

Исследование влияния номенклатуры изделий на показатели производственной мощности предприятий индустриального домостроения

Магистр техн. наук В. Ю. Гуринович¹⁾

¹⁾Белорусский национальный технический университет (Минск, Республика Беларусь)

© Белорусский национальный технический университет, 2024
Belarusian National Technical University, 2024

Реферат. В статье представлены результаты исследований влияния параметров номенклатуры изделий на показатели освоения проектных мощностей предприятий индустриального домостроения. В качестве анализируемых параметров номенклатуры изделий приняты их количество и бетоноемкость в пересчете на 1 м² общей площади, а также тиражность изделий. Отмечается, что расчеты производственной мощности и основных технико-экономических показателей производства на стадии технологического проектирования базируются на номенклатуре изделий типовых блок-секции серии дома. При этом архитектурная индивидуальность, гибкость планировочных и конструктивных решений жилых зданий в индустриальном исполнении требуют разнообразия модификаций блок-секций, что неразрывно связано с ростом номенклатуры выпускаемых изделий. Расширение номенклатуры изделий для модификаций блок-секций в производственной программе предприятий является объективной закономерностью, которую необходимо учитывать при технологическом проектировании новых или реконструкции действующих предприятий, планировании производственных программ строительства жилья. Зафиксированы значительные колебания параметров номенклатуры изделий в производственных программах предприятий индустриального домостроения. Выполнен регрессионный анализ параметров номенклатуры изделий производственных программ предприятий индустриального домостроения. Установлена зависимость номенклатуры изделий от доли точечных домов в программах строительства жилья. Выделены основные параметры домов, определяющие колебания номенклатуры изделий, к которым относят этажность и количество секций в комплектации дома. Принимая во внимание факт существенного влияния номенклатуры изделий на производственную мощность предприятий, установлена зависимость показателя соответствия бетоноемкости изделий 1 м² общей площади на показатели производственной мощности. Достоверность полученных математических моделей подтверждена результатами статистической обработки результатов исследований и верификацией моделей в расчетах действующей производственной мощности предприятий.

Ключевые слова: индустриальное строительство, производство сборных железобетонных конструкций, производственная мощность, предприятия индустриального домостроения, номенклатура изделий

Для цитирования: Гуринович, В. Ю. Исследование влияния номенклатуры изделий на показатели производственной мощности предприятий индустриального домостроения / В. Ю. Гуринович // *Наука и техника*. 2023. Т. 23, № 2. С. 128–139. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2024-23-2-128-139>

Study of Influence of Product Range on Production Capacity Indicators of Precast Construction Plants

V. Yu. Gurinovich¹⁾

¹⁾Belarusian National Technical University (Minsk, Republic of Belarus)

Abstract. The paper presents the results of research of the influence of product range parameters on the indicators of development of the design capacities of precast construction plants. The quantity and concrete consumption of products in terms

Адрес для переписки

Гуринович Виталий Юрьевич
Белорусский национальный технический университет
просп. Независимости, 65,
220013, г. Минск, Республика Беларусь
Тел.: +375 17 292-74-12
Gurinovich@bntu.by

Address for correspondence

Gurinovich Vitaliy Yu.
Belarusian National Technical University
65, Nezavisimosty Ave.,
220013, Minsk, Republic of Belarus
Tel.: +375 17 292-74-12
Gurinovich@bntu.by

of 1 m² of total area, as well as the circulation of products, have been taken as the analyzed parameters of product range. It is noted that calculations of production capacity and basic technical and economic indicators of production at the stage of technological design are based on the product range of a typical block section of a house series. At the same time, architectural individuality, flexibility of planning and design solutions of prefabricated houses buildings in industrial design require a variety of modifications of block sections, which is inextricably linked with the growth of the range of manufactured products. Expansion of the range of products for modifications of block sections in the production program of plants is an objective regularity that should be taken into account in the technological design of new or reconstruction of existing precast constructions plants and planning production programs for housing construction. Significant fluctuations in the parameters of the product range in the production programs of plants have been recorded. A regression analysis of the parameters of the range products of production programs of precast construction plants has been carried out. The dependence of product range on the share of dotted houses in housing construction programs has been established. The main parameters of houses determining fluctuations in the range of products have been identified, which include the number of storeys and the number of sections in the house configuration. Taking into account the fact of the significant influence of the product range on the production capacity of plants, the dependence of the indicator of compliance of the concrete capacity of products with 1 m² of total area on the production capacity indicators has been established. The reliability of the obtained mathematical models is confirmed by the results of statistical processing of research results and verification of models in calculations of the current production capacity of plants.

Keywords: prefabricated construction, precast reinforced concrete structures, production capacity, precast construction plants, product range

For citation: Gurinovich V. Yu. (2024) Study of Influence of Product Range on Production Capacity Indicators of Precast Construction Plants. *Science and Technique*. 23 (2), 128–139. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2024-23-2-128-139> (in Russian)

Введение

Индустриальное домостроение – одно из наиболее интенсивно развивающихся направлений исследований в области строительства и строительных технологий. Это утверждение в полной мере подтверждается ростом публикационной активности и основных показателей, характеризующих научный уровень, актуальность, авторитетность и вовлеченность в исследования в данной предметной области [1]. В [2, 3] установлено, что основным направлением повышения эффективности индустриального домостроения является разработка организационно-технологических решений управления производством с учетом индивидуальных особенностей предприятий, а одним из сдерживающих факторов интенсивного развития – полная зависимость темпов строительства от производительности и эффективности организации производства. На основании анализа работ [4–7] можно утверждать, что недостаточный уровень организации производства и учет факторов, оказывающих влияние на технико-экономические показатели производства, являются основными узкими местами индустриального домостроения, риском срыва графиков производства строительно-монтажных работ, увеличения нормативных сроков и стоимости строительства по причине нарушения поставок сборных железобетонных изделий. Практика показывает, что все сказанное не способствует реализации основных преимуществ индустри-

ального домостроения перед другими методами строительства в части сокращения стоимости и сроков строительства.

С учетом актуальности приведенных фактов для отечественной практики индустриального домостроения требуется активизация исследований в данных направлениях. Теоретический анализ литературы позволил выделить основные факторы, влияющие на эффективность производства. Так, в [8–11] определено влияние на производительность технологических линий раскладки изделий и загрузки форм. В [4] установлена зависимость эффективности производства от способа управления производством. Влияние сложности изделий на общую продолжительность работ установлено в работе [5]. В [12] приведены исследования влияния на эффективность производства выпуска разнотипной продукции на технологической линии и приведены рекомендации ориентации производственных линий на выпуск однотипных изделий. Однако исследования в анализируемых публикациях направлены, прежде всего, на решение последствий, а не на установление причин недоосвоения производственных мощностей предприятий.

