



Формирование территориально-распределенной сетевой структуры по выпуску домокомплектов заводской готовности в малоэтажном жилищном строительстве

О.А. Безруких

Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, Россия

Аннотация. В статье рассматривается актуальная научная проблема, заключающаяся в фундаментальном структурном противоречии между стратегическими целями развития малоэтажного индустриального строительства в Российской Федерации на всех этапах жизненного цикла объектов и унаследованной производственно-технологической базой отрасли, основанной на модели стационарных домостроительных комбинатов. Целью исследования является разработка и апробация инструментария формирования территориально-распределенной сетевой структуры производственных мощностей предприятий по выпуску домокомплектов заводской готовности, способной преодолеть экономические и логистические барьеры классической модели, проявляющиеся на всех этапах жизненного цикла индустриального малоэтажного жилищного строительства. В рамках исследования был разработан инструментарий, включающий методику выбора опорных территорий и математическую модель оптимизации, решаемую методом «ветвей и границ». Практическая апробация инструментария была проведена на примере ретроспективного анализа задачи по ликвидации последствий чрезвычайной ситуации в г. Тулуне (Иркутская область, 2019 год). Путем сравнительного экономико-математического моделирования базового (доставка с удаленного ДСК) и инновационного (развертывание мобильного ДСК на месте) сценариев была проведена количественная оценка эффекта от применения предложенной модели. В результате исследования доказана экономическая, временная и социальная эффективность предложенной сетевой модели. Сделан вывод о том, что разработанный инструментарий является действенным средством повышения эффективности управления жизненным циклом малоэтажного жилищного строительства и может быть использован для решения задач как планового пространственного развития, так и оперативного реагирования в условиях чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: малоэтажное жилищное строительство, управление жизненным циклом, индустриальное домостроение, домостроительный комбинат, сетевая модель, мобильное производство, размещение производства

Для цитирования: Безруких О.А. Формирование территориально-распределенной сетевой структуры по выпуску домокомплектов заводской готовности в малоэтажном жилищном строительстве // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2025. Т. 15. № 3. С. 409–419. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2025-3-409-419>. EDN: YSUDPD.

Original article

Formation of a geographically distributed network structure for the production of factory-ready housing kits in low-rise housing construction

Olga A. Bezrukikh

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Abstract. The article considers an urgent scientific problem, which consists in a fundamental structural contradiction between the strategic goals of the development of low-rise industrial construction in the Russian Federation at all stages of the life cycle of facilities and the established industrial and technological base of the industry based on the model of stationary house-building complexes. The

purpose of the research is to develop and test tools for the formation of a geographically distributed network structure of production facilities of enterprises for the production of factory-ready housing kits, capable of overcoming the economic and logistical barriers of the classical model, manifested at all stages of the life cycle of industrial low-rise housing construction. Within the framework of the study, a toolkit was developed that includes a methodology for selecting reference territories and a mathematical optimization model solved by the "branches and boundaries" method. The practical testing of the toolkit was carried out using the example of a retrospective analysis of the emergency response in Tulun (Irkutsk region, 2019). A quantitative assessment of the effect of the proposed model was carried out by comparative economic and mathematical modeling of the basic (delivery from a remote DSC) and innovative (deployment of a mobile DSC on site) scenarios. As a result of the research, the economic, temporal and social effectiveness of the proposed network model has been proven. It is concluded that the developed toolkit is an effective means of improving the efficiency of life cycle management of low-rise residential construction and can be used to solve problems of both planned spatial development and rapid response in emergency situations.

Keywords: low-rise housing construction, life cycle management, industrial housing construction, housing construction plant, network model, mobile production, production placement

For citation: Bezrukikh O.A. Formation of a geographically distributed network structure for the production of factory-ready housing kits in low-rise housing construction. *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2025;15(3):409-419. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2025-3-409-419>. EDN: YSUDPD.

ВВЕДЕНИЕ

Стратегический курс на развитие малоэтажного жилищного строительства, в том числе индустриальным способом, заданный «Стратегией развития строительной отрасли и ЖКХ РФ до 2035 г.», вступает в фундаментальное противоречие с унаследованной производственно-технологической базой отрасли [1, 2].

Основу этой базы исторически составляет модель стационарного домостроительного комбината (ДСК) – организационно-технологическая система, спроектированная для решения задач массового многоэтажного строительства в пределах крупных агломераций [3].

В современных условиях пространственного развития, характеризующихся необходимостью освоения удаленных территорий и формированием географически распределенного спроса, классическая модель ДСК демонстрирует свою системную несостоятельность. Ее эффективность жестко лимитирована экономически целесообразным радиусом доставки продукции, а производственная инертность не позволяет гибко реагировать на потребность в архитектурно разнообразном малоэтажном жилье.

Особенно остро эти ограничения проявляются в условиях чрезвычайных ситуаций, когда требуется экстренное развертывание производственных мощностей, что для капиталоемких стационарных производств невозможно [4].

Таким образом, формируется научная

проблема, заключающаяся в разрыве между стратегическими целями пространственного развития и неспособностью существующей производственной системы их обеспечить. Это предопределяет актуальность разработки и применения новых, адаптивных организационно-технологических моделей, способных обеспечить возведение индустриального малоэтажного жилья с учетом пространственных, социально-экономических и ресурсных особенностей конкретного региона, в том числе при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

МЕТОДЫ

Методы исследования основаны на анализе научных работ авторитетных российских и зарубежных ученых и практиков о прогнозно-пространственном размещении производительных сил (в том числе производства строительных материалов и конструкций), а также на применении методов системного и проектного анализа, метода «ветвей и границ» для решения целочисленной задачи.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Парадигма индустриального домостроения в России исторически базируется на модели ДСК – крупного промышленного комплекса с замкнутым производственным циклом, ориентированного на серийный выпуск унифицированных изделий по конвейерному принципу. Данная организационно-технологическая модель, доказав свою высокую эффективность в решении задач массового типового

строительства в пределах крупных городских агломераций, в современных условиях демонстрирует четко очерченные границы применимости [5–7].

