

АНОТАЦІЯ

Розглянуті можливості системи ГРУНТ, для визначення параметрів жорсткості ґрунтового та свайного фундаментів. Приведені методи і реалізовані алгоритми визначення осадок, кренів і перекосів існуючих і запроєктованих будівель у відповідності з існуючими нормативними документами. Розглянуті можливості системи ГРУНТ на реальному прикладі експертної оцінки впливу запроєктованих нових висотних будівель на існуючу оточуючу забудову.

Ключевые слова: естественное основание, свайные фундаменты, неравномерны осадки, перекосы зданий.

ANNOTATION

The paper describes new options in SOIL system intended for computing stiffness parameters for natural and pile foundations. The paper presents methods and realized algorithms for computation of settlement, heeling and skew of existing structures and structures to be designed according to different building codes. Options of SOIL system are illustrated by a real example of expert evaluation: impact of new high-rise buildings on existing neighbouring structures

Keywords: natural foundation, pile foundations, uneven precipitation, skewed buildings.

УДК 69.05(075.8)

**Шумаков И.В. , д. т. н., проф.,
Микаутадзе Р.И., асп., Салия М.Г., к.т.н.,
доц., Ляхов И.И., асп.
ХНУСА, г. Харьков**

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ В ОПТИМИЗАЦИИ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ЧАСТЕЙ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

Оптимизация продолжительности работ при возведении подземных частей зданий приобретает особую актуальность с учетом требований к объектам уплотнительной городской застройки. В статье проанализированы основные методологические подходы и нормативные основы в данном сегменте строительной науки, идентифицированы факторы влияния на продолжительность работ, сформирована структура влияния факторов, отражающая принципы организационно-технологического проектирования.

Ключевые слова: городская застройка, подземная часть зданий, продолжительность, факторы влияния.

Актуальность темы. Современное строительство характеризуется интенсивным освоением подземного пространства. Без этого невозможно решать демографические, транспортные и эксплуатационные проблемы больших городов. Появляются многоэтажные подземные парковки, торговые центры, подземные дороги и развязки, подземные офисы. По данным ЮНЕСКО, 70% населения проживают в 400 городах-миллионниках. При этом, например, в агломерации Токио с населением до 40 млн. в каждом из зданий есть 3–4 подземных этажа [1]. Возведение подобных объектов в Украине – ближайшая перспектива, а прогнозирование продолжительности строительства, которое учитывает

современные требования, состояние отрасли и отдельных организаций, а также особые городские условия – сложная отраслевая проблема. Завершение строительства объекта в срок, равно как и неперевышение бюджета, без аварийных ситуаций в соответствии со строительными нормами – это параметры успешности любого строительного проекта. Существующие данные, характеризующие параметры строительно-монтажных работ, свидетельствуют про недостаточный уровень учета причин, приводящих к увеличению продолжительности строительства подземных частей гражданских зданий. Данное направление научных исследований в части методологических решений недостаточно разработано и является актуальным.

Анализ исследований и публикаций. Вопросам совершенствования организационно-технологических решений возведения подземных частей зданий посвящены труды многих ученых и инженеров. В исследованиях В. Г. Лернера [2] выдвинуты положения о том, что технологии подземного строительства неразрывно связаны с методическими подходами, принципами и методами освоения подземного пространства, с одной стороны, и с совокупностью активно воздействующих факторов – с другой. Иные исследователи изучали влияние комплексной механизации на параметры эффективности – большинство работ, связанных с расположением кранов на таких объектах, опирались на математические модели в попытке уменьшить продолжительность крановых процессов, что продемонстрировано в работах Z. Cheng, H. Amin, A. Nomam [3], C. M. Tam, K. L. Thomas [4], И. Б. Мудрого [5]. Параметры технологичности были объектом исследований И. Д. Иванейко [6]. Влияние подземных инженерных сетей и сооружений на технико-экономические показатели работ исследовал Д. А. Соловей [7], а методика

прогнозирования объемов строительно-монтажных работ с учетом сезонности, отраженная в работе Е. Г. Николаевой и А. С. Лубенец [8], частично может быть имплементирована в секторе возведения конструкций нулевого цикла. Однако не всегда авторы стремились к проработке методики учета факторов влияния на продолжительность данных работ и вопросы ее оптимизации при возведении подземных частей гражданских зданий исследованы недостаточно.

