

Методика разработки проектов производства работ на устройство свайных фундаментов в условиях городской застройки

А.Н. Гайдо

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербургский

Аннотация: В статье рассматриваются особенности разработки проектов производства работ (ППР) при устройстве свайных фундаментов из заводских элементов в условиях городской застройки. Показано, что в таких условиях проекты должны содержать технологические решения, обеспечивающие безопасность для жильцов и окружающей застройки. На основании анализа нормативной литературы и опыта работ представлены основные указания и мероприятия, которые следует детально проработать и представить в ППР. Обоснована методика в виде алгоритма, который позволяет разрабатывать ППР с учетом конкретных особенностей строительной площадки, обеспечения качества выполнения работ и сохранности окружающей застройки.

Даны рекомендации по разработки технологической карты при вдавливании свай современными установками, оснащенными подъемными сооружениями. Представлены подходы к назначению проходок и параметров опасных зон, возникающих при работе.

Ключевые слова: технология, свайные фундаменты, вдавливание, организационно-технологическая документация, проект производства работ, технологическая карта, стесненные условия, опасная зона, установка вдавливания.

В предлагаемой вниманию читателей статье рассмотрена технология статического вдавливания свай заводского изготовления. Следует отметить, что она востребована при производстве работ в геологических разрезах с неоднородным напластованием слабых водонасыщенных грунтов и плотной городской застройки. Статический способ погружения свай дает возможность сооружать свайные фундаменты при отсутствии динамических воздействий на конструкции ближайших зданий [1,2]. Заводское качество по сравнению с технологиями устройства буронабивных свай позволяет гарантировать сплошность свайных элементов в грунте. Преимущественно для таких целей применяют гидрофицированные установки вдавливания свай (УВС) на шагающих шасси, изготовленные в КНР [3,4]. Они развивают усилия вдавливания до 4600 кН на сваю, что позволяет погружать сваи до

несущих слоев грунтов в геологических разрезах с неоднородными напластованиями грунтов с чередованием плотных и слабых пород. При устройстве фундаментов в непосредственной близости от существующих конструкций для снижения негативного технологического воздействия на них сваи погружают в предварительно разрыхленный грунт (глубина бурения принимается в пределах от 6 до 12 м).

УВС оснащены двумя узлами вдавливания – центральным с максимальным усилием и боковым для погружения свай вблизи препятствий. Кроме того, они содержат подъемное сооружение (кран с телескопической стрелой), которое позволяет заводить сваи во вдавливающие узлы или перемещать инвентарные железобетонные пригрузы.



Рис. 1. – Установка вдавливания свай, оснащенная двумя вдавливающими узлами и крановым оборудованием

URL: sk-gorod.com/ (дата обращения: 28.09.2023)

В состав комплексной механизации при вдавливании свай входит самоходный кран грузоподъемность свыше 25 т, используемый для погрузо-разгрузочных работ, силовая дизельная установка, сварочный инвентар, применяемый при устройстве сварных стыков секционных свай. На

основании действующей нормативной документации работа такими установками без согласованной организационно-технологической документации в виде проекта производства работ (ППР) запрещена.

При разработке ППР используют известные нормативные документы, определяющие общие требования к составу проекта и наличию стандартных мероприятий по обеспечению безопасности работ, действиям в аварийных ситуациях и т.п. Причем особых требований к содержанию и мероприятиям в ППР, которые должны определять особенности устройства фундаментов в условиях сложившейся городской застройки, в таких документах не содержится. Такие рекомендации содержатся в ВСН 490-87 «Проектирование и устройство свайных фундаментов и шпунтовых ограждений в условиях реконструкции промышленных предприятий и городской застройки» (утвержден 29.12.1986 Минмонтажспецстрой СССР). Содержание документа не потеряло свою актуальность, но требует уточнения с учетом применяемых современных технических средств для устройства свайных фундаментов. Следует отметить, что правила производства работ с использованием кранов вблизи существующих зданий детально изложены в РД-11-06-2007 «Методические рекомендации о порядке разработки проектов производства работ грузоподъемными машинами и технологических карт». Однако эти рекомендации не затрагивают вопросы производства работ нулевого цикла.

