

УДК 678.643.425.033:620.193.8

Мусин Булат Салаватович

инженер-проектировщик

E-mail: bulatmusin2708@gmail.com

ПИ «Союзхимпромпроект» КНИТУ

Адрес организации: 420033, Россия, г. Казань, ул. Димитрова, д. 11

Ибрагимов Руслан Абдирашитович

кандидат технических наук, доцент

E-mail: rusmag007@yandex.ru

Богданов Руслан Равильевич

кандидат технических наук, ассистент

E-mail: bogdanov.r.r@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Нормирование технологических операций в малоэтажном строительстве на примере жилого комплекса «Маленький Токио»

Аннотация

Постановка задачи. Цель исследования – определение трудоемкости различных видов работ малоэтажного строительства по технологии компании «ИИДА САНГЁ».

Результаты. В работе были проведены исследования устройства каркасных домов по японской технологии JWT (Japan Wood Technology) с фиксацией хронометража всех видов работ нулевого цикла, возведения каркаса, а также фасадных и кровельных работ. В данной статье в качестве объекта исследования было выбрано 3 различных проекта домов, построенных по японской технологии: 3LDK150, 3LDK138, 3LDK118.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в том, что экспериментальными исследованиями, в том числе и методом хронометража, определены временные параметры технологических операций и основных процессов монтажа элементов каркасного дома, нормы времени на каждый процесс, состав звена на каждый исследуемый вид работ. Кроме того выявлено, что трудозатраты на возведение индивидуального дома по изучаемой японской технологии примерно в 2 раза ниже, чем по канадской каркасной технологии и технологии из легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК), но на 45 % выше, чем из структурных изолированных панелей (СИП-панелей).

Ключевые слова: каркасный дом, хронометраж, нормы времени.

Введение

В соответствии с федеральной целевой программой «Жилище» дан старт росту объемов жилищного строительства и формированию рынка доступного жилья.

В настоящее время Министерство строительства Российской Федерации разработало проект постановления Правительства Российской Федерации «О государственной программе «Развитие индивидуального жилищного строительства в Российской Федерации». В соответствии с этим проектом, разрабатываемая государственная программа направлена на повышение доступности и качества жилья в основном за счет развития индивидуального жилищного строительства.

При этом если в 2020 г. планируется ввести 33,1 млн. м² индивидуального жилищного строительства, то уже в 2024 году – 40,0 млн. м².

В соответствии с этим объемом бюджетных ассигнований на реализацию программы из средств федерального бюджета в 2020 году составит 18 600 000 тыс. руб., а уже в 2023 году – 53 900 000 тыс. руб.

Очевидно, развитие индивидуального жилищного строительства – стратегическая задача Правительства РФ, и развитие новых конструктивных решений малоэтажного строительства, новых строительных технологий, повышение качества строительства, снижение материалоемкости – актуальная задача строительной отрасли.

В настоящий период времени существует множество технологий строительства малоэтажных зданий, и только некоторые из них начинают вытеснять традиционные методы строительства. Данной технологией является деревянное каркасное домостроение [1-3].

Первые проекты каркасных домов в нашей стране были реализованы в 60-х годах прошлого века. Легкие каркасно-щитовые постройки возводились преимущественно в промышленных зонах и на дачных участках для временного и сезонного проживания. В силу сложившегося за века менталитета каркасные дома не получили широкого распространения в нашей стране. Данная причина, возможно, может быть обусловлена тем, что каркасные дома не совсем годны для долгой эксплуатации в северных широтах России [4-6].

Начиная с 2000-х годов, активно развивается малоэтажное строительство по канадской и финской технологиям [7].

Преимуществом данной технологии является скорость монтажа и возведения домов, при этом не малую роль сыграло и появление на рынке современных качественных, доступных стройматериалов отечественного производства.

Основной проблемой при малоэтажном индивидуальном строительстве по современным технологиям, например, из деревянного каркаса, является то, что отсутствует нормативная база, отвечающая за организационно-технологические решения. Поэтому задача разработки состава звена, нормы времени по строительству объекта из деревянного каркаса является актуальной [8-10].

Нормы времени – это количество времени, необходимое для создания единицы доброкачественной строительной продукции. Нормы времени – важный макроэлемент такого процесса, как планирование строительного производства. Грамотный и рациональный подход к строительству возможен лишь при опытной организации трудового процесса, основываясь на одном ключевом звене – нормировании [2, 3].

