УДК 691:620.197

© Ю. И. Тилинин, канд. техн. наук, доцент
© Ч. О. Бахтинова, канд. техн. наук, доцент
© Е. В. Хорошенькая, старший преподаватель
© В. Ю. Тилинин, специалист
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет,
Санкт-Петербург, Россия)
E-mail: tilsp@inbox.ru, bahtinova.ch.o@gmail.com,
khoroshenkaja.e.v@lan.spbgasu.ru, juvetbox@mail.ru

DOI 10.23968/1999-5571-2021-18-1-90-96

© Yu. I. Tilinin, PhD in Sci. Tech., Associate Professor
© Ch. O. Bakhtinova, PhD in Sci. Tech., Associate Professor
© E. V. Khoroshenkaja, senior lecturer
© V. Yu. Tilinin, specialist
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering,
St. Petersburg, Russia)
E-mail: tilsp@inbox.ru, bahtinova.ch.o@gmail.com,
khoroshenkaja.e.v@lan.spbgasu.ru, juvetbox@mail.ru

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ОПЕРАТИВНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ С УЧЕТОМ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЗДАНИЙ

SELECTION OF TECHNOLOGY FOR THE HIGH-SPEED CONSTRUCTION OF INFRASTRUCTURE FACILITIES, TAKING INTO ACCOUNT THE DURABILITY OF BUILDINGS

В условиях динамичного развития инноваций фактор времени на реализацию новых технологий приобретает доминирующий характер, в связи с чем требуется оперативное создание инфраструктуры из быстровозводимых строительных конструкций. Сложившийся подход назначения капитальности зданий при проектировании не соответствует современной динамике конкурентной борьбы и затягивает сроки воплощения в жизнь инноваций. Быстрота реализации инвестиционно-строительных проектов за счет сокращения сроков строительства зданий дает существенное экономическое преимущество, поэтому при проектировании следует прогнозировать предполагаемый период востребованности создаваемого объекта экономического или силового назначения и применять строительные системы соответствующей капитальности. Как правило, при создании объекта федеральной значимости решаются градостроительные задачи обустройства территорий в короткие сроки. Одним из путей ускорения строительства является применение быстровозводимых сборно-разборных строительных систем. Проведен анализ зарубежного опыта и предложены новые строительные системы и усовершенствованные технологии возведения сборных зданий из легких строительных конструкций. Учитывая влияние фактора времени на выбор капитальности зданий, обоснована актуальность внедрения в практику строительства каркасов из легких стальных тонкостенных конструкций, ограждающих конструкций из сэндвич-панелей, объемно-блочных и трансформируемых зданий.

Ключевые слова: директивные сроки, капитальность зданий, прогнозируемый период востребованности, объемный блок, стальной сборный каркас здания, сэндвич-панели, тонкостенные стальные конструкции, комплексная механизация, технологические преимущества, энергетическая эффективность.

In the context of the dynamic development of innovations, the time factor for the implementation of new technologies obtains a dominant character, herewith, a rapid creation of infrastructure from prefabricated building structures is required. The current approach of assigning the durability of buildings in the design does not correspond to the current dynamics of competition and delays the implementation of innovations. The speed of investment and construction projects' implementation by reducing the construction time gives a significant economic advantage. Therefore, when designing, it is necessary to predict the expected period of demand for the created object for economic or power purpose and apply construction systems providing the appropriate durability. As a rule, when creating an object of federal significance, urban planning tasks of developing territories are solved in a short time. One of the ways of speeding up construction process is the use of prefabricated demountable building systems. After having analyzed foreign experience, the authors propose new building systems and improved technologies for erection of prefabricated buildings from lightweight building structures. Taking into account the impact of the time factor on selecting the durability of buildings, the authors substantiate the relevance of introducing into the practice of building frames from light steel thin-walled structures, enclosing structures from sandwich panels, volume-block and transformable buildings.

Keywords: deadlines, durability of buildings, projected period of being in demand, volumetric block, steel prefabricated building frame, sandwich panels, thin-walled steel structures, complex mechanization, technological advantages, energy efficiency.