Известно, что разработка ППР в условиях городской застройки требует особых методических подходов, обеспечивающих безопасность окружающей застройки от развития технологических осадок, вызываемых новым строительством. Различными авторами: Верстовым В.В., Мангушевым Р.А., Пономаревым А.Б., Парамоновым В.Н., Никифоровой Н.С., Пронозиним Я.А., Улицким В.М., Шашкиным А.Г. и другими отмечалась, что несоблюдение технологической дисциплины, а также неверно подобранные режимы работ по устройству свайных фундаментов, приводят к

необратимым деформациям конструкций существующих зданий, ограничивают нормальную эксплуатацию инженерных коммуникаций, автомобильных дорог и в целом территорий, прилегающих к участкам нового строительства [5].

В этой связи, следует сделать практически важный вывод о необходимости разработки методических подходов для разработки ППР по устройству свайных фундаментов способом вдавливания в стесненных условиях городской застройки. Следует обосновать алгоритм составления ППР, организационно-технологические решения которого обеспечат качество выполнения работ и безопасность для зданий и сооружений, прилегающих к участку строительства, а также соблюдения известных требований нормативных документов.

Для решения поставленной задачи был уточнен перечень проектно-сметной документации принимаемой в качестве исходных данных при разработке ППР [6,7]:

- ✓ Генеральный план участка строительства.
- ✓ Проект организации строительства ПОС.
- ✓ Проект раздела КЖО по устройству свайного поля. В проекте приводят соответствующие указания по производству работ, сведения о конструктивных особенностях погружаемых свай (марка, длина, сечении, тип стыка секционных свай, количество), отметках погружения, несущей способности и т.п.
- ✓ Договор подрядных работ.
- ✓ Отчет об инженерно-геологических изысканиях на участке строительства.
- ✓ Техническое задание на разработку ППР, содержащее следующую информацию: номенклатуру применяемого комплекта механизации,

сведения о наличии особых условий производства работ (наличие котлована, подсыпки ходовых путей УВС и крана, эксплуатируемых инженерных сетей или автомобильных дорог в зоне производства работ и т.п.).

На основании анализа полученной информации выполняют разработку различных разделов ППР, согласно рекомендациям, представленным в таблице №1 [8,9].

Имея полный комплекс необходимой информации и исходных данных, представленных в таблице, следует приступать к разработке ППР с учетом требований СП 48.13330 «Организация строительства» и МДС 12-81.2007 «Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства и проекта производства работ». Следует отметить, что в указанных документах не содержатся рекомендации по последовательности разработки разделов проекта, однако при устройстве свайных фундаментов в городских условиях следует учесть особенности строительной площадки, в том числе, и при уточнении (привязки) технологических карт [10].

В этой связи на рис. 2,3 представлен обоснованный автором алгоритм разработки ППР по устройству свайных фундаментов в условиях городской среды. На первых этапах выполняют анализ проектно-сметной документации, технического задания на разработку проекта и тем самым устанавливают перечень особых мероприятий и дополнительных указаний по производству работ, позволяющих обеспечить как максимальную производительность и качество, так и сохранность конструкций зданий и сооружений, примыкающих к строительной площадке.

Таблица №1

Перечень проектно-сметной документации, являющейся исходными данными при составлении разделов ППР

Наименование документации	Основная информация, получаемая при анализе исходных данных	Разделы ППР, составляемые при анализе документации
Договор подрядных работ	Сроки выполнения и режим работ	Календарные планы, графики поставки материалов, конструкций и т.п.
Стройгенплан раздела ПОС, генеральный план участка строительства	Особенности организации строительной площади в части положения бытовых городков, ограждения временных дорог и т.п.	Пояснительная записка, стройгенплан, разрезы. Разработка мероприятий по производству работ в стесненных условиях
Отчет об инженерно-геологических изысканиях на участке строительства	Характеристики геологических разрезов, нормативные и расчетные показатели. Положение несущего слоя	Приложение к ППР с расчетом значений усилий вдавливания (составляется при необходимости), уточнение глубины погружения свай
Проект раздела КЖО	Осевые размеры здания. Конструктивные параметры погружаемых свай, особенности устройства стыков секционных свай, отметки погружения, расчетная нагрузка на сваю, отметки погружения свай	Обоснование содержание проекта. Пояснительная записка, стройгенплан, разрезы, технологические карты, схемы строповки, расчет рабочих радиусов и опасных зон, операционные схемы контроля качества
Техническое задание на разработку ППР	Номенклатура применяемых технических средств. Особые условия: наличие эксплуатируемых инженерных сетей, режим работы и т.п.	Пояснительная записка, стройгенплан, разрезы, технологическая карта на погружение свай