Целью данной статьи является идентификация и группировка факторов, влияющих на продолжительность возведения подземных частей гражданских зданий.

Задачи исследования: проанализировать научные и нормативные источники по изучаемой проблеме; выявить организационно-технологические факторы влияния на продолжительность работ; сформировать структуру влияния факторов, отражающую принципы организационно-технологического проектирования.

Основной материал и результаты. В настоящее время условия строительства в крупных городах таковы, что наиболее интенсивно строительные работы ведутся в центральной части. Это связано с рациональностью размещения объектов в районах с уже развитой инфраструктурой и с исторической психологией «престижности» объектов недвижимости в центральных районах города [1]. Такая тенденция, очевидно, и далее сохранится, и одним из доминантных параметров уплотнительной застройки будет продолжительность строительства.

В Украине продолжительность строительства объектов регламентирована стандартом [9], который заменил безусловно устаревшие «Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений». Прежде всего, в данном стандарте сформирован тезис о том, что требуется учитывать положительный опыт и практические

навыки при возведении аналогичных объектов. Таким образом, автору проекта необходимо проводить сравнительный анализ уже реализованных объектов строительства с проектируемым объектом. Нужно отметить, что далеко не каждый проектный институт, а тем более частные проектные организации имеют положительный опыт проектирования и полную рабочую документацию проектов-аналогов. Что же касается подземных частей гражданских зданий, то здесь становится явной проблема отсутствия данных об аналогичных объектах для всех участников строительства.

В упомянутых новых нормах продолжительность определяется в зависимости от стадии проектирования. Так, на стадиях технико-экономического обоснования, технико-экономического расчета, эскизного проекта это выполняется по усредненным показателям продолжительности возведения наиболее распространенных типов объектов. Причем, особо следует заметить, что в структуре формирования итогового результата из 11 влияющих элементов (коэффициентов) большинство относится к подземной части зданий и они учитывают влияние:

- грунтов с особыми свойствами;
- опасных природных физико-геологических процессов;
- действий техногенных факторов;
- стесненных условий строительства;
- типа фундамента;
- соотношения объемов подземной и наземной частей здания;
- инженерных сетей на стройплощадке.

К усредненным показателям продолжительности строительства, приведенным в приложении (раздел «Жилые здания»), добавлены данные «заглубленное отдельно расположенное здание или встроенное помещение, которое используется как подземный гараж-стоянка или для других общественных или технических нужд»,

сформированные для шести классов в зависимости от общей площади (100, 200, 500, 1000, 1500, 2000 м²). При этом конструктивное решение данных объектов определено из монолитного железобетона, в т.ч. для стеновых конструкций, что, по нашему мнению, отражает тенденции современного строительства. На наш взгляд, требуется дальнейшая проработка данных с получением результатов, учитывающих архитектурно-планировочные решения (подземная этажность объектов); минимальное воздействие на сложившуюся геотехногенную структуру на участке строительства (методы ограждения глубоких котлованов, режимы грунтовых вод, строительство на техногенных участках); стесненность и директивную продолжительность строительства (уровень механизации, интенсивность производства работ, технологичность применяемых решений).

