

Интернет-журнал «Транспортные сооружения» / Russian Journal of Transport Engineering <https://t-s.today>

2021, №1, Том 8 / 2021, N 1, Vol. 8 <https://t-s.today/issue-1-2021.html>

URL: <https://t-s.today/PDF/09SATS121.pdf>

DOI: 10.15862/09SATS121 (<http://dx.doi.org/10.15862/09SATS121>)

## Совершенствование метода управления проектами строительства объектов транспортной инфраструктуры

Телятникова Н.А.

ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта», Москва, Россия

Автор, ответственный за переписку: Телятникова Наталья Александровна, e-mail: sharklike@mail.ru

**Аннотация.** Использование актуальной методики системного подхода, отличающегося от существующих интегрированием методов моделирования разнонаправленных процессов в строительстве, как сложной системы, апробированной на примере мостового перехода, повышает эффективность проекта и определяет направление рационализации организационно-технологических решений. В настоящее время более перспективными являются компании, ориентирующиеся на удовлетворение потребителей в чётко установленный срок. Не выполнение запланированной работы в срок – важная проблема в строительстве транспортных объектов, поскольку влечёт за собой дополнительные траты, что соответственно уменьшает прибыль организации. На сегодняшний день важно использовать альтернативные методы и подходы, позволяющие более эффективно и качественно управлять проектами, учитывающими реальную стоимость и длительность этапов строительства.

Главная мысль данного исследования – усовершенствование процессного обеспечения компаний для увеличения показателей эффективности управления при строительстве объектов транспорта. В основе исследования лежит

системный подход и программное обеспечение, применяемое к процессам строительства. Сочетание управленческих связей с правильно подобранными и используемыми ресурсами, при наличии инновационных технологий, позволит добиться видимых результатов при реализации проектов.

Управление проектами на основе системного подхода, с использованием современно программного обеспечения, рекомендовано к внедрению и использованию в строительных организациях, так как это позволяет оптимизировать календарное планирование и повышать экономическую результативность, даже в периоды неопределённости; позволяет сократить затраты ресурсов и, сократить сроки строительства; учитывать риски проекта, а также контролировать и отслеживать фактическую реализацию проектов строительства объектов транспортной инфраструктуры.

**Ключевые слова:** транспортное строительство; управление проектами; проектный офис; системный подход; программное обеспечение; Spider Project; контроль и отслеживание проекта; повышение эффективности строительных проектов и строительно-монтажных работ

## Project management methodology enhancement for the transport infrastructure facilities construction

**Natalia A. Telyatnikova**

Russian University of Transport, Moscow, Russia

**Corresponding author:** Natalia A. Telyatnikova, e-mail: sharklike@mail.ru

**Abstract.** The use of the current methodology of the systematic approach, which differs from the existing ones by the integration of methods for modeling multidirectional processes in construction, as a complex system, tested on the example of a bridge crossing, increases the efficiency of the project and determines the direction of rationalizing organizational and technological solutions. Currently, the most promising companies focus on customer satisfaction within a clearly defined deadline. Failing to complete the planned work on time is an important problem in the transport facilities construction business since it entails additional expenses, which accordingly reduces the organization's profit. Today, it is important to use alternative methods and approaches that allow for more efficient and quality project management that take into account the real construction stages' cost and duration.

The main study idea is to improve the process companies support to increase management efficiency indicators in the transport facilities construction. The research is based on a systematic approach and

software applied to construction processes. Managerial ties combination with correctly selected and used resources, in the presence of innovative technologies, will allow achieving visible results in the implementation of projects.

Project management based on a systematic approach, using modern software, is recommended for implementation and use in construction organizations, as this allows you to optimize scheduling and increase economic performance, even in times of uncertainty; allows you to reduce the cost of the resources and, to reduce the construction time; take into account the risks of the project, as well as control and track the actual implementation of projects for the construction of transport infrastructure facilities.

**Keywords:** transport construction; project management; project office; systems approach; software; Spider Project; project control and tracking; increasing the efficiency of construction projects and construction and installation works

Данная статья доступна по лицензии Creative Commons “Attribution” («Атрибуция») 4.0 Всемирная

This article is available under the Creative Commons “Attribution” 4.0 Global License



## Введение

### Introduction

Цели и приоритеты стратегического развития отрасли транспортного строительства до 2030 гг. направлены на удовлетворение потребностей социально-направленного и инновационного направления обеспечения конкурентоспособной продукции и услуг в транспортной отрасли. Ограничениями для реализации целей служат и изменяющиеся макроэкономические факторы и риски финансирования крупных проектов в области транспортного строительства [1–4].

Несмотря на множество используемых современных технологий управления транспортным строительством возникает множество нарушений процессов и срыв сроков строительства. Установив причинно-следственную связь между нарушениями сроков и качества и факторами, ведущими к таким неудачам выяснилось, что в каждом случае отсутствуют целеполагание и структура методов достижения эффективности управления строительством объектов транспортной инфраструктуры.

Исследуем содержание системотехнической характеристики несоответствий в строительных процессах по следующим параметрам:

- наличие связи между технологическими процессами;
- наличие связи между основными технологическими и обеспечивающими процессами;
- наличие структурных связей между целями и задачами всех видов деятельности (строительство, экономика, право, нормативы, информационные потоки, программное обеспечение и т. п.).

## **1. Проблемы, возникающие при строительстве объектов транспортной инфраструктуры и варианты решения с точки зрения системотехники**

### **1. Problems arising during the transport infrastructure facilities construction and solutions from the point of system engineering**

Если связь между технологическими цепочками будет нарушена, необходимый результат по выполнению проекта достигнут не будет. Данные связи являются системообразующими, их нарушение может привести к межсистемному рассогласованию и распаду системы на отдельные составляющие. Для обеспечения целостности важным является поддержание и сохранение этих связей. Взаимосвязь ресурсов транспортного проекта, его целей и сроков по реализации обеспечит системный подход. При таком подходе необходимо чётко соблюдать

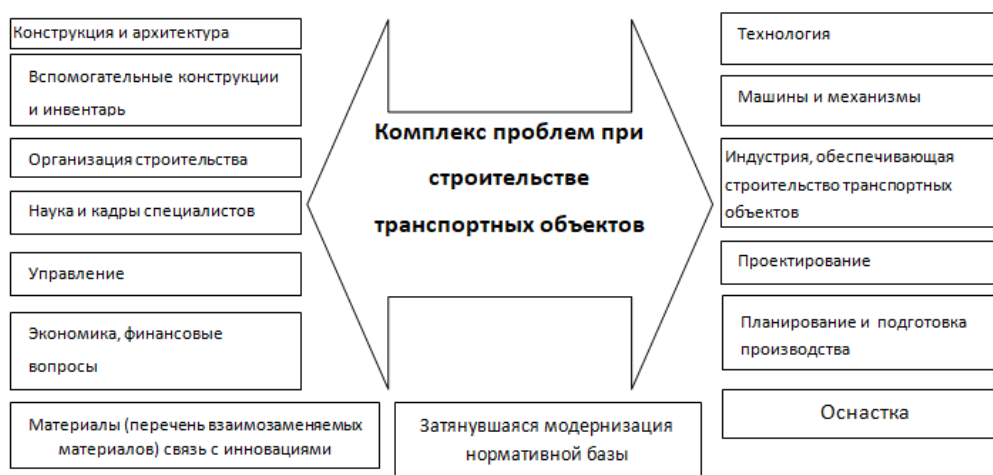
последовательность стадий комплекса работ, и выполняемых процессов, входящих в их состав.

Система по комплексному строительному контролю и техническому надзору за строительством объектов, в том числе транспортной инфраструктуры и управление проектами в этой области, всё больше применяется в современной технической индустрии в России. При этом риски в строительстве транспортных объектов всё ещё высоки, а это, следовательно, часто приводит к срывам сроков строительства объектов. Отсутствие системного подхода, чётких критериев оценки эффективности процессов и четко сформулированных целей, приводит к неудачам при строительстве объектов транспорта [1; 5–7].

Вышеизложенные факторы возникновения препятствий при строительстве объектов транспорта, можно распределить таким способом – рис. 1:

Проблемы при строительстве объектов транспорта, представленные на схеме, не полностью охватывают весь спектр, возникающий при управлении проектами. Приведённый анализ указывает на то, что часть проблем находится во взаимосвязи друг с другом, следовательно, старых методов для их решения недостаточно, требуется новый, совершенный и современный подход для их решения на основе применения IT продуктов и программ.

Строительство объектов транспортной инфраструктуры требует новое видение и введение инноваций в системе по управлению проектами. Этого можно достигнуть путём использования инновационного программного моделирования, календарного планирования и грамотного учёта отклонений, возникающих в ходе ведения работ проекта [1].