В [13] установлены факты снижения проектных производственных мощностей предприятий. В качестве одной из основных причин определено расширение номенклатуры изделий в объеме комплектации домов типовых серий. Известно, что номенклатура изделий находится в прямой зависимости от архитектурной инди-

видуальности и гибкости конструктивно-планировочных решений зданий, в том числе доли индивидуальных жилых домов коттеджного типа в производственной программе строительства жилья, и как важный экономический показатель оказывает существенное влияние на производственную мощность предприятий [14–18].

По данным [18–19], при содержании индивидуальных жилых домов коттеджного типа в производственной программе предприятия более 15 % зафиксировано снижение мощности по панелям наружных стен на уровне 15–17 %, по панелям перекрытия – 18–27 %. В [17] приводятся данные снижения мощности на 15–18 % при содержании в производственной программе предприятия более 30 % точечных домов. Приведенные факты свидетельствуют о зависимости показателей производственной мощности от модификаций типов домов в производственной программе строительства жилья. Однако приведенные факты требуют установления причин и закономерностей изменения параметров номенклатуры изделий и влияния этих параметров на показатели освоения производственных мощностей предприятий.

Расчеты проектной производственной мощности и основных технико-экономических показателей производства на стадии технологического проектирования базируются на номенклатуре изделий типовой блок-секции серии дома, что, по данным [14], не является достоверной информацией.

Как подтверждает практика индустриального домостроения, расширение номенклатуры изделий для модификаций блок-секций в производственной программе предприятий является объективной закономерностью, которую необходимо учитывать при технологическом проектировании новых или реконструкции действующих предприятий, планировании производственных программ строительства жилья. Это важный и принципиально новый подход к планированию и организации производства с учетом низкой тиражности и высокой доли точечных домов в производственной программе предприятий на современном этапе развития индустриального домостроения.

В качестве анализируемых параметров номенклатуры изделий в исследованиях приняты их количество и бетоноемкость в пересчете на 1 м² общей площади, а также тиражность изделий.

Установленные отклонения параметров номенклатуры изделий в производственных программах предприятий позволят определять фактические показатели освоения производственных мощностей, назначать необходимые резервы при расчете проектных производственных мощностей новых или действующих предприятий. Выявленные закономерности влияния номенклатуры изделий на производственную мощность могут служить базой для разработки решений снижения этой зависимости, проектирования организационно-технологических решений производства широкой и изменяющейся номенклатуры изделий, выбора эффективного способа производства.

Анализ номенклатуры изделий производственной программы предприятий

При формировании номенклатуры изделия разделяют на типоразмеры, марки и типы [15, 18]. Типоразмеры определяют длину, ширину и толщину. Марки означают индивидуальные номера взаимозаменяемых изделий, а типы характеризуют функциональное значение изделия в системе здания (панели наружных или внутренних стен, перекрытий и т. д.).

Соотношение типов изделий в номенклатуре производственной программы предприятий имеет важное значение при определении параметров технологических линий для синхронного выпуска изделий и обеспечения тем самым полной комплектации домов.

Установлено, что для проектирования организационно-технологических решений выпуска изделий важны два параметра: количество и объем изделий каждого типа в номенклатуре серий. Первый параметр – общее количество изделий – используется в качестве исходных данных при раскладке изделий и расчете потребности в формах и бортоснастке. Второй параметр является исходным показателем при расчете производительности и подборе ведущего технологического оборудования, определении параметров складского хозяйства сырьевых материалов и комплектующих. Но следует отметить, что в качестве расчетной единицы измерения показателя производственной мощности принимаются оба параметра.

Таким образом, для характеристики распределения типов изделий в номенклатуре совре-

менных серий домов проведен анализ количества и бетоноемкости изделий в номенклатуре девяти типовых блок-секций. Данные распределения типов изделий в номенклатуре изделий типовых блок-секций представлены на рис. 1.

Данные анализа номенклатуры типовых блок-секций представлены в табл. 1.

Известно, что изменение параметров номенклатуры изделий влияет на трудозатраты производства и показатели производственной мощности [14, 17, 18]. Современные тенденции к индивидуальности и архитектурной выразительности, гибкости конструктивно-планировочных решений домов в индустриальном исполнении, строительство индивидуальных домов коттеджного типа из сборных железобетонных изделий являются следствием роста общего количества изделий и марок в номенклатуре производственной программы предприятий. Это, прежде всего, приводит к росту

переналадок форм и основного технологического оборудования. В свою очередь, снижение тиражности изделий вызывает увеличение номенклатуры бортоснастки при снижении ее загрузки, что приводит к росту оперативного склада бортоснастки и материалоемкости производства [18].

Для анализа изменения номенклатуры изделий модификаций блок-секций проведены исследования годовой производственной программы трех предприятий индустриального домостроения: ГП «Витебский ДСК» (серия 11-108), ОАО «Гомельский ДСК» (серия 152М), ОАО «Бобруйский завод КПД» (серия БО 24.10). В табл. 2 представлены средние показатели параметров номенклатуры изделий в производственной программе предприятий. Отклонения усредненных параметров номенклатуры изделий модификаций блок-секций от типовых представлены на рис. 2.

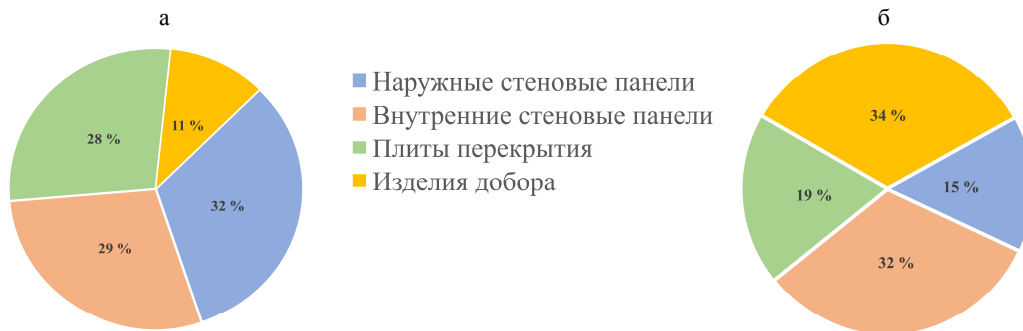


Рис. 1. Доля изделий в номенклатуре типовых серий: а – по бетоноемкости изделий, м³; б – по количеству изделий, шт.

Fig. 1. Portion of products in the range of typical block sections: a – by concrete capacity of products, m³; b – by number of products, pcs.