В утверждаемой части рабочего проекта продолжительность определяется по календарному плану проекта организации строительства (ПОС) в соответствии с технологически и организационно обоснованными и безопасными решениями по совмещению работ. Введенный в данных нормах параметр «директивная продолжительность строительства» может быть установлен заказчиком с учетом потребностей в сроках ввода в эксплуатацию (например, сдача объекта к чемпионату, конкурсу, фестивалю и т.п.), а также при неравномерности финансирования и использования ресурсов. Для гарантированного прогнозирования директивной продолжительности ПОС определяет особые условия (организационно-технологические решения и необходимые ресурсы, разбивка на пусковые комплексы) и особые (компенсационные) меры по обеспечению качества работ, безопасности, защиты окружающей среды и т.д.

Основными путями сокращения продолжительности строительства предусмотрены: применение поточных методов, индустриализация строительства (укрупненная сборка, высокая заводская готовность строительных изделий, конструкций и оборудования), высокая степень и комплексность механизации работ. При этом отраженный в п. 4.3.13 принцип оптимизации продолжительности в сетевой модели по «критическому пути» в части изменения сменности имеет ресурс лишь в одну смену (п. 4.2.2 определяет общий усредненный двухсменный режим). Вариативность увеличения численности рабочих и повышения степени механизации имеет перспективы лишь при больших размерах фронта работ (пристроенные объемы, стилобаты) (рис. 1), что является затруднительным для зданий башенного типа, особенно с интенсивной подземной этажностью.

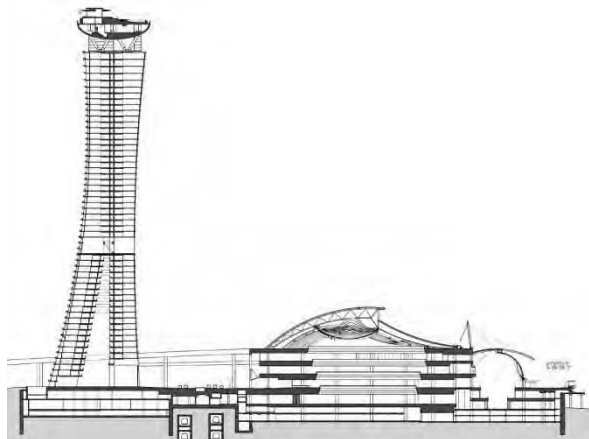


Рис. 1. Комплекс Marina Bay Sands в Сингапуре (соотношение площади наземной и подземной застройки 1:15)

Сложность в оптимизации продолжительности строительства подземных частей зданий обуславливается и низкой унификацией вариантов исполнения проектных и строительно-монтажных решений. В исследованиях [10], проведенных ранее, на основе формирования группы гидрогеологических исследований продемонстрированы результаты учета повышенной динамики режима подземных

вод. Мероприятия по инженерной подготовке территории будущей площадки влияют на продолжительность строительства, особенно в части прогнозирования надежности эксплуатации строительных дренажных систем. Низкая степень унификации решений в данном контексте может быть компенсирована широким диапазоном возможностей конструктивных решений и технологичностью таких систем.

При решении геотехнических задач подземного строительства часто возникают проблемы, которые ранее не анализировались. Для их решения обычно выполняют работы научно-технического сопровождения проекта специализированными научными организациями. При разработке проектов, предусматривающих применение новых технологий, на площадке должны быть организованы опытные специальные участки для уточнения технологических параметров производства работ, а специалистами-проектировщиками должны быть определены основные конструктивные и технологические требования. В грунте могут находиться нигде не зарегистрированные коммуникации, полости, старые фундаменты и подземные части снесенных строений, не выявленные в процессе изысканий прослойки слабых грунтов, валуны и т.д. В этом случае проектировщику приходится вносить в принятые проектные решения оперативные изменения или существенные корректировки. Иногда это выполняется на основании данных мониторинга, когда, например, фактические величины осадок рядом расположенных зданий достигают критических значений.

Необходимо отметить методики управления строительством, которые в свою очередь оказывают влияние на прогнозирование продолжительности возведения подземных частей зданий.