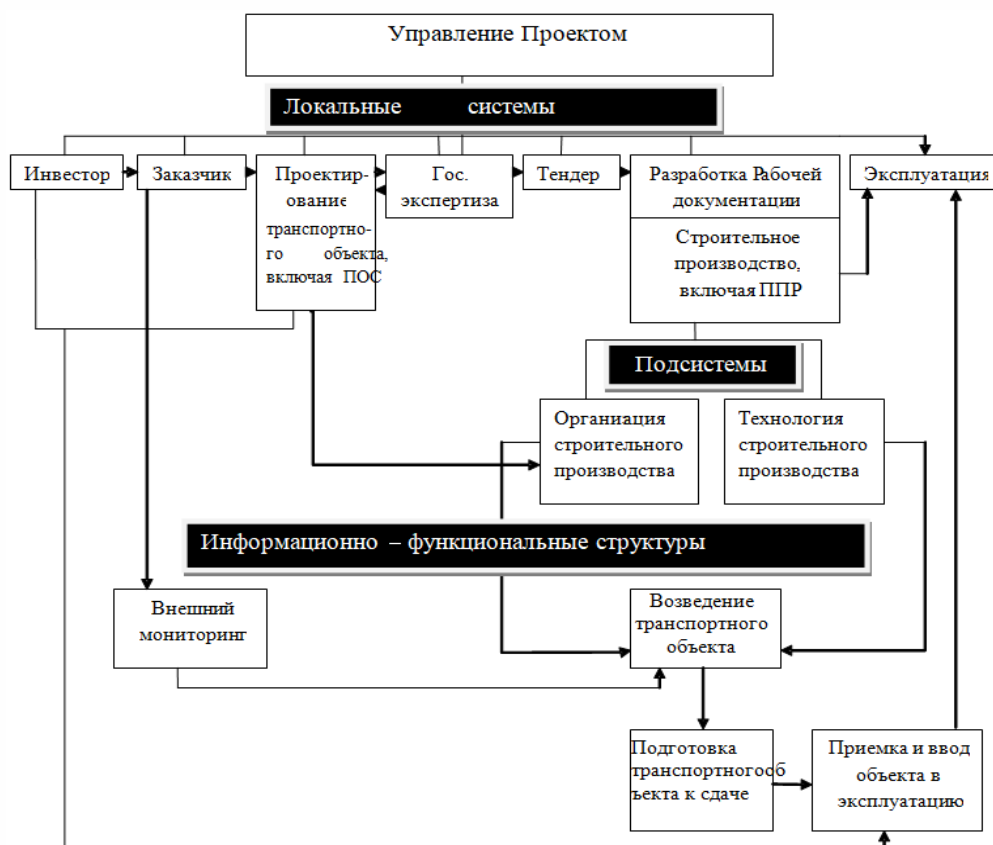


*Рисунок 1. Проблемы, которые возникают при строительстве объектов транспорта (разработано автором)*

*Figure 1. Problems arising during the transport facilities construction (developed by the author)*

Для реализации стратегии требуется эффективно выполнять запланированные проекты строительства и реконструкции объектов инфраструктуры. Вникнув в такие непростые системы производства, как сооружение объектов транспорта, его контроль и операционное управление, можно с уверенностью сказать, что необходимость новых методов и способов исследований в этой области очень важна. Система транспортного строительства – это совокупность взаимосвязанных явлений и процессов, которые требуют системного подхода и анализа [1–3; 8].

Проанализированная система по управлению проектами строительства объектов транспорта представлена в виде ступенчатой схемы на рис. 2.



*Рисунок 2. Ступенчатая схема по управлению проектами строительства объектов транспорта (разработано автором)*

*Figure 2. A step-by-step scheme for managing projects of transport facilities construction (developed by the author)*

Расшифруем каждую её ступень схемы управления проектами строительства транспортных объектов:

I уровень схемы (локальные системы) включает в себя следующих участников и события: заказчик проекта, инвестор, ПОС, экспертиза государственная, руководящий документ по эксплуатации.

II уровень (подсистемы) объединяет: организацию строительства и разработанную технологию строительного производства.

III уровень схемы (информационно-функциональные структуры) включает информационные множества, такие как: контроль качества при производстве работ возводимых объектов, мониторинг, подготовка и ввод в эксплуатацию.

Приведенная схема по управлению проектами в сфере строительства транспортных объектов включает в себя множество ступеней, что влечёт за собой не мало рисков во многих областях. Риски могут привести к сбою в сроках по реализации плана строительства транспортных объектов [2; 4].

## 2. Стандарты, используемые в управлении проектами

### 2. Standards used in project management

Существуют различные подходы для определения наиболее эффективной и оптимальной версии реализации проекта. Организации не регламентируют алгоритм для поиска оптимальной версии проекта при управления проектными решениями, применяемые подходы различны, поэтому риск возникновения ошибок не исключён. В организациях должны быть разработаны внутренние и применяться внешние стандарты, чтобы свести указанный риск к минимуму и увеличить эффективность разработки проектов в сфере строительства.

В настоящее время разными предприятиями и инициативными группами создано немало регламентов и стандартов, связанных с управлением проектами. Наиболее значимые, известные, как международные и национальные стандарты, указаны ниже.

По основным направлениям стандарты и регламенты делятся на следующие виды:

- для применения к объектам управления (программа, комплект проектов или программа) и описывающие необходимые процессы по управлению;
- для применения к субъектам управления (участникам проектов, сотрудникам команды по управлению проектами) и регламентирующие требования к квалификации сотрудников и системе оценки знаний [1];
- для применения к системе управления проектами в целом и к предприятию. Для оценки степени готовности операционной структуры организации к переходу на проектное управление.

Один из важных стандартов в области управления проектами, разработанный IPMA – ISB. Указанный документ включает требования к квалификации работников в сфере проектирования и управления проектами и считается базой для проведения международной сертификации. Принимая во внимание требования IPMA, в нашей стране выпускаются национальные требования к квалификации работников проектов и программе проведения сертификационного аудита менеджеров в системе управления проектами. По окончании сертификации работникам вручаются сертификаты в сфере международного менеджмента. Данные сертификаты имеют важное значение на международном рынке [1].

Институт управления проектами США (PMI) является еще одним авторитетным предприятием в сфере разработки стандартов и проектного менеджмента, насчитывает более 200 тыс. человек по всему миру, активно участвует в разработке стратегии и применении стандартов в организации.

Существует большое количество национальных стандартов по управлению проектами, которые широко применяются специалистами во всем мире: Великобритания – APM, Швейцария – VZPM, Германия – GPM, Франция – AFITEP, Индия – CEPM, Южная Корея – PROMAT. Опыт разработки и анализа внедрения иностранных стандартов поможет определить платформу для расширения и совершенствования стандартов в России. Стандартизация – важный шаг к улучшению и увеличению эффективности по выполнению проектных решений. Для успеха и реализации системного подхода важно внедрить единую систему национальных стандартов в России [1].

Согласно BIM-стандарту Инфраструктура, информационное моделирование (BIM) в настоящее время все больше и больше ассоциируется с методологией управления проектами. BIM для инфраструктурных объектов имеет более короткую историю, чем для ПГС объектов площадных (вертикальных). Связано это тем, что в инфраструктурном проектировании задействовано больше технологически разнородных специализаций, а программное обеспечение не всегда позволяет иметь единое ядро проектирования или универсальный формат для передачи данных. На данный момент эти проблемы решены лишь частично, но опыт применения BIM для площадных объектов показывает, что существующие программные или технологические ограничения можно обойти путем правильной организации BIM-процесса с учетом всех современных возможностей информационных систем, при этом учитывать вес модели и удобства работы в ней всех заинтересованных сторон.

В настоящий момент указанные проблемы не всегда решаются, но анализ предприятий с внедрёнными BIM технологиями показал, что при условии их применения, в значительной степени удается сократить риски

при проектировании, учесть технологические ограничения и использовать единую информационную модель для работы всех участников проекта. Применение технологии BIM, совместно с управлением проектами, позволит эффективно управлять проектными решениями и ходом реализации проектирования и строительства, а также при прохождении государственной экспертизы.

Применение инновационных информационных технологий даёт возможность вывести проектирование инфраструктуры на современный уровень, что увеличит степень эффективности проектных решений и повысит качество и скорость реализуемых проектов. Важно организовывать работу, опираясь на новый уровень и формат обмена данными в цифровом виде, используя общую среду данных, применяя этот подход на все стадии реализации проекта.

Успешно реализованный проект – это проект, который позволяет достигнуть намеченных целей и результатов, выполнить объем запланированных работ без нарушения сроков и в рамках запланированного бюджета.