Таблица 1

Аналитические данные параметров номенклатуры изделий типовых блок-секций
Analytical data of parameters product range of typical block sections

Серия	Количество этажей	Общая площадь, м ²	Наружные стеновые панели			Внутренние стеновые панели			Плиты перекрытия			Изделия добора			Всего по серии					
			шт./м ²	м ³ /м ²	Тиражность	шт./м ²	м ³ /м ²	Тиражность	шт./м ²	м ³ /м ²	Тиражность	шт./м ²	м ³ /м ²	Тиражность	шт.	м ³	шт./м ²	м ³ /м ²	Количество марок	Тиражность
152 М	10	2860	0,08	0,20	4,0	0,2	0,215	10,6	0,11	0,2	5,3	0,21	0,07	9,6	1702	1691,7	0,60	0,68	231	7,4
11-108	10	2568,8	0,06	0,24	3,4	0,14	0,15	8,3	0,08	0,18	5,0	0,18	0,12	6,2	1191	1503,8	0,46	0,69	206	5,8
БО 24.10	9	3706,1	0,06	0,21	6,4	0,10	0,17	5,1	0,08	0,17	3,4	0,13	0,07	11,7	1376	1978,1	0,37	0,62	239	5,8
Среднеарифметический показатель			0,07	0,21	4,6	0,15	0,18	8,0	0,10	0,18	4,5	0,17	0,09	9,2			0,48	0,66		6,3
Среднеквадратическое отклонение:			0,01	0,02	1,6	0,05	0,03	2,7	0,01	0,02	1,00	0,04	0,03	2,8			0,11	0,04		0,92
Коэффициент вариации, %			17	10	34	34	19	34	16	8	22	23	36	30			24	6		15

Усредненные показатели параметров номенклатуры изделий модификаций блок-секций
Average indicators for product range parameters of block section modifications

Серия	Этажность	м ² общей площади	секции	Наружные стеновые панели			Внутренние стеновые панели			Плиты перекрытия			Изделия добора		Всего по серии					
				шт./м ²	м ³ /м ²	Тиражность	шт./м ²	м ³ /м ²	Тиражность	шт./м ²	м ³ /м ²	Тиражность	шт./м ²	м ³ /м ²	шт.	м ³	шт./м ²	м ³ /м ²	Количество марок	Тиражность
152М	10,0	5767,1	2,1	0,10	0,25	3,4	0,20	0,25	6,3	0,12	0,22	4,4	0,24	0,08	3714	4433,0	0,67	0,80	455	4,7
11-108	10,2	6568,3	2,8	0,09	0,28	2,7	0,17	0,16	5,9	0,08	0,18	3,9	0,07	0,18	2537	4949,1	0,41	0,80	515	4,6
БО 24.10	8,4	5698,8	2,3	0,09	0,21	5,4	0,13	0,21	4,8	0,09	0,20	3,1	0,18	0,09	2752	3881,5	0,49	0,70	398	4,2
Среднеарифметический показатель				0,09	0,25	3,8	0,2	0,2	5,7	0,1	0,2	3,8	0,2	0,1			0,5	0,8		4,5
Среднеквадратическое отклонение				0,00	0,04	1,4	0,04	0,04	0,8	0,02	0,02	0,6	0,09	0,05			0,13	0,06		0,2
Коэффициент вариации, %				4	15	36	21	22	13	21	8	17	54	47			25	8		5

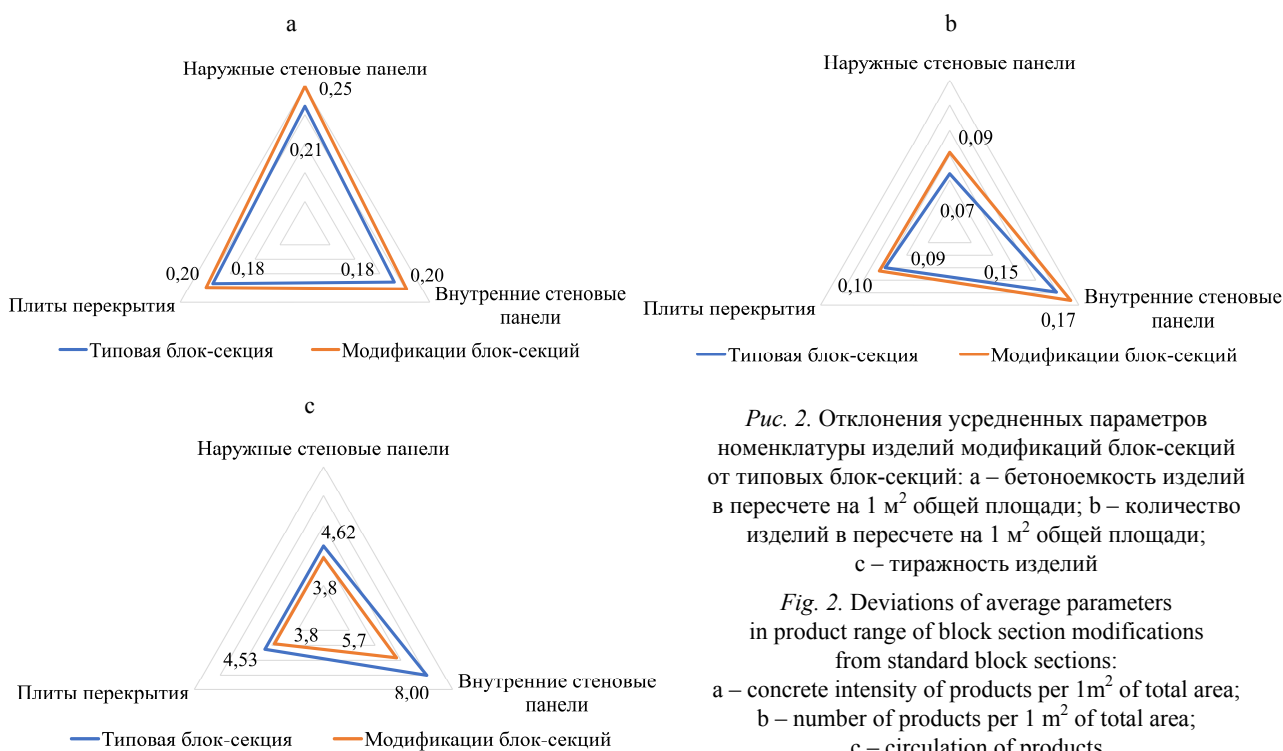


Рис. 2. Отклонения усредненных параметров номенклатуры изделий модификаций блок-секций от типовых блок-секций: а – бетоноёмкость изделий в пересчете на 1 м² общей площади; б – количество изделий в пересчете на 1 м² общей площади; в – тиражность изделий

Fig. 2. Deviations of average parameters in product range of block section modifications from standard block sections: а – concrete intensity of products per 1m² of total area; б – number of products per 1 m² of total area; в – circulation of products

Как видно из графиков, представленных на рис. 2, бетоноёмкость и общее количество изделий в пересчете на 1 м² общей площади для модификаций блок-секций в производственной программе предприятий увеличились, а тиражность изделий снизилась в сравнении с номенклатурой типовых блок-секции соответствующих серий.