Под процессом нормирования понимается процедура формирования норм времени на выполнение технологического процесса (единицы работы).

Объекты и методы исследований

Для исследований применяли объекты малоэтажного строения по японской технологии домостроения в жилом комплексе «Маленький Токио».

Решение задач исследования затрат труда рабочих, используемых в разных видах работ, производилось методом хронометража.

Хронометраж представляет собой метод исследования, при помощи которого изучают оперативное время циклических элементов рабочего процесса, необходимое для получения единицы продукции [2].

При проведении хронометражных исследований показатели времени измеряли при помощи секундомера с точностью до 1 с. Проводя наблюдения, в таблицы для каждого объекта строительства записывались наименования строительного-монтажного процесса и продолжительность наблюдений. После этого выявились объемы работ, фактические трудозатраты и вычисляли нормы времени работ.

Расчетно-исследовательский метод

В работе в качестве объекта исследования было выбрано 3 разных проекта домов, построенных по японской технологии: 3LDK150, 3LDK138, 3LDK118. Цифры 150, 138, 118 указывают на полезную площадь домов. Данные дома уже построены и находятся в жилом комплексе «Маленький Токио».

Метод хронометража был применен на 3 укрупненных вида работ:

1. Работы нулевого цикла (табл. 1);
2. Монтажные работы при устройстве каркаса (табл. 2);
3. Фасадные и кровельные работы (табл. 3).

При нормировании работ нулевого цикла хронометражу подвергалось 10 различных видов технологических операций:

- 1) разработка котлована под фундамент одноковшовым экскаватором, оборудованным обратной лопатой;
- 2) устройство песчаной подготовки под фундамент крупнозернистым песком;
- 3) установка щитов опалубки в проектное положение;

- 4) изготовление и монтаж арматурного каркаса ($\varnothing 12$ А400 и $\varnothing 8$ А240) и расстановка анкерных болтов;
- 5) укладка бетонной смеси класса В20 в опалубку;
- 6) демонтаж опалубки;
- 7) боковая гидроизоляция мастикой;
- 8) утепление цоколя листами экструдированного пенополистирола (ЭППС);
- 9) утепление отмостки фундамента;
- 10) засыпка пазух ленточного фундамента песком.

Таблица 1

Нормирование работ нулевого цикла

№ технологического процесса и операции	Продолжительность операций, ч Объемы работ			Состав звена		Среднее значение нормы времени
	3LDK150	3LDK138	3LDK118	Профессия	Кол-во рабочих	
1	4,06	2,97	4,03	Машинист	1	0,037
	110 м ³	86 м ³	100 м ³			
2	2,18	1,98	1,80	Землекоп	2	0,112
	39 м ³	37 м ³	31 м ³			
3	26,30	22,34	23,11	Плотник	3	0,539
	154,67 м ²	132,58 м ²	115,08 м ²			
4	11,78	10,55	9,70	Арматурщик	3	0,028
	1275 кг	1144 кг	1051 кг			
5	2,48	2,70	2,38	Бетонщик	3	0,291
	29,5 м ³	25,6 м ³	23,4 м ³			
6	1,56	1,36	1,35	Плотник	2	0,021
	154,67 м ²	132,58 м ²	115,08 м ²			
7	5,21	5,04	5,56	Изолировщик	2	0,225
	49,54 м ²	46,82 м ²	44,56 м ²			
8	4,26	4,53	3,78	Изолировщик	2	0,203
	43,92 м ²	41,25 м ²	38,99 м ²			
9	5,36	4,88	4,50	Изолировщик	2	0,185
	55,44 м ²	52,67 м ²	50,84 м ²			
10	2,98	2,67	2,41	Машинист	1	0,039
	75 м ³	64 м ³	66 м ³	Землекоп	2	0,079
Общая продолжительность	66,17 ч	59,02 ч	58,62 ч			

Из табл. 1 видно, что для каждого проекта выявлена общая продолжительность работ нулевого цикла, а также нормы времени на каждый технологический процесс.

Значительную часть работ во всех проектах занял процесс установки опалубки.

