

Интернет-журнал «Транспортные сооружения» <https://t-s.today>
Russian journal of transport engineering

2020, №1, Том 7 / 2020, No 1, Vol 7 <https://t-s.today/issue-1-2020.html>

URL статьи: <https://t-s.today/PDF/10SATS120.pdf>

DOI: 10.15862/10SATS120 (<http://dx.doi.org/10.15862/10SATS120>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Кокодеев А.В., Овчинников И.Г. Совершенствование методики ресурсно-календарного планирования – как способ повышения эффективности предприятия в области транспортного строительства // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», 2020 №1, <https://t-s.today/PDF/10SATS120.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/10SATS120

For citation:

Kokodeev A.V., Ovchinnikov I.G. (2020). 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*, [online] 1(7). Available at: <https://t-s.today/PDF/10SATS120.pdf> (in Russian). DOI: 10.15862/10SATS120

УДК 624; 69

ГРНТИ 67

Кокодеев Артемий Витальевич

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», Саратов, Россия
Аспирант кафедры «Транспортное строительство»
E-mail: artemkokodeev@gmail.com
РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=751214

Овчинников Игорь Георгиевич

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», Саратов, Россия
ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия
Профессор
Доктор технических наук, профессор
E-mail: bridgesar@mail.ru
РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=2922

Совершенствование методики ресурсно-календарного планирования – как способ повышения эффективности предприятия в области транспортного строительства

Аннотация. В последнее десятилетие наблюдается тенденция по снижению рентабельности деятельности предприятий, реализующих проекты строительства транспортных сооружений на территории Российской Федерации. Одним из основных факторов, негативно влияющих на рынок транспортного строительства, является несовершенство действующей системы ценообразования в строительстве, ориентированной в нынешнем виде на минимизацию расходов государственного заказчика и не покрывающей сметной стоимостью риски подрядчика: рост цен на основные строительные материалы, технику и оборудование, увеличение накладных расходов по администрированию контрактов, повышение кредитной нагрузки и затрат на банковское сопровождение и страхование проектов.

В данной связи особую актуальность приобретает поиск эффективной методики управления проектами строительства транспортных сооружений, с применением современных технологий ресурсно-календарного планирования и контроля реализации строительных проектов. При этом важной задачей становится подбор методики управления проектами, оптимальной по трудозатратам инженерно-технических работников предприятия.

В статье предлагается детальный алгоритм разработки и ведения ресурсно-календарных графиков строительства в отечественной программе Spider Project. Приводятся особенности предварительного изучения документации по проекту, переноса в график корпоративных справочников, формирования иерархической структуры работ, назначения на операции графика трудовых ресурсов, техники и оборудования, материалов, стоимостных составляющих. Предлагается метод расчета трудоемкости строительно-монтажных работ на основе формирования технологических карт. Рассматриваются возможности программы Spider Project в части контроля исполнения графика строительства в виде внесения учета фактически выполненных работ, сравнения версий графика и формирования план-фактной отчетности для анализа хода строительства и принятия управленческих решений.

Ключевые слова: транспортное строительство; управление проектами; проектный офис; ресурсно-календарный график; программное обеспечение; Spider Project; планирование; расчет трудоемкости; контроль; производственный отчет

Введение

В последние годы предприятия, реализующие свою деятельность в отрасли транспортного и инфраструктурного строительства в Российской Федерации, испытывают серьезные трудности. Так, в 2018 г. средняя годовая рентабельность подрядных организаций в области транспортного и инфраструктурного строительства не превышала 0,5–2 %. Следствием таких условий рынка и иных причин стало банкротство за последнее десятилетие множества крупнейших компаний с многолетней историей [1]. Помимо сокращения объемов государственных и частных инвестиций, направляемых на строительство, эксплуатацию, ремонт и реконструкцию объектов транспортной инфраструктуры и, соответственно, снижения предложения на рынке, существует проблема роста себестоимости реализации строительных проектов [1–8]. В связи с этим строительные компании фиксируют все худшие показатели по прибыли. Отсутствует возможность планирования производственной программы предприятия на несколько лет вперед, затруднено инвестирование в обновление собственных мощностей, автопарка, обучение и повышение квалификации персонала, внедрение новых технологий.

К основным причинам, приводящим к текущему состоянию предприятий в области транспортного строительства, относятся:

- рост затрат на комплектацию строительных участков основными материалами, специальными вспомогательными сооружениями и устройствами (СВСиУ), на мобилизацию техники и оборудования;
- увеличение расходов на фонд оплаты труда персонала компании, на налоги, проценты по кредитам, банковское сопровождение, страхование, на финансирование долгосрочных инвестиционных контрактов;
- повышение объемов накладных расходов на сопровождение контракта и администрирование строительных проектов в части работы с контролирующими органами, документооборота, предоставления всевозможной отчетности заказчику.

Затраты подрядчиков на строительные материалы и СВСиУ учитываются в цене контракта с учетом прогнозируемой инфляции на уровне 3–6 % в год, при этом фактический рост цен у поставщиков на материалы за последние годы существенно превышает заложенный в договорной цене. Накладные расходы подрядчиков и вовсе не предусмотрены контрактами с государственным заказчиком. Обобщая, можно утверждать, что все вышеперечисленные проблемы порождаются несовершенствами системы ценообразования в строительстве,

ориентированной в нынешнем виде на минимизацию расходов заказчика (государства) и не покрывающей сметной стоимостью риски подрядчика, рычагов воздействия на которые подрядчик не имеет [1; 6; 8; 9].

В результате, единственным способом выживания для частной российской строительной компании становится повышение эффективности, прозрачности и оптимизация бизнес-процессов на всех этапах операционной деятельности предприятия и реализации строительных проектов. В данной связи особую актуальность приобретают исследования и поиск путей совершенствования методики управления проектами в малых, средних и крупных подрядных организациях в сфере транспортного строительства. В частности, представляет интерес повышение эффективности, оперативности и качества ресурсно-календарного планирования проектов строительства транспортных сооружений с применением современного программного обеспечения.