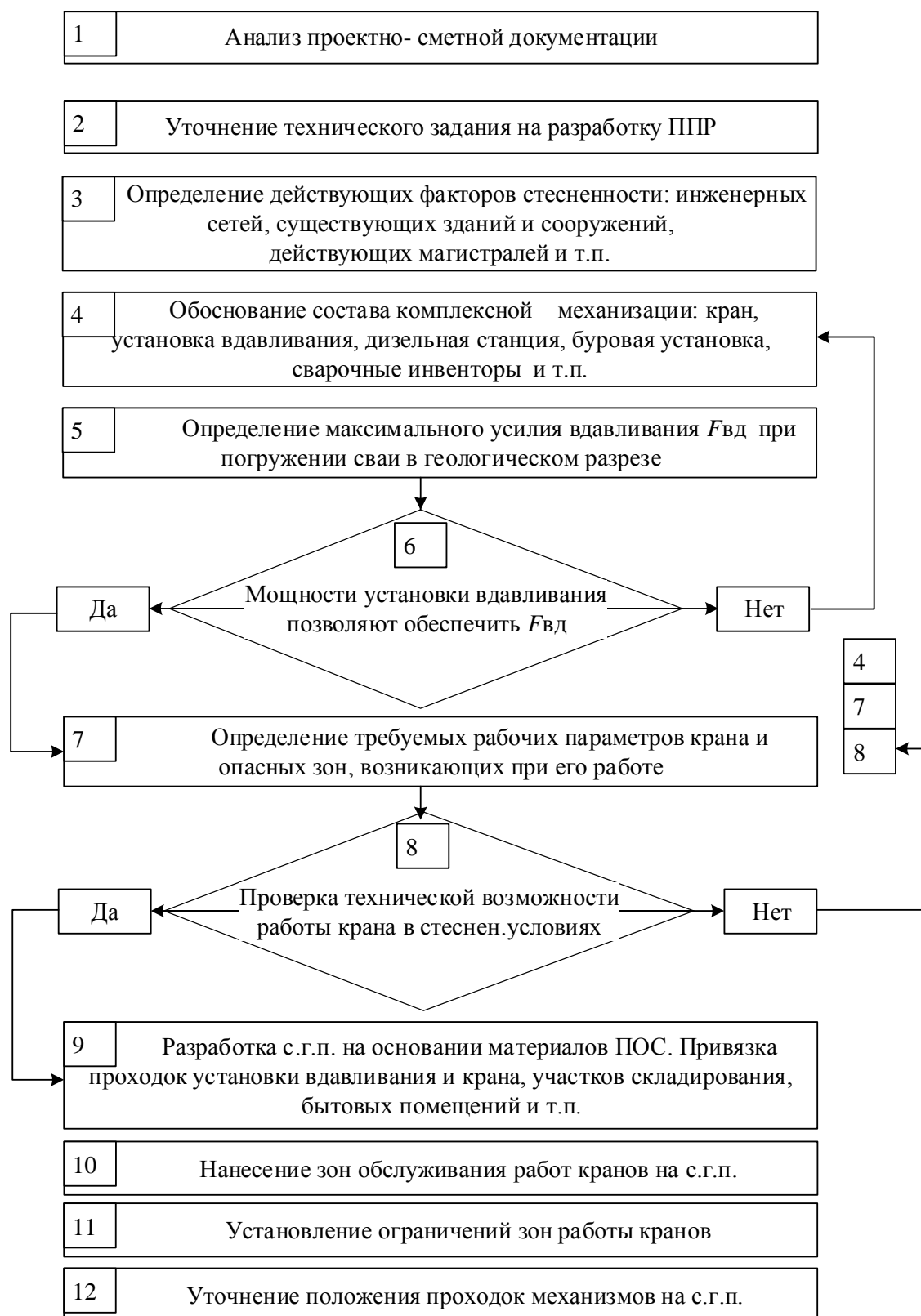


Рис. 2. Алгоритм разработки ППР: $F_{вд}$ – усилие вдавливание, развиваемое установкой; с.г.п. – строительный генеральный план