Важным является исследование колебаний параметров номенклатуры изделий, которые, в первую очередь, характеризуют объемность номенклатуры производственной программы предприятия. Также следует отметить, что, по данным [14], колебания параметров номенклатуры изделий являются основной причиной колебаний производственной мощности предприятий.

На рис. 3 приведены графики колебания показателей бетоноемкости и количества изделий в пересчете на 1 м² общей площади, а также

тиражности изделий для модификаций блок-секций в производственных программах предприятий.

Анализ данных, представленных на рис. 3, свидетельствует о значительных колебаниях параметров номенклатуры изделий модификаций блок-секций в производственной программе предприятий. В соответствии с приведенными фактами следует установить влияние колебаний параметров номенклатуры изделий на производственную мощность предприятий и определить зависимость этих колебаний от доли точечных домов в производственной программе предприятий, этажности и набора секций в комплектации домов.

Исследование влияния доли точечных домов в производственной программе предприятий на номенклатуру изделий

Для установления зависимости роста номенклатуры изделий от индивидуальности архитектурных и конструктивно-планировочных решений модификаций блок-секций домов выполнен анализ производственных программ шести предприятий индустриального домостроения. Результаты представлены в табл. 3.

Как показывают аналитические данные в табл. 3, номенклатура только основных типов сборных железобетонных изделий (наружных стеновых панелей, внутренних стеновых панелей и плит перекрытия) на современном этапе развития индустриального домостроения в годовой программе строительства достигает 6000 марок и более.

Рис. 3. Колебания параметров номенклатуры изделий модификаций блок-секций в производственных программах предприятий: а – бетоноемкость изделий в пересчете на 1 м² общей площади; б – количество изделий в пересчете на 1 м² общей площади; в – тиражность изделий

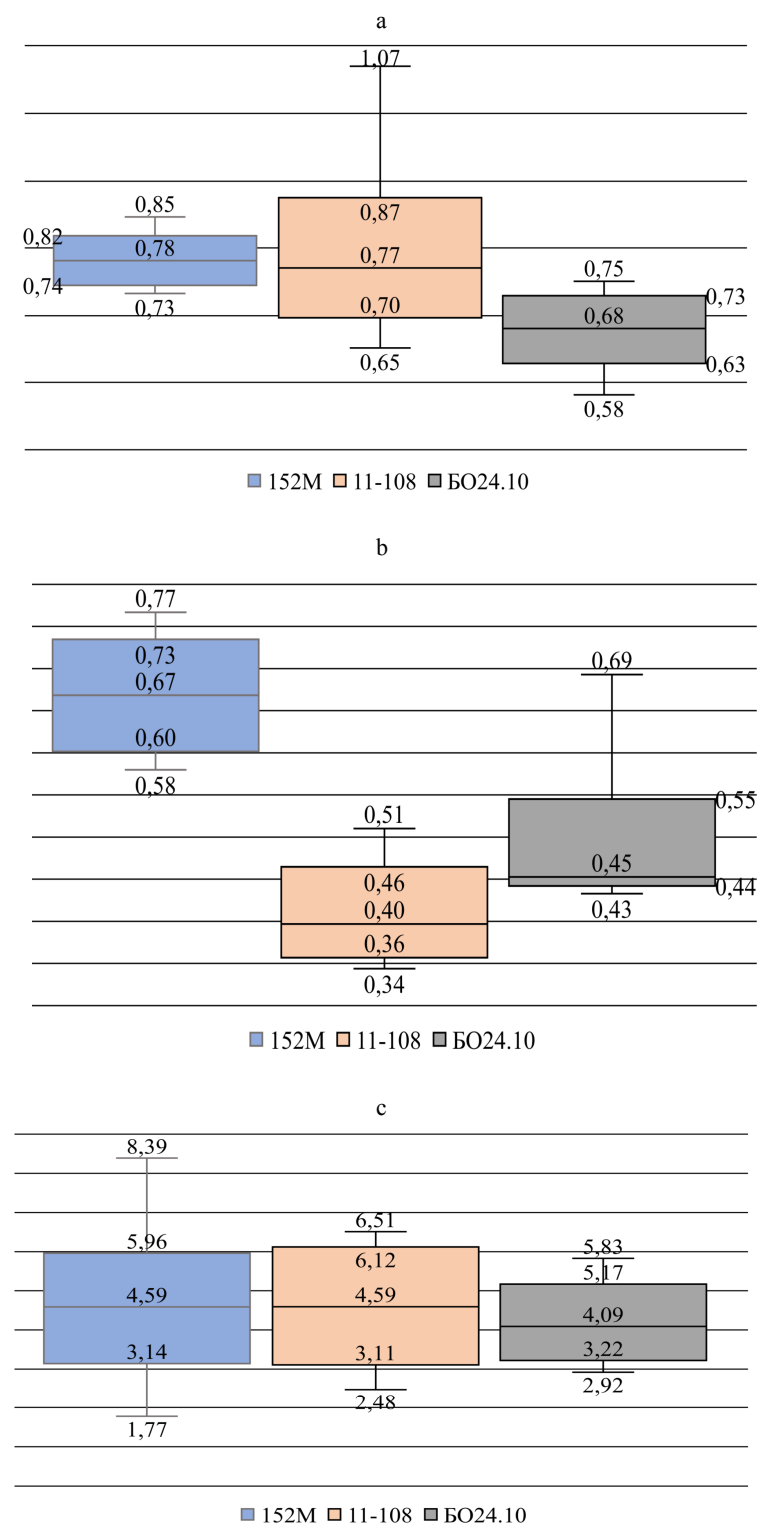


Fig. 3. Fluctuations in parameters of product range of block section modifications in construction program of plants: a – concrete intensity of products per 1 m² of total area; b – number of products per 1 m² of the total area; c – repeatability of products

Количество марок в номенклатуре изделий годовой программы строительства
Number of brands in the product range of annual construction program

Предприятие	Серия	Количество марок основных изделий в годовой программе строительства y_i , шт.	Общее количество домов, шт.	Количество точечных домов x_i , шт.
ГП «Витебский ДСК»	11-108	639	19	3
ОАО «Гомельский ДСК»	152М	6497	27	23
ОАО «МАПИД»	М464-У	2231	25	17
	М464-М	1270	9	8
ОАО «Борисовжилстрой»	МС-50	1106	28	5
ОАО «Строительно-монтажный трест № 16, г. Новополоцк»	90Н	158	6	2
ОАО «Бобруйский завод КПД»	БО24.10	1308	14	11

Зафиксирована функциональная зависимость изменения номенклатуры изделий от количества точечных жилых домов типовых серий в годовой программе строительства жилья, которая представлена на рис. 4.