1. Ресурсно-календарное планирование строительных проектов

Ресурсно-календарное планирование строительного проекта – это непрерывный процесс, направленный на определение и согласование наилучшего способа организации строительно-монтажных работ (СМР) для исполнения директивных сроков реализации проекта и утвержденного бюджета доходов и расходов (БДР) проекта. Благодаря детальному графику возможно:

- определять и контролировать соответствие необходимого темпа работы и сроков выполнения отдельных комплексов СМР и строительного проекта в целом;
- планировать ежедневную работу персонала на объекте;
- в любой момент получать ответы на вопросы – «где мы с вами находимся?», «как исполняются планы?» и «что же делать дальше?».

Процесс планирования является неотъемлемым элементом организации строительного производства на всех его этапах и уровнях. Успешный ход строительства возможен только, когда заблаговременно продумано, в какой последовательности будут выполняться работы, какое количество рабочего персонала, машин, механизмов и прочих ресурсов потребуется для выполнения каждого этапа строительного процесса. Недооценка ресурсно-календарного планирования и недостаточно частая актуализация графика влекут за собой: большие запасы материалов, либо несвоевременную поставку материалов; простой, либо дефицит техники; простой персонала (низкую выработку и зарплату участка) либо перерасход фонда оплаты труда (ФОТ) и т. д. В результате все это приводит к срыву сроков строительства, удорожанию строительного проекта и убыткам подрядчика [10–12].

В настоящее время для того, чтобы оставаться конкурентоспособным на рынке транспортного и инфраструктурного строительства, любому предприятию необходимо стремиться к цифровизации и прозрачности своей системы управления проектами и всех принятых в компании бизнес-процессов. Следовательно, возникает потребность в подборе профессионального программного обеспечения для управления проектами.

Сейчас существует целый ряд решений для эффективного управления строительными проектами, их ресурсно-календарного планирования и контроля исполнения: Microsoft Project, Primavera P6, Spider Project, Адванта, TILOS, Powerproject, Bentley, Open Plan, Turbo Planner и т. д. Различия в программах касаются применяемых к корпоративному управлению проектами конкретных требований: управления ресурсами (персонал, техника, оборудование, материалы, стоимости), рисками, портфелями проектов; возможности использования типовых

справочников; расчета операций через длительность и производительность ресурсов; вариативности методик планирования, контроля и анализа проекта [13–15].

Одним из наиболее перспективных решений в построении эффективной информационной системы корпоративного управления для строительной организации является система управления проектами Spider Project. Разработчик данного программного обеспечения (ПО) – российская компания ООО «Спайдер Проджект», руководитель и основатель компании – В.И. Либерзон. Первая версия программы была выпущена в 1992 г. Spider Project – это пакет управления проектами, разработанный с учетом потребностей, особенностей и приоритетов российского рынка, спроектированный для использования в качестве корпоративной системы для управления проектами, программами и портфелями проектов и содержащий инструменты для создания и использования в проектах корпоративных стандартов и справочников.

Программа Spider Project также представляет интерес в связи с учетом специфики российского рынка транспортного строительства и реализованной возможности назначения физического объема строительно-монтажных работ (операций) и производительности ресурсов, выполняющих работы, что позволяет осуществлять точный расчет длительности и трудоемкости как отдельных работ, так и строительного проекта в целом. Также важным плюсом Spider Project является соответствие международному стандарту управления проектами PMBOK Guide [6; 16; 17].

В работе авторов [1] в рамках диссертационного исследования была рассмотрена проблема создания корпоративной системы управления проектами, проектного офиса и отдела управления проектами (ОУП), основными функциями которого являются:

- разработка и внедрение корпоративной методологии управления проектами для единого понимания требований и процессов в компании (которая разрабатывается, к примеру, на основе PMBoK Guide – Свода знаний по управлению проектами Института управления проектами PMI);
- разработка и актуализация регламентов создания, согласования и контроля ресурсно-календарных графиков строительства;
- разработка и актуализация справочников трудовых ресурсов, машино-механизмов, оборудования, материалов, стандартных статей доходов и расходов;
- разработка и актуализация справочников единичных норм ресурсного планирования на основании сбора фактических данных с объектов, технологических карт на типовые комплексы СМР;
- разработка и актуализация типовых шаблонов проектов;
- ведение и анализ архива проектов, реестра рисков;
- оценка перспективных проектов на этапе тендерной закупки;
- создание и обновление единого электронного хранилища проектов, администрирование текущих проектов, работа с портфелем проектов (производственная программа предприятия);
- контроль реализации текущих проектов, сбор отчетности;
- анализ и прогноз результатов, принятие управленческих решений;
- распределение ресурсов компании между проектами.

В работе [6] была предложена методика расчета себестоимости и анализ перспективности проектов строительства транспортных сооружений на основе укрупненного

ресурсно-календарного графика в Spider Project (без назначения материалов и СВСиУ, статей доходов и расходов, внесения учета выполненных работ и др.).

В данной статье будет рассмотрен и предложен к применению комплексный алгоритм разработки, ведения и контроля исполнения ресурсно-календарных графиков строительства транспортных сооружений в ПО Spider Project.

Очевидно, что Spider Project – мощный программный продукт, содержащий большое количество функциональных возможностей. Однако, учитывая специфику большинства строительных компаний в нашей стране – не укомплектованность инженерно-технических отделов (ПТО) в связи с отсутствием выделенных штатных единиц для ресурсно-календарного планирования проектов, а также дефицит квалифицированных инженерных кадров на рынке труда – использовать все функции Spider Project на практике зачастую не представляется возможным.