При этом для дома 3LDK150 общая продолжительность возведения нулевого цикла составила 66,17 ч, устройство опалубки – 40 % времени. Для дома 3LDK138 процесс устройства опалубки занял 38 % времени, а для дома 3LDK118 – 39,4 %.

Высокая доля от всех процессов работ на установку опалубки объясняется нетипичной планировкой домов, большим количеством узлов, отсутствием готовых решений из опалубочных систем.

Для сокращения времени на возведение нулевого цикла в первую очередь необходимо разрабатывать типовую опалубочную систему, которая бы позволила значительно повысить эффективность опалубочных работ.

На втором этапе были исследованы монтажные работы при устройстве каркаса.

Каркас домов выполнен по японской технологии JWT (Japan Wood Technology). Данная технология предусматривает монтаж готового домокомплекта на готовый фундамент здания.

При нормировании работ по устройству каркаса дома хронометражу подвергался 21 различных вид технологических операций.

Нестандартным для данного типа исследований являлось отсутствие данных норм времени по операциям и состава звена в существующих сборниках ЕНИР. В связи с чем непосредственно на месте принимались решения по формированию бригад и состава звеньев. Все технологические операции нормированы непосредственно путем наблюдений.

Таблица 2

Нормирование монтажных работ при устройстве каркаса

№	Наименование операций и процессов	Продолжительность операций, ч Объемы работ			Состав звена		Среднее значение нормы времени
		3LDK150	3LDK138	3LDK118	Профессия	Кол-во рабочих	
1	Монтаж нижней обвязки каркаса 1-го этажа	7,82	7,43	6,88	Плотник	4	22,297
		1,379 м ³	1,321 м ³	1,268 м ³			
2	Монтаж стоек каркаса 1-го этажа	6,11	5,82	5,38	Плотник	4	8,376
		2,942 м ³	2,624 м ³	2,706 м ³			
3	Монтаж верхней обвязки каркаса 1-го этажа	11,44	11,07	10,07	Плотник	2	8,872
		5,101 м ³	4,886 м ³	4,692 м ³			
4	Монтаж перегородок 1-го этажа	9,4	9,23	8,27	Плотник	2	10,390
		1,829 м ³	1,669 м ³	1,683 м ³			
5	Установка панелей перекрытия 1-го этажа	2,51	2,38	2,21	Плотник	4	0,143
		69,12 м ²	65,66 м ²	63,59 м ²			
6	Монтаж стеновых панелей 1-го этажа	3,16	3,05	2,78	Плотник	4	0,108
		116,51 м ²	109,68 м ²	107,18 м ²			
7	Монтаж стоек каркаса 2-го этажа	6,73	6,39	5,92	Плотник	4	12,056
		2,237 м ³	2,025 м ³	2,058 м ³			
8	Монтаж верхней обвязки каркаса 2-го этажа	8,07	7,72	7,10	Плотник	2	8,162
		3,907 м ³	3,711 м ³	3,594 м ³			
9	Монтаж перегородок 2-го этажа	8,36	8,24	7,36	Плотник	2	11,277
		1,508 м ³	1,358 м ³	1,387 м ³			
10	Установка панелей перекрытия 2-го этажа	2,34	2,19	2,06	Плотник	4	0,148
		61,91 м ²	58,81 м ²	56,96 м ²			
11	Монтаж стеновых панелей 2-го этажа	3,27	3,16	2,88	Плотник	4	0,104
		124,39 м ²	118,17 м ²	114,44 м ²			
12	Монтаж стоек каркаса чердака	3,13	3,02	2,75	Плотник	3	16,827
		0,741 м ³	0,693 м ³	0,682 м ³			
13	Монтаж ригелей каркаса чердака	2,82	2,73	2,48	Плотник	2	7,851
		1,425 м ³	1,354 м ³	1,311 м ³			
14	Монтаж стропил	4,56	4,33	4,01	Плотник	3	5,447
		2,475 м ³	2,351 м ³	2,277 м ³			
15	Монтаж панелей на крышу	3,12	2,96	2,75	Плотник	2	0,081
		113,67 м ²	107,98 м ²	104,56 м ²			
16	Теплоизоляция внешних и внутренних стен	42,87	40,54	37,73	Изолировщик	2	1,631
		51,71 м ³	49,12 м ³	47,67 м ³			
17	Пароизоляция внешних стен	4,76	4,49	4,19	Изолировщик	2	0,045
		208,32 м ²	197,89 м ²	191,55 м ²			
18	Установка ГКЛ на внешние и внутренние стены	17,59	16,52	15,48	Плотник	2	0,080
		430,92 м ²	409,37 м ²	396,44 м ²			
19	Теплоизоляция межэтажного и чердачного перекрытия	10,99	10,33	9,67	Изолировщик	2	1,344
		15,72 м ³	14,93 м ³	15,46 м ³			
20	Пароизоляция перекрытий	2,44	2,29	2,15	Плотник	2	0,038
		131,03 м ²	128,16 м ²	102,24 м ²			
21	Установка ГКЛ на перекрытия	8,62	8,09	7,59	Плотник	2	0,135
		131,03 м ²	128,16 м ²	102,24 м ²			
Всего		170,11	161,98	149,7			