Ключевым системным ограничением является жесткая территориальная привязка, обусловленная экономикой логистики крупногабаритных и тяжеловесных изделий. Это формирует пространственный парадокс – территории, наиболее нуждающиеся в индустриальных методах строительства для своего развития (удаленные опорные населенные пункты, зоны новых промышленных проектов), оказываются за пределами экономически целесообразного радиуса действия существующей производственной системы [8].

Выявленные границы эффективности классической модели служат научным обоснованием необходимости поиска и разработки новых, более гибких организационно-технологических решений, способных преодолеть логистические и экономические барьеры стационарных производств.

Таким образом, возникает научная проблема, заключающаяся в необходимости преодоления этого структурного разрыва. Центральным научным и практическим вопросом становится определение экономических, технологических и организационных условий, при которых децентрализация производственных мощностей путем развертывания мобильных комплексов является целесообразной.

Решение этой проблемы требует перехода от классической задачи размещения единичного предприятия к постановке и решению сложной, многокритериальной оптимизационной задачи. Оптимальная конфигурация производственной сети ДСК, включающей как стационарные, так и мобильные элементы, является функцией большого числа взаимосвязанных переменных, лежащих на стыке региональной экономики, транспортной логистики, строительных технологий и стратегического планирования.

Выбор локации для производственного объекта определяет его будущую экономическую эффективность, а в масштабах региона – возможность гибко реагировать на изменяющийся спрос и реализовывать масштабные программы освоения территорий [9, 10]. В рамках настоящего исследования под сетевым размещением понимается непрерывный процесс управления дислокацией производственных мощностей, что позволяет рассматривать его не как разовое действие, а как стратегический инструмент регионального развития.

Постановка задачи оптимального размещения элементов производственной сети относится к классу задач целочисленного линейного программирования.

Для ее решения в рамках настоящего исследования используется метод «ветвей и границ». Выбор данного метода обоснован тем, что он позволяет проводить направленный перебор вариантов для нахождения точного оптимального решения по критерию максимизации суммарного эффекта при соблюдении заданных бюджетных ограничений, систематически отсекая заведомо неоптимальные решения без полного перебора всех возможных комбинаций.

В качестве базового примера апробации была выбрана чрезвычайная ситуация, сложившаяся в г. Тулуне Иркутской области в результате катастрофического наводнения летом 2019 г.

Масштаб разрушений (более 12 тыс. поврежденных и утраченных жилых домов) сформировал совокупность экстремальных условий:

1. Директивные временные ограничения – необходимость обеспечения тысяч семей жильем до наступления зимнего периода, что требовало применения исключительно индустриальных технологий.

2. Концентрация спроса – одномоментное возникновение масштабной потребности в сотнях однотипных домокомплектов в одной территориальной локации.

3. Ресурсные ограничения – реализация проекта в условиях жестких бюджетных рамок и ограниченной логистической доступности территории.

В этих условиях задача строительства нового жилья, в частности 42 малоэтажных домов в микрорайоне Березовая роща, трансформировалась из рядового строительного проекта в стратегическую задачу по восстановлению жизнеспособности территории.

Данные вызовы делают этот проект репрезентативным объектом для апробации предложенной сетевой модели в условиях, когда скорость, стоимость и управляемость производственными процессами являются абсолютными приоритетами.

Микрорайон Березовая роща был запроектирован и построен на специально выделенной территории в г. Тулуне, расположенной на безопасном, незатопляемом удалении от русла р. Ия (рис. 1). До начала проектирования жилого района 98,6 % территории представляло собой территории лесов и природного ландшафта.