Поэтому существует потребность в предложении эффективной методики работы с ресурсно-календарными графиками с использованием базовых инструментов программного комплекса Spider Project, которая будет доступна для внедрения на любых малых, средних и крупных предприятиях с различным уровнем «зрелости» системы управления проектами.

2. Изучение проектной (рабочей) документации, анализ рисков

Для реализации строительного проекта формируется команда проекта из числа сотрудников предприятия: инженера по планированию (разработчика ресурсно-календарного графика строительства), куратора проекта от ПТО, экономиста планово-экономического отдела (ПЭО), менеджера отдела материально-технического снабжения (ОМТС), начальника участка, и иных лиц. Команда проекта изучает чертежи проектной документации (ПД) и рабочей документации (РД) при ее наличии. Основные разделы ПД, требующие изучения: пояснительная записка (ПЗ), проект полосы отвода (ППО), технологические и конструктивные решения линейного объекта (ТКР), проект организации строительства (ПОС).

Проводится исследование местоположения объекта, сбор информации о географических, климатических и логистических особенностях объекта. Производится оценка имеющихся у строительного предприятия производственно-технических мощностей (персонал, техника и оборудование, СВСиУ) и опыта в реализации подобных проектов.

Осуществляется анализ рисков неисполнения ресурсно-календарного графика с их последующим внесением в модель графика по мере его формирования. К рискам неисполнения графика можно отнести [6; 18–20]:

1. непредоставление фронта работ;
2. наличие неучтенных инженерных сетей и коммуникаций;
3. несоответствие геологических условий при сооружении свайного основания;
4. климатические и гидрологические особенности местности;
5. нарушение графика выдачи рабочей документации;
6. неучтенные в договоре работы по устройству/демонтажу СВСиУ;
7. нарушения комплектации объекта основными материалами и СВСиУ;
8. нарушения мобилизации машин и механизмов, ремонтные работы;
9. перебои в финансировании проекта;

10. особенности требований технадзора;
11. некачественное выполнение работ;
12. и др.

После изучения исходных данных проекта команда проекта проводит технический совет с руководством предприятия, включая главного инженера, для анализа данных по проекту и поиска возможностей оптимизации технических и организационных решений при строительстве объекта.

Инженер, ответственный за разработку ресурсно-календарного графика, консолидирует всю собранную информацию по проекту и применяет ее при создании графика.

3. Подготовка к разработке графика строительства

При поступлении задания на разработку ресурсно-календарного графика по новому объекту в ПО Spider Project создается новый проект с дальнейшим переносом в него всех основных корпоративных справочников, а также при необходимости типовых шаблонов проектов, состоящих из стандартных операций и содержащих корпоративные нормы ресурсного планирования. Также на практике для создания нового графика возможен вариант использования как основы графика по завершеному или текущему проекту, максимально подобного новому, с дальнейшей корректировкой и доработкой графика с учетом специфики строительного проекта.

Необходимо заполнить поля «Название проекта», «Код», «Текущее время», «Директивный финиш» (рис. 1). В течение периода реализации строительного проекта по тем или иным причинам регулярно возникает потребность в корректировке графика. Для упорядочивания и повышения прозрачности данного процесса необходимо корректно заполнять поля «Версия проекта» и «Комментарий». Каждый раз при внесении достаточно существенных изменений в график ответственный инженер должен сохранять график с повышением номера версии, и заполнять комментарии касательно внесенных изменений.

Рисунок 1. Заполнение свойств нового графика (разработано авторами)

После создания нового проекта необходимо осуществить перенос в него основных корпоративных справочников, предварительно созданных и утвержденных на предприятии (рис. 2). Для этого необходимо открыть нужный справочник, выбрать «Действие» – «Перенос данных», и указать текущий график, в который необходимо перенести справочник.

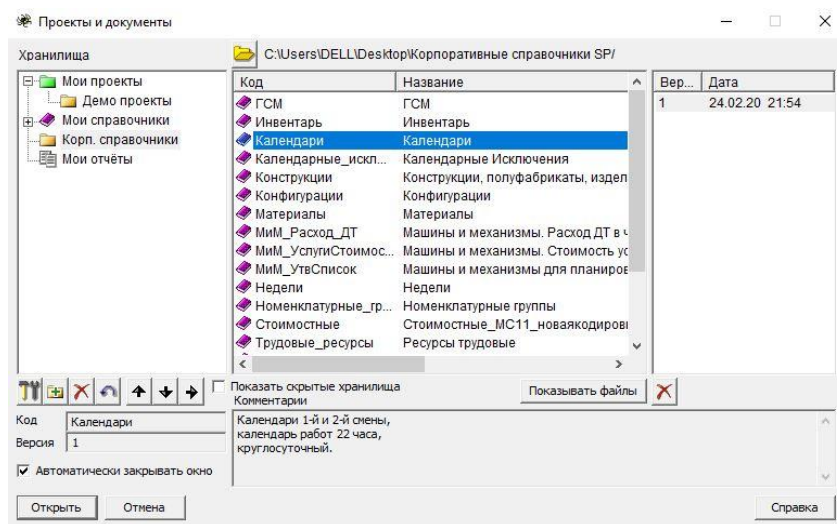


Рисунок 2. Пример перечня корпоративных справочников для работы в ПО Spider Project (разработано авторами)

К основным справочникам, которые требуются для разработки ресурсно-календарного графика, относятся:

- «Недели», «Календари», «Календарные исключения» – определяют режим исполнения (расписание) операций и графика в целом (рис. 3). В зависимости от трудового распорядка на предприятии, справочники могут различаться. Если операции могут выполняться без ограничений по времени, в таком случае принимаем стандартный календарь «22 часа», а тип «Недель» – «7 дней» (работа без выходных). В условиях плотной застройки, наличия жилых строений вблизи места производства работ, при перекрытии существующего автомобильного движения (работа в «окна»), а также при других обстоятельствах, когда имеется возможность выполнять работы только в одну смену, нужно использовать для операций Календарь «1 смена» либо «2 смена». Календарные исключения также могут меняться в зависимости от специфики строительного проекта: это может быть период активированных дней, паводка, нереста рыб, использования зимника, навигации и т. д.