Значительное количество объектов капитального строительства выполнено в кирпиче и железобетоне. Еще сохраняют свои прочностные характеристики эксплуатируемые жилые и производственные здания. Массовое строительство производственных зданий из сборного железобетона осуществлялось в послевоенные годы и получило развитие в основном до 1986 г. Большое значение при этом играло наличие необходимых производственных мощностей строительного комплекса [1–3]. Кирпичные стены многих исторических объектов сохраняют эксплуатационные свойства [4] прочностного и эстетического характера уже более 150 лет.

Исследование прочности традиционной кладочной технологии [5–7] показало большой эксплуатационный ресурс за счет характера совместной работы материала стен. Современные кладочные технологии широко применяются не только в коттеджном строительстве, но и при строительстве многоэтажных объектов с применением новых кладочных материалов из пористых бетонов и пустотных керамических камней [8]. Кладочная технология наружных и внутренних стен используется и в монолитных зданиях с блочными и кирпичными наружными стенами [9]. «Развитие сборного железобетонного строительства происходило в основном по направлениям каркасно-панельных производственных и крупнопанельных жилых зданий» [10].

Жилые здания из кирпича и железобетона обладают большой долговечностью [11] и огнестойкостью и относятся к 1-й и 2-й группам капитальности.

Классификация зданий и сооружений по капитальности способствует выбору строительных систем при проектировании. Для каждого класса (группы) объектов установлены требования к долговечности и огнестойкости основных конструктивных элементов, выполнение которых обеспечивалось использованием соответствующих строительных материалов и изделий и защитой их в конструкциях от физических, химических, биологических и других воздействий. При этом класс объектов назначался организацией, выдающей задание на проектирование. Указания по отнесению проектируемых зданий к различным классам, а также требуемые степени долговечности и огнестойкости основных кон-

структивных элементов приводились в нормах проектирования зданий и сооружений. Объекты разделили на четыре класса [12], при этом к 1-му классу относились объекты, к которым предъявлялись повышенные требования, а к 4-му классу — объекты, к которым предъявлялись минимальные требования (см. рисунок).

Объекты 1-го класса (группы) капитальности в соответствии с проектной документацией рассчитывались на эксплуатацию более 100 лет и возводились из нестораемых конструкций.

Объекты 2-го класса (группы) капитальности, как и объекты 1-го класса, возводились из нестораемых конструкций, однако срок их эксплуатации при проектировании рассчитывался от 50 до 100 лет.

Объекты 3-го класса (группы) капитальности со сроком эксплуатации от 50 до 100 лет возводились, как правило, с каменными стенами и трудно сгораемыми перекрытиями, и перегородками, по назначению схожими с объектами 2-го класса капитальности, однако являлись зданиями малой вместимости не более пяти этажей.

Срок эксплуатации объектов 4-го класса капитальности в соответствии с проектной документацией принимался от 20 до 50 лет [12], при этом к несущим и ограждающим конструкциям объектов не предъявлялись какие-либо требования по огнестойкости, что зачастую приводило к снижению эксплуатационных характеристик объектов.

Приведенная классификация объектов целесообразна при назначении капитальности зданий с учетом прогнозируемого периода востребованности.

Капитальные строительные системы имеют следующие основные недостатки: длительные сроки проектирования и экспертизы проектов, основательные инженерно-геологические изыскания, наличие в районе строительства домостроительных комбинатов, применение гусеничных стреловых и башенных кранов, перевозимых к месту строительства, ограничение по строительству на слабых грунтах и др. При моральном износе — сложность реконструкции и затратность демонтажа и утилизации зданий.

В научных трудах Ю. Н. Казакова описаны мобильные и быстровозводимые комплексы [13–15], относящиеся к 3-й группе капитально-

Классификация объектов по капитальности

сти, в которых уменьшено влияние перечисленных недостатков. Для оперативного строительства наиболее распространенными строительными системами являются объемно-блочные и каркасно-панельные системы. Объемно-блочные сборные металлодеревянные здания затратны в доставке, но экономичны в монтаже. Наиболее применимы для строительства производственных, складских, торговых, а теперь уже и медицинских зданий строительные системы с каркасом из легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) и стенами и покрытием из сэндвич-панелей, что рассматривается авторами как новая строительная система. Предполагаемая капитальность таких зданий, по мнению авторов, выше 4-го класса (группы), и срок эксплуатации ориентировочно составляет 60–70 лет. При этом технологичность этой системы на 40–50 % выше [13, 14], чем технологичность быстровозводимой системы «Модуль», не говоря о том, что здания строительной системы «Модуль» построены в основном из дерева и потому имеют меньшую огнестойкость, чем здания из ЛСТК и сэндвич-панелей.