### **3. Подходы и методы управления проектами**

#### **3. Project management approaches and methods**

При выборе оптимального технического решения можно столкнуться с необходимостью многовариантного проектирования, при этом многокритериального, с нечетко формализуемой глобальной задачей системы, и что может повлечь за собой отклонение в реализации проекта, частичную реализацию или реализацию, но с дополнительными материальными и временными затратами. При возникновении таких отклонений требуется преодолеть не мало трудностей и препятствий для достижения результата. Не четко сформулированная цель или задача так же влечёт за собой вероятность развития негативных сценариев. Важной составляющей в решении создавшейся ситуации является использование современных компьютерных информационных программ и комплексов, так как обработка и передача информации в этом случае осуществляется намного быстрее, риск ошибок значительно уменьшается.

В настоящее время на рынке есть немало программных комплексов по управлению проектами, том числе применимых в области строительства транспортных объектов. Многие компании, при внедрении своего программного обеспечения на российских предприятиях, берут во внимание: особенности рынка России, иерархическую структуру предприятия, актуальные методы управления, применяемые в компаниях, для более оптимальной интеграции и эффективного применения своих



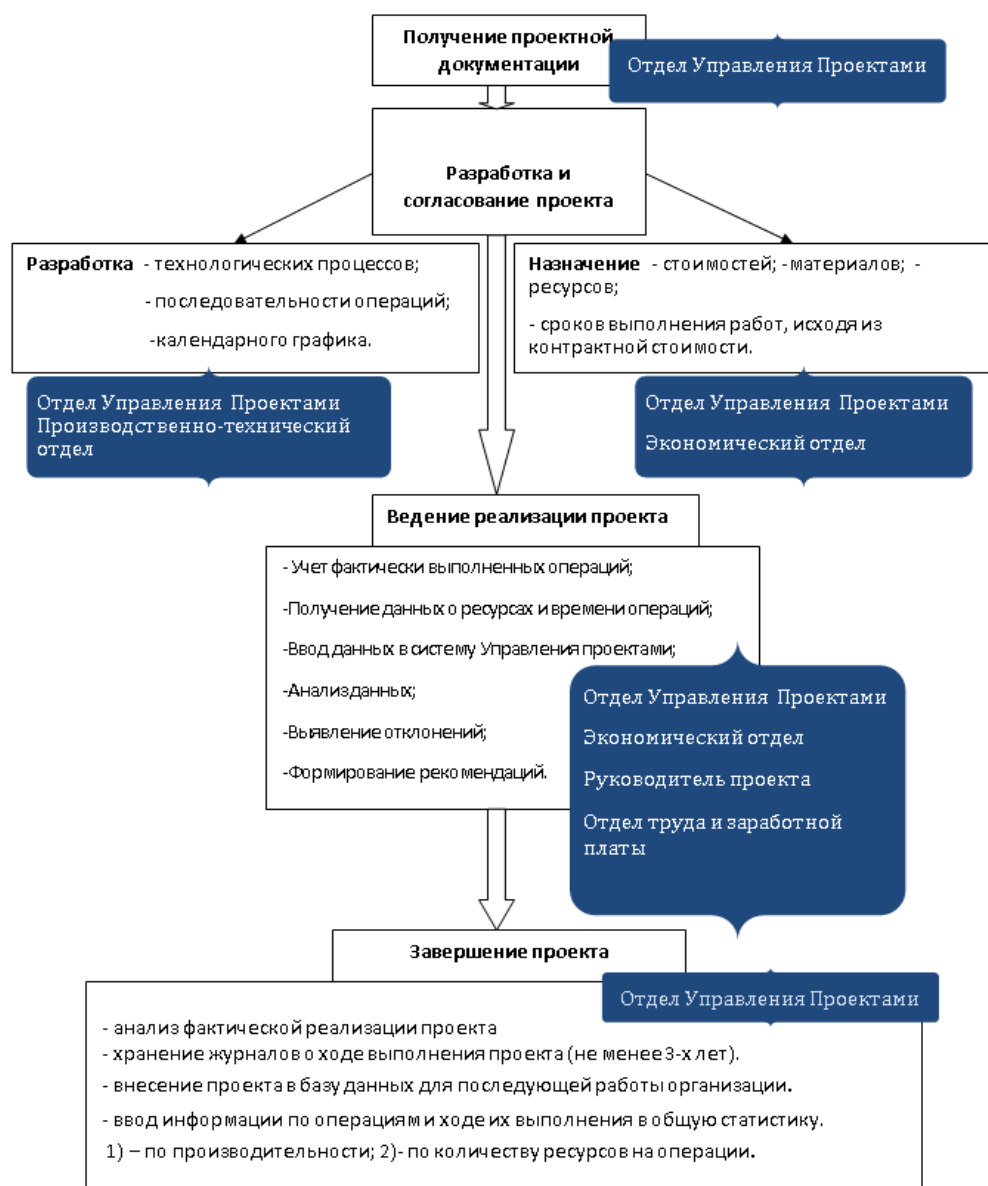
продуктов в проектной деятельности организации. Известные программные системы, такие как *MS Project* и *Oracle Primavera P6 Professional*, *Project Management*, *Spider Project Professional* нашли большое применение для реализации проектных решений в сфере строительства транспортных объектов. Благодаря их использованию в сочетании с системным подходом, технологические изыскания на стадии проектирования, трудозатраты, бюджетирование, планирование жизненного цикла объектов строительства осуществляются в разы быстрее и точнее. Это позволяет значительно оптимизировать расписание технических процедур при наличии незначительных ресурсов и спрогнозировать возможные риски.

В организациях, занимающихся строительством, имеется острая необходимость в точном календарном и ресурсном планировании, поскольку сценарий осуществления проекта при эффективном применении ресурсов – главный фактор успеха деятельности компании [14].

Не менее важным моментом внедрения компьютерных технологий является простота и удобство их применения. Строительные компании оценивают эти нововведения по следующим критериям:

- разработка календарных графиков с учетом возможности строить различные иерархические структуры и работы на разных уровнях иерархии, что особенно удобно при большом количестве операций; разработка расписания ресурсов; планирование сценариев движения денежных средств в рамках проекта, а также и по отдельным видам работ; возможность запланировать новые расходы, вести перечни трудовых ресурсов и машино-механизмов; создание и расчёт разных видов и версий проектов с временными и ресурсными ограничениями; а так же поиск наиболее эффективного варианта реализации проекта в результате экономической и временной оптимизации параметров; анализ материальной составляющей проекта и возможность формирования отчетов для специалистов в смежных областях; комфорт и удобство разработки библиотек типовых элементов и работы в информационных базах, возможность экспортирования и импортирования данных из разных подсистем как бухгалтерских, так и складских.

В настоящее время классический подход к управлению проектами использует следующую модель – это деление проекта на 4 уровня составляющих: инициирование проекта, его планирование и проектирование, реализация и ввод в эксплуатацию (рис. 3).



**Рисунок 3.** Схема реализации проекта (разработано автором)

**Figure 3.** Project implementation scheme (developed by the author)

Одновременно формируются важные контрольные точки проекта, задачи и их взаимосвязь. Опираясь на разные научные работы, можно утверждать, что деятельность по управлению проектами в области строительства транспортных объектов может быть разбита на фазы, включающие в себя технологические процессы, строительные-монтажные операции и их взаимосвязь. Процессы эти составляют общую технологическую схему, характеризующую деятельность по управлению проектами.

Рассчитать предполагаемые отклонения от заданных параметров при управлении проектами крайне сложно, поэтому инженер – разработчик проекта должен фиксировать и анализировать зависимость отклонений от заданных параметров по ходу осуществления проекта. Опираясь на эти

данные, менеджер, руководитель проекта или другое ответственное лицо принимает соответствующие решения:

1. Инновационный системно-информационный подход к управлению – современный путь для решения проблем при реализации проектов. Информационное моделирование, совершенствование системы по надзору за строительством объектов на стадии проектирования и внедрение общей базы и среды данных за счёт установки нового ПО, применение современных методов по моделированию и анализу и сборки общей информационной модели проекта может способствовать успеху при достижении целей проекта.

2. Персонал (учёные, производственники, программисты, сметчики, специалисты, инженеры, менеджеры, бухгалтеры и другие) должен быть вовлечён в принятие решений по отклонениям и возникающим проблемам в процессе проектирования. При строительстве объектов транспорта важно разрабатывать и внедрять новые модели и подходы к управлению проектами, для повышения скорости передачи данных всем заинтересованным стейкхолдерам, позволит оперативно реагировать всем участникам проекта на отклонение, своевременно разрабатывать корректирующие действия в расписании проекта, следовательно, сэкономит материальные средства компаний и срок реализации проекта.

3. Стандартизация – одна из главных составляющих на пути к успеху и повышению эффективности проектов. Единая система национальных стандартов – шаг в совершенствовании процедуры управления проектами в России.

4. Не стандартные решения при реализации проектов по строительству объектов транспорта – способ добиться лучшего результата и в кратчайшие сроки.