	Код	Название	Основной	Код Недели	Календарные Исключения [Коды]
1	K_раб_1см	Календарь рабочих 1см		H_раб_1см	NewYear
2	K_раб_2см	Календарь рабочих 2см		H_раб_2см	NewYear
3	K_работ	Календарь работ (22 часа)	Основной	H_работ_22	NewYear
4	K_24	Календарь круглосуточный		H_24	NewYear
5	K_итр_1см	Календарь ИТР 1см		H_итр_1см	NewYear
6	K_итр_2см	Календарь ИТР 2см		H_итр_2см	NewYear

Рисунок 3. Пример корпоративного справочника «Календари» для работы в ПО Spider Project (разработано авторами)

- «Трудовые ресурсы» – перечень должностей персонала, задействованного при реализации строительного проекта. Рабочий персонал, непосредственного выполняющий СМР и назначенный на операции графика, предлагается укрупнить до двух категорий основных рабочих (рис. 4) – «Рабочий» (монтажник, бетонщик, арматурщик, стропальщик, плотник) и «Сварщик» (электрогазосварщик). Каждый трудовой ресурс представлен в справочнике в трех вариантах с разным календарем (режимом работы) – «1 смена», «2 смена», «22 часа». Помимо основных рабочих в справочнике должны быть представлены механизаторы, водители, инженерно-технические работники (ИТР), персонал административно-хозяйственного отдела (АХО). Также в корпоративном справочнике рекомендуется назначить каждой должностной единице тарифную ставку заработной платы в час, которую в дальнейшем при необходимости можно будет откорректировать.

Код	Название	Тип	Календарь	Краткое Название	
26	1юди_22ч_Прораб	Производитель работ 22ч	ИТР	К_работ	Производитель работ
27	Люди_2см_Прораб	Производитель работ 2смена	ИТР	К_итр_2см	Производитель работ
28	Люди_1см_Рабочий	Рабочий основной 1смена	Основные раб	К_раб_1см	Рабочий основной
29	Люди_22ч_Рабочий	Рабочий основной 22ч	Основные раб	К_работ	Рабочий основной
30	Люди_2см_Рабочий	Рабочий основной 2смена	Основные раб	К_раб_2см	Рабочий основной
31	Люди_1см_Руководитель	Руководитель проекта 1смена	ИТР	К_итр_1см	Руководитель проекта
32	Люди_1см_Экономист	Экономист 1смена	ИТР	К_итр_1см	Экономист
33	Люди_1см_Сварщик	Электросварщик 1смена	Основные раб	К_раб_1см	Электросварщик
34	Люди_22ч_Сварщик	Электросварщик 22ч	Основные раб	К_работ	Электросварщик
35	Люди_2см_Сварщик	Электросварщик 2смена	Основные раб	К_раб_2см	Электросварщик

Рисунок 4. Пример корпоративного справочника «Трудовые ресурсы» для работы в ПО Spider Project (разработано авторами)

- «Машины и механизмы» – перечень строительной техники и оборудования, задействованных в реализации строительного проекта и назначаемых на операции графика. В корпоративном справочнике рекомендуется назначить каждой единице строительной техники и оборудования стандартный расход топлива и стоимость аренды в час.
- «Центры ресурсов» – применяются при необходимости группировки однотипных ресурсов для их совместного анализа. Для трудовых ресурсов предлагается создать четыре основных центра ресурсов – «Основные рабочие», «Механизаторы», «ИТР», «АХО». Для машин и механизмов возможно создать центр ресурсов по погружному оборудованию, крановой технике, дорожной технике и др.
- «Материалы» – перечень основных строительных материалов и специальных вспомогательных сооружений и устройств (СВСиУ), необходимых для реализации строительного проекта и назначаемых на операции графика согласно проектной документации (ПД), и далее рабочей документации (РД) после ее выхода. В корпоративном справочнике рекомендуется назначить каждому материалу его рыночную стоимость единицы объема (и ежегодно актуализировать справочник), которую в дальнейшем при необходимости можно будет откорректировать.
- «Центры материалов» – формируются для получения информации об общем использовании однотипных материалов. К примеру, при необходимости возможно создать центры материалов «Сборный железобетон опор», «Арматура», «Щитовая опалубка», «Монолитный бетон опор», «Сборный железобетон пролетных строений», «Металлоконструкции пролетного строения» и т. д.

- «Стоимостные составляющие» – это стандартные статьи доходов и расходов строительного проекта, необходимые для формирования и контроля исполнения БДР проекта. Предлагается использовать основные статьи доходов (согласно договору) – «СМР Собственные силы» и «СМР Субподряд», статьи расходов – заработная плата рабочих, водителей, механизаторов, ИТР, АХО, накладные расходы (проезд, проживание, суточные), налоги, стоимость материалов, эксплуатация, закупка и аренда техники и оборудования, страхование СМР и т. д.
- «Центры стоимостей» – формируются для получения информации об общих доходах и расходах по проекту в денежном выражении (к примеру, «Доходы всего», «Расходы на заработную плату всего» и т. д.).
- «Конфигурации» – это состав и расположение колонок таблиц и документов, внешний вид и настройки пользовательских диаграмм. Для работы по наполнению ресурсно-календарного графика строительства фазами, операциями и основными ресурсами (персонал, машины и механизмы) рекомендуется следующий состав колонок (рис. 5):

Начало – начало выполнения операции;

Окончание – окончание выполнения операции;

Длительность дни [План] – длительность выполнения операции;

Объем [План] – объем операции;

Единица объема – единица измерения объема операции;

Календарь – определение периода выполнения операции;

Тип ДПП – характеристика операции, определяющая как при построении графика будет рассчитана длительность операции;

Количество – количество единиц ресурса для выполнения операции;

Загрузка – отношение времени работы ресурса к общей длительности операции;

Производительность – объем, выполняемый ресурсом в час;

Трудоемкость [План] – трудоемкость ресурсов в ресурсо-часах;

Центр ресурсов [Трудоемкость] – трудоемкость назначенных ресурсов в ресурсо-часах по выбранному центру ресурсов (рекомендуется считать трудоемкость по основным рабочим – непосредственным исполнителям операций графика).