13	Разработка разреза к с.г.п.
14	Обоснование состава ППР с учетом требований действующих нормативных рекомендаций
15	Составление пояснительной записки проекта с указанием основных требования к производству работ
16	Оформление схем строповок и складирования грузов
17	Разработка указаний по устройству стыков секционных свай
18	Оформления календарного плана, графиков поставки конструкций, работы механизации и движения строительных кадров
19	«Привязка» типовых технологических карт к условиям строительной площадки
20	Оформления листов бланков согласований и ознакомления ППР

Рис. 3. Алгоритм разработки ППР, окончание

На основании анализа проектно-сметной документации и технического задания на с.г.п. устанавливаются оптимальные технологические схемы для работы установки вдавливания и кранов. При этом, в примыкании к существующим конструкциям, для предотвращения развития неравномерных осадок, сваи следует погружать от центра здания к его краям в направлении от существующих конструкций. Для исключения дополнительного статического нагружения этих конструкций разворот или стоянка установки вдавливания ближе 6 м от обрезов фундаментов запрещена. Указанные рекомендации разработаны при участии автором и приведены в СТО 38051320-001-2018 «Современные технологии погружения свай вдавливающими установками».

На стадии обоснования состава комплекта механизации рекомендуется на основании анализа проекта и характеристик геологического разреза уточнить значения усилия вдавливания, которые необходимо развивать для достижения острия сваи несущего слоя грунта и получения проектной несущей способности. Эти значения можно определить на основании рекомендаций стандарта СТО 38051320-001-2018. В разделе 7.2 содержатся математические выражения, которые позволяют на основании проектного значения несущей способности свай и коэффициента «засасывания», учитывающего степень влияния процессов стабилизации сопротивления свай, определить требуемые значения усилия вдавливания. Если УВС не позволяет развивать указанные значения, то для снижения сопротивления грунта и обеспечения погружения сваи на проектную отметку применяют лидерное рыхление плотных слоев грунта. Оперативный контроль значений усилий вдавливания производится машинистом УВС по показаниям гидравлической системы. Для этого, в соответствующей технологической карте, следует привести таблицы, содержащие значения, по которым переводят данные по манометру в бар или атмосферах в кН или тс статического усилия вдавливания погружаемой сваи.

На основании полученных данных приступают к оформлению всех разделов ППР, составлению пояснительной записки, графиков производства работ и т.п. (этапы 14-20 алгоритма). Технологические карты и мероприятия разрабатывают посредством уточнения (привязки) существующих организационно-технологических решений к конкретным условиям строительной площадки.

В технологической карте по вдавливанию свай необходимо определять параметры зон, в которых действуют следующие опасные производственные факторы (рис.4):

а) опасная зона при перемещении свай краном УВС – определяется по известной формулы, учитывающей зону возможного отлета сваи при её подачи во вдавливающий узел;

б) опасная зона при вдавливании сваи, определяемая окружностью радиусом 15 м ;

в) опасная зона при движении УВС, ограниченная двумя параллельными линиями на расстоянии 5 м от металлоконструкций установки.

Указанные рекомендации следует учитывать при определении схем проходов в пределах стеснённой площадки строительства. При этом рекомендуем инженеру-разработчику ППР посетить строительную площадку для уточнения условий производства работ, положение проходов машин, участков складирования свай, бытовых городков и т.п.

Кроме того, следует учитывать, что при производстве работ стропальщик поднимается на высоту свыше 1,8 м на станину УВС для наведения свай во вдавливающий узел. При этом, на основании требований нормативных документов, нужна разработка плана производства работ на высоте, где необходимо предусмотреть ограждения, средства подъема стропальщика к месту производства работ, узлы крепления индивидуальных средств защиты к конструктивным элементам установки.

