

УДК 338

УПРАВЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ В УСЛОВИЯХ РЕСУРСНЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ**Е.Ю. Васильева, В.Ю. Амиров**

Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное Учреждение Высшего образования Национальный Исследовательский Московский государственный строительный университет, Москва,
email: elena.chibisova_metr@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена проблеме управления строительными проектами в условиях ограничения различного вида ресурсов. Авторами систематизированы основные виды ресурсных ограничений, выявлены факторы, усиливающие их. Выдвинута гипотеза о том, что для минимизации негативных последствий ресурсных ограничений управление инвестиционно-строительным проектом должно носить системный и комплексный характер. Был предложен алгоритм реализации проекта в условиях ресурсных ограничений, включающий предварительный анализ, планирование, организацию и мобилизацию ресурсов, их контроль и корректировку. Дана характеристика каждого этапа. Описаны методы планирования ресурсов и их оптимизации. Данная статья может быть полезна руководителям строительных организаций, руководителям проектов, инженерам, экономистам, девелоперам и другим участникам инвестиционно-строительной сферы, сталкивающимся с дефицитом ресурсов при реализации проектов.

Ключевые слова: инвестиционно-строительные проекты, управление проектами, ресурсы, ресурсные ограничения, виды ограничений, анализ ресурсных ограничений, метод критического пути, метод критической цепи, выравнивание ресурсов.

CONSTRUCTION PROJECTS MANAGEMENT IN THE CONDITIONS OF RESOURCE RESTRICTIONS**E.Yu. Vasilieva, V.Yu. Amirov**

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, email: elena.chibisova_metr@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the matter of construction projects management in the conditions of various type of resources restriction. The authors systematized the main types of resource restrictions and revealed some factors, strengthening them. They hypothesize, that the investment-and-construction project management is to have system and complex character in order to minimize the negative consequences of resource restrictions. The project implementation algorithm in the conditions of resource restrictions, including the preliminary analysis, planning, organization and mobilization of resources, their control and adjustment, was offered. Characteristic of each stage is given. Resources planning methods and the methods of their optimization as well are described. This article can be useful to the heads of the construction organizations, project managers, engineers, economists, developers and other participants of the investment-and-construction sphere, facing resource shortage during projects implementation.

Keywords: investment-and-construction projects, project management, resources, resource restrictions, types of restrictions, analysis of resource restrictions, critical path method, method of a critical chain, alignment of resources.

Дата поступления статьи в редакцию: 20.11.2025

Дата принятия статьи в печать: 22.12.2025

Введение

В современных экономических условиях управление строительными проектами сталкивается с серьёзными вызовами, связанными с ограниченностью всех видов ключевых ресурсов: финансовых, материальных, трудовых, временных и других.

Ограниченность ресурсов и безграничная потребность в них — это фундаментальная аксиома всей экономической теории.

Проблема ресурсных ограничений исследовалась отечественными и зарубежными авторами на разных уровнях (макро-, мезо-, микро-) и в различных аспектах (по видам). Еще А. Смит рассматривал труд, землю и капитал как основные экономические ресурсы. Ж.-Б. Сэй сформулировал теорию трёх факторов производства (труд, земля, капитал), а А. Маршалл добавил четвёртый фактор: предпринимательские способности. Т. Веблен, Х. Зингер, Х. Иннис, Дж.М. Кейнс, М. Портер, Ф. Хайек и др. анализировали различные аспекты ресурсных ограничений в экономике. А. Амосов, С. Глазьев,

О. Иншаков, Г. Клейнер, В. Макаров, В. Полтерович, Ю. Яременко исследовали ресурсные ограничения на уровне национальной экономики; Т. Игнатова, Н. Колесников, Б. Корсунский, Н. Лебедева, С. Леонов, О. Ломовцева, М. Минченко, О. Сиднин, К. Туманянц – на уровне регионов и отраслей; Т. Михальски, К. Раше, И. Рязанов – на уровне отдельных предприятий. К. Вернерфельт выдвинул базовую концепцию ресурсной теории [1]. Р. Грант систематизировал подходы к ресурсам и компетенциям [2]. М.В. Мельник и Е.Б. Герасимова рассматривали ресурсный потенциал как совокупность трудовых и производственных ресурсов, обеспечивающих непрерывность и эффективность деятельности [3]. А.Н. Ковалёв подчёркивал, что ресурсный потенциал включает не только имеющиеся ресурсы, но и альтернативные (новые виды ресурсов, возможность использования которых научно обоснована) [4]. Л.А. Каплан исследовала планирование проектов с ограниченными ресурсами и возможностью прерывания работ [5]. Л. Бьянко и М. Карамия предложили алгоритм минимизации длительности проекта с учётом его приоритетов и ограниченных ресурсов [6].