Название	Начало	Окончание	Длительность, Дни	Объем [План]	Единица объема	Календарь	Тип ДПП	Количество	Загрузка	Производительность	Основные рабочие	Трудоемкость
1 – Путьпровод на ПК 100	14.02.20	22.03.20	36.78								4 413	12 757
2 – Сооружение опор	14.02.20	22.03.20	28.37	292.6	м3						2 795	4 568
3 – Опора №1 лев.	14.02.20	22.03.20	20.78	146.3	м3						1 397	2 284
4 – Сооружение фундамента (призм. ж/б	14.02.20	10.03.20	9.21	75.0	шт.						651	1 253
5 + Подготовка площадки под работу по	14.02.20	15.02.20	1.00	700.0	м2	К_работ	Длите				44	213
6 + Погружение пробных забивных свай	16.02.20	16.02.20	0.09	3.0	шт.	К_работ	Произ				4	9
7 + Динамические испытания свай	22.02.20	23.02.20	0.50	100.0	%	К_работ	Длите					16
8 + Погружение забивных свай	27.02.20	29.02.20	2.05	72.0	шт.	К_работ	Произ				90	225
9 + Проведение статических испытаний	01.03.20	04.03.20	3.00	100.0	%	К_работ	Длите				43	66
10 + Разработка котлована экскаватором	07.03.20	08.03.20	0.63	134.0	м3	К_работ	Произ				42	142
11 + Срубка оголовков призматических с	08.03.20	10.03.20	1.95	75.0	шт.	К_работ	Произ				429	581

Рисунок 5. Настроенная конфигурация для формирования графика в ПО Spider Project (разработано авторами)

4. Создание иерархической структуры работ

Иерархическая структура работ (сокр. ИСР, от англ. Work Breakdown Structure, WBS) – это иерархическое разбиение всех работ проекта, которые необходимо выполнить для достижения целей проекта, на более мелкие операции и действия до такого уровня, на котором способы выполнения этих действий вполне ясны и соответствующие работы могут быть оценены и спланированы.

Качественная ИСР (фазы верхнего и нижнего уровня, операции) должна быть выстроена согласно ведомости объемов работ и технологической последовательности выполнения строительно-монтажных работ (рис. 6). Нужно создавать ИСР таким образом, чтобы было возможно свернуть график до фаз любого уровня (скрытие операций) и легко «прочитать» график даже специалисту, не знакомому с особенностями объекта строительства [21; 22].

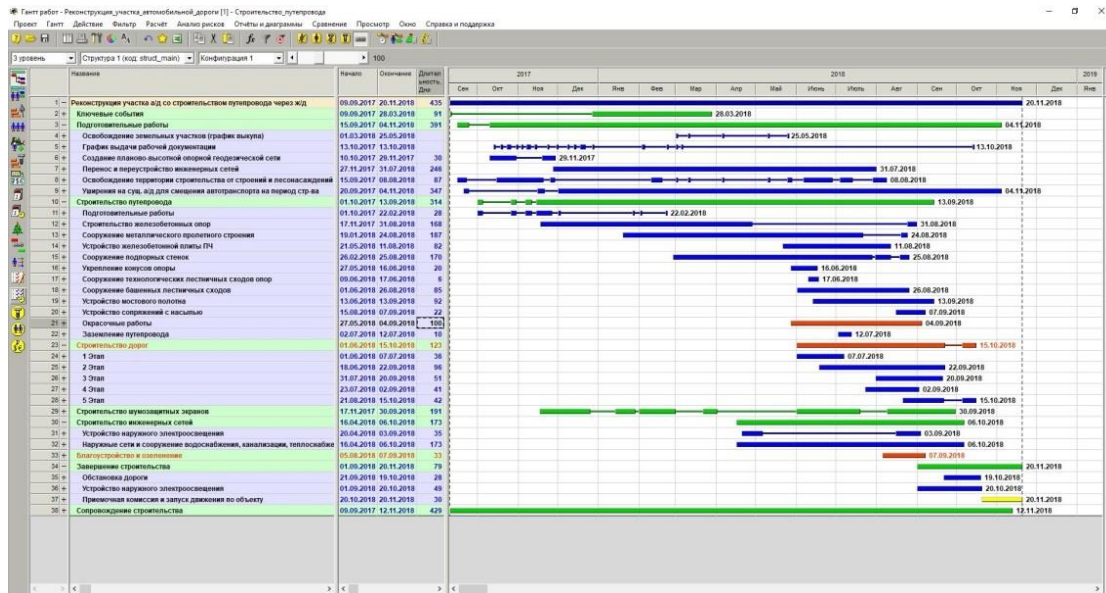


Рисунок 6. Пример иерархической структуры работ графика строительства путепровода в ПО Spider Project (разработано авторами)

В случае, когда операции в рамках одного конструктива и одной фазы нижнего уровня выполняются в совершенно разные периоды, рекомендуется разбить данную фазу на две, операции в которых будут выполняться в разное время. Необходимо стремиться к формированию такой структуры работ, при которой количество связей между разными фазами было бы минимальным, иначе, в конечном счете, график может принять нечитаемый вид, и будут затруднены анализ и корректировка графика.