Исследование зависимости колебаний номенклатуры изделий от этажности и набора секций в комплектации домов

Для установления зависимости соответствия количества изделий и бетоноемкости изделий 1 м^2 общей площади от этажности и количест-

ва секций в комплектации домов проведен регрессионный анализ данных производственной программы четырех предприятий индустриального домостроения: ГП «Витебский ДСК» (серия 11-108), ОАО «Гомельский ДСК» (серия 152М), ОАО «Бобруйский завод КПД» (серия БО 24.10), ОАО «МАПИД» (серия М464-У1). После проведения статистической обработки данных регрессионного анализа получены модели зависимости соответствия количества (K_5) и бетоноемкости изделий (K_6) 1 м^2 общей площади от этажности и числа секций (табл. 4).

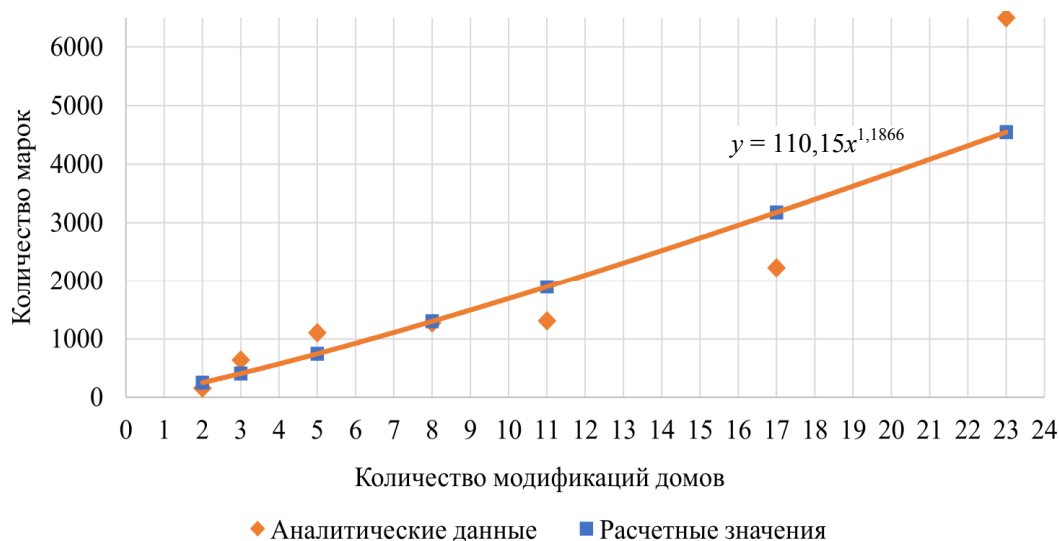


Рис. 4. Зависимость числа марок изделий от количества точечных домов в программе строительства

Fig. 4. Dependence of the number of product brands on the number of single-family houses in the construction program

Таблица 4

Зависимость соответствия количества и бетоноемкости изделий 1 м² общей площади от этажности и количества секций

Dependencies of correspondence of the number of products and concrete capacity of products per 1 m² of total area depending on the number of floors and number of sections

Серия	Зависимость	Множественный коэффициент корреляции R	Коэффициент детерминации R ²
11-108	$K_s = 0,636X_1^{-0,126}X_2^{-0,203}$	0,87	0,75
	$K_6 = 0,961X_1^{-0,014}X_2^{-0,210}$	0,87	0,76
152 М	$K_s = 0,833X_1^{-0,085}X_2^{0,011}$	0,85	0,72
	$K_6 = 1,129X_1^{-0,127}X_2^{-0,085}$	0,87	0,76
БО 24.10	$K_s = 0,831X_1^{-0,254}X_2^{-0,019}$	0,90	0,82
	$K_6 = 1,476X_1^{-0,311}X_2^{-0,089}$	0,89	0,79
М464-У ₁	$K_s = 0,626X_1^{-0,067}X_2^{-0,041}$	0,86	0,74
	$K_6 = 0,744X_1^{-0,022}X_2^{-0,043}$	0,84	0,71

На основании полученных моделей рассчитано изменение соответствия бетоноемкости изделий 1 м² общей площади от этажности и количества секций в комплектации домов. Полученные значения для четырех анализируемых серий домов приведены в табл. 5.

Анализ производственных программ предприятий показал, что количество секций в комплектации основной массы домов не превышает

ет 4, при этом этажность имеет значительные колебания от 3 до 18 этажей. Зафиксированы лишь единичные точечные дома в производственных программах с набором секций 5 и более. Таким образом, для анализа приняты ограничения в наборе секций от 1 до 4 и этажности домов от 3 до 18. На рис. 5–8 представлены отклонения показателей освоения производственных мощностей от проектных значений, установленных по параметрам соответствия бетоноемкости изделий 1 м² общей площади. Диапазон колебаний показателей освоения производственных мощностей на графиках демонстрирует влияние количества секций для соответствующей этажности домов.

Анализируя данные, приведенные на графиках, можно утверждать о влиянии номенклатуры изделий на показатели производственной мощности предприятий. При этом установлено, что этажность и количество секций в комплектации домов являются основными параметрами, которые определяют колебания параметров номенклатуры изделий. Следует также отметить, что колебания номенклатуры изделий в зависимости от этажности и набора секций для различных серий имеют индивидуальные функциональные зависимости.

Таблица 5

Расчетные значения соответствия бетоноемкости изделий 1 м² общей площади
Calculated values for compliance with the concrete capacity of products per 1 m² of total area

Серия	Секции, шт.	Этажи, шт.						Колебания значений	Отклонения от показателя типовой блок-секции
		3	6	9	12	15	18		
11-108	1	0,95	0,94	0,93	0,93	0,93	0,92	0,69–0,95	0,0 +0,26
	2	0,82	0,81	0,81	0,80	0,80	0,80		
	3	0,75	0,74	0,74	0,74	0,74	0,73		
	4	0,71	0,70	0,70	0,69	0,69	0,69		
152М	1	0,98	0,90	0,85	0,82	0,80	0,78	0,69–0,98	–0,01 +0,3
	2	0,93	0,85	0,80	0,78	0,75	0,74		
	3	0,89	0,82	0,78	0,75	0,73	0,71		
	4	0,87	0,80	0,76	0,73	0,71	0,69		
БО 24.10	1	1,05	0,84	0,74	0,68	0,64	0,60	0,53–1,05	–0,09 +0,43
	2	0,99	0,79	0,70	0,64	0,60	0,56		
	3	0,95	0,77	0,68	0,62	0,58	0,54		
	4	0,93	0,75	0,66	0,60	0,56	0,53		
М464-У ₁	1	0,73	0,72	0,71	0,71	0,70	0,70	0,66–0,73	+0,03 +0,10
	2	0,71	0,69	0,69	0,68	0,68	0,68		
	3	0,69	0,68	0,68	0,67	0,67	0,67		
	4	0,68	0,67	0,67	0,66	0,66	0,66		