Тем не менее, проблема ресурсных ограничений рассматривалась в известных работах фрагментарно. Но ресурсные ограничения – это комплексный фактор, естественно и неизбежно влияющий на все виды хозяйственной деятельности. Эффективное управление в условиях ресурсных ограничений требует системного подхода, применения современных методик планирования и управления проектами.

Результаты исследования

В управлении строительными проектами можно выделить несколько ключевых групп ресурсных ограничений, каждая из которых способна критически повлиять на сроки, стоимость и качество реализации (см. табл. 1) [7, 8].

Таблица 1

Ресурсные ограничения строительных проектов по группам

Группа ограничений	Ограничения
1. Финансовые ограничения	– лимитированный бюджет проекта; – задержки финансирования или платежей от заказчика; – колебания валютных курсов при закупках импортных материалов; – рост стоимости ресурсов в ходе реализации; – недостаточная ликвидность для своевременных расчётов с подрядчиками
2. Материально-технические ограничения	– дефицит строительных материалов (цемент, арматура, отделочные материалы и т. п.); – сбои в цепочках поставок из-за логистических проблем; – длительные сроки изготовления и доставки специализированных конструкций; – нехватка складских площадей для хранения запасов; – ограничения по доступности спецтехники и оборудования
3. Трудовые ограничения	– недостаток квалифицированных рабочих (каменщиков, сварщиков, монтажников и др.); – высокая текучесть кадров на стройплощадке; – сезонные колебания доступности рабочей силы; – нехватка инженернотехнического персонала (прорабов, мастеров, инженеров ПТО); – ограничения по привлечению иностранной рабочей силы
4. Временные ограничения	– жёсткие договорные сроки сдачи объекта; – сезонность работ (ограничения по бетонированию при низких температурах, кровельным работам в дождь и т. п.); – зависимость от смежных проектов (например, подключение к сетям после завершения работ смежниками); – административные сроки получения разрешений и согласований; – необходимость увязки графиков нескольких подрядчиков на одной площадке
5. Технологические ограничения	– отсутствие необходимой строительной техники или её износ; – технологические ограничения по применению материалов в конкретных условиях (например, высота здания, сейсмика, грунты)
6. Инфраструктурные ограничения	– недостаточная мощность временных сетей (электричество, вода, канализация) на площадке; – лимиты присоединённой электрической мощности; – пропускная способность тепловых сетей; – доступность газа, топлива, возобновляемых источников энергии; – ограничения по подключению к центральным сетям (например, отсутствие свободных мощностей); – ограниченная пропускная способность подъездных путей; – нехватка площадок для складирования и сборки конструкций

продолжение табл. 1

окончание табл. 1	
7. Информационные ограничения	<ul style="list-style-type: none"> – недоступность, недостаточность по объему, недостоверность, неполнота и/или противоречивость информации, нехватка исходных сведений (при проектировании и т.д.); – устаревание и неактуальность информации; – ненадежные источники, искажённая аналитика, дефицит статистики по аналогичным проектам; – отсутствие актуальных нормативов и стандартов; – ошибки в проектной документации; – неполные технические спецификации; – низкая скорость обработки информации; – редкая актуализация данных; – медленное согласование изменений; – разрозненность данных между участниками (заказчик, проектировщик, подрядчик); – отсутствие единой информационной среды; – ограничения на передачу конфиденциальных сведений; – несовместимость форматов данных (например, между BIM-моделями и сметными программами) – ограничение на ретроспективный анализ, когда недоступны архивные данные; – недостаточная цифровизация процессов на всех стадиях жизненного цикла проекта; – отсутствие ПО для анализа больших данных; – низкая пропускная способность каналов связи; – ограниченные вычислительные мощности для моделирования; – недоступность иностранных и международных баз данных; – языковые барьеры
8. Энергетические ограничения	<ul style="list-style-type: none"> – установленные государственными нормативами и стандартами энергоэффективности (требования к теплозащите зданий, нормативы расхода тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение, обязательная установка приборов учёта энергоресурсов, классы энергоэффективности зданий) – технологически обусловленные (эффективность ограждающих конструкций (утепление, окна, двери), КПД инженерных систем (отопление, вентиляция, кондиционирование), использование возобновляемых источников энергии (солнечные панели, тепловые насосы) и т.д.)
9. Природные ограничения	<ul style="list-style-type: none"> – наличие земельных участков; – площадь участка; – тип и несущая способность грунтов; – климатические и погодные условия; – доступность местных строительных материалов; – водоёмов и водотоков – и т.д.
10. Экологические ограничения	<ul style="list-style-type: none"> – лимиты на выбросы CO₂ и других загрязнителей; – стандарты «зелёного» строительства (LEED, BREEAM, российские аналоги); – требования к утилизации отходов энергопотребления; – обязательства по использованию вторичных энергетических ресурсов