По данным табл. 2 видно, что для каждого проекта и планировки построенного дома была выявлена общая продолжительность работ при устройстве каркаса, а также нормы времени на каждую работу и состав звена.

Значительную часть работ занимает теплоизоляция внешних и внутренних стен, а более высокий показатель нормы времени имеет монтаж нижней обвязки на фундамент.

Так, теплоизоляция внешних и внутренних стен для проекта дома 3LDK150 составляет 42,87 ч, что от всего количества времени на устройство каркаса составляет 25 %. Для домов проекта 3LDK138, 3LDK118 данный показатель составляет также 25 %.

Для наиболее эффективного распределения рабочих при устройстве каркаса количество их одновременного нахождения на данном участке не должно превышать более 8 человек.

Таблица 3

Нормирование фасадных и кровельных работ

№	Наименование операций и процессов	Продолжительность операций, ч Объемы работ			Состав звена		Среднее значение нормы времени
		3LDK150	3LDK138	3LDK118	Профессия	Кол-во рабочих	
Устройство фасада из фиброцементных панелей							
1	Установка деревянной обрешетки и контр обрешетки	4,19	3,98	3,67	Плотник	2	19,228
		0,432 м ³	0,415 м ³	0,384 м ³			
2	Устройство теплоизоляции	8,34	7,91	7,63	Изолировщик	2	1,393
		12,04 м ³	11,56 м ³	10,72 м ³			
3	Устройство гидро-ветрозащитной мембраны	5,32	5,16	5,01	Облицовщик	2	0,045
		240,9 м ²	231,26 м ²	214,4 м ²			
4	Установка фиброцементных панелей	13,68	12,45	12,87	Облицовщик	2	0,108
		252,94 м ²	242,82 м ²	225,12 м ²			
Всего		31,53	29,50	29,18			
Устройство кровли из гибкой черепицы							
5	Гидроизоляция кровли	4,82	4,58	4,35	Кровельщик	2	0,084
		113,67 м ²	107,98 м ²	104,56 м ²			
6	Монтаж гибкой черепицы	6,57	6,24	5,92	Кровельщик	2	0,115
		113,67 м ²	107,98 м ²	104,56 м ²			
Всего		11,39	10,82	10,27			

Из табл. 3 видно, что для каждого проекта и планировки дома была выявлена общая продолжительность фасадных и кровельных работ, нормы времени на каждый процесс, а также определен состав звена по технологическим операциям.

Значительную часть работ занимает установка фиброцементных панелей, производимых в Японии, а более высокий показатель нормы времени имеет установка деревянной обрешетки.

Таким образом, для наиболее эффективного распределения рабочих при устройстве фасада из фиброцементных панелей и устройстве кровли из гибкой черепицы, необходимое количество их одновременного нахождения на данном участке не должно быть более 4 человек.

Произведен анализ трудозатрат по сборке каркаса по японской технологии в сравнении с другими современными каркасными технологиями [11]. Например, для проекта дома 3LDK150 трудозатраты на возведения стен и перекрытия с изоляцией и с подшивкой составляют (чел-час за 1 м² стены и 1 м² перекрытия) – 1,45, а стоимость материалов (руб. за 1 м² стены и 1 м² перекрытия) – 1920 руб. На рис. представлены сравнительные данные трудозатрат на возведение домов по каркасной технологии и стоимость материалов.