Наряду с устоявшимися методами управления следует упомянуть новые. Финский разработчик L. J. Koskela первым интегрировал принципы бережливого производства (Lean Principles), основанные в 1950-х гг. Тайити Оно в компании Toyota, в научную сферу строительства (Lean Construction). Целью предложенного является решение проблем строительства через поиск и применение системных методов снижения всех видов потерь при производстве работ [11]. Данное направление является сегодня относительно новым и малоизученным в Украине, хотя за рубежом оно активно развивается с середины 1990-х. Интенсивность исследований подтверждается внедрением новых методологических комплексов управления, повышающих эффективность строительства [12]. Так, британские разработки по сокращению сроков строительства жилья были объединены в национальную систему требований Modern methods of construction (ММС), основным направлением которой явилась индустриализация строительства: внедрение объемных или модульных конструкций, элементов, опалубок; применение панельных строительных конструкций; использование систем и компонентов с максимальной заводской готовностью. Хотелось бы отметить, что данные методологические «новшества» являются перелицованными и развитыми основами успешного осуществления жилищной политики бывшего СССР, где повышение степени сборности и темпы производства работ с учетом принципов поточности были интенсивным научным направлением. При этом безусловную актуальность имеют британские мероприятия по обеспечению качества конструкций и работ. Кроме того, среди факторов управленческого типа здесь идентифицированы геотехнические и гидрогеологические риски, логистические

риски с учетом наличия и размеров складских площадей на объекте, прогнозирование параметров механизации работ. На основе концепции ММС декларируется снижение продолжительности работ в 4 раза, а в монолитно-каркасном строительстве такое снижение предполагает применение крупнощитовых опалубок туннельного типа, несъемных теплоизоляционных опалубок.

В ходе исследований было установлено отсутствие консенсуса в научных и нормативных источниках по идентификации факторов влияния на плановую или фактическую продолжительность строительства. С учетом существующего положения авторами данной работы была выполнена идентификация и категоризация основных факторов, воплощенная в типологическую схему (рис. 2).

Анализ практики проектирования и производства работ при возведении подземных частей зданий указывает на разобщенность в решении проектных и производственных задач. Объективной причиной принятия несистемных решений при оптимизации продолжительности строительства подземных частей гражданских зданий является сложность формализации и расчета многих задач. Процесс выбора эффективных решений в данном научном сегменте должен демонстрировать комплексный подход с установлением закономерностей формирования решений, близких к оптимальным по критерию продолжительности.

Из вышеизложенного следует, что рационализация процесса принятия взаимозависимых проектных и производственных решений является основой оптимизации продолжительности возведения подземных частей гражданских зданий.



Рис. 2. Структура комплексного влияния факторов на продолжительность возведения подземных частей зданий

Выводы. На основе изложенного можно заключить, что накопленные знания по технологии и организации строительного производства позволяют разработать систему оптимизации продолжительности возведения подземных частей гражданских зданий. В качестве начальной стадии может быть рассмотрена предложенная структура комплексного влияния факторов на параметр продолжительности. Новые методики управления строительством требуют изучения и интеграции в Украине с учетом территориальной специфики. Для повышения эффективности обоснования сроков строительства, обобщения проблемных направлений и использования положительного опыта строительства становится актуальной разработка общегосударственной базы данных введенных в эксплуатацию объектов с утвержденной номенклатурой фиксируемых параметров для использования в качестве объектов-аналогов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Пономарев А. Б. Подземное строительство / А. Б. Пономарев, Ю. Л. Винников. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 262 с.
2. Лернер В. Г. Систематизация и обоснование технологий строительства городских подземных сооружений : дисс. ... канд. техн. наук : спец. 05.15.04 «Строительство шахт и подземных сооружений» / В. Г. Лернер. – М. : МГГУ, 2000. – 179 с.
3. Cheng Z. Path Re-Planning of Cranes Using Real-Time Location System / Z. Cheng, H. Amin, A. Homam // Automation and Robotics applications : Proc. 26th International Symposium on Automation and Robotics in Construction, 2009. – P. 412–420.
4. Tam C. M. Genetic algorithm for optimizing supply locations around tower crane / C. M. Tam, K. L. Thomas // Construction engineering and management. –

2001. – Volume 127. – P. 315–321.