Дополнительными факторами, усиливающими ресурсные ограничения, выступают географическая удалённость объекта от баз снабжения, регуляторные требования (наличие санитарнозащитных, водоохраных зон, зон охраны объектов культурного наследия и особо охраняемых природных территорий, историкокультурные ограничения и т.д.), нестабильность рынка (скачки цен, дефицит предложений ресурсов) и др.

Отсутствие учета ресурсных ограничений при реализации инвестиционно-строительного проекта может привести к целому ряду серьезных последствий, таких как:

- срывы сроков и штрафные санкции;
- превышение бюджета из-за срочных закупок по завышенным ценам;
- снижение качества работ из-за замены материалов или спешки;
- конфликты с подрядчиками и поставщиками;
- репутационные риски для застройщика [9].

Для минимизации проектных рисков требуется **комплексный анализ ресурсов уже на этапе планирования,** включая

- инвентаризацию собственных ресурсов компании;
- оценку доступности внешних ресурсов (поставщики, кадры, техника);
- сценарное моделирование дефицитов и разработку резервных планов.

Эффективное управление в условиях ресурсных ограничений целесообразно осуществлять, проходя следующие этапы (рис. 1).

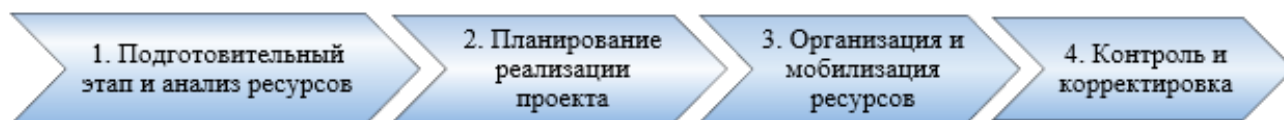


Рис. 1. Ключевые этапы управления в условиях ограничений

1. Подготовительный этап начинается с оценки текущей ресурсной базы компании. Определяются все виды ресурсов: трудовых, технических, материальных, финансовых, энергетических, и их лимиты на каждом этапе. **Выделяются критические ресурсы**, дефицит которых максимально влияет на сроки и качество. Составляется ресурсный план, содержащий объём потребностей, графики поставок и графики потребностей. Производится сопоставление ресурсов с требованиями проекта, выявление «узких мест» и потенциальных дефицитов и разработка сценариев реагирования на нехватку ресурсов, рассматриваются возможности использования альтернативных источников ресурсов. **Закладываются резервы** (временные, материальные, финансовые) на случай непредвиденных ситуаций в ходе реализации проекта.

2. Планирование реализации проекта с учётом ресурсных ограничений требует:

- составления детализированного графика работ с учётом доступности ресурсов;
- определения критических путей и резервов времени;
- распределения ресурсов по приоритетным задачам;
- формирования буферных запасов на случай сбоев в реализации проекта.

При планировании проекта в условиях ресурсных ограничений могут использоваться метод критического пути (СРМ), метод критической цепи (ССМ), выравнивание ресурсов. Все эти методы помогают оптимизировать сроки, ресурсы и риски, при этом каждый из них решает специфические задачи, но имеет собственные ограничения.

Метод критического пути (СРМ) [10, 11] фокусируется на определении последовательности задач, которые определяют минимальное время завершения проекта. Критический путь – это самая длинная цепочка зависимых задач, задержка любой из которых сдвигает сроки всего проекта. Метод позволяет визуализировать проект, выявить узкие места и распределить ресурсы с учётом приоритетов.

Преимуществами метода являются:

- чёткое планирование сроков (учет временных ограничений) и зависимостей между задачами.
- возможность прогнозировать риски и оптимизировать распределение ресурсов.
- то, что он подходит для проектов с предсказуемыми процессами и фиксированными сроками задач.

Недостатки метода:

- отсутствие учета ограниченности материальных, технических, трудовых и финансовых ресурсов.
- жёсткость модели: при изменениях в проекте график быстро устаревает.
- игнорирование человеческого фактора (например, «синдрома студента» и эффекта Паркинсона).