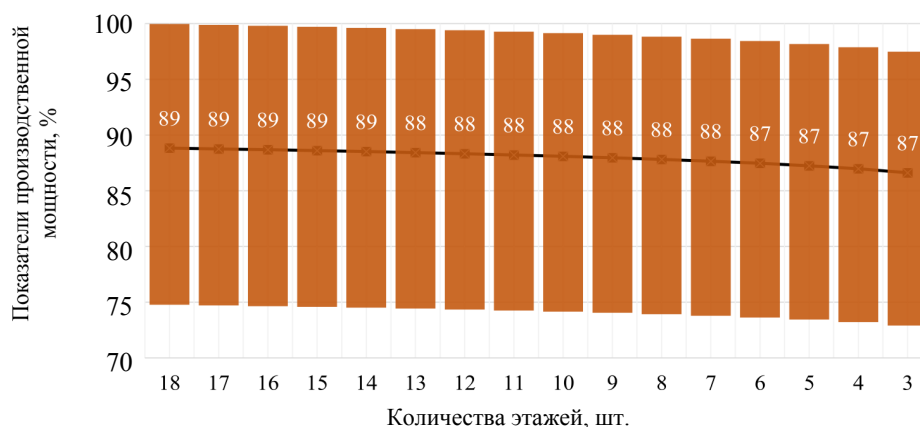


Рис. 5. Освоение проектных мощностей в зависимости от этажности и количества секций для модификаций блок-секций серии 11-108 ГП «Витебский ДСК»

Fig. 5. Development of design capacity depending on the number of storeys and number of sections for modifications of block-sections of the 11-108 series ГП [GP] of State Enterprise "Vitebsk House-Building Plant"

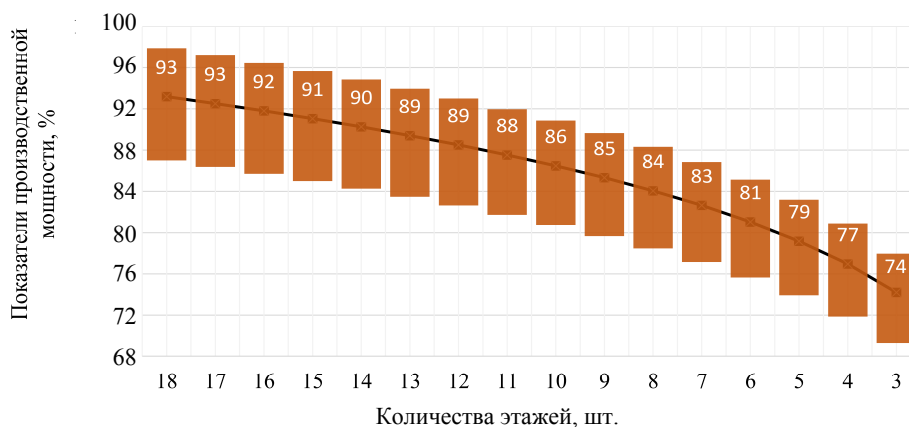


Рис. 6. Освоение проектных мощностей в зависимости от этажности и количества секций для модификаций блок-секций серии 152М ОАО «Гомельский ДСК»

Fig. 6. Development of design capacity depending on the number of storeys and number of sections for modifications of block-sections of the 152M series of JSC "Gomel House-Building Plant"

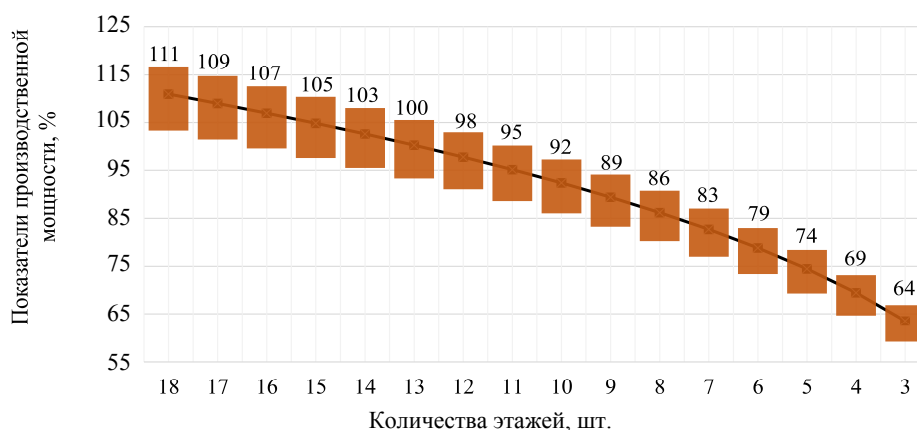


Рис. 7. Освоение проектных мощностей в зависимости от этажности и количества секций для модификаций блок-секций серии БО 24.10 ОАО «Бобруйский завод КПД»

Fig. 7. Development of design capacity depending on the number of storeys and number of sections for modifications of block-sections of БО [BO] 24.10 series of JSC "Bobruisk Plant of Large-Panel Housing Construction"

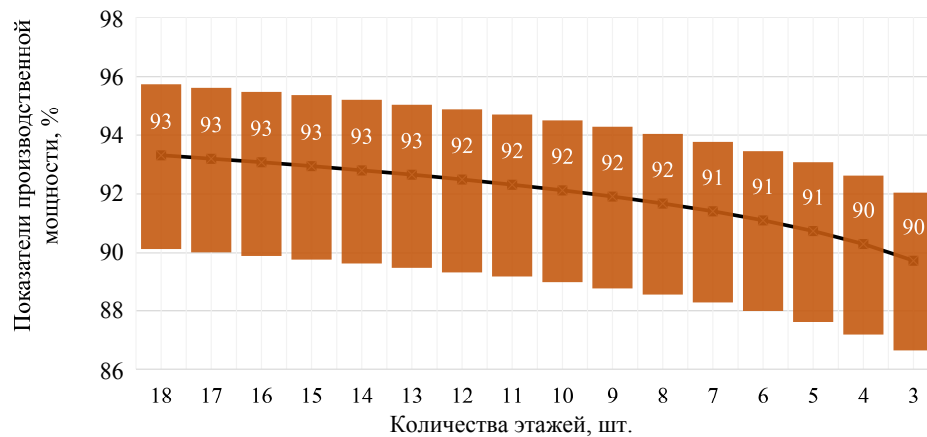


Рис. 8. Освоение проектных мощностей в зависимости от этажности и количества секций для модификаций блок-секций серии М464-У1 ОАО «МАПИД»