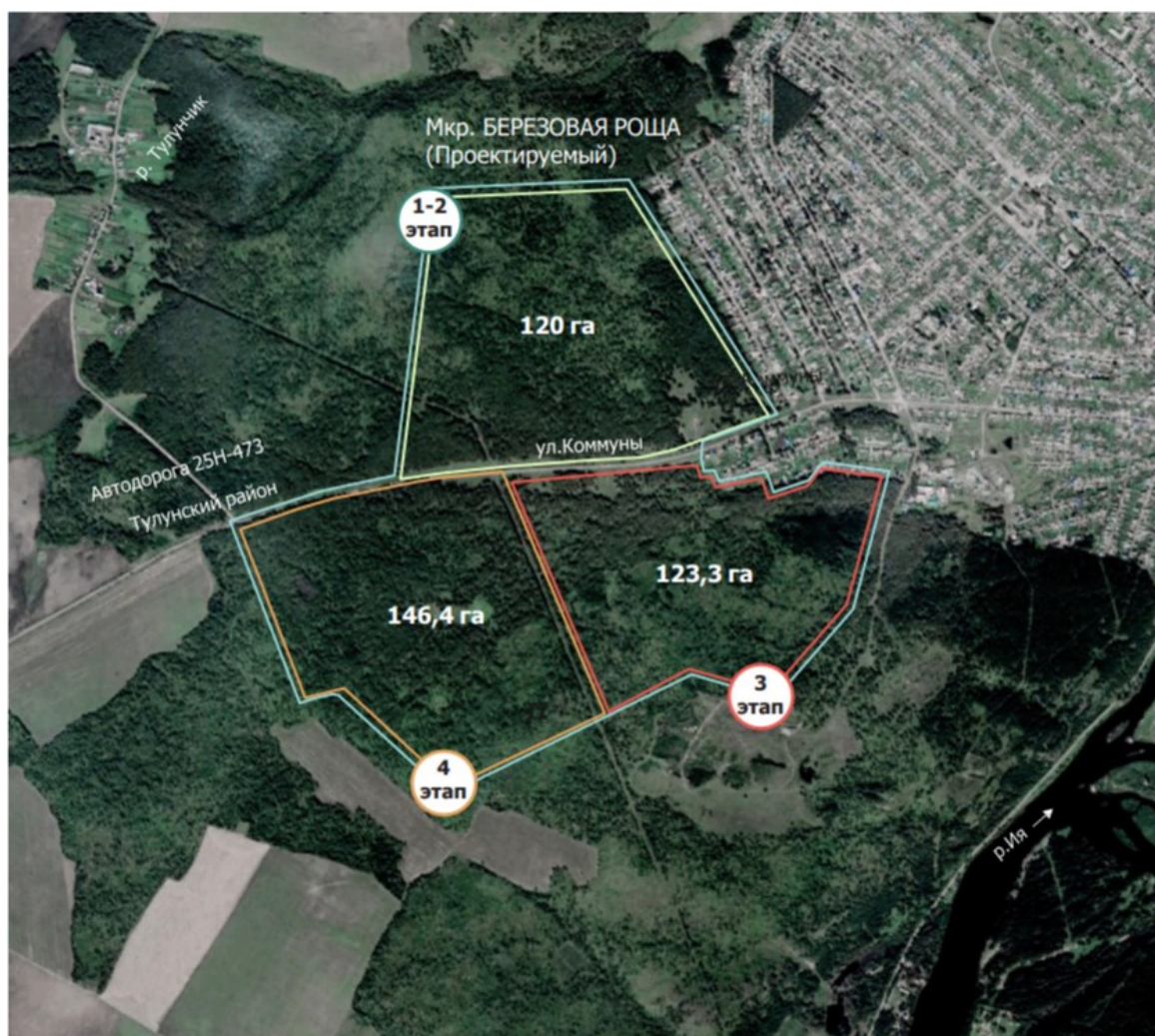


Рис. 1. Границы этапов проектируемого микрорайона Березовая роща в г. Тулуне Иркутской области
Fig. 1. Boundaries of the stages of the planned microdistrict Berezovaya Roshcha in the city of Tulun, Irkutsk region

Выбор данной площадки был обусловлен первоочередной задачей – гарантировать безопасность будущих жителей от повторения паводков. Проект предусматривал комплексное освоение территории, включая не только возведение индивидуальных жилых домов, но и последующее создание всей необходимой инженерной и социальной инфраструктуры, что соответствовало принципам создания новой, устойчивой городской среды.

На примере рассматриваемой территории было проведено формирование территориально-распределенной сетевой структуры производственных мощностей предприятий по выпуску домокомплектов заводской готовности. В базовом, фактически реализованном варианте, производство домокомплектов осуществляется за пределами г. Тулуна. Готовые элементы доставляются на строительную

площадку автомобильным транспортом. Эта схема соответствует стандартной схеме стационарного ДСК. Близлежащие к району малоэтажного строительства стационарные ДСК представлены на рис. 2 [11].

Как показывает рис. 2 самыми близкорасположенными являются стационарные ДСК г. Иркутска и Ангарска. Анализ показал, что данные ДСК были ориентированы на плановое многоэтажное строительство и не обладали свободными мощностями для экстренного выпуска сотен малоэтажных домокомплектов. Кроме того, их удаленность (> 500 км) делает логистику тяжелых железобетонных панелей долгой и дорогой. Оценка возможностей местных строительных организаций показала, что они работают по традиционным технологиям и не могут обеспечить требуемых темпов. Это констатирует наличие острейшего системного

разрыва и показывает необходимость применения мобильного ДСК, то есть обеспечение сети взаимосвязанных производственных

региональных структур стационарных и мобильных производств строительных конструкций [12].