Метод СРМ помогает спланировать этапы работ, такие как заливка фундамента, возведение стен, установка кровли, учитывая их последовательность и зависимости.

Метод критической цепи (ССМ), разработанный Элияху Голдратом [12], учитывает не только задачи и сроки, но и трудовые, технические, материальные ресурсы. Критическая цепь представляет собой последовательность задач с учётом этих ресурсных ограничений. Согласно этому методу вместо резервов времени для отдельных задач создаётся один общий буфер в конце проекта.

Метод устраняет «синдром студента» [13] и эффект закона Паркинсона [14] за счёт сокращения временных резервов на задачи; использует буферы для защиты проекта от непредвиденных задержек; фокусируется на управлении ресурсами, а не только сроками.

Преимущества метода:

- более реалистичное планирование с учётом ограниченных ресурсов.
- снижение многозадачности и повышение продуктивности команды.
- гибкость в адаптации к изменениям.

В то же время метод обладает определенными недостатками:

- требует чёткого понимания ресурсных ограничений и их своевременного учёта.
- может быть сложен для внедрения в командах, привыкших к традиционным методам.

Метод выравнивания ресурсов направлен на устранение перегрузки и неравномерного использования ресурсов при реализации проекта с целью перераспределить задачи и сроки таким образом, чтобы нагрузка на команду проекта, трудовые ресурсы, оборудование или материалы была равномерной [15]. Для выравнивания ресурсов могут применяться различные техники [16]:

– уменьшение объёма назначения ресурса на задачу, хотя и с увеличением срока выполнения работ;
 – реорганизация календарного сетевого графика (преобразование параллельных работ в последовательные);

- замена перегруженного ресурса другим, менее дефицитным;
- организация плановых перерывов в работах для ликвидации пересечений ресурсов.

Преимуществами метода являются:

- предотвращение профессионального выгорания команды;
- повышение предсказуемости проекта за счёт стабильного ритма работы;
- оптимизация затрат и улучшение качества результатов.

Недостатком метода является то, что он способен увеличить общую продолжительность строительного проекта.

Выбор метода в каждом конкретном случае зависит от специфики строительного проекта. СРМ подходит для проектов с чёткими сроками и предсказуемыми процессами, ССМ – для проектов с ограниченными ресурсами, а выравнивание ресурсов – для управления нагрузкой и предотвращения перегрузок. Часто для достижения оптимальных результатов три метода используют в комбинации.

Важно иметь планы реагирования на случай задержки поставок, нехватки кадров, роста цен на материалы, заблаговременно составив представление об альтернативных поставщиках, резервных бригадах, финансовых буферах.

Весьма полезно для управления проектами в условиях дефицита ресурсов сценарное планирование «Что если...».

3. Организация и мобилизация ресурсов как этап включает в себя заключение долгосрочных контрактов с поставщиками, оптимизацию логистики и цепочек поставок, обучение персонала для мультизадачности, а также привлечение аутсорсинга для непрофильных работ.

4. Последний этап предполагает контроль (еженедельный мониторинг расхода ресурсов, сравнение плановых и фактических показателей) и корректировку (оперативную корректировку графиков при отклонениях, управление изменениями в проектной документации и т.д.).

Успешная реализация строительного проекта требует оптимизации ресурсов – их рационального использования для достижения максимального результата за счет минимальных затрат. Известно несколько методов оптимизации ресурсов (рис. 2) [17, 18].



Рис. 2. Характеристика методов оптимизации ресурсов

Оптимизация ресурсов позволяет снизить затраты по проекту (на 15-20%), сократить сроки реализации, повысить предсказуемость результатов и повысить устойчивость проекта к воздействиям внешней среды.

Выводы

Управление строительными проектами в условиях ресурсных ограничений требует перехода от фрагментарного к комплексному подходу. Эффективное управление в условиях дефицита ресурсов требует системного подхода и комбинации методов планирования, организации, контроля и оптимизации.

Ключевым принципом должна стать: оптимизация существующих ресурсов вместо поиска дополнительных. Важное значение приобретает резервирование, включая запасы как материальных ресурсов, так и планирование резервов времени.

Другой принцип – проактивное управление. Иными словами, успешная реализация строительного проекта зависит от ранней диагностики, от раннего выявления дефицитов ресурсов, создания резервных планов и гибкой адаптации к изменениям. Реактивные меры, предпринимаемые в ответ на уже возникшие проблемы существенно менее эффективны.