Учитывая тот факт, что в условиях современных темпов технического прогресса объекты имеют предполагаемый срок востребованности, по мнению авторов, не более 45–65 лет и возводятся в короткие сроки, здания из ЛСТК и сэндвич-панелей наиболее пригодны для обустройства территорий промышленных предприятий, складских комплексов, а также объектов социальной инфраструктуры, особенно в условиях оперативности обустройства территории базирования.

Технологическими особенностями строительной быстровозводимой системы на основе ЛСТК является монтаж тонкостенных профилей толщиной от 0,75 до 4 мм [15] и монтаж сэндвич-панелей, закрепляемых к каркасу на самонарезающих винтах. Применение сэндвич-панелей удорожает стоимость строительства, но сокращает продолжительность выполнения работ.

Одним из примеров оперативного возведения здания по технологии ЛСТК является строительство многофункционального медицинского центра в г. Уссурийске Приморского края. Его строительство, включая «возведение здания и монтаж инженерных систем и технологического оборудо-

дования, велось 41 день»¹. Это один из 16 многофункциональных медицинских центров, построенных в разных регионах страны в директивные сроки.

Строительство многофункционального медицинского центра из ЛСТК в г. Уссурийске является по сути экспериментальным применением строительной технологии с каркасом из ЛСТК при оперативном обустройстве территории, в частности при строительстве медицинского центра. Еще более масштабное строительство из ЛСТК осуществлено под Москвой. Выбор технологии возведения каркаса здания из ЛСТК сделан главным образом из-за скорости строительства; основное преимущество в том, что появилась возможность исключить мокрые процессы и сварку, заменив все процессы сборкой, в том числе выполнить обшивку утепленных каркасных стен готовым листовым материалом с использованием электрического ручного инструмента. Конструкция представляет собой систему жестких в углах рам шириной 17 м с шарнирной схемой опирания на монолитную фундаментную плиту, шаг рам 1,2 м.

По результатам проектирования авторами установлена приблизительная стоимость материала для каркасов ЛСТК одноэтажных зданий, квадратных в плане, в ценах 2020 года:

1. Здание 24×24 м — 1 814 400 руб.
2. Здание 18×18 м — 1 020 000 руб.
3. Здание 12×12 м — 454 000 руб.

В сравнении с каркасом из прокатных профилей масса каркаса из ЛСТК в 1,2–1,5 раза легче, что снижает не только нагрузку на фундамент, но и затраты времени на монтаж конструкций краном. Применение болтовых соединений при сборке ЛСТК по сравнению со сваркой проката дает экономию трудозатрат около 20 %.

Технологическая последовательность работ при монтаже ЛСТК следующая:

1. Укладка и крепление анкерами обвязочно-профиля на горизонтальную рулонную гидроизоляцию фундамента.
2. Монтаж по углам стеновых стоек.
3. Установка промежуточных стоек под шнур-причалку.

¹ Госпиталь за 41 день. В Приморском крае специалисты Военно-строительного комплекса Министерства обороны РФ строят многофункциональный медицинский центр. URL: <https://minvnr.gov.ru/press-center/news/24627/>

4. Крепление внахлест верхних направляющих профилей.

5. Возведение стропильной системы.

6. Укладка минераловатного утеплителя, пароизоляции и облицовка листами цементно-стружечных плит (ЦСП) или ориентированно-стружечных плит (ОСП) (как вариант — монтаж сэндвич-панелей).

При выполнении технологических процессов осуществлялись разметка и контроль качества работ с помощью геодезических приборов. Важную роль играет инженерная подготовка площадки строительства и устройство фундамента здания. При строительстве выверка планового положения осуществляется створным способом, высотного — нивелированием, перпендикулярность продольных и поперечных осей проверяется теодолитом. Новые геодезические лазерные приборы, применяемые при строительстве объектов из ЛСТК, более совершенны, чем оптические. Например, лазерный нивелир показывает в процессе возведения построенный горизонтальный уровень, вертикальную или наклонную плоскость, и работу выполняет один геодезист без помощника. Лазерный нивелир обеспечен функцией самовыравнивания и высокой точностью измерения.