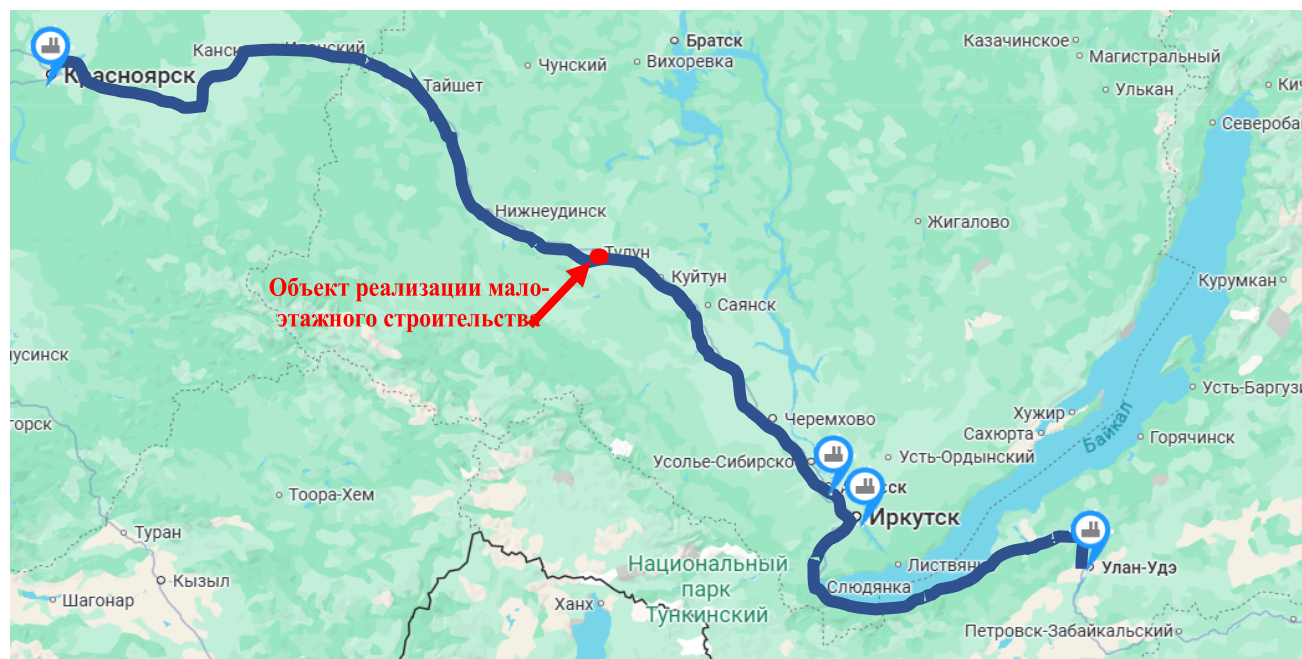


Рис. 2. Размещение стационарных домостроительных комбинатов на территории Иркутской области и прилегающих регионов
Fig. 2. Location of stationary house-building factories in the Irkutsk region and adjacent regions

В качестве сетевого ДСК был выбран мобильный завод компании ООО «ЧИОС Инжиниринг» [16].

Для выбора территории размещения сетевого домостроительного комбината необходимо учесть следующие минимальные требования:

1. Для монтажа мобильного завода и размещения склада готовой продукции территория должна быть ровной с уклоном не более 5°, иметь твердое покрытие и обустроенные подъездные пути.

2. Вся территория должна быть защищена от затопления талой водой и иметь организованный отвод ливневых вод. В зимнее время года производственная территория должна поддерживаться в рабочем состоянии (очищаться от снега, льда, посыпаться песком и др.), обеспечивая бесперебойное движение автотранспорта.

3. Планировочная отметка производственного помещения (цеха) должна иметь твердое покрытие и стоки для атмосферных вод, быть ровной с уклоном не более 2°, въезды в цех должны быть достаточными для обеспечения безопасных радиусов поворота (не менее 12 м).

4. При согласовании места и привязки мобильного завода учитывать соблюдение

санитарных и противопожарных норм и правил.

5. Кроме этого, площадка должна отвечать следующим техническим условиям:

- электроснабжение – 250 кВт;
- водоснабжение – 10 м³/сут. (возможна скважина);
- водоотведение – 5 м³/сут. (возможен септик);
- площадь участка 1200 – 2000 м², оптимальный размер (ширина×длина) 70×180 при условии сквозного проезда;
- размеры погрузочно-разгрузочных площадок должны обеспечивать размещение грузов, разезды транспортных и грузоподъемных средств, расстояния между габаритами транспортных средств с грузом и размещенными на площадке грузами не менее 1 м;
- при погрузочно-разгрузочных работах вблизи зданий расстояние между зданием и транспортным средством с грузом должно быть не менее 0,8 м [16].

В соответствии с описанными требованиями был проведен анализ рельефа г. Тулуна с целью размещения сетевого ДСК. Рельеф города характеризуется преимущественно равнинным характером местности, хотя имеются некоторые участки, которые расположены

вдоль р. Ангара и Ия, где возможны незначительные понижения и заболоченность. Эти районы характеризуются повышенной влажностью почвы и рисками подтопления. Склоны и возвышенности – около городской черты располагаются небольшие склоны и невысокие горы, такие как хребты Хамардабан и Байкальские горы, находящиеся немного дальше от самого города.

Исходя из указанных особенностей региона, можно выделить следующие наиболее подходящие зоны для размещения домостроительного завода (рис. 3):

1. Северные окраины города, расположенные на некотором удалении от речной поймы и имеющие относительно плоский рельеф.

2. Западные районы, подальше от непосредственной близости к р. Ангаре, где чаще возникают проблемы с уровнем воды и затопляемостью.

3. Участки возле автомобильной трассы или железной дороги, позволяющие минимизировать затраты на логистику и повысить эффективность производственных процессов.

Для организации производства железобетонных панелей на мобильном ДСК г. Тулун требуются ресурсные базы цемента, песка, щебня и арматуры (рис. 4). Ближайшие заводы по производству цемента: «Ангарскцемент» (г. Ангарск), «Красноярский цемент» (г. Красноярск), «Тимлюйский цементный завод» (Бурятия, Кабанский р-н) [11].