Также имеют важное значение:

- гибкость – готовность к оперативной корректировке планов, **оперативная корректировка графиков потребности в ресурсах в зависимости от** при изменениях поставок, доступности рабочей силы и т.д.;
- прозрачность – регулярная отчётность для всех участников, расход ресурсов и отклонений;
- коммуникация – регулярные совещания с подрядчиками и поставщиками, обратная связь от исполнителей для корректировки процессов;
- цифровизация – внедрение ИТ-решений для контроля ресурсов, применение ТИМ-технологий, ERP, систем управления проектами для визуализации и анализа загрузки ресурсов.

Кроме того, эффективное управление в условиях ограничений требует не только технических знаний, но и навыков антикризисного лидерства.

Литература

1. Wernerfelt B. A Resource-based View of the Firm // Strategic Management Journal. 1984. Vol. 5. P. 171-180.
2. Салита С.В. Необходимость формирования ключевых способностей предприятия // Большая Евразия: развитие, безопасность, сотрудничество. 2020. № 3-1. С. 394-400.
3. Мельник М.В., Герасимова Е.Б. Анализ финансово-хозяйственной деятельности предприятия. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2008. 192 с. ISBN: 978-5-91134-099-5 EDN: QSNVAV.
4. Ковалев А.Н. Ресурсный потенциал торговых организаций и эффективность его использования: автореф. дис.... канд. экон. наук. Белгород, 2004. 23 с. EDN: NHSOFR.
5. Kaplan L.A. Resource-constrained project scheduling with preemption of jobs. 1996 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.researchgate.net/publication/35686918> (дата обращения 08.11.2025).
6. Bianco L., Caramia M. Minimizing the completion time of a project under resource constraints and feeding precedence relations: an exact algorithm // 4OR-Q J Oper Res 10, 361-377 (2012). DOI: 10.1007/s10288-012-0205-0 EDN: DBCXMK.
7. Цопа Н.В., Халилов А.Э. Ресурсное обеспечение инвестиционно-строительных проектов // Экономика строительства и природопользования. 2022. № 1-2 (82-83). EDN: KOSHPPG.
8. Гвоздев Н.Н. Особенности планирования ресурсов в инвестиционно-строительной сфере // Инновации и инвестиции. 2023. № 8. EDN: PINNKH.
9. Семь самых распространённых проектных рисков и способы их предотвращения // Asana. [Электронный ресурс]. URL: <https://asana.com/ru/resources/project-risks> (дата обращения 08.11.2025).
10. Swamidass P.M. Critical path method (CPM). In: Swamidass, P.M. (eds) Encyclopedia of Production and Manufacturing Management. Springer, New York, NY. 2000. DOI: 10.1007/1-4020-0612-8_195.
11. Калинина Н.А., Павленко Г.Ф. Усовершенствование метода критического пути для использования в программных приложениях по управлению проектной деятельностью // Инновации в науке. 2017. № 8 (69). С. 4-6. EDN: YNBYED.
12. Голдратт Элияху М. Критическая цепь / Пер. с англ. М.: С Центр, 2006. 272 с. ISBN: 5-903361-02-1.
13. Deysolong J.A. Student syndrome // Cultural Syndrome. [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/370731697_student_syndrome (дата обращения 08.11.2025). DOI: 10.6084/m9.figshare.22816157.
14. Урсов В.Н. «Коузистика» закона Паркинсона // Научные труды Вольного экономического общества России. 2009. С. 70-72.
15. Филь О.А., Сапрыкин Виктор В.М. Управление ресурсами проекта // StudNet. 2021. № 11. EDN: JFMMNY.

16. 5 техник выравнивания ресурсов, которые помогут вашему управлению проектами [Электронный ресурс]. URL: <https://hr-portal.ru/story/5-tehnik-vyravnivaniya-resursov-kotorye-pomogut-vashemu-upravleniyu-proektami?ysclid=mhtitp7f2x551018401> (дата обращения 08.11.2025).

17. Шувалова М.Ю., Матосян А.Е., Сычанина С.Н. Анализ методов оптимизации в управлении человеческими ресурсами // Прикладные экономические исследования. 2025. № 1. DOI: 10.47576/2949-1908.2025.1.1.014 EDN: ZQIDWC.

18. Гатауллин М.Ф., Терехина А.О. Оптимизация ресурсов с помощью внедрения концепции бережливого производства // Молодой ученый. 2024. № 16 (515). С. 366-370. EDN: JXNBGG.