В цифровом нивелире автоматизирован процесс нивелирования, который состоит в снятии отчета с штрихкодовой рейки (рейки с RAB-кодом), а также в измерении расстояния до рейки. Такие модели, как Trimble Dini, выполняют не только автоматический расчет превышений высотных отметок точек, но и разбивку, прогонку и уравнивание нивелирного хода, все данные экспортируются на компьютер. Для измерения вертикальных и горизонтальных углов применяется электронный теодолит VEGA TEO-5B [16].

При строительстве многофункционального медицинского центра для стен применяли утеплитель и листовые материалы. Наиболее пригодными для облицовки каркаса стен из ЛСТК являются, по мнению авторов, ЦСП, обладающие водостойкостью и огнестойкостью, несмотря на то что имеют больший вес и сопротивляемость пилению по сравнению с ориентированно-стружечными плитами (ОСП, или OSB — Oriented Strand Board, в переводе — плита с ориентированной плоской стружкой),

Технико-экономические показатели стен из ЛСТК и газосиликатных стен

ТЭП	Единица измерения	Стена из ЛСТК толщиной 150 мм с утеплителем и обшивкой	Стена из газосиликатных блоков 200 мм и утеплителя 150 мм с отделкой	Отношение ТЭП стен из ЛСТК к ТЭП газосиликатных стен, %
Трудоемкость возведения стены	чел.-ч/м ²	1,41	2,43	58
Стоимость 1 м ² стены	тыс. руб./м ²	2,1	2,42	87
Вес 1 м ² стены	т/м ²	0,040	0,100	40

которые достаточно водостойки, легки, но, к сожалению, менее огнестойки, чем ЦСП.

Для оценки эффективности технология устройства стен из ЛСТК сравнивалась с устройством стен из газосиликатных блоков толщиной 200 мм с утеплителем 150 мм.

Экспериментальные технико-экономические показатели (ТЭП) технологий приведены в таблице.

Рассмотренные ТЭП (трудоемкость, стоимость и вес в расчете на 1 м² стены) показали эффективность технологии ЛСТК. Особенный эффект достигается за счет экономии трудозатрат и снижения веса конструкции. В конечном счете эффект заключается в сокращении сроков строительства за счет не только низких трудозатрат, но и «сухого способа» строительства, когда нет технологических перерывов между работами. Большое значение имеет низкий уровень затрат на доставку легких стальных конструкций и легкого утеплителя.

Обобщая итоги исследования технологии строительства из ЛСТК, обращаем внимание на безусловную эффективность рассмотренной строительной системы в условиях оперативного обустройства территории базирования. В нормальных условиях строительства применение каркасов ЛСТК целесообразно при периоде возводимости застройки не более 40–50 лет. В традиционной городской застройке необходимо рассматривать в первую очередь применение кирпичной, сборной, сборно-монолитной и монолитной технологий домостроения.

Библиографический список

1. Рыбнов Е. И., Егоров А. Н., Хейдуцкий З., Гдимиан Н. Г. Организация и планирование работы производственных структур при крупномасштабном жи-

лищном строительстве // Вестник гражданских инженеров. 2018. № 3 (68). С. 98–102.

2. Токунова Г. Ф., Жлудова О. А., Дроздова И. В. Влияние строительного комплекса на развитие Санкт-Петербургской агломерации // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 6 (65). С. 339–343.

3. Дроздова И. В., Смирнов Е. Б., Шестеров Е. А. Решение задач капитального ремонта наружных стен крупнопанельных зданий // 9th International Conference on Contemporary Problems of Architecture and Construction. Batumi, 2017. С. 47–51.

4. Головина С. Г., Сокол Ю. В. К вопросу исследования совместной работы строительных материалов в наружных ограждающих конструкциях в бывших доходных домах исторического центра Санкт-Петербурга // Вестник гражданских инженеров. 2018. № 3 (68). С. 112–117.