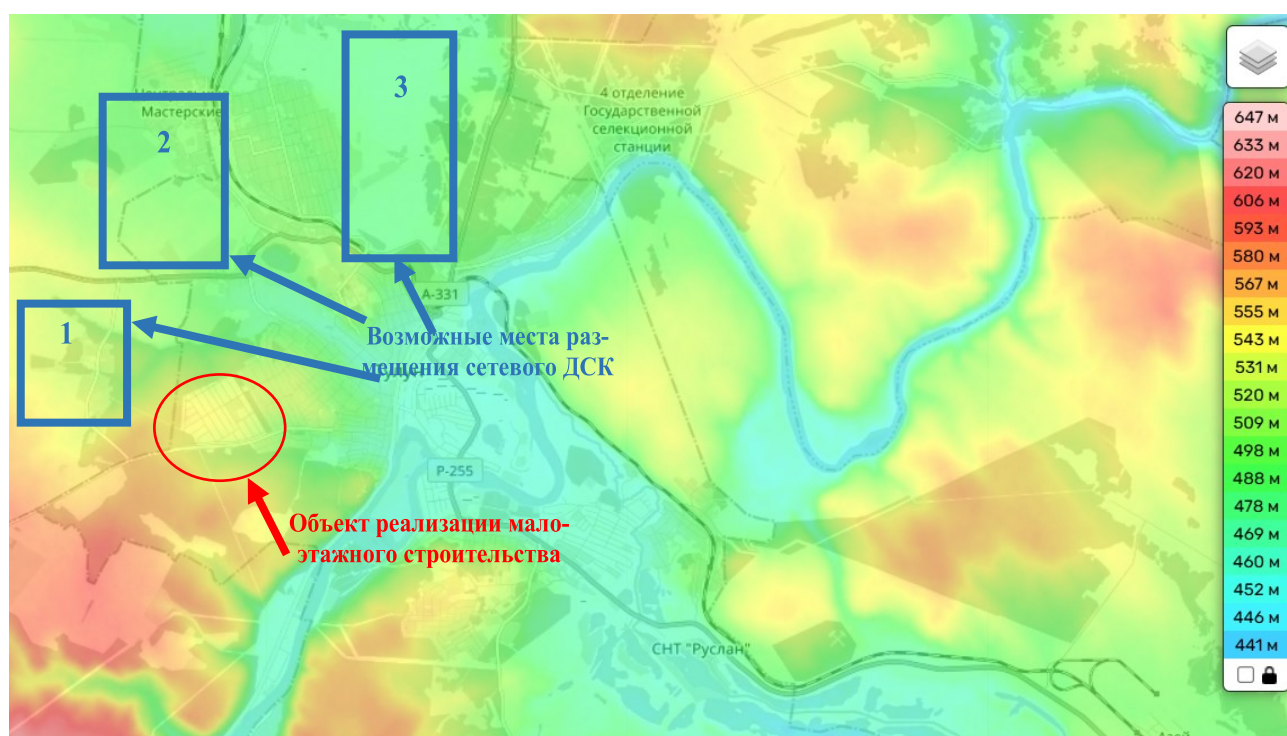


Рис. 3. Возможные места размещения мобильного домостроительного комплекса
Fig. 3. Possible locations for the mobile house-building plant

Щебень и песок можно приобрести непосредственно у местных поставщиков (речной песок – с Тулунского карьера, щебень – с карьера «Гора Холмушинская» (Тулунский р-н)). Для производства железобетонных панелей также требуется арматура и проволока, основными ближайшими поставщиками которых являются: «Дом Металла» (г. Тулун), «Иркутскметалл» (г. Иркутск), «МеталлПрофиль» (г. Ангарск), «СибСталь» (г. Шелехов) [11–13].

Как показывает проведенный анализ, для производства железобетонных панелей щебень, песок и арматура может поставляться от

местных производителей, а цемент – из г. Ангарска и Иркутска (самые ближайшие) посредством автомагистрали и железной дороги.

Для выбора площадки для сетевого ДСК используется метод «ветвей и границ».

Входными параметрами для задачи являются:

1. Набор территорий расположения ДСК: $X = (X_1, X_2, X_3)$.

2. Число ДСК: $k = 1$, которые нужно разместить на m территориях.

3. Бюджет (ограничение на бюджет) полагаем равным: $B = 293000$ тыс. руб.

(исходя из сметной стоимости строительства увеличенной на величину минимальных транспортных затрат).

4. Затраты на размещение–сетевого ДСК на каждой из m территорий:
 $b_1 = b_2 = b_3 = 246753.73$ тыс. руб.

5. Логистические затраты, которые включают в себя логистические затраты между стационарным домостроительным комбинатом

и предполагаемыми местами расположения сетевого ДСК, логистические затраты на доставку от предполагаемых мест расположения сетевого ДСК до строительной площадки и до сырьевой базы цемента (таблица). Сырьевые базы песка, щебня и арматуры в анализе не участвуют, так как находятся в границах рассматриваемой территории.

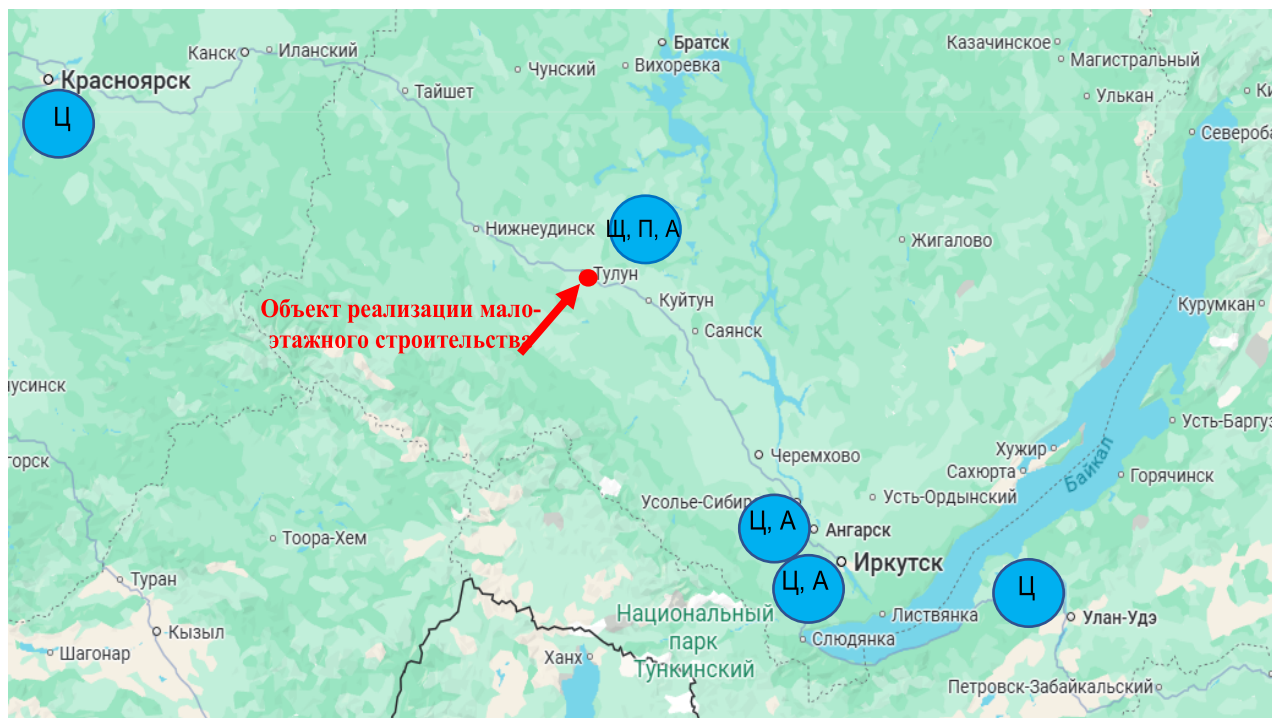


Рис. 4. Ресурсные базы для мобильного домостроительного комплекса в г. Тулун (Ц – цемент, Щ – щебень, П – песок, А – арматура)
Fig. 4. Resource bases for a mobile house-building plant in Tulun (C – cement, CS– crushed stone, P – sand, A – reinforcement)