Степень детализации работ может варьироваться в зависимости от объекта. Необходимо стремиться к балансу между слишком укрупненной ИСР и слишком детализированной, т. к. обе крайности приведут к неработоспособности графика. Важное требование – детализировать работы таким образом, чтобы была возможность корректного определения типа, количества, загрузки и производительности ресурсов, длительности и трудоемкости операции.

ИСР и последовательность выполнения работ в графике в Spider Project формируют связи операций (рис. 7). Существует несколько типов связей, создаваемых непосредственно на диаграмме Гантта курсором мыши [16]:

- «Финиш-Старт» – последующая операция может начаться лишь после завершения предшествующей;

- «Финиш-Финиш» – последующая операция может завершиться лишь после завершения предшествующей;
- «Старт-Старт» – последующая операция начинается не раньше начала предшествующей;
- «Старт-Финиш» – последующая операция заканчивается не раньше начала предшествующей.

Также существует возможность задания задержки связи – дополнительного условия к связи между операциями. Величина задержки может быть положительной и отрицательной, типы задержки – по времени и по объему операции.

При формировании ИСР графика связи между операциями должны быть обусловлены только технологической последовательностью работ, а также поточным методом организации строительства [23]. Устанавливать жесткие даты начала или окончания операции рекомендуется только в крайних случаях. К примеру, если необходимо привязать начало какого-либо этапа реализации проекта к определенной дате (передача фронта работ, перенос коммуникаций, выдача РД, выход субподрядчика, поставка материала, техники или оборудования и т. д.), то необходимо: создать операцию с типом ДПГ «Контрольное событие», назначить на операцию требуемую дату, переименовать операцию под причину установления жестких дат, и установить следующую технологическую связь. Таким образом будет обеспечена прозрачность разработки, проверки, согласования и актуализации ресурсно-календарного графика.

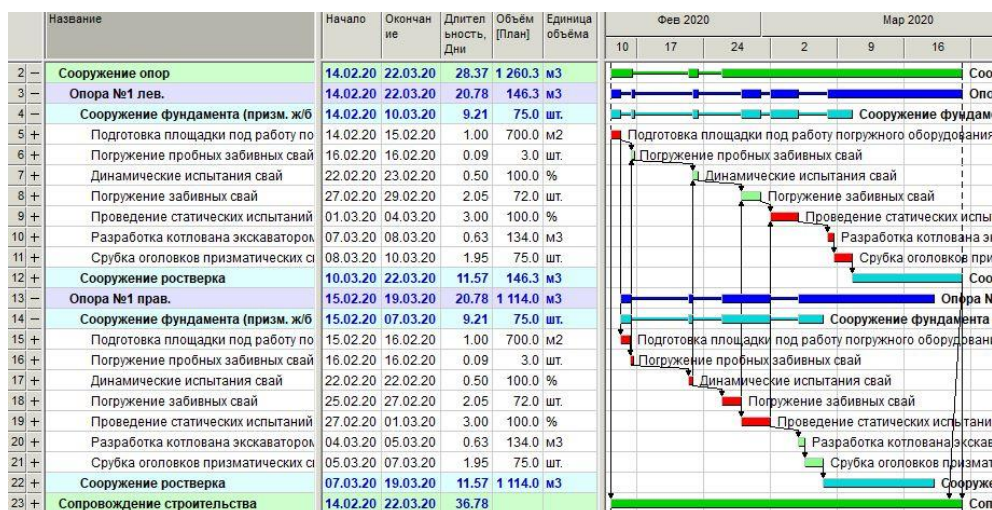


Рисунок 7. Отображение взаимосвязей между операциями графика в ПО Spider Project (разработано авторами)

5. Назначение объемов работ

Объемы выполнения строительно-монтажных работ и единицы измерения необходимо устанавливать, руководствуясь чертежами ПД (РД при наличии). Обязательное правило создания новых операций – они должны быть измеряемы, иметь физический объем и единицу измерения объема (т, м², м³, п.м. и др.). Допускается измерять операции в процентах в случаях, если: операция не имеет назначенных ресурсов; операция является непроизводственной; выполнение операции трудно оценить через физический объем (например, динамические испытания свай, откачка воды из котлована, устройство тепляка, опускание ПС на опорные части, работа арматурного цеха и т. д.).

В случае наличия операций, которые можно оценить в нескольких единицах измерения, к примеру, сооружение БНС (м³, штуки) или устройство шпунтового ограждения (т, штуки шпунта), тогда можно указать основной ту единицу измерения, которая фигурирует в ведомости объемов работ в ПД и в договоре – м³ или т, а количество в штуках указать в названии операции.

Для обеспечения большей наглядности графика, а также возможности выгрузки табличных отчетов по фазам, крайне важно на стадии разработки графика закладывать функцию отображения ключевых объемов на операциях и фазах графика. Для этого необходимо в свойствах структуры графика поставить галочку «Суммировать только ключевые объемы», далее раскрыть поля «Ключевой объем» и «Суммировать объемы», и установить условие «Да/Нет» на каждую фазу и операцию, заключенную в данную фазу.

К примеру, как показано на рисунке 8, по фазе нижнего уровня «Устройство фундамента» ключевой объем измеряется в штуках, по другим фазам – в м³, значит для корректного отображения ключевого объема (бетона в м³) у фазы верхнего уровня «Опора №1 лев.», необходимо установить условие «Нет» в колонке «Ключевой объем» на фазе «Устройство фундамента», чтобы суммировались только м³ бетона.