Fig. 8. Development of design capacity depending on the number of storeys and number of sections for modifications of block-sections of M464-Y1 series of OJSC "MAPID"

ВЫВОДЫ

1. Выявленные отклонения усредненных параметров номенклатуры изделий модификаций блок-секций от параметров типовых блок-секций свидетельствуют о динамичности и росте параметров номенклатуры изделий в производственной программе предприятий. При этом рост количества изделий в пересчете на 1 м² общей площади для наружных стеновых панелей составил 28 %, внутренних стеновых панелей – 13 %, плит перекрытия – 11 %. Бетоноемкость в пересчете на 1 м² общей площади для наружных стеновых панелей увеличилась на 19 %, для внутренних стеновых панелей и плит перекрытия – на 11 %. Тиражность наружных стеновых панелей, внутренних стеновых панелей и плит перекрытия снизилась на 18, 29 и 16 % соответственно.

2. Основываясь на полученных данных колебаний параметров номенклатуры изделий, можно утверждать о расширении номенклатуры изделий современных типов домов, что необходимо учитывать при формировании производственной программы предприятий и расчете производственной мощности. Установлены колебания показателей бетоноемкости в пересчете на 1 м² общей площади в пределах 38–67 % в зависимости от серии, количества изделий в пересчете на 1 м² общей площади в пределах 33–61 %. При этом колебания показателей тиражности изделий достигают

от 100–374 %, что может подтверждать многократный рост количества марок изделий в производственной программе предприятий.

3. Установлена связь изменения номенклатуры изделий от доли точечных домов в производственной программе предприятий, которая выражается функциональной зависимостью. Выявлена зависимость количества и бетоноемкости изделий в пересчете на 1 м² общей площади от этажности и количества секций в комплектации домов. После проведения статистической обработки данных регрессионного анализа получены модели зависимости изменения количества и бетоноемкости изделий в пересчете на 1 м² общей площади от этажности и числа секций в комплектации домов.

4. Зафиксирована зависимость производственной мощности предприятий от бетоноемкости изделий в пересчете на 1 м² общей площади. На основании этой зависимости установлено влияние этажности и набора секций в комплектации домов на показатели освоения производственных мощностей предприятий. Так, показатели освоения производственных мощностей для анализируемых серий имеют значительные колебания. Для серии 11-108 ГП «Витебский ДСК» расчетные показатели освоения производственных мощностей в зависимости от этажности и набора секций в комплектации домов установлены в диапазоне от 72,9 до 100 %, для серии 152М ОАО «Гомельский ДСК» – от 69,3 до 97,9 %, для серии

БО 24.10 ОАО «Бобруйский завод КПД» – от 59,1 до 116,8 %, для серии М464-У1 ОАО «МАПИД» – от 86,7 до 95,7 %.

5. Установлена целесообразность формирования производственной программы предприятий с учетом постоянно изменяющегося спроса на домостроительную продукцию, обусловленной разнообразием архитектурных и конструктивно-планировочных решений домов различной этажности и набора секций. Полученные результаты исследований влияния номенклатуры изделий на производственную мощность предприятий являются научным базисом для формирования их производственной программы и учета установленных закономерностей при организации выпуска широкой изменяемой номенклатуры изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуринович, В. Ю. Комплексное исследование развития индустриального домостроения / В. Ю. Гуринович // Наука и техника. 2022. Т. 21, № 5. С. 397–409. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2022-21-5-397-409>.
2. Гуринович, В. Ю. Тенденции и направления развития индустриального домостроения в мировой и отечественной практике жилищного строительства / В. Ю. Гуринович, С. Н. Леонович, Д. А. Поздняков // Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. Ф. Строительство. Прикладные науки. 2023. № 1. С. 10–18. <https://doi.org/10.52928/2070-1683-2023-33-1-10-18>.
3. Гуринович, В. Ю. Наукометрический анализ направлений исследований в области индустриального домостроения / В. Ю. Гуринович, С. Н. Леонович, Д. А. Поздняков // Вестник МГСУ. 2022. Т. 17, вып. 12. С. 1716–1731. <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2022.12.1716-1731>.
4. Li, X., Lean Precast Production System Based on the CONWIP Method / X. Li, Z. Li, G. Wu // KSCE Journal of Civil Engineering. 2017. Vol. 22. P. 2167–2177. <https://doi.org/10.1007/s12205-017-2009-4>.
5. Research on Lean Planning and Optimization for Precast Component Production Based on Discrete Event Simulation / Z. Yuan [et al.] // Advances in Civil Engineering. 2020. Vol. 2020. Article ID 8814914. <https://doi.org/10.1155/2020/8814914>.
6. Algorithms for In-Situ Production Layout of Composite Precast Concrete Members / W. Hong [et al.] // Automation in Construction. 2014. Vol. 41. P. 50–59. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.02.005>.
7. Optimization of Flow Shop Scheduling in Precast Concrete Component Production via Mixed-Integer Linear Programming / Z. Liu [et al.] // Advances in Civil Engineering. 2021. Vol. 2021. Article ID 6637248. <https://doi.org/10.1155/2021/6637248>.
8. Hu, H. A Study of Resource Planning in Precast Production / H. Hu // Architectural Science Review. 2007. Vol. 50, No 2. P. 106–114. <https://doi.org/10.3763/asre.2007.5016>.
9. Khalili, A. Integrated Prefabrication Configuration and Component Grouping for Resource Optimization of Precast Production / A. Khalili, D. K. Chua // Journal of Construction Engineering and Management. 2013. Vol. 140, No 2. P. 04013052. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000798](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000798).
10. Layout Optimization Model for the Production Planning of Precast Concrete Building Components / D. Wang [et al.] // Sustainability. 2018. Vol. 10, No 6. P. 1807. <https://doi.org/10.3390/su10061807>.
11. Prata, B. D. A. An Integer Linear Programming Model for the Multi-Period Production Planning of Precast Concrete Beams / B. D. A. Prata, A. R. Pitombeira-Neto, C. J. M. Sales // Journal of Construction Engineering and Management. 2015. Vol. 141, No 10. P. 04015029. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000991](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000991).
12. Yang, Z. Optimized Flowshop Scheduling of Multiple Production Lines for Precast Production / Z. Yang, Z. Ma, S. Wu // Automation in Construction. 2016. No 72. P. 321–329. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.08.021>.
13. Гуринович, В. Ю. Производственный потенциал базы индустриального домостроения Республики Беларусь / В. Ю. Гуринович, С. Н. Леонович, Д. А. Поздняков // Вестник БрГТУ. 2023. № 1 (130). С. 3–6. <https://doi.org/10.36773/1818-1112-2023-130-1-3-6>.
14. Николаев, С. В. Оптимизация проектных и производственных решений технологии производства изделий крупнопанельного домостроения: дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.08 / С. В. Николаев. М., 1981. 399 с.
15. Алешина, Л. С. Унификация сборных железобетонных изделий полносборного домостроения на основе заводского производства: дис. ... канд. техн. наук: 08.00.05 / Л. С. Алешина. М., 1984. 166 с.
16. Джалилов, Ф. Ф. Разработка методов формирования организационно-технологических решений по реконструкции действующих предприятий: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.08 / Ф. Ф. Джалилов. М., 1996. 356 с.
17. Клишкин, К. А. Методические основы оценки использования производственных мощностей домостроительных предприятий в условиях инвестиционного спада: дис. ... канд. эконом. наук: 08.00.05 / К. А. Клишкин. Хабаровск, 1998. 143 с.
18. Граник, Ю. Г. Реконструкция и техническое перевооружение предприятий полносборного домостроения / Ю. Г. Граник, С. И. Полтавцев. М.: Стройиздат, 1989. 271 с.
19. Лapidус, А. А. Идентификация и анализ технических рисков при строительстве малоэтажных жилых зданий / А. А. Лapidус, А. С. Воробьев // Строительное производство. 2021. № 2. С. 2–7. <https://doi.org/10.54950/26585340-2021-2-2>.