Транспортные затраты до предполагаемых мест размещения сетевого домостроительного комплекса

Transportation costs to the proposed locations of the mobile precast concrete plant

	Территория 1	Территория 2	Территория 3
От стационарного ДСК	35 685,54	35 375,15	43 988,67
От строительной площадки	3740,29	5936,35	6634,74
От цементного завода (г. Ангарск)	9920,79	4290,80	5789,98
Итого	49 346,62	45 602,29	56 413,39

Таким образом: $C_1 = 49\,346,62$ тыс. руб., $C_2 = 45\,602,29$ тыс. руб., $C_3 = 56\,413,39$ тыс. руб.

1. Бюджет с учетом логистических затрат: $B_1 = 296\,100,35$ тыс. руб., $B_2 = 292\,356,02$ тыс. руб., $B_3 = 303\,167,12$ тыс. руб.

2. Доходы от деятельности ДСК: $a_1 = a_2 = a_3$.

При описанных выше условиях, а именно, равнозначных значениях $b_1 = b_2 = b_3$ и $a_1 = a_2 = a_3$

максимизация целевой функции

$$\max Z = \sum_{j=1}^m (a_j - (b_j + c_j))x_j \quad \text{сводится к минимизации}$$

затрат логистических издержек

$$\min Z_1 = \sum_{j=1}^m (c_j)x_j.$$

Результаты решения задачи представлены на рис. 5.

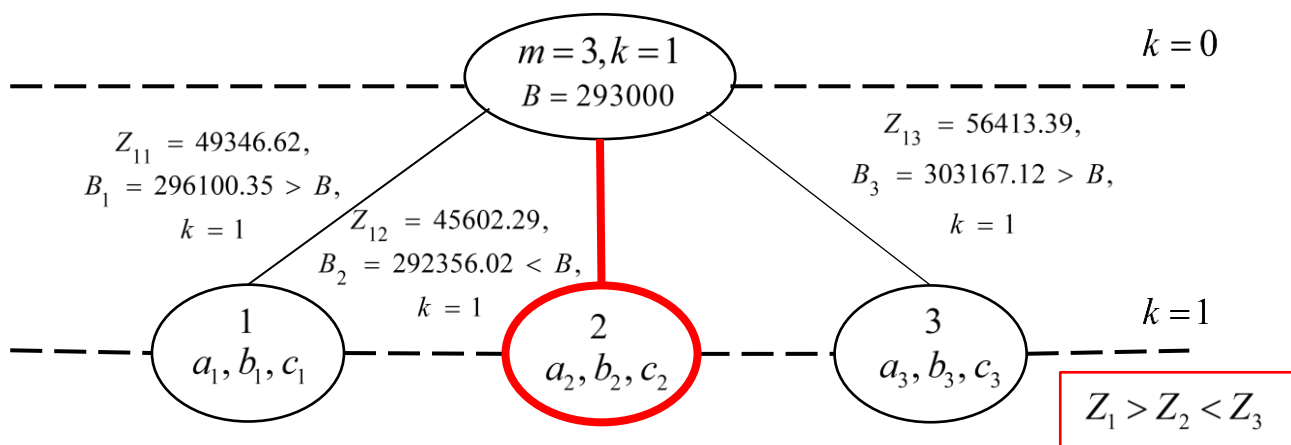


Рис. 5. Дерево решений задачи размещения сетевого домостроительного комплекса в г. Тулун

Fig. 5. Solution tree for the problem of locating a network house-building plant in Tulun

Согласно полученным результатам в качестве оптимального места размещения сетевого ДСК было выбрана территория под номером 2. С целью расчета экономического эффекта от реализации предложенной модели размещения сети взаимосвязанных

производственных региональных структур стационарных и мобильных производств строительных конструкций проведен расчет трех сценариев реализации проекта по строительству 42 домов в микрорайоне Березовая роща в г. Тулун (рис. 6).

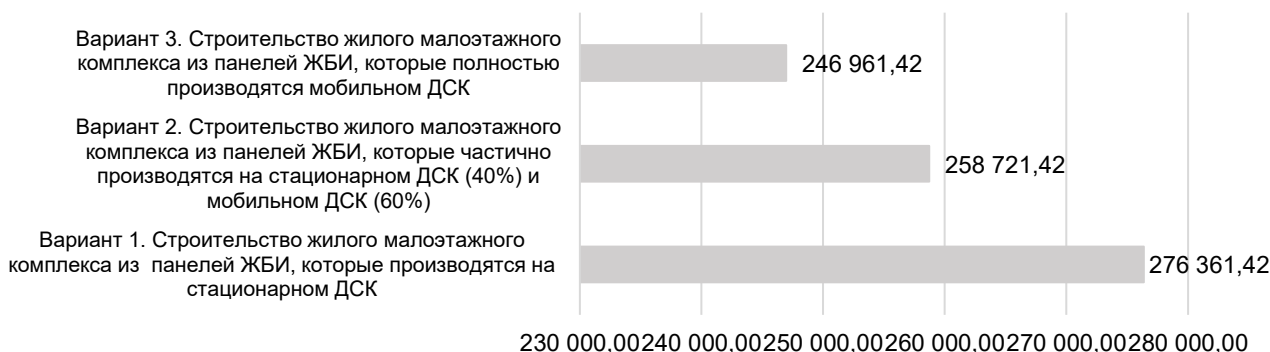


Рис. 6. Сравнение сметной стоимости при реализации трех вариантов строительства 42 домов в г. Тулун, тыс. руб.