5. Современные программные комплекты и ПО являются одним из решающих факторов по повышению эффективности и обеспечению результативности в проектной деятельности. Создание функционала по управлению строительными проектами полного цикла внедрено в незначительном количестве компаний, полностью переход на проектное управление с применением системного, ресурсного подходов, а также зрелого уровня модели информационного моделирования так и не осуществлено в России.

Требования отечественных компаний к программным модулям предъявляются следующие:

- внедрение календарных графиков выполняемых процедур с иерархической поддержкой на разных уровнях;

- утверждение графика движения денежных средств, ресурсное планирование как на отдельный план производства работ, так и на весь проект;
- реализация планирования ресурсного обеспечения (сырья, материалов, работников);
- различные этапы по планированию – при ограничении во времени и в ресурсах, рассмотрение различных вариантов по реализации, где быстрее, где дешевле и выгоднее;
- составление экономически верного решения по выполнению проекта в различные временные сроки и с привлечением разных ресурсов;
- систематизация и распределение материальных средств на составляющие конструкции, на работы по строительству, учитывая утверждённую статью затрат;
- внедрение проектов в производственные интегрированные системы и возможностей по экспортированию и импортированию данных из разных подсистем как бухгалтерских, так и складских.

Система управления проектами используется для решения всех приведенных задач: необходимо осуществлять календарное планирование и отслеживать ход проекта, в том числе отклонений или отставаний при реализации проекта, она поддерживает несколько видов планирования – временное, ресурсное и материальное за счет возможности сетевого моделирования, метода освоенного объема, метода анализа оценки и программ PERT, графический метод анализа GERT, Метод Монте Карло, диаграмма Ганта, метод критического пути.

На сегодняшний день, становится очевидна важность применения СУП строительными и проектными организациями. Причины, основные цели, указывающие на необходимость ее применения, приведены в таблице 1.

Таблица 1 / Table 1

**Основные причины и цели внедрения системы управления проектами**

**The main reasons and goals for the project management system implementation**

<b>Причины применения Reasons to use</b>	<b>Цель и способ применения Application purpose and method</b>
Создание единого информационного пространства, работа с информационными моделями BIM, создание единой библиотеки семейств и атрибутов с целью повышения эффективности взаимодействия между стейкхолдерами проекта.	Повышение скорости разработки проекта, обмена данными между стейкхолдерами, прохождение экспертизы, внесения изменения в модель и моделирование календарных планов. Главная цель – повысить качество проекта, внедрить новые технологии, своевременно проводить корректирующие мероприятия.

Причины применения Reasons to use	Цель и способ применения Application purpose and method
Уменьшение сроков реализации проекта.	Применение единых информационных платформ и внедрение электронного документооборота для повышения оперативности взаимодействия основных стейкхолдеров, при необходимости – правок в режиме онлайн.
Проведения тендерной процедуры.	Совершенствование процедуры выбора подрядчика. Применение единых норм для подсчёта стоимости проекта.
Совершенствование способов управления для оперативного и правильного принятия решения руководством компании.	Разработка процедуры планирования, контроля по реализации проекта на базе единой информационной модели и единой среде данных.
Повышение конкурентоспособности предприятий, которые имеют низкие показатели эффективности.	Внедрение системного подхода для увеличения показателей эффективности проектирования, реализации проектов.

*Разработано автором / Developed by the author*

Для увеличения показателей эффективности в работе организаций, занимающихся строительством транспортных объектов, важно применять совокупность методологических подходов по управлению процедурами в последовательности, указанной ниже [16]:

1. Назначать распоряжением / Приказом по организации определённую группу работников для реализации внедрения системы управления проектами из управленцев среднего звена (мастера, начальники участков, прорабы).

2. Делегировать полномочия участникам группы.

3. Выпустить по предприятию распоряжение:

- осуществить взаимодействие работников указанной группы с пользователями, которое планируется внедрить, с целью обучения персонала новым системам и инструментам.
- площадку компании оснастить необходимыми техническими средствами для реализации проекта по внедрению.

4. Обучить всех участников группы СУП внедряемому программному продукту.

5. Установить и организовать отлаженную систему по ведению работ, внесению необходимой информации в информационную модель или версию проекта, структурировать и разработать документацию по порядку и частоте внесения, верификации и публикации данных.

6. Выяснить взаимосвязь между данными по выполнению работ на стройплощадке, при необходимости вносить корректировки, структурировать и обновлять информацию.

7. Перейти на систему 3d, 4d и 5d моделирования, с созданием общей среды обмена данными по проекту.

В результате, спроектированная модель управления проектами будет иметь преимущества, благодаря которым можно планировать деятельность по производству работ, применять разные методы моделирования, предполагать варианты ускорения работы, за счет учета резервов времени.

Разработав график для каждой смены, появляется возможность планировать задания для каждой смены, с учетом отслеживания запланированной и фактической длительности операций.

## 4. Разработка проекта с использованием программы Spider Project

### 4. Project development using the Spider Project software

Входными данными для разработки проекта служит техническое задание, чертежи, ведомость и т. д. В рамках данного исследования был использован проект организации строительства мостового перехода. Одной из идей стало создание нескольких версий или так называемого многовариантного календарного графика. Для составления версии проекта по реализации нужно идентифицировать и проанализировать процедуры в определённой последовательности нужно выявить:

1. **Состав операции** – расчёт количества плановых процедур.
2. **Взаимосвязанные операции** – определение взаимодействия между плановыми процедурами.
3. **Ресурсы операции** – оценка имеющихся материально-технических и типовых ресурсов, важных для реализации каждой запланированной работы.
4. **Длительности операций** – количественная оценка рабочих циклов, применяемых для реализации отдельных работ или стадий проекта.
5. **Внедрение расписания** – реализация расписания проекта, принимая во внимание последовательность операций или стадий проекта, их длительность, требования к ресурсному обеспечению и реализации в установленный срок.
6. **Управление расписанием** – в основе лежит управление изменениями расписания проекта.

## 5. Разработка структуры работ (Work Breakdown Structure)

### 5. Work breakdown structure

Для начала, опираясь на ступенчатую структуру работ, важно создать перечень СМР (операций), последовательность операций, ресурсные требования, длительность каждой стадии процесса. На основании перечисленного разрабатывается расписание с указанием даты начала и окончания работы, определяются возможные риски, на основании их учета расписание может корректироваться, согласовываться с руководителем проекта и заказчиком. Улучшение расписания работ – циклическая и непрерывная работа. При формировании иерархической структуры работ, взаимосвязь между операциями и стадиями проекта обуславливаются не только последовательностью и технологии производства работ, указанной в нормативных документах, но и методом поточного управления строительства [17; 18].

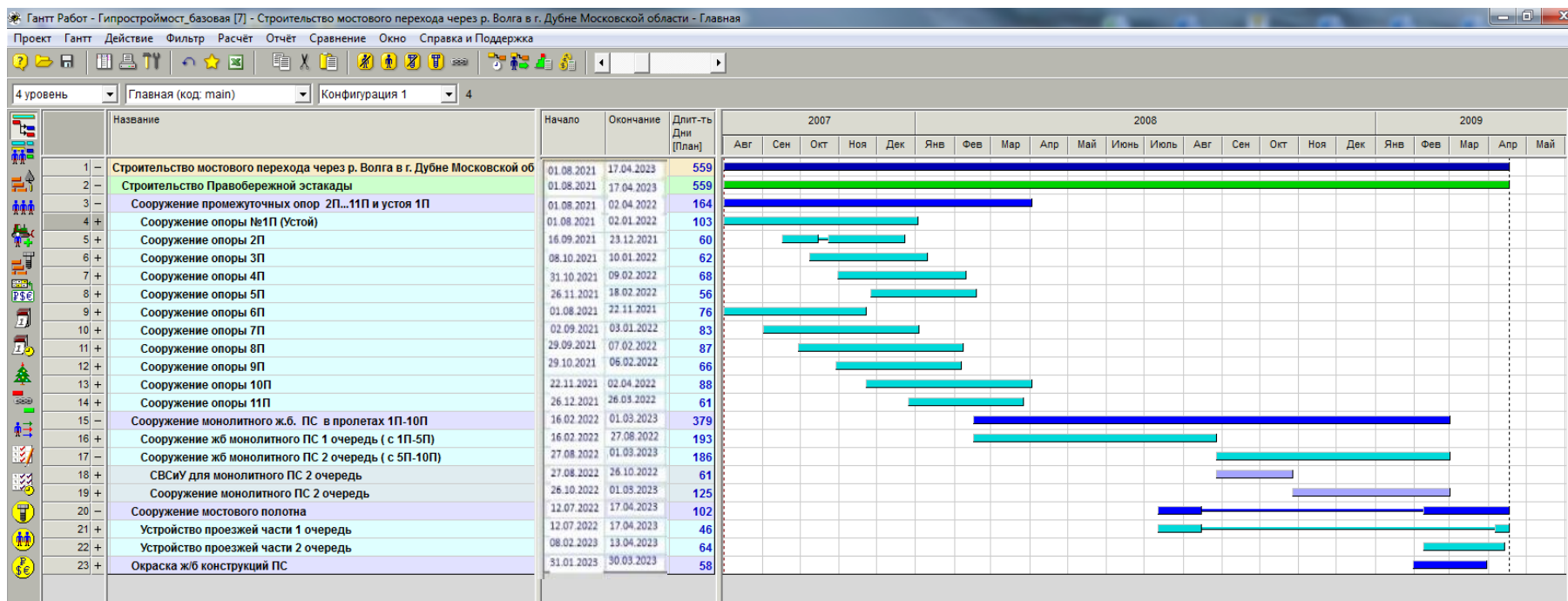
Степень детализации работ проекта может отличаться и варьироваться в зависимости от вида объекта и его масштабов. Существует несколько форм представления проекта, предназначенных исключительно для удобства создания отчётности с выборкой по фазам (рис. 5) и по текущим операциям. Последнее делает комфортным работу после внесения изменений в первоначальный проект (рис. 6).