5. Мудрий І. Б. Технології спорудження фундаментів з урахуванням функціонального простору стрілових кранів : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва» / І. Б. Мудрий. – К. : КНУБА, 2011. – 190 с.

6. Іванейко І. Д. Технологічність ремонтно-будівельних робіт при спорудженні фундаментів стріловими кранами в умовах міської забудови / І. Д. Іванейко, І. Б. Мудрий // Теорія і практика будівництва : зб. наук. пр. / Відпов. ред. З. Я. Бліхарський. – Львів : Вид-во Нац. ун-ту «Львів. політехніка», 2010. – Вип. 662. – С. 196–200.

7. Соловей Д. А. Влияние подземных инженерных сетей, коммуникаций и сооружений на технико-экономические показатели строительства / Д. А. Соловей // Науковий вісник будівництва : зб. наук. пр. – Харків : ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2016. – Вип. 1(83). – С. 111–116. – Режим доступу: https://vestnik-construction.com.ua/images/pdf/1_83_2016/stroitel_1_83_2016_1_11_116.pdf (25.01.17). – Загл. с екрана.

8. Николаева Е. Г. Прогнозирование показателей строительной отрасли Украины с учетом сезонности / Е. Г. Николаева, А. С. Лубенец // Науковий вісник будівництва : зб. наук. пр. – Харків : ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2015. – Вип. 3(81). – С. 208–212. – Режим доступу : https://vestnik-construction.com.ua/images/pdf/3_81_2015/anotacii_3_81_2015.pdf (25.01.17). – Загл. с екрана.

9. Визначення тривалості будівництва об'єктів : ДСТУ Б А.3.1-22:2013. – [Чинний від 2014-01-01] К. : Мінрегіон України, 2014. – 43 с. – (Національні стандарти України).

10. Шумаков И. В. Оптимизация проектных решений возведения подземных частей зданий с учетом требований инновационности [Электронный ресурс] / И. В. Шумаков // Актуальные проблемы архитектуры и строительства : мат. междунар. научно-практич. конф. (Благовещенск, 25 февраля

2014 г.). - Благовещенск : ДальГАУ, 2014. – С. 145–155. – Режим доступа : <http://izhendeev.nx0.ru/articles/2014/konf3.pdf> (20.01.17). – Загл. с экрана.

11. Koskela L. J. Moving-on-beyond lean thinking [Электронный ресурс] / L. J. Koskela // Lean Construction Journal. – 2004. – № 1. – p. 24–37. – Режим доступа : https://www.researchgate.net/publication/44389509_Moving_on_-_beyond_lean_thinking (15.12.16). – Загл. с экрана.

12. A guide to modern methods of construction [Электронный ресурс] / NHBC Foundation // IHS BRE Press on behalf of NHBC Foundation, 2006. – 34 p. – Режим доступа : <https://www.nhbcfoundation.org/wp-content/uploads/2016/05/NF1-A-Guide-to-Modern-Methods-of-Construction.pdf> (25.03.17). – Загл. с экрана.

REFERENCES:

1. Ponomarev, A.B. & Vinnikov, Yu.L. (2014). Underground construction. Perm, Russia : PNSPU, 262 [in Russian].

2. Lerner, V.G. (2000). Sistematizatsiya i obosnovanie tehnologiy stroitelstva gorodskih podzemnyih sooruzheniy [Systematization and substantiation of technologies for the construction of urban underground structures]. Candidate's thesis. Moscow : MGGU [in Russian].

3. Cheng, Z., Amin, H. & Homam, A. (2009). Path Re-Planning of Cranes Using Real-Time Location System. Proceedings from 26th International Symposium on Automation and Robotics in Construction «Automation and Robotics applications». (pp. 412–420).