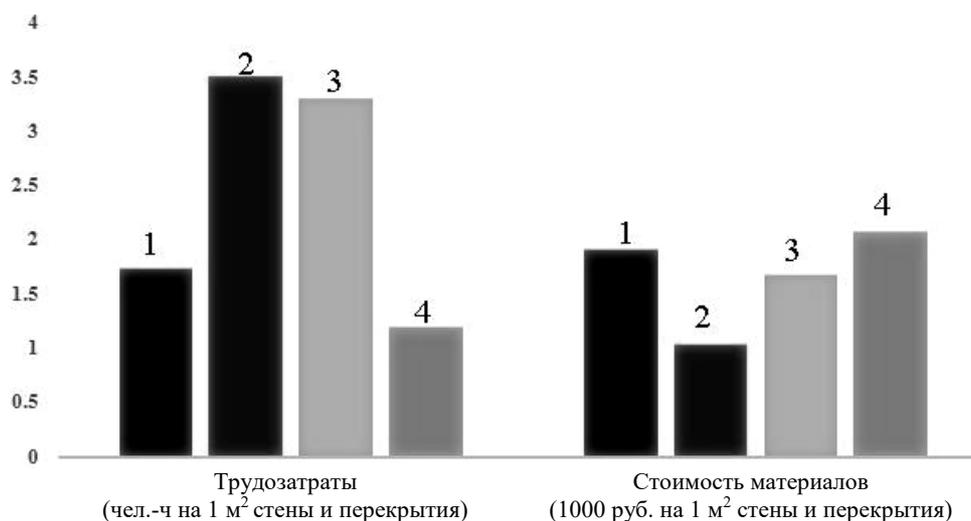


Рис. Диаграмма сравнений трудозатрат на возведение и стоимости материалов домов по каркасной технологии (иллюстрация авторов):

1 – по японской технологии; 2 – по канадской технологии; 3 – по технологии из ЛСТК;
4 – по технологии СИП-панелей

На рис. видно, что трудозатраты на возведение индивидуального дома по изучаемой японской технологии примерно в 2 раза ниже, чем по канадской каркасной технологии и технологии из ЛСТК, но на 45 % выше, чем из СИП-панелей. Это объясняется тем, что весь комплект каркаса дома по японской технологии изготавливается на заводе и собирается на участке по готовым рабочим чертежам.

Заключение

1. В работе проведено экспериментальное исследование продолжительности работ нулевого цикла, возведения каркаса, а также фасадных и кровельных работ при строительстве деревянных каркасных домов по японской технологии методом хронометража.

2. На основании анализа полученных результатов, полученные данные позволяют определить продолжительность строительно-монтажных работ по японской технологии деревянного домостроения, что позволит более оперативно принимать решения о количественно и качественном составе бригад на строительной площадке.

Список библиографических ссылок

1. Пономаренко В. Г. Строим каркасный дом. М. : Эксмо, 2015. 272 с.
2. Беловол В. В. Нормирование труда и сметы в строительстве. М. : Стройиздат, 1991. 169 с.
3. Ливитина В. В. Продолжительность строительного цикла: нормирование, измерение, сокращение // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2004. № 7. С. 58–59.
4. Еременко М. М., Гареев И. Ф. Исследование взаимосвязей жилищного строительства и устойчивого развития территорий // Жилищные стратегии. 2019. Том 6. № 3. С. 333–376.
5. Гареев И. Ф., Хафизов А. Ф., Мухаметова Н. Н., Хуснутдинов Ф. Ф., Ефимова А. А. Исследование потребности населения Казанской агломерации в современных объектах малоэтажного строительства // Жилищные стратегии. 2020. Том 7. № 1. С. 97–126.
6. Junna Yan, Tao Zhao, Tao Lin, Yajian Li. Investigating multi-regional cross-industrial linkage based on sustainability assessment and sensitivity analysis: A case of construction industry in China // Journal of Cleaner Production. 2017. Vol. 142. Part 420. P. 2911–2924.