Fig. 6. Comparison of estimated costs for the implementation of three options for the construction of 42 houses in the city of Tulun, thousand rubles

Первый – базовый сценарий предполагает производство домокомплектов из железобетонных изделий на стационарном ДСК в г. Иркутске и доставку на строительную площадку в г. Тулун автомобильным транспортом. Этот сценарий представляет собой базовую модель, которая применялась при реализации рассматриваемого проекта. Второй сценарий является реализацией оптимального размещения мобильного производства строительных конструкций ДСК непосредственно на выбранной площадке (рис. 5) в г. Тулуе. Третий сценарий моделирует ситуацию, при котором предполагается, что 40 % наиболее массовых

и тяжеловесных изделий (типовые стеновые панели, плиты перекрытий) производятся на мобильном комплексе в г. Тулуе, остальные 60 % изделий, включающие более сложные или нестандартные компоненты, а также полуфабрикаты, поставляются со стационарного ДСК в г. Иркутске.

Расчет показал, что показал эффективность предложенных в статье решений по формированию территориально-распределенной сетевой структуры производственных мощностей предприятий по выпуску домокомплектов заводской готовности.

Во-первых, экономическая выгода

достигается за счет снижения удельной себестоимости строительства. Этот эффект формируется за счет радикального сокращения логистических издержек – наиболее значимой статьи затрат при работе на удаленных территориях.

Во-вторых, дополнительную экономию обеспечивает возможность использования местных сырьевых ресурсов (в частности, инертных заполнителей), что снижает затраты на входящую логистику. Кроме этого, предложенная модель, за счет заложенной в нее возможности трансформации мобильного ДСК в региональные сервисные центры, позволяет существенно снизить совокупную стоимость владения жильем для конечного потребителя на этапе эксплуатации объектов малоэтажного жилищного строительства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено, что классическая модель стационарного ДСК, несмотря на доказанную в прошлом эффективность, в современных условиях демонстрирует свою неспособность адекватно отвечать на вызовы пространственного развития из-за жесткой территориальной привязки и высоких логистических издержек, что формирует объективную предпосылку для разработки новых организационно-технологических подходов.

В качестве решения данного противоречия в статье предложен и теоретически обоснован переход к территориально-распределенной сетевой структуре производственных мощностей, которая предполагает синергетическое взаимодействие стационарных технологических центров и гибких мобильных производственных комплексов. Разработанный в рамках исследования инструментарий,

включающий методику многокритериального выбора локаций и математическую модель оптимизации их размещения, представляет собой научно-методологическую основу для практического формирования таких сетей. Практическая апробация предложенного инструментария, проведенная на примере ретроспективного анализа задачи по ликвидации последствий чрезвычайной ситуации в г. Тулуне, доказала его полную состоятельность и практическую значимость.

Моделирование различных сценариев организации производства позволило дать количественную оценку комплексного эффекта от внедрения сетевой модели.

Доказано, что размещение мобильного производственного комплекса непосредственно в зоне спроса позволяет нивелировать ключевой недостаток стационарных ДСК – высокие логистические издержки, – обеспечивая тем самым значительное сокращение как сметной стоимости, так и общего инвестиционно-строительного цикла.

Таким образом, результаты исследования подтверждают, что формирование территориально-распределенной сетевой структуры производственных мощностей предприятий по выпуску домокомплектов заводской готовности является не только теоретической концепцией, но и действенным, экономически обоснованным инструментом для обеспечения качества и доступности малоэтажного жилья на удаленных и стратегически важных территориях. В том числе при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного характера, что в полной мере соответствует целям пространственного и технологического развития Российской Федерации.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Николаев С.В. Возрождение домостроительных комбинатов на отечественном оборудовании // Жилищное строительство. 2015. № 5. С. 4–8. EDN: ТТУНУВ.
2. Безруких О.А., Матвеева М.В. Управление процессами организации строительства при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, вызванных наводнениями // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2021. Т. 11. № 3. С. 422–431. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-3-422-431>. EDN: MYJDSA.
3. Шульгина Е.Ю. Массовая жилая застройка как решение проблемы расселения рабочего класса и малоимущих слоев населения в первой половине XX века // Научный результат. Социальные и гуманитарные исследования. 2023. Т. 9. № 1. С. 126–139. <https://doi.org/10.18413/2408-932X-2023-9-1-0-10>. EDN: VXNEXN.
4. Пахомова Л.А., Олейник П.П. Комфортное жилье нового индустриального поколения // Строительное производство. 2020. № 2. С. 23–28. https://doi.org/10.54950/26585340_2020_2_23. EDN: TIRTYF.
5. Абмаева Е.М., Добышева Т.В., Ямщикова И.В. Жилищное строительство в России: анализ состояния и перспективы развития // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2025. Т. 15. № 2. С. 192–200. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2025-2-192-200>. EDN: ERKYGP.
6. Саландаева О.И. Архитектура жилых зданий из крупных панелей – тенденции формирования // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2021. Т. 11. № 3. С. 544–561. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-3-544-561>. EDN: XQNEKD.