Предъявляемые требования к срокам поставки сырья и материалов формируются, опираясь на ресурсные составляющие операций, это облегчает планирование условий контракта поставок.

Параметров оценки версий проекта множество: стоимость реализуемого проекта, период окупаемости, подсчёт прибыли, рентабельность, соотношение размера инвестиций и чистой прибыли, срок возврата инвестиций (ROI) – всё это экономические и финансовые показатели эффективности проекта.

В исследовании, автором были рассмотрены трудоемкость и срок реализации проекта, как основные показатели эффективности (рис. 7).

Для формирования отчётности нужно знать, что можно взять и задать любые выбранные характеристики по стоимости, трудоёмкости и количеству рабочих ресурсов на любой стадии проектирования.



*Рисунок 5. Работа над проектом в режиме разделения на рабочие стадии – фазы (разработано автором)*

*Figure 5. Work on a project in the mode of division into working stages – phases (developed by the author)*



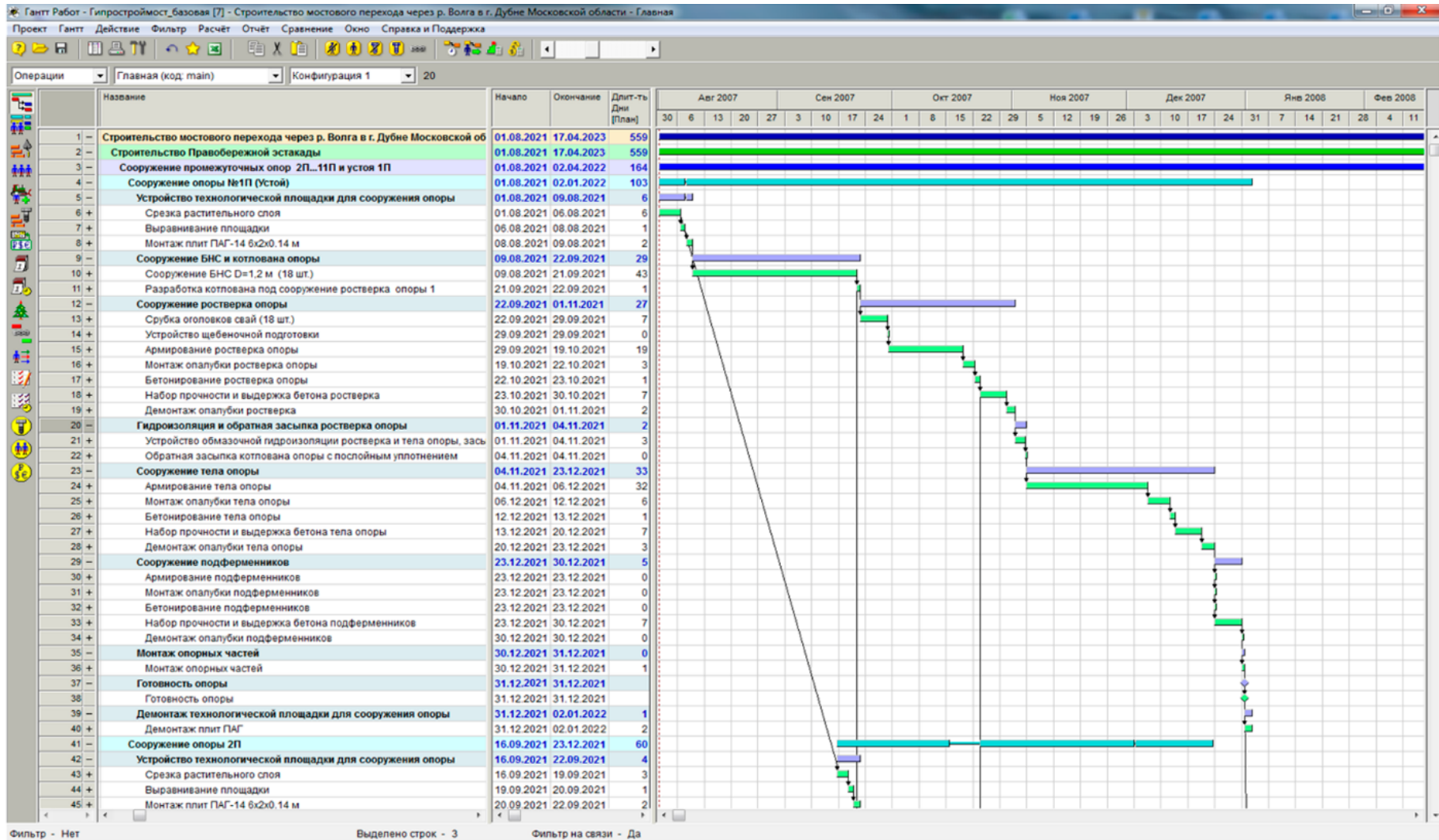


Рисунок 6. Работа над проектом в режиме разделения на рабочие операции (разработано автором)

Figure 6. Work on a project in the mode of division into work stages (developed by the author)

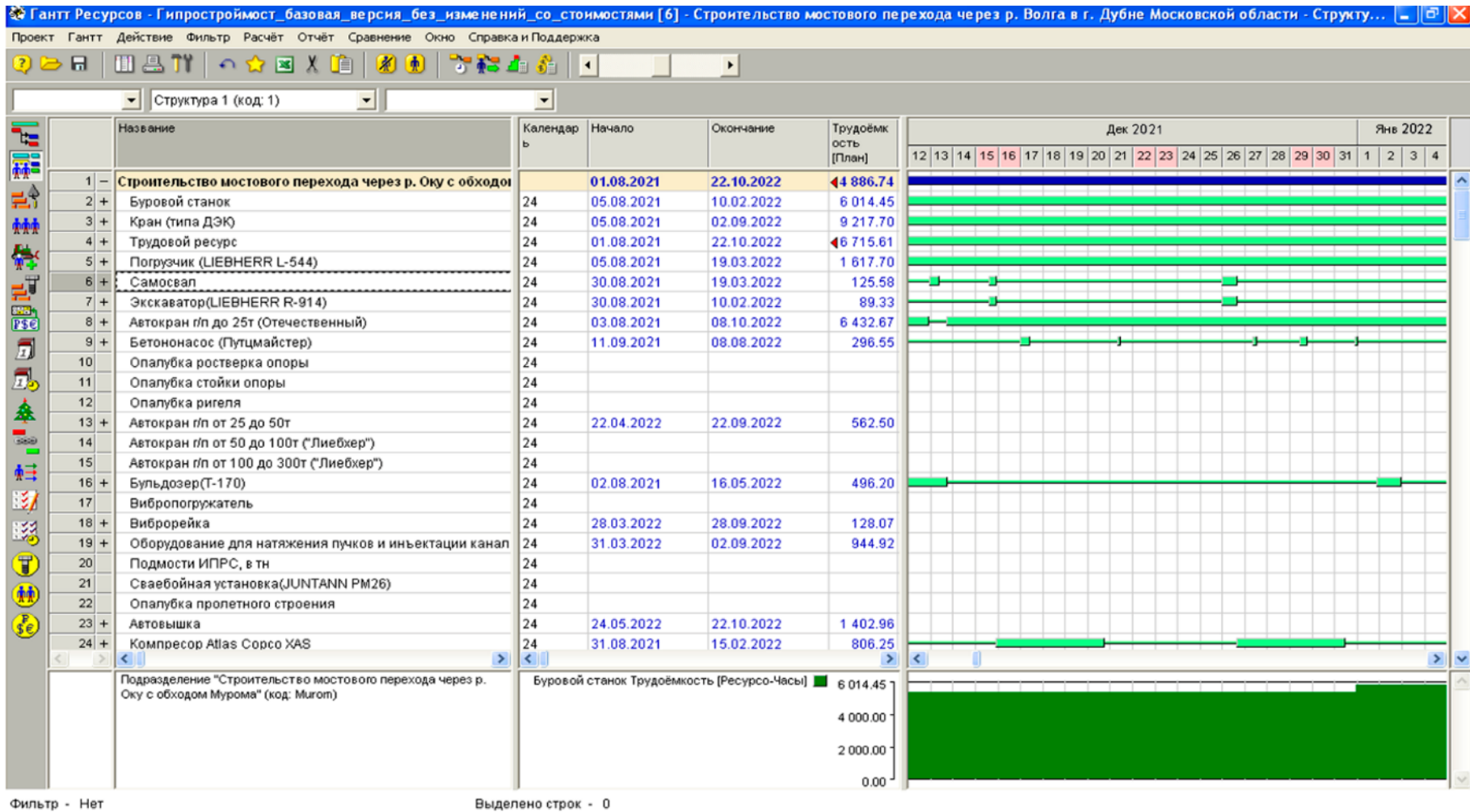


Рисунок 7. График трудоемкости машин и механизмов (разработано автором)  
Figure 7. Schedule of the labor intensity of machines and mechanisms (developed by the author)