7. Topchy D. V., Lapidus A. A. Construction supervision at the facilities renovation // Topical Problems of Architecture, Civil Engineering and Environmental Economics (ТРАСЕЕ 2018). 2019. P. 08044.
8. Lapidus A., Ndayiragije Y. SIP-technology as solution in low-rise multi-family residential buildings // E3S Web of Conferences. 2019. P. 06032.
9. Ратомская В. С., Топчий Д. В., Лapidus А. А. Модернизация конструктивных систем каркасных малоэтажных многоквартирных жилых домов // Инновации и инвестиции. 2019. № 7. С. 238–242.
10. Лapidus А. А., Евстигнеев В. Д., Русаков И. Ю. Организационно-технологические особенности фундаментных систем малоэтажных многоквартирных домов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2018. № 5. С. 30–36.
11. Ратомская В. С., Топчий Д. В., Лapidus А. А. Модернизация конструктивных систем каркасных малоэтажных многоквартирных жилых домов // Инновации и инвестиции. 2019. № 7. С. 238–242.

Musin Bulat Salavatovich

engineer

E-mail: bulatmusin2708@gmail.com**PI «Soyuzkhimpromproyekt» KNITU**

The organization address: 420033, Russia, Kazan, Dimitrov st., 11

Ibragimov Ruslan Abdirashitovich

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: rusmag007@yandex.ru**Bogdanov Ruslan Ravilievich**

candidate of technical sciences, assistant

E-mail: bogdanov.r.r@yandex.ru**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

**Rationing of technological operations in low-rise building
on the example of the residential complex «Little Tokyo»****Abstract**

Problem statement. The purpose of the study was to determine the complexity of various types of low-rise construction works using the technology of IIDA SANGYO.

Results. In the work, studies were carried out on the design of frame houses using the Japanese JWT technology (Japan Wood Technology) with fixing the timing of all types of zero-cycle work, the construction of the frame, as well as facade and roofing works. In this article, 3 different designs of houses built using Japanese technology were selected as the object of study: 3LDK150, 3LDK138, 3LDK118.

Conclusions. The significance of the results for the construction industry is that using the experimental studies, including the timing method, determined the temporal parameters of technological operations and the basic processes of installing elements of a frame house, the time norms for each process, the composition of the link for each type of work under study. In addition, it was found that the labor costs for constructing an individual house using the studied Japanese technology are about 2 times lower than with the Canadian frame technology and LSTK technology, but 45 % higher than with SIW-panels.

Keywords: frame house, timing, time standards.

References

1. Ponomarenko V. G. We build a frame house. M. : Eksmo, 2015. 272 p.

2. Belovol V. V. Rationing of labor and estimates in construction. M. : Stroyizdat, 1991. 169 p.
3. Livitina V. V. Duration of the construction cycle: rationing, measurement, reduction // *Stroitel'nyye materialy, oborudovaniye, tekhnologii XXI veka*. 2004. № 7. P. 58–59.
4. Eremenko M. M., Gareev I. F. The study of the relationship of housing and sustainable development of territories // *Zhilishchnyye strategii*. 2019. Vol. 6. № 3. P. 333–376.
5. Gareev I. F., Khafizov A. F., Mukhametova N. N., Khusnutdinov F. F., Efimova A. A. Study of the needs of the population of the Kazan agglomeration in modern low-rise construction projects // *Zhilishchnyye strategii*. 2020. Vol. 7. № 1. P. 97–126.
6. Junna Yan, Tao Zhao, Tao Lin, Yajian Li. Investigating multi-regional cross-industrial linkage based on sustainability assessment and sensitivity analysis: A case of construction industry in China // *Journal of Cleaner Production*. 2017. Vol. 142. Part 420. P. 2911–2924.
7. Topchy D. V., Lapidus A. A. Construction supervision at the facilities renovation // *Topical Problems of Architecture, Civil Engineering and Environmental Economics (TPACEE 2018)*. 2019. P. 08044.
8. Lapidus A., Ndayiragije Y. SIP-technology as solution in low-rise multi-family residential buildings // *E3S Web of Conferences*. 2019. P. 06032.
9. Ratomskaya V. S., Topchiy D. V., Lapidus A. A. Modernization of structural systems of frame low-rise multi-apartment residential buildings // *Innovatsii i investitsii*. 2019. № 7. P. 238–242.
10. Lapidus A. A., Evstigneev V. D., Rusakov I. Yu. Organizational and technological features of the foundation systems of low-rise apartment buildings // *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shukhova*. 2018. № 5. P. 30–36.
11. Ratomskaya V. S., Topchiy D. V., Lapidus A. A. Modernization of structural systems of frame low-rise apartment buildings // *Innovatsii i investitsii*. 2019. № 7. P. 238–242.