4. Tam, C.M. & Thomas, K.L. (2001). Genetic algorithm for optimizing supply locations around tower crane. Construction engineering and management. 127, 315–321.

5. Mudryj, I.B. (2011). Tehnologii sporudzhennya fundamentiv z urahuvannyam funktsionalnogo prostoru strilovih kraniv [Technology of erecting foundations with the definition of the functional space of building

cranes]. Candidate's thesis. Kiev : KNUCEA [in Ukrainian].

6. Ivaneyko, I.D. & Mudryj, I.B. (2010). Tehnologichnist remontno-budivelnih robot pri sporudzhenni fundamentiv strilovimi kranami v umovah miskoyi zabudovi [Manufacturability construction works during the construction boom cranes foundations in terms of urban]. Teoriya i praktika budivnitstva – Theory and practice of building. Lviv, Ukraine : Lvivska politehnika, 662, 196–200 [in Ukrainian].

7. Solovey, D.A. (2016). Influence of underground engineering networks, communications and structures on technical and economic indicators of construction. Kharkiv, Ukraine : NVB. 1 (83), 111–116 [in Russian]. https://vestnik-construction.com.ua/images/pdf/1_83_2016/s_troitel_1_83_2016_111_116.pdf

8. Nikolaeva, E.G. & Lubenets, A.S. (2015). Forecasting indicators of the construction industry in Ukraine taking into account seasonality. Kharkiv, Ukraine : NVB. 3 (81), 208–212 [in Russian]. https://vestnik-construction.com.ua/images/pdf/3_81_2015/a_notacii_3_81_2015.pdf

9. Vznachennya trivalosti budivnitstva ob'ektiv [Determining the length of the construction of buildings]. (2014). DSTU B A.3.1-22:2013 from 1d January 2014. Kyiv : Minregion Ukraine [in Ukrainian].

10. Shumakov, I.V. (2014). Optimizatsiya proektnyih resheniy vozvedeniya podzemnyih chastey zdaniy s uchetom trebovaniy innovatsionnosti [Optimization of design solutions for the erection of underground parts of buildings with the requirements of innovation]. Proceedings from : Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Aktualnyie problemyi arhitekturyi i stroitelstva» – International scientific-practical conference «Actual problems of architecture and construction». (pp. 145–155).

Blagoveshchensk, Russia [in Russian]. <http://izhendeev.nx0.ru/articles/2014/konf3.pdf>

11. Koskela, L.J. (2004). Moving-on-beyond lean thinking. Lean Construction Journal. 1, 24–37. https://www.researchgate.net/publication/44389509_Moving_on_-_beyond_lean_thinking

12. A guide to modern methods of construction. (2006). NHBC Foundation. Amersham, GB : Buildmark House, 34 p. <https://www.nhbcfoundation.org/wp-content/uploads/2016/05/NF1-A-Guide-to-Modern-Methods-of-Construction.pdf>

АНОТАЦІЯ

Оптимізація тривалості робіт при зведенні підземних частин будівель здобуває особливу актуальність із урахуванням вимог до об'єктів сучасної міської забудови. У статті проаналізовані основні методологічні підходи й нормативні основи в даному сегменті будівельної науки, ідентифіковані фактори впливу на тривалість робіт, сформована структура впливу факторів, що відбиває принципи організаційно-технологічного проектування.

Ключові слова: міська забудова, підземна частина будівель, тривалість, фактори впливу.

ANNOTATION

Optimization of the duration of construction of the building's underground part becomes especially important in view of requirements to dense urban development. This article analyzes the main methodological approaches and regulatory foundations in this segment of construction science, identifies factors influencing the duration of construction, and outlines the structure of these factors' influence, which reflects the principles of organizational and technological design.

Keywords: urban development, underground part of buildings, duration, factors of influence.