Поступила 06.10.2023

Подписана к печати 14.12.2023

Опубликована онлайн 29.03.2024

REFERENCES

1. Gurinovich V. Yu. (2022) The Comparative Study of the Development on Prefabricated Construction. *Nauka*

- i Tekhnika = Science and Technique*, 21 (5), 397–409. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2022-21-5-397-409> (in Russian).
2. Gurinovich V. Yu., Leonovich S. N., Pozdnyakov D. A. (2023) Trends and Directions of Development of Prefabricated Construction in the World and Domestic Practice of Civil Construction. *Vestnik of Polotsk State University. Part F. Constructions. Applied Sciences*, (1), 10–18. <https://doi.org/10.52928/2070-1683-2023-33-1-10-18> (in Russian).
 3. Gurinovich V. Yu., Leonovich S. N., Pozdnyakov D. A. (2022) Scientometric Analysis of Research in the Field of Prefabricated Construction. *Vestnik MGSU*, 17 (12), 1716–1731. <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2022.12.1716-1731> (in Russian).
 4. Li, X., Li Z., Wu G. (2017) Lean Precast Production System Based on the CONWIP Method. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 22, 2167–2177. <https://doi.org/10.1007/s12205-017-2009-4>.
 5. Yuan Z., Qiao Y., Guo Y., Wang Y., Chen C., Wang W. (2020) Research on Lean Planning and Optimization for Precast Component Production Based on Discrete Event Simulation. *Advances in Civil Engineering*, 2020, 8814914. <https://doi.org/10.1155/2020/8814914>.
 6. Hong W., Lee G., Lee S., Kim S. (2014) Algorithms for In-Situ Production Layout of Composite Precast Concrete Members. *Automation in Construction*, 41, 50–59. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.02.005>.
 7. Liu Z., Liu Z., Liu M., Wang J. (2021) Optimization of Flow Shop Scheduling in Precast Concrete Component Production via Mixed-Integer Linear Programming. *Advances in Civil Engineering*, 2021, 6637248. <https://doi.org/10.1155/2021/6637248>.
 8. Hu H. (2007) A study of Resource Planning in Precast Production. *Architectural Science Review*, 50 (2), 106–114. <https://doi.org/10.3763/asre.2007.5016>.
 9. Khalili A., Chua D.K. (2013) Integrated Prefabrication Configuration and Component Grouping for Resource Optimization of Precast Production. *Journal of Construction Engineering and Management*, 140 (2), 04013052. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000798](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000798).
 10. Wang D., Liu G., Li K., Wang T., Shrestha A., Martek I., Tao X. (2018) Layout Optimization Model for the Production Planning of Precast Concrete Building Components. *Sustainability*, 10 (6), 1807. <https://doi.org/10.3390/su10061807>.
 11. Prata B. D. A., Pitombeira-Neto A. R., Sales C. J. M. (2015) An Integer Linear Programming Model for the Multi-Period Production Planning of Precast Concrete Beams. *Journal of Construction Engineering and Management*, 141 (10), 04015029. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000991](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000991).
 12. Yang Z., Ma Z., Wu S. (2016) Optimized Flowshop Scheduling of Multiple Production Lines for Precast Production. *Automation in Construction*, (72), 321–329. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.08.021>.
 13. Gurinovich V. Yu., Leonovich S. N., Pozdnyakov D. A. (2023) Production Potential of the Prefabricated Construction Base in the Republic of Belarus. *Vestnik of Brest State Technical University*, (1), 3–6. <https://doi.org/10.36773/1818-1112-2023-130-1-3-6> (in Russian).
 14. Nikolaev S. V. (1981) *Optimization of Design and Production Solutions for the Production Technology of Large-Panel Housing Construction Products*: Dissertation of Doctor of Technical Sciences. Moscow. 399 (in Russian).
 15. Alyoshina L. S. (1984) *Unification of Prefabricated Reinforced Concrete Products for Prefabricated Housing Construction Based on Factory Production*: Dissertation of Candidate of Technical Sciences. Moscow. 166 (in Russian).
 16. Dzhililov F. F. (1996) *Development of Methods for Forming Organizational and Technological Solutions for the Reconstruction of Existing Enterprises*: Dissertation of Candidate of Technical Sciences. Moscow. 356 (in Russian).
 17. Klimkin K. A. (1998) *Methodological Basis for Assessing the use of Production Capacity of House-Building Enterprise in Conditions of Investment Recession*: Dissertation of Candidate of Economic Sciences. Khabarovsk. 143 (in Russian).
 18. Granik Yu. G., Poltavtsev S. I. (1989) *Reconstruction and Technical Re-Equipment of Prefabricated Housing Construction Enterprises*. Moscow, Stroiizdat Publ. 271 (in Russian).
 19. Lapidus A. A., Vorobyov A. S. (2021) Identification and Analysis of Technical Risks in the Construction of Low-Rise Residential Buildings. *Stroitelnoe Proizvodstvo = Construction Production*, (2), 2–7. <https://doi.org/10.54950/26585340-2021-2-2> (in Russian).

Received: 06.10.2023

Accepted: 14.12.2023

Published online: 29.03.2024