В дополнение к изложенному, на с.г.п. показывают положение площадки для монтажа установки вдавливания с раскладкой её конструктивных элементов и стоянкой автомобильного крана.

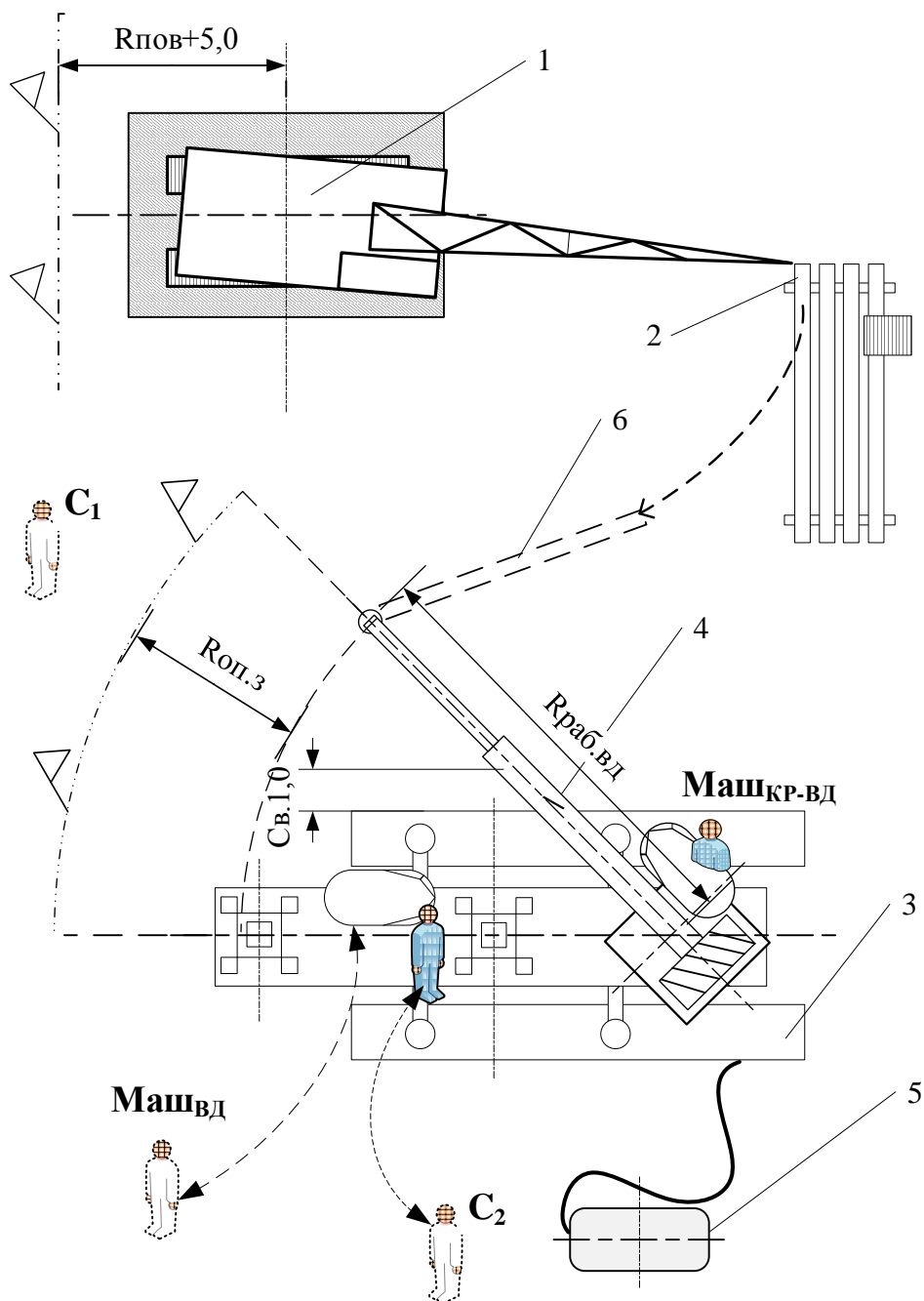


Рис.4. Схема организации участка работ: 1 – кран, 2 – штабель свай, 3, 4 – соответственно УВС и её кран, 5 – дизельная станция, 6 – свая при подъеме. C_1 , C_2 – стропальщики. $Маш_{вд}$, $Маш_{кр-вд}$ – машинисты УВС и крана. $R_{раб.вд}$ – рабочий вылет; $R_{оп.з.кр}$, $R_{пов}$ – соответственно, радиусы опасной зоны при перемещении сваи и поворотной платформы крана