	Название	Начало	Окончание	Длительность, [План] Дни	Объем [План]	Единица объема	Ключевой	Суммировать	Календарь	Тип ДЛГ
1 -	Путепровод на ПК 100	14.02.20	22.03.20	36.78			Да	Нет		
2 -	Сооружение опор	14.02.20	22.03.20	28.37	1 260.3	м3	Да	Да		
3 -	Опора №1 лев.	14.02.20	22.03.20	20.78	146.3	м3	Да	Да		
4 -	Сооружение фундамента (призм. ж/б	14.02.20	10.03.20	9.21	75.0	шт.	Нет	Да		
5 +	Подготовка площадки под работу по	14.02.20	15.02.20	1.00	700.0	м2	Нет		К_работ	Длите
6 +	Погружение пробных забивных свай	16.02.20	16.02.20	0.09	3.0	шт.	Да		К_работ	Произ
7 +	Динамические испытания свай	22.02.20	23.02.20	0.50	100.0	%	Нет		К_работ	Длите
8 +	Погружение забивных свай	27.02.20	29.02.20	2.05	72.0	шт.	Да		К_работ	Произ
9 +	Проведение статических испытаний	01.03.20	04.03.20	3.00	100.0	%	Нет		К_работ	Длите
10 +	Разработка котлована экскаватором	07.03.20	08.03.20	0.63	134.0	м3	Нет		К_работ	Произ
11 +	Срубка оголовков призматических ст	08.03.20	10.03.20	1.95	75.0	шт.	Нет		К_работ	Произ
12 -	Сооружение ростверка	10.03.20	22.03.20	11.57	146.3	м3	Да	Да		
13 +	Устройство щебеночной подготовки	10.03.20	10.03.20	0.30	14.7	м3	Нет		К_работ	Произ
14 +	Набор прочности	10.03.20	11.03.20	1.00	100.0	%	Нет		К_работ	Длите
15 +	Армирование ростверка	11.03.20	14.03.20	2.23	5.5	т	Нет		К_работ	Произ
16 +	Монтаж опалубки ростверка	14.03.20	15.03.20	1.18	70.0	м2	Нет		К_работ	Произ
17 +	Устройство тепляка и прогрев	15.03.20	15.03.20	0.50	100.0	%	Нет		К_работ	Длите
18 +	Бетонирование ростверка	15.03.20	16.03.20	0.62	146.3	м3	Да		К_работ	Произ
19 +	Набор прочности	16.03.20	21.03.20	5.00	100.0	%	Нет		К_работ	Длите
20 +	Демонтаж тепляка и опалубки роств	21.03.20	22.03.20	0.74	70.0	м2	Нет		К_работ	Произ

Рисунок 8. Отображение ключевых объемов на фазах и операциях графика строительства путепровода в ПО Spider Project (разработано авторами)

6. Назначение трудовых ресурсов, машин и механизмов

Для планирования реализации строительного проекта, длительности и трудоемкости строительно-монтажных работ, подсчета расходов на фонд оплаты труда (ФОТ), горюче-смазочные материалы (ГСМ), аренду техники и оборудования, необходимо назначать на операции графика трудовые ресурсы, технику и оборудование, которые будут задействованы на выполнении работ (рис. 9). У каждого назначаемого на операцию ресурса нужно указать количество, загрузку и производительность (если применимо).

В программе Spider Project возможно назначение ресурсов на операции по отдельности, либо через предварительное создание (перенос из корпоративного справочника) и назначение на операции «Мультиресурсов» – группы ресурсов, необходимых для выполнения конкретного вида работ. К примеру, для выполнения операции «Подготовка площадки под работу погружного оборудования» (выравнивание площадки, укладка щебеночной подготовки с уплотнением, монтаж дорожных плит) необходимо назначить мультиресурс, в который войдут: рабочий, механизатор, бульдозер, самосвал, каток, кран.

№	Наименование	10.03.20	22.03.20	11.57	146.3 м3						746	1 031
12	Сооружение ростверка											
13	Устройство щебеночной подготовки с прс	10.03.20	10.03.20	0.30	14.7 м3	К_раб	Произв				20	31
14	Набор прочности	10.03.20	11.03.20	1.00	100.0 %	К_раб	Длитель				6	6
15	Армирование ростверка	11.03.20	14.03.20	2.23	5.5 т	К_раб	Произв				393	400
16	Рабочий 22ч	11.03.20	14.03.20	2.23	5.5 т	К_раб	Произв	0.014	8	100		393
17	Сварщик 22ч	11.03.20	14.03.20	2.23	5.5 т	К_раб	Произв		1	50		25
18	Кран автомобильный г/п 25	11.03.20	14.03.20	2.23	5.5 т	К_раб	Произв		1	5		2
19	Механизатор 22ч	11.03.20	14.03.20	2.23	5.5 т	К_раб	Произв		1	15		7
20	Монтаж опалубки ростверка	14.03.20	15.03.20	1.18	70.0 м2	К_раб	Произв				117	150
21	Рабочий 22ч	14.03.20	15.03.20	1.18	62.2 м2	К_раб	Произв	0.600	4	100		104
22	Сварщик 22ч	14.03.20	15.03.20	1.18	7.8 м2	К_раб	Произв	0.600	1	50		13
23	Кран автомобильный г/п 25	14.03.20	15.03.20	1.18	70.0 м2	К_раб	Произв		1	30		8
24	Механизатор 22ч	14.03.20	15.03.20	1.18	70.0 м2	К_раб	Произв		1	100		26
25	Устройство тепляка и прогрев	15.03.20	15.03.20	0.50	100.0 %	К_раб	Длитель				52	72
26	Рабочий 22ч	15.03.20	15.03.20	0.50	100.0 %	К_раб	Длитель		4	100		44
27	Сварщик 22ч	15.03.20	15.03.20	0.50	100.0 %	К_раб	Длитель		1	75		8
28	Кран автомобильный г/п 25	15.03.20	15.03.20	0.50	100.0 %	К_раб	Длитель		1	30		3
29	Механизатор 22ч	15.03.20	15.03.20	0.50	100.0 %	К_раб	Длитель		1	50		6
30	Тепловая пушка	15.03.20	15.03.20	0.50	100.0 %	К_раб	Длитель		4	25		11

Рисунок 9. Назначение трудовых ресурсов, машин и механизмов на операции графика в Spider Project (разработка авторов)

Для упрощения и стандартизации процесса разработки ресурсно-календарных графиков строительства транспортных сооружений, и назначения требуемого для выполнения операций количества загрузки и производительности ресурсов, рекомендуется создать внутри предприятия корпоративный справочник единичных норм ресурсного планирования (рис. 10).