5. Дьячкова О. Н., Тилинин Ю. И., Ратушин В. А. Рациональное применение домостроительных технологий // Жилищное строительство. 2020. № 1–2. С. 11–15. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-11-15>.

6. Головина С. Г. Архитектурно-конструктивные особенности жилых зданий Санкт-Петербурга второй половины XVIII века // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 2 (39). С. 71–77.

7. Юдина А. Ф., Евтюков С. А., Тилинин Ю. И. Развитие технологий жилищного строительства в Санкт-Петербурге // Вестник гражданских инженеров. 2019. № 1 (72). С. 110–119.

8. Головина С. Г. Архитектурно-конструктивные особенности этапов развития исторической жилой застройки Санкт-Петербурга XVIII – начала XX вв. // Вестник гражданских инженеров. 2019. № 6 (77). С. 36–43.

9. Юдина А. Ф., Тилинин Ю. И. Выбор критериев сравнительной оценки технологий жилищного домостроения // Architecture and Engineering. 2019. Vol. 4, № 1. С. 47–52.

10. Тилинин Ю. И., Тилинин В. Ю. Технологии строительства жилых многоквартирных домов в Санкт-Петербурге // Сб. ст. по материалам межвузовской

науч.-практ. конф. «Современные направления развития технологии, организации и экономики строительства». СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2020. С. 54–56.

11. Рощина С. И., Лукин М. В., Лисятников М. С., Тимахова Н. С. Техническая эксплуатация зданий и сооружений / под ред. С. И. Рощиной. М.: Кнорус, 2018. 232 с.

12. Бирюков А. Н., Денисов В. Н., Бирюков Ю. А. Восстановление объектов военной инфраструктуры при ликвидации последствий вооруженных конфликтов. СПб.: ВИ(ИТ) ВАМТО, 2019. 340 с.

13. Казаков Ю. Н., Хорошенькая Е. В., Адам Ф.-М. Высокоскоростное строительство зданий из легких сэндвич-панельных систем. СПб.: СПбГАСУ, 2018. 176 с.

14. Казаков Ю. Н. Архитектурно-строительные технологии (часть 1). СПб.: СПбГАСУ, 2020. 288 с.

15. Казаков Ю. Н., Гусева О. В. Способы возведения мобильных и трансформирующихся конструкций // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 4 (63). С. 158–163.

16. Волков А. В., Поликарпов А. М., Алиев Т. А., Заболотская Т. А., Шепелева А. В., Засядь-Волк В. В., Максимов С. Н. Региональный аспект использования геоинформационных технологий на этапе повышения инвестиционной привлекательности инженерно-подготовленных территорий // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2017. Том 23, № 1. С. 355–364.

References

1. Rybnov E. I., Egorov A. N., Hejducki Z., Gdimiyani N. G. *Organizatsiya i planirovanie raboty proizvodstvennykh struktur pri krupnomasshtabnom zhilishchnom stroitel'stve* [Organization and planning of production structures' work at large-scale housing construction]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2018, no. 3 (68), pp. 98–102.

2. Tokunova G. F., Zhudova O. A., Drozdova I. V. *Vliyaniye stroitel'nogo kompleksa na razvitiye Sankt-Peterburgskoy aglomeratsii* [The influence of the construction sector on the development of Saint-Petersburg agglomeration]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2017, no. 6 (65), pp. 339–343.

3. Drozdova I. V., Smirnov E. B., Shesterov E. A. *Resheniye zadach kapital'nogo remonta naruzhnykh sten krupnopanel'nykh zdaniy* [Solving problems of major repairs of exterior walls of large-panel buildings]. *Proceedings of 9-th International Conference on Contemporary Problems of Architecture and Construction*. Batumi, 2017, pp. 47–51.

4. Golovina S. G., Sokol Yu. V. *K voprosu issledovaniya sovmestnoy raboty stroitel'nykh materialov v naruzhnykh ograzhdayushchikh konstruktsiyakh v byvshikh dokhodnykh domakh istoricheskogo tsentra Sankt-Peterburga* [To the issue of studying the joint performance of building materials of enclosing structures in the former profitable houses of the historical center in St. Petersburg]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2018, no. 3 (68), pp. 112–117.