7. Гурьев В.В., Яхкинд С.И. Основные тенденции развития гражданского строительства на современном этапе // Academia. Архитектура и строительство. 2022. № 3. С. 97–103. <https://doi.org/10.22337/2077-9038-2022-3-97-103>. EDN: UEPRMZ.
8. Матвеева М.В., Пешков В.В., Калюжная Н.Я., Захаров С.В., Ван Х. Пространственная организация национальной экономики // Инновации и инвестиции. 2023. № 8. С. 366–368. EDN: VYLNBC.
9. Gallagher R.J., Young J.-G., Foucault Welles B. A Clarified Typology of Core-Periphery Structure in Networks // Science Advances. 2021. Vol. 7. Iss. 12. P. 1–11. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abc9800>.
10. Казаков Ю.Н. Технологии быстрого строительства экономичных малоэтажных жилых домов на основе оптимизированных легких сэндвич-панельных систем // Academia. Архитектура и строительство. 2017. № 4. С. 95–102. EDN: ZXIRND.
11. Николаев С.В. Оптимизированные параметры панелей для индивидуального жилищного строительства // Жилищное строительство. 2025. № 3. С. 3–10. <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2025-3-3-10>. EDN: QFCUYF.
12. Афанасьев А.В., Афанасьев В.А. Организация строительства быстровозводимых зданий и сооружений // Быстровозводимые и мобильные здания и сооружения: перспективы использования в современных условиях. СПб: Стройиздат, 1998. С. 226–230.
13. Казин А.С. Технологический суверенитет в строительной индустрии России // Жилищное строительство. 2024. № 3. С. 8–11. <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2024-3-8-11>. EDN: WFVKSV.

REFERENCES

1. Nikolaev S.V. Revival of House Building Factories On The Basis of Domestic Equipment. *Housing Construction*. 2015;5:4-8. (In Russ.). EDN: TTYHYB.
2. Bezrukikh O.A., Matveeva M.V. Managing Construction Processes In Emergency Response to Floods. *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2021;11(3):422-431. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-3-422-431>. EDN: MYJDSA.
3. Shulgina E.Yu. Mass Housing as a Solution to The Resettlement Problem of a Working Class and Disadvantaged Segments of a Population in the First Half Of The 20th Century. *Research Result. Social Studies and Humanities*. 2023;9(1):126-139. (In Russ.). <https://doi.org/10.18413/2408-932X-2023-9-1-0-10>. EDN: VXNEXN.
4. Pakhomova L.A., Oleinik P.P. Comfortable Housing of the New Industrial Generation. *Construction Production*. 2020;2:23-28. (In Russ.). https://doi.org/10.54950/26585340_2020_2_23. EDN: TIRTYF.
5. Abmaeva E.M., Dobysheva T.V., Yamshchikova I.V. Housing Construction in Russia: State and Development Prospects. *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2025;15(2):192-200. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2025-2-192-200>. EDN: ERKYGP.
6. Salandaeva O.I. Architecture of Prefabricated Large-Panel Housing – Tendencies in Development. *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2021;11(3):544-561. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-3-544-561>. EDN: XQNEKD.
7. Guryev V.V., Yakhkind S.I. The Main Trends in the Development of Civil Engineering at the Present Stage. *Academia. Arkhitektura i stroitelstvo*. 2022;3:97-103. (In Russ.). <https://doi.org/10.22337/2077-9038-2022-3-97-103>. EDN: UEPRMZ.
8. Matveeva M.V., Peshkov V.V., Kalyuzhnaya N.Ya., Zakharov S.V., Wang H. The Spatial Organisation of the National Economy. *Innovation & Investment*. 2023;8:366-368. (In Russ.). EDN: VYLNBC.
9. Gallagher R.J., Young J.-G., Foucault Welles B. A Clarified Typology of Core-Periphery Structure in Networks. *Science Advances*. 2021;7(12):1-11. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abc9800>.
10. Kazakov Yu.N. High-Speed Construction of Economical and Comfortable Low-Rise Residential and Public Buildings on The Basis of Optimized Lightweight Frame-Panel Systems. *Academia. Arkhitektura i stroitelstvo*. 2017;4:95-102. (In Russ.). EDN: ZXIRND.
11. Nikolaev S.V. Optimized Panel Parameters for Individual Housing Construction. *Housing Construction*. 2025;3:3-10. (In Russ.). <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2025-3-3-10>. EDN: QFCUYF.
12. Afanasev A.V., Afanasev V.A. Organization of Construction of Prefabricated Buildings and Structures. In: *Prefabricated and Mobile Buildings and Structures: Prospects for Use in Modern Conditions*. Saint Petersburg: Stroyizdat, 1998. P. 226–230. (In Russ.).
13. Kazin A.S. Technological Sovereignty in the Russian Construction Industry. *Housing Construction*. 2024;3:8-11. (In Russ.). <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2024-3-8-11>. EDN: WFVKSV.

Информация об авторе**Безруких Ольга Андреевна**

Старший преподаватель кафедры экспертизы и управления недвижимостью, Иркутский национальный исследовательский технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия, ✉e-mail: olga.bezrukikh11@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-2301-3205>
Author ID: 1046586

Вклад автора

Автор выполнил исследовательскую работу, на основании полученных результатов провел обобщение, подготовил рукопись к печати.

Автор имеет на статью исключительные авторские права и несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 22.04.2025.
Одобрена после рецензирования 19.05.2025.
Принята к публикации 20.05.2025.

Information about the author**Olga A. Bezrukikh**

Senior Lecturer, Department of Real Estate Expertise and Management, Irkutsk National Research Technical University, 664074, Irkutsk, Lermontov St., 83, Russia, ✉e-mail: olga.bezrukikh11@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-2301-3205>
Author ID: 1046586

Contribution of the author

The author performed the research, made generalization based on the results obtained and prepared the copyright for publication.

Author has exclusive author's right and bear responsibility for plagiarism.

Conflict of interests

The author declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

The final manuscript has been read and approved by the author.

Information about the article

The article was submitted 22.04.2025.
Approved after reviewing 19.05.2025.
Accepted for publication 20.05.2025.