Представленный в статье алгоритм разработан автором на основании систематизации указаний нормативной и методической литературы, собственного опыта по разработке ППР и анализа научных статей в области геотехнического строительства. Его практическая реализация позволяет разрабатывать проекты с учетом обеспечения качества выполнения работ и безопасности для конструкций зданий и сооружений, прилегающих к участку строительства. Приведенный алгоритм прошел успешную апробацию при разработке ППР на кафедре технологии строительного производства СПбГАСУ и ООО «ПроТехСтудия».

Дальнейшее развитие темы, представленной в настоящей статье, автор видит в уточнении представленного алгоритма для разработки ППР по различным технологиям устройства свайных фундаментов. Следует проводить исследования в направлении создания методики, позволяющей оценить качество и полноту разработки ППР по производству работ нулевого цикла в стесненных условиях городской среды [11]. Это вызвано тем, что проекты разрабатывают организации или специалисты, не имеющие соответствующей квалификации или опыта работ. Большая часть ППР хоть и отвечает формальным требованиям нормативных документов, но не содержит требуемых указаний по производству работ в стесненных условиях и обеспечению минимальных технологических воздействий на конструкции фундаментов окружающей застройки.

В заключение следует отметить перспективность применения современных технологий визуализации технологических решений методами информационного 4Д-моделирования [12]. Для стеснённых условий новые методы позволяют наглядно определять схемы движения строительных машин, установить зоны обслуживания и ограничения их работы с учетом расположения различных препятствий, существующих на строительной площадке [13]. Для эффективного внедрения методов 4Д-моделирования

необходимо разрабатывать стандарты для их применения при разработке ППР и совершенствовать отечественное программное обеспечение для формирования моделей визуализации строительных процессов.

Литература

1. Пономарев А. Б. Захаров А. В. Сазонова С. А. Калошина С. В. Безгодков М. А. Шенкман Р. И. Золотозубов Д. Г. Геотехнический мониторинг жилого дома // Жилищное строительство. 2015. № 9. С. 41-45.
2. Мангушев Р. А. Никифорова Н.С. Технологические осадки зданий и сооружений в зоне влияния подземного строительства. – М.: Изд-во АСВ, 2017. – 168 с.
3. Triantafyllidis Th., Schafer R. Impact of diaphragm wall construction on the stress state in soft ground and serviceability of adjacent foundation. Proceedings of the 18t European Conference on Soil mechanics and Geotechnical Engineering. Madrid, Spain, Vol.2, 2007. – pp. 683-688.
4. Ma, J., Berggren B.S., Stille H., Hintze S. 2010. Deformation of anchor-sheet pile wall retaining system et deep excavations in soft soils overlying bedrock. Geotechnical Special Publication GeoShanghai International Conference. Deep and Underground Excavations. In the Proceedings of Sessions of the 2010 GeoShanghai International Conference, pp. 126-131.
5. Бельчевский Р. О. Организационно-технологические решения при возведении общественных зданий в стесненных условиях в исторически сложившейся застройке на примере города Санкт-Петербург // Инженерный вестник Дона, 2023, № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2023/8344