## 6. Вычисление длительности проекта

### 6. Project duration calculation

Фактическая продолжительность строительства и реализации проекта чаще всего дольше расчётной или нормативной. Отклонения могут быть вызваны влиянием непредвиденных факторов, форс-мажоров. К ним можно отнести:

- Технологические.
- Технические.
- Управленческие.
- Погодные.
- Социально-правовые.
- Экономические.
- Политические.

Необходимо иметь навыки оценки реальных сроков реализации вновь создаваемого проекта. Для данной оценки используются следующие методы:

- Экспертный – Delphi – включает в себя проведение опросов и интервью.
- Аналоговый – сравнение сроков выполнения аналогичного проекта.
- Параметрический – (объем работ) / (производительность).
- Выборка по трем основным точкам: оптимистический (О), вероятный (М), пессимистический (Р).

Наибольший интерес представляет создание пессимистической, оптимистической версий проектов, для оценки отклонений сроков выполнения проектов.

## 7. Разработка и применение многовариантных версий реализации проекта

### 7. Development and application of multivariate options for project implementation

Для формирования оптимистической и пессимистической версий проекта, для начала нужно определиться с дополнительными условиями для его осуществления.

В особенности при создании пессимистической версии проекта надо учитывать риски, которые могут возникнуть в процессе деятельности. Причинами отклонений могут являться:

- несвоевременность окончания подготовительных работ на площадке;
- отсутствие условий для разворачивания фронта производства работ;
- качество геологических изысканий и неучтенные инженерные коммуникации и сети;
- природные факторы;
- задержка сроков формирования рабочей документации;
- перебои в финансировании проекта;
- риски, возникающие при закупке и поставке сырья и материалов.

Указанные риски – наиболее важные, поскольку взаимосвязаны со входными данными проекта. Для успешного завершения проекта поставки полуфабрикатов и материалов должны быть обеспечены по графику. Необеспечение комплектующими влечёт за собой простои и излишние трудозатраты на следующих стадиях проекта.

Первоначально можно задать граничные условия по срокам поставки сырья и материалов на площадку. К примеру, поставка смеси бетона и арматуры для основных конструкций, таких как устои и опоры может повлиять на срок по реализации проекта, поскольку без завершения этих работ мы не можем перейти в другим СМР, при этом данные операции могут стоять на критическом пути. Если изменить дату поставок арматуры на площадку, могут измениться плановые сроки СМР по строительству опорных конструкций. В нашем случае введение выше указанных ограничений пока не актуально, так как проект не начал осуществление. А ввод ограничительных мер никак не повлияет на ход реализации проекта.

При расчете продолжительности операций, рассматриваемых в примере, наиболее вероятная продолжительность составила:

$$T_B = (P + 4M + O) / 6 \quad (1)$$

$$T_B = (580 + 4 * 559 + 532) / 6 = 558 \text{ суток} \approx 18,6 \text{ мес.}$$

При разработке пессимистического варианта проекта предусматривалось несоответствие геологических параметров строительной площадки, это может снизить производительность бурильных станков, к примеру, в процессе работы на опорах с 1 м<sup>3</sup>/час до 0,8 м<sup>3</sup>/час.

Риски изменения и ухудшения погодных условий, которые могут влиять на работы, расположенные на критическом пути можно

предусмотреть в такие сезоны, как конец осени или зима: сильное понижение температуры воздуха, пурга, снегопады, сильный ливень, град, резкая оттепель, или например, ледяной дождь, как это было в Москве и Московской области в январе 2011–2012 гг., марте 2017 и ноябре 2020 года и т. д. – всё это может повлечь за собой изменение в сроках реализации проекта, а также изменение условий работы. К примеру, монтаж краном опалубки пролетного строения при непогоде (опираясь на статистические данные), может привести к снижению производительности с  $0,2 \text{ м}^2/\text{час}$  до  $0,15 \text{ м}^2/\text{час}$ , а дождь со снегом в зимний период может вызвать невозможность проведения работ и влечёт за собой простой. В пессимистической версии проекта можно предусмотреть снижение производительности при монтаже опалубки пролетного строения по причине очень низких температур зимой (а именно зимой по календарному плану проекта организации строительства запланировано проведение данного вида работ). В результате производительность при возведении первого пролетного строения может быть равна  $0,2 \text{ м}^2/\text{час}$  (когда работы ведутся летом), а производительность при строительстве второго пролетного строения –  $0,15 \text{ м}^2/\text{час}$  (риск обледенения опалубки при ведении работ зимой, дополнительное время на организацию тепляка, обогрева опалубки или иных способов для обеспечения набора прочности бетона в зимнее время).

В результате внесённых корректировок срок выполнения строительства, согласно пессимистической версии, равен  $T_{\Pi} = 580$  дням или примерно 19,3 месяца.

Разработка **оптимистической версии проекта** предполагает определение вариантов улучшения исходной версии проекта.

Вариантами улучшения может служить изменение технологии ведения работ или вариативности изменения ее составляющих, примером такого изменения может служить использование инверторной опалубки, вместо сборной при возведении монолитного элемента. Изменения в технологии армирования, путем замены стержневой арматуры с ее вязкой на месте на армокаркас, что приведет к повышению производительности работ на строительной площадке до  $0,05 \text{ т}/\text{час}$  с базовых показателей  $0,01 \text{ т}/\text{час}$ . При этом будет снижена общая трудоемкость не только СМР, но и общая трудоемкость проекта, она сократится до 38 ресурсо-часов с изначальных 192 ресурсо-часов. Вдобавок, увеличится работоспособность технических устройств и конструкций; загруженность у крана повысится с 35 % до 93 %, это исключит простой. Применение данной технологии поспособствует сокращению трудозатрат до 6 человек (при 8 в базовой версии). Как видно, замена арматуры на готовый армокаркас привела к оптимизации проекта по сроку и по материальным ресурсам. Это один

небольшой пример методики увеличения производительности, влияющий на итоговый срок выполнения проекта.

Дополнительное сокращение сроков деятельности для оптимистической версии проекта достигается, благодаря введению промежуточных связей между стадиями проекта и изменениями в порядке проведения операций. Срок оптимистической версии составил  $T_0 = 532$  дня или примерно 17,7 месяцев.

Автором принято решение провести сравнительный анализ составленных версий проекта по ФОТ и стоимости оборудования, для определения наиболее эффективной, вероятностной рабочей версии проекта. Для расчета была принята условная стоимость часа работы ресурсов в 100 рублей за час. Общие данные расчетов были сведены в единое и представлены ниже (таблица 2).

