Руслановна

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия, магистрант по направлению Строительство.
E-mail: diana.islamgalieva@yandex.ru

Information about authors:

Bedov Anatoly Iv.

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia, PhD of Engineering, Professor of the Department of Reinforced Concrete and Stone.
E-mail: gbk@mgsu.ru

Ryazanova Victoria Al.

Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia, PhD of Engineering, Assistant Professor of Building Constructions Department.
E-mail: vryazanova@hotmail.com

Gabitov Azat Is.

Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia, doctor of engineering, professor of Building Constructions Department.
E-mail: azat7@ufanet.ru

Salov Alexander S.

Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia, PhD of engineering, assistant professor of Highways and Structural Engineering Department,
E-mail: salov@list.ru

Islamgalieva Diana R.

Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia, master's Degree student in Construction.
E-mail: diana.islamgalieva@yandex.ru