5. D'yachkova O. N., Tilinin Yu. I., Ratushin V. A. *Ratsional'noe primeneniye domostroitel'nykh tekhnologiy* [Rational use of house-building technologies]. *Zhilishchnoe stroitel'stvo – Housing construction*, 2020, no. 1–2, pp. 11–15. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-11-15>.

6. Golovina S. G. *Arkhitekturno-konstruktivnye osobennosti zhilykh zdaniy Sankt-Peterburga vtoroy poloviny XVIII veka* [Architectural and structural features of residential buildings in St. Petersburg in the second half of the XVIII century]. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura – Urban Planning and Architecture*, 2020, vol. 10, no. 2 (39), pp. 71–77.

7. Yudina A. F., Evtyukov S. A., Tilinin Yu. I. *Razvitiye tekhnologiy zhilishchnogo stroitel'stva v Sankt-Peterburge* [Development of housing construction technologies in St. Petersburg]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2019, no. 1 (72), pp. 110–119.

8. Golovina S. G. *Arkhitekturno-konstruktivnye osobennosti etapov razvitiya istoricheskoy zhiloy zastroyki Sankt-Peterburga XVIII – nachala XX vv.* [Architectural and design features of historical residential development stages in St. Petersburg in the XVIII – early XX centuries]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2019, no. 6 (77), pp. 36–43.

9. Yudina A. F., Tilinin Yu. I. *Vybor kriteriev sravnitel'noy otsenki tekhnologiy zhilishchnogo domostroeniya* [Selection of criteria for comparative evaluation of housing construction technologies]. *Architecture and Engineering*, 2019, vol. 4, no. 1, pp. 47–52.

10. Tilinin Yu. I., Tilinin V. Yu. *Tekhnologii stroitel'stva zhilykh mnogokvartirnykh domov v Sankt-Peterburge* [Technologies of construction of residential apartment buildings in St. Petersburg]. *Trudy mezhdvuzovskoy nauch.-prakt. konf. «Sovremennyye napravleniya razvitiya tekhnologii, organizatsii i ekonomiki stroitel'stva»* [Proceedings of the Inter-university scientific and practical conference. “Modern trends in the development of technology, organization and economics of construction”]. St. Petersburg, Politekhnikeskii universitet Publ., 2020, pp. 54–56.

11. Roshchina S. I., Lukin M. V., Lisyatnikov M. S., Timakhova N. S. *Tekhnicheskaya ekspluatatsiya zdaniy i sooruzheniy* [Technical operation of buildings and

structures]. Ed. by Roshchina S. I. Moscow, Knorus Publ., 2018, 232 p.

12. Biryukov A. N., Denisov V. N., Biryukov Yu. A. *Vosstanovlenie ob'ektov voennoy infrastruktury pri likvidatsii posledstviy vooruzhennykh konfliktov* [Restoration of military infrastructure facilities in the aftermath of armed conflicts]. St. Petersburg, VI(IT) VAMTO Publ., 2019, 340 p.

13. Kazakov Yu. N., Khoroshen'kaya E. V., Adam F.-M. *Vysokoskorostnoe stroitel'stvo zdaniy iz legkikh sendvich-panel'nykh sistem* [High-speed construction of buildings from light sandwich panel systems]. St. Petersburg, SPbGASU Publ., 2018, 176 p.

14. Kazakov Yu. N. *Arkhitekturno-stroitel'nye tekhnologii (chast' 1)* [Architectural and construction

technologies (Pt. 1)]. St. Petersburg, SPbGASU Publ., 2020, 288 p.

15. Kazakov Yu. N., Guseva O. V. *Sposoby vozvedeniya mobil'nykh i transformiruyushchikhsya konstruktsiy* [Methods of erecting mobile and transforming constructions]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2017, no. 4 (63), pp. 158–163.

16. Volkov A. V., et al. *Regional'niy aspekt ispol'zovaniya geoinformatsionnykh tekhnologiy na etape povysheniya investitsionnoy privlekatel'nosti inzhenerno-podgotovlennykh territoriy* [The regional aspect of using geo-information technologies at the stage of increasing the investment attractiveness of engineering-prepared territories]. *INTERCARTO/INTERGIS-25*, 2017, vol. 23, no. 1, pp. 355–364.