Таблица 2 / Table 2

Общие данные сравнительных расчетов по версиям проекта

General data of comparative calculations according to project versions

Параметр Parameter	Единица измерения Unit of measurement	Пессимистическая версия проекта Pessimistic version of the project	Базовая версия проекта Basic version of the project	Оптимистическая версия проекта Optimistic version of the project
Фонд оплаты труда Wage fund	рубль ruble	30 866 697	30 165 742	29 059 398
Затраты на оборудование и механизмы Equipment and machinery costs	рубль ruble	3 663 948	3 390 726	3 365 978
Срок проекта Project term	дни days	580	559	532
Трудоемкость Labor intensity	ресурсо- часы resource hours	345 306	335 565	324 254
Средняя стоимость дня реализации проекта Average cost per day of project implementation	рубль/день ruble/day	59 535,64	60 029,45	60 949,95

Разработано автором / Developed by the author

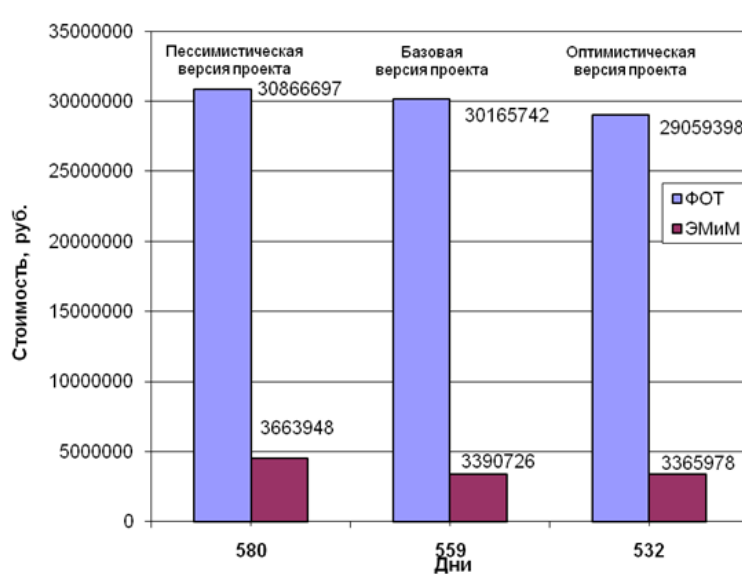
## 8. Расчёт экономических параметров проектов

### 8. Economic project parameters calculation

Анализируя проведённые расчёты, принимая во внимание допустимое отклонение по стоимости одного трудового дня, можно утверждать следующее:

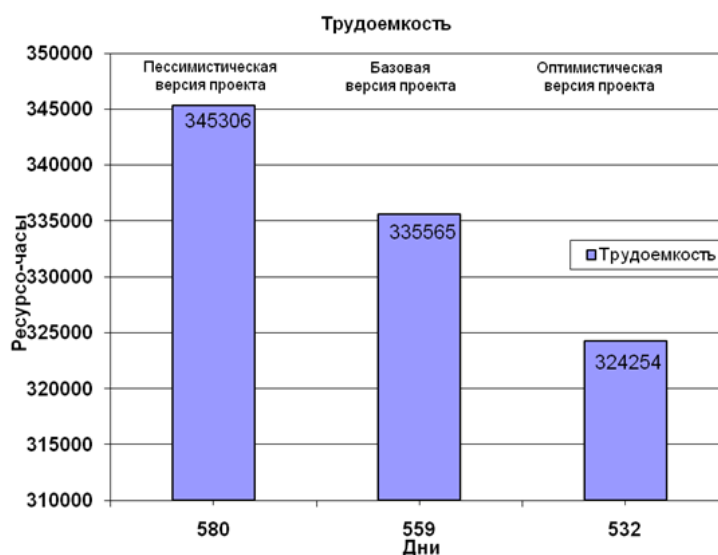
Исходная продолжительность проекта до введения оптимизации и разработки нескольких версий проекта, была равна 660 дням, средний срок

реализации проекта составил 559 дней. После проведения работы по оптимизации, срок выполнения проекта сократился на 101 день. Средняя стоимость одного трудового дня равняется 60 171,68 руб. Внедрение методики экономит на строительстве данного проекта порядка 6 137 511,36 руб., а это составляет 16 % от исходной стоимости.



**Рисунок 8.** Сравнение проектных версий по фонду оплаты труда и затратам на машины, оборудование и механизмы (оптимистическая, базовая и пессимистическая версии) (разработано автором)

**Figure 8.** Project versions comparison on the payroll and the cost of machinery, equipment, and mechanisms (optimistic, basic, and pessimistic versions) (developed by the author)



**Рисунок 9.** Сравнение проектных версий по трудоёмкости (разработано автором)

**Figure 9.** Project versions comparison by labor intensity (developed by the author)

В исследовании проведен сравнительный анализ версий проекта. Представлены отчёты, включающие в себя оценку сравнительных критериев: по срокам выполнения проекта, по затратам на машины,

механизмы и оборудование (ЭМиМ), по фонду оплаты труда оптимистической и базовой, пессимистической и базовой, пессимистической и оптимистической версий проекта. Результаты сравнения по продолжительности выполнения проекта и по экономическим характеристикам представлены на рис. 8 и 9.

## 9. Контроль исполнения графика календарного планирования и учет фактически выполненных работ

### 9. Monitoring the schedule implementation and actual work accounting

В алгоритме Spider Project имеется процедура по сравнению и анализу множества графических версий, с помощью которых можно по внешним характеристикам отследить степень по реализации проекта. Для грамотного варианта дальнейших действий сравнительный анализ помогает выбрать оптимальный путь в развитии проекта строительства.



Рисунок 10. Сравнение версий и выявление отклонений проекта после занесения учета проведённых работ в ПО Spider Project [22]

Figure 10. Comparison of versions and identification of project deviations after recording the work performed in the Spider Project software [22]

ПО даёт возможность сравнить все имеющиеся показатели. Сравнение производится на основе диаграммы Гантта, где указаны фактические и плановые сроки проектов производства работ. На рис. 10 показан сравнительный графический анализ версий проекта и выявление отклонений проекта после занесения учета проведённых работ в ПО Spider Project.



## Выводы

### Conclusions

1. Использование методики управления проектами способствует оперативному отслеживанию и внесению изменений в проект, повышая эффективность реализации проектных решений.

2. Данная методика позволяет уменьшить материальные затраты. К примеру, по результатам расчётов в проекте исследования, можно применить 2 БНС вместо 8, которые были изначально предусмотрены в проекте организации строительства до применения методики.

3. Системный подход к управлению проектами в сочетании с использованием программного продукта Spider Project, дало возможность уменьшить период строительства с 22 месяцев до 18,6 месяцев, достигнув, при этом 16 % экономии финансовой составляющей проекта.

4. Совершенствование метода управления проектами строительства объектов транспортной инфраструктуры путем применения системного подхода в управлении проектами в сочетании с современным программным обеспечением должен быть обязательным к внедрению и использованию в строительных организациях, так как это позволяет оптимизировать календарное планирование и повышать экономическую эффективность, даже в периоды неопределенности; составлять планы реализации проектов строительства транспортных объектов, рассчитывать стоимость операций, планировать расходы и учитывать риски проекта, а также контролировать и отслеживать фактическую реализацию хода строительства. Это позволяет проводить оперативное отслеживание изменения параметров хода реализации проектов строительства объектов транспортной инфраструктуры с учетом возникающих рисков, а также способствует принятию руководством оперативных решений и быстрому реагированию на изменения в среде реализации проекта.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Манухина О.А.** О проблемах применения системы управления проектами при строительстве объектов транспортной инфраструктуры / О.А. Манухина, А.И. Спасский // Экономика и предпринимательство. – 2017. – №8–3. – С. 581–586. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30296320> (дата обращения: 15.02.2021).
2. **Vuorinen L.** Value-oriented stakeholder influence on infrastructure projects / L. Vuorinen, M. Martinsuo. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2018.10.003> // International Journal of Project Management. – 2019. – Т 37, №5. – С. 750–766. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263786318304745> (дата обращения: 15.02.2021).

3. **Ньюэлл М.** В Управление проектами для профессионалов. Руководство по подготовке к сдаче сертифицированного экзамена / М.В. Ньюэлл. – [пер. с англ. А.К. Казаков]. – 3-е изд. – М.: КУДИЦ-Образ, 2006. – 416 с.
4. **Бобриков В.Б.** Проектный комплекс: организация процесса / В.Б. Бобриков, С.Е. Горбачев, Н.А. Телятникова // Мир транспорта. – 2010. – Т 8, №3. – С. 134–137. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15284955> (дата обращения: 15.02.2021).
5. **Adam A.** Aggregation of factors causing cost overruns and time delays in large public construction projects: Trends and implications / A. Adam, P.-E.B. Josephson, G. Lindahl. – DOI <https://doi.org/10.1108/ECAM-09-2015-0135> // Engineering, Construction and Architectural Management. – 2017. – Т 24, №3. – С. 393–406. – URL: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ECAM-09-2015-0135/full/html> (дата обращения: 15.02.2021).
6. **Бобриков В.Б.** Системный анализ в управлении строительными процессами: Монография / В.Б. Бобриков. – М.: Маршрут, 2004. – 285 с.
7. **Владимирский С.Р.** Системотехника мостостроения: методология и практические приложения / С.Р. Владимирский. – СПб.: Питер, 1994. – 285 с.
8. **Гусаков А.А.** Системотехника строительства / А.А. Гусаков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1993. – 366 с.
9. Экспертные системы в проектировании и управлении строительством / под редакцией А.А. Гусакова. – М.: Стройиздат, 1995. – 296 с.
10. **Никитин В.Э.** Современные методы анализа и обеспечения качества процесса проектирования сложных инженерных сооружений / В.Э. Никитин, М.Ф. Гуськова, Д.А. Трофимов, Н.А. Телятникова. – DOI <http://doi.org/10.15862/24SATS319> // Интернет-журнал «Транспортные сооружения». – 2019. – Т 6, №3. – URL: <https://t-s.today/24SATS319.html> (дата обращения: 15.02.2021).
11. **Kerzner H.** Project management: a systems approach to planning, scheduling and controlling / H. Kerzner. – Нью-Йорк: John Wiley & Sons, 1998. – 891 с.
12. **Wei C.-S.** The design of an activity buffer that minimises project delay / C.-S. Wei, C.-C. Wei, S.-T. Wei. – DOI <https://doi.org/10.1504/IJISE.2016.080292> // International Journal of Industrial and Systems Engineering. – 2016. – Т 24, №4. – С. 510–528. – URL: <https://www.inderscience.com/info/inarticle.php?artid=80292> (дата обращения: 17.02.2021).
13. **Калугин Ю.Б.** Причины отставаний строительных проектов / Ю.Б. Калугин. – DOI <https://doi.org/10.18720/MCE.74.6> // Инженерно-строительный журнал. – 2017. – №6. – С. 61–69. – URL: <https://engstroy.spbstu.ru/article/2017.74.6/> (дата обращения: 17.02.2021).
14. **Kim H.** Generating construction schedules through automatic data extraction using open BIM (building information modeling) technology / H. Kim, K. Anderson, S. Lee, J. Hildreth. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.05.020> // Automation in Construction. – 2013. – Т 35. – С. 285–295. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580513000873> (дата обращения: 17.02.2021).
15. Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) Sixth Edition / Ньютаун-Сквер: Project Management Institute, Inc., 2017. – 579 с.