6. Олейник П.П. Концепция повышения уровня проектов производства работ // Промышленное и гражданское строительство. – 2020. – № 2. – С. 59-63. – DOI: 10.33622/0869-7019.2020.02.59-63.
7. Лapidус А.А. Топчий Д.В. Степанов А.Е. Комплексная оценка организационно-технологических процессов, оптимизирующих продолжительность монолитных работ при строительстве жилых зданий. М.: Издательство АСВ, 2022. – 142 с. – ISBN 978-5-4323-0452-0.
8. Тилинин Ю.И. Ступакова О.Г. Хорошенькая Е.В. Исследование каркасно-панельных и модульных технологий на объектах военно-строительного комплекса // Вестник гражданских инженеров. – 2023. – № 1(96). – С. 80-86. – DOI: 10.23968/1999-5571-2023-20-1-80-86.
9. Тилинин Ю.И. Животов Д.А. Технологии строительства зданий в городских условиях // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2023. – № 1(43). – С. 32-37. – DOI: 10.52684/2312-3702-2022-43-1-32-37.
10. Александрова Н. Н. Совершенствование процесса организации строительства на примере проекта строительства спортивного сооружения, г. Тюмень // Инженерный вестник Дона. – 2023. – № 5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2023/8389
11. Лapidус А.А. Тускаева З.Р. Критерии оценки технического потенциала // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2022. – № 9(765). – С. 70-77. – DOI: 10.32683/0536-1052-2022-765-9-70-77.
12. Юдина А.Ф. Григорьев С.Ю. Величкин В.З. Использование BIM-технологий для контроля качества проектов строительной инфраструктуры // Вестник гражданских инженеров. – 2020. – № 2(79). – С. 132-137. – DOI: 10.23968/1999-5571-2020-17-2-132-137.

13. Гайдо А.Н. Информационное моделирование здания (BIM) с учетом технологических параметров при производстве работ нулевого цикла // Жилищное строительство. 2019. № 4. С. 47–55.

References

1. Ponomarev A.B., Zaharov A.V., Sazonova S.A., Kaloshina S.V., Bezgodov M.A., SHenkman R.I. ZHilishchnoe stroitel'stvo. 2015. № 9. pp. 41-45.
2. Mangushev R. A., Nikiforova N.S. Tekhnologicheskie osadki zdaniy i sooruzhenij v zone vliyaniya podzemnogo stroitel'stva [Technological precipitation of buildings and structures in the zone of influence of underground construction]. Moskva. ASV, 2017. 168 p.
3. Triantafyllidis Th. Schafer R. Impact of diaphragm wall construction on the stress state in soft ground and serviceability of adjacent foundation. Proceedings of the 18th European Conference on Soil mechanics and Geotechnical Engineering. Madrid, Spain, Vol.2, 2007. pp. 683-688.
4. Ma J. Berggren B.S. Stille H. Hintze S. 2010. Deformation of anchor-sheet pile wall retaining system et deep excavations in soft soils overlying bedrock. Geotechnical Special Publication GeoShanghai International Conference. Deep and Underground Excavations. In the Proceedings of Sessions of the 2010 GeoShanghai International Conference, pp. 126-131.
5. Bel'chevskij R. O. Inzhenernyj vestnik Dona. 2023. № 4
URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2023/8344/
6. Olejnik P.P. Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. 2020. № 2. pp. 59-63.
7. Lapidus A.A., Topchij D.V., Stepanov A.E. Kompleksnaya ocenka organizacionno-tekhnologicheskikh processov, optimiziruyushchih prodolzhitel'nost' monolitnyh rabot pri stroitel'stve zhilyh zdaniy [Comprehensive assessment of organizational and technological processes



- that optimize the duration of monolithic works in the construction of residential buildings]. Moskva. ASV. 2022. 142 p.
8. Tilinin YU. I., Stupakova O.G., Horoshen'kaya E.V. Vestnik grazhdanskih inzhenerov. 2023. №1(96). pp 80-86.
 9. Tilinin YU. I. ZHivotov D. A. Inzhenerno-stroitel'nyj vestnik Prikaspiya. 2023. № 1(43). pp 32-37.
 10. Aleksandrova N.N. Inzhenernyj vestnik Dona. 2023. № 5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2023/8389
 11. Lapidus A.A. Tuskaeva Z. R. Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Stroitel'stvo. 2022. № 9(765). pp. 70-77.
 12. YUdina A.F. Grigor'ev S.YU. Velichkin V.Z. Vestnik grazhdanskih inzhenerov. 2020. № 2(79). pp. 132-137.
 13. Gaido A.N. ZHilishchnoe stroitel'stvo. 2019. № 4. pp 47–55.