16. **Gemünden H.G.** The project-oriented organization and its contribution to innovation / H.G. Gemünden, P. Lehner, A. Kock. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.07.009> // International Journal of Project Management. – 2018. – Т 36, №1. – С. 147–160. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263786317300327> (дата обращения: 17.02.2021).
17. Construction Project Management: An Integrated Approach / под ред. Peter Fewings. – Нью-Йорк: Routledge, 2013. – 624 с.
18. **Хомутичкина К.С.** Критерии оценки методов контроля, используемых при управлении строительным проектом / К.С. Хомутичкина // Управление проектами и программами. – 2009. – №4. – С. 312–323. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12947010> (дата обращения: 17.02.2021).
19. **Frederiksen N.** Organising for infrastructure development programmes: Governing internal logic multiplicity across organisational spaces / N. Frederiksen, S.C. Gottlieb, R. Leiringer. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2021.01.004> // International Journal of Project Management. – 2021. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263786321000041> (дата обращения: 17.02.2021).
20. **Бовтеев С.В.** Управление сроками строительного проекта / С.В. Бовтеев, Е.В. Терентьева // Управление проектами и программами. – 2014. – №2. – С. 158–173. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35419700> (дата обращения: 17.02.2021).
21. **Головань А.М.** К теоретическим основам построения модели управления в строительстве / А.М. Головань, Ф.К. Клашанов, С.Н. Петрова // Вестник гражданских инженеров. – 2013. – №5. – С. 208–212. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21077918> (дата обращения: 17.02.2021).
22. **Кокодеев А.В.** Совершенствование методики ресурсно-календарного планирования – как способ повышения эффективности предприятия в области транспортного строительства / А.В. Кокодеев, И.Г. Овчинников. – DOI <http://doi.org/10.15862/10SATS120> // Интернет-журнал «Транспортные сооружения». – 2020. – Т 7, №1. – URL: <https://t-s.today/10sats120.html> (дата обращения: 19.02.2021).

---

**Сведения об авторах:**

**Телятникова Наталья Александровна** – кандидат технических наук, доцент кафедры «Проектирование и строительство железных дорог», ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта», Москва, Россия, e-mail: [sharklike@mail.ru](mailto:sharklike@mail.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9686-3681>

РИНЦ: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=528740](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=528740)

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57200191796>

---

Статья получена: 29.03.2021. Принята к публикации: 06.04.2021. Опубликована онлайн: 20.04.2021.

## REFERENCES

1. Manukhina O.A., Spassky A.I. On the problems of applying the project management system for the construction of transport infrastructure facilities. *Journal of Economy and entrepreneurship*. 2017; (8–3): 581–586. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30296320> (accessed 15th February 2021). (In Russ., abstract in Eng.).
2. Vuorinen L., Martinsuo M. Value-oriented stakeholder influence on infrastructure projects. *International Journal of Project Management*. 2019; 37(5): 750–766. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2018.10.003>.
3. Newell, Michael W. Preparing for the project management professional (PMP®) Certification exam. Third edition. New York: Amacom; 2005. (In Eng.).
4. Bobrikov V.B., Gorbachev S.E., Teliatnikova N.A. Organization of complex engineering process. *Mir Transporta (World of Transport and Transportation) Journal*. 2010; 8(3): 134–137. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15284955> (accessed 15th February 2021). (In Russ., abstract in Eng.).
5. Adam A., Josephson P.-E.B., Lindahl G. Aggregation of factors causing cost overruns and time delays in large public construction projects: Trends and implications. *Engineering, Construction and Architectural Management*. 2017; 24(3): 393–406. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1108/ECAM-09-2015-0135>.
6. Bobrikov V.B. [System analysis in the management of construction processes: Monograph]. Moscow: Marshrut publ.; 2004. (In Russ.).
7. Vladimirskiy S.R. [Bridge building systems engineering: methodology and practical applications]. St. Petersburg: Piter Publishing House; 1994. (In Russ.).
8. Gusakov A.A. [Construction systems engineering]. Moscow: Stroyizdat; 1993. (In Russ.).
9. Gusakov A.A., Il'in N.I., Edeli Kh. et al. [Expert systems in design and construction management]. Moscow: Stroyizdat; 1995. (In Russ.).
10. Nikinin V.E., Guskova M.F., Trofimov D.A., Telyatnikova N.A. Modern methods of analysis and quality assurance of the complex engineering structures design process. *Russian Journal of Transport Engineering*. 2019; 6(3). (In Russ., abstract in Eng.) DOI: <http://doi.org/10.15862/24SATS319>.
11. Kerzner H. Project management: a systems approach to planning, scheduling and controlling. New York: John Wiley & Sons; 1998. (In Eng.).
12. Wei C.-S., Wei C.-C., Wei S.-T. The design of an activity buffer that minimises project delay. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*. 2016; 24(4): 510–528. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1504/IJISE.2016.080292>.
13. Kalugin Yu.B. Reasons of delays in construction projects. *Magazine of Civil Engineering*. 2017; (6): 61–69. (In Eng., abstract In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.18720/MCE.74.6>.
14. Kim H., Anderson K., Lee S., Hildreth J. Generating construction schedules through automatic data extraction using open BIM (building information modeling) technology. *Automation in Construction*. 2013; 35: 285–295. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.05.020>.
15. Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) Sixth Edition. Newtown Square: Project Management Institute, Inc.; 2017. (In Eng.).

16. Gemünden H.G., Lehner P., Kock A. The project-oriented organization and its contribution to innovation. *International Journal of Project Management*. 2018; 36(1): 147–160. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.07.009>.
  17. Construction Project Management: An Integrated Approach / Edited by Peter Fewings. New York: Routledge; 2013. (In Eng.).
  18. Khomutinnikova K.S. [Criteria for evaluating control methods used in the management of a construction project]. *The Project Management Journal*. 2009; (4): 312–323. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12947010> (accessed 17th February 2021). (In Russ.).
  19. Frederiksen N., Gottlieb S.C., Leiringer R. Organising for infrastructure development programmes: Governing internal logic multiplicity across organisational spaces. *International Journal of Project Management*. 2021. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2021.01.004>.
  20. Bovteyev S.V., Terent'yeva E.V. [Construction project time management]. *The Project Management Journal*. 2014; (2): 158–173. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35419700> (accessed 17th February 2021). (In Russ.).
  21. Golovan' A.M., Klashanov F.K., Petrova S.N. To the theoretical basics of building up models of construction management. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*. 2013; (5): 208–212. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21077918> (accessed 17th February 2021). (In Russ., abstract in Eng.).
  22. Kokodeev A.V., Ovchinnikov I.G. The improving of the methodology of resource scheduling – as a way to efficiency increase of the company in transport construction. *Russian Journal of Transport Engineering*. 2020; 7(1). (In Russ., abstract in Eng.) DOI: <http://doi.org/10.15862/10SAT5120>.
- 

**Information about the authors:**

**Natalia A. Telyatnikova** – Russian University of Transport, Moscow, Russia, e-mail: [sharklike@mail.ru](mailto:sharklike@mail.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9686-3681>

РИИЦ: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=528740](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=528740)

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57200191796>

---

Submitted: 29th March 2021. Revised: 6th April 2021. Published online: 20th April 2021.