Армирование ростверка опоры объёмом от 100 до 250 м³

Нормами предусмотрено армирование ростверка опоры отдельными стержнями, объёмом от 100 м³ до 250 м³, с диаметром арматуры до 32 мм.

Состав работ:

1. Заготовка арматурных позиций на участке.
2. Доставка арматуры к месту монтажа
3. Разметка положения стержней.
4. Установка монтажных рамок.
5. Установка стержней.
6. Вязка стыков проволокой.
7. Установка бетонных подкладок (сухарей).
8. Сдача армокаркаса стройконтролю, устранение замечаний

Нормы времени и производительности приведены на 1 т арматуры одного критического ресурса.

Наименование работ	Состав ресурсов				
	Ресурс	Ед. изм.	Кол-во	Загрузка (%)	Производительность одного ресурса (т/час)
Армирование ростверка	Рабочий	чел.	8	100	0.014
	Сварщик	чел.	1	50	
	Механизатор	чел.	1	15	
	Автокран г/п от 25 до 40 т	шт.	1	5	

Рисунок 10. Пример нормы ресурсного планирования на армирование ростверка опоры транспортного сооружения (разработано авторами)

К основным преимуществам наличия подобного корпоративного справочника можно отнести [1; 6; 24]:

- сокращение времени и трудозатрат инженерных работников на разработку ресурсно-календарных графиков за счет наличия утвержденных норм планирования (на основании которых можно также формировать типовые фрагменты проектов);
- сокращение времени проверки, согласования и утверждения графиков внутри предприятия;

- более профессиональный подход, увеличение точности расчета сроков строительства объекта, необходимых трудозатрат, себестоимости и бюджета строительного проекта.

На первом этапе создания корпоративного справочника норм ресурсного планирования необходимо привлечение опытных сотрудников предприятия для формирования экспертной оценки количества, загрузки и производительности требуемых ресурсов для выполнения типовых строительно-монтажных работ. Далее на следующем этапе необходимо проводить детальное уточнение и актуализацию справочника норм посредством статистического сбора фактических данных о выполнении работ на объектах строительства предприятия. Для этого предлагается внедрить систему формирования технологических карт на выполнение строительно-монтажных работ.

Технологическая карта (ТК) – это стандартизированный документ, содержащий необходимые сведения, инструкции для персонала, выполняющего некий технологический процесс или техническое обслуживание объекта. ТК должна быть оформлена в соответствии с МДС 12-29.2006 Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты. Качественно составленная ТК отвечает на вопросы:

- Какие операции необходимо выполнять?
- В какой последовательности выполняются операции?
- С какой периодичностью необходимо выполнять операции (при повторении операции более одного раза)?
- Сколько потрачено времени на выполнение каждой операции?
- Какие необходимы материалы, техника, оборудование, инструмент для выполнения операции?

Приведем предлагаемый алгоритм создания ТК и переноса информации в корпоративный стандарт календарно-ресурсного планирования:

1. Создание рабочих групп на объектах строительства предприятия.
2. Обучение персонала навыкам сбора информации, поиска резервов оптимизации производственных процессов (бережливое производство) [25–27].
3. Сбор исходной информации на объекте строительства, анализ потерь и поиск способов оптимизации производства.
4. Формирование ТК на укрупненные комплексы работ (к примеру, сооружение железобетонной опоры моста, рис. 11), внесение исходной информации (технология, график, трудозатраты) с учетом оптимизационных предложений и за исключением необязательных потерь.
5. Проведение актуализации ТК на следующих подобных объектах строительства предприятия.
6. Обработка и анализ ТК в аппарате управления предприятия, разработка ресурсно-календарных графиков в Spider Project на основе данных в ТК (рис. 12), формирование корпоративного справочника норм ресурсного планирования.

КАЛЬКУЛЯЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА по сооружению железобетонной опоры моста													
№ п.п.	Перечень технологических операций	Единица измерения	Объем технологической операции	Продолжительность выполнения технологической операции, мин.	Продолжительность выполнения технологической операции, час	Потребность в ресурсах							
						Состав звена	Кол-во	Оборудование/техника	Кол-во	Люди, чел-час	Машины, маш-час	Люди, чел-час на ед. объема работ	Машины, маш-час на ед. объема работ
Сооружение ростверка													
3.1	Геодезические разбивочные работы с закреплением на месте наружных граней конструкции (армирование 1-ого этапа бетонирования)			120	2	Геодезист	1	Тахеометр "Leica"	1	2,00		2,00	
3.2	Арматурный цех. Изготовление арматурных элементов армирования 1-ого этапа	т	16,57	4080	68	Арматурщик-4р	11	Рубочный и гибочный	3	748,00	204,00	45,14	12,31
						Электрогазосварщик -5 р	2	Сварочный пост	1	136,00	68,00	8,21	4,10
						Машинист крана-6 р	1	Кран г/п100т 100%	1	68,00	68,00	4,10	4,10
3.3	Погрузка, транспортировка, разгрузка арматурных элементов	т	16,57	240	4	Стропальщик-4р	2			8,00		0,48	
				240	4	Машинист крана-6 р (погрузка)	1	Кран г/п 60 т	1	4,00	4,00	0,24	0,24
				480	8	Водитель-1 класс	1	Площадка	1	8,00	8,00	0,48	0,48
3.4	Армирование ростверка 1-ого этапа	т	16,57	4860	81	Монтажник-5р	15			1215,00		73,33	
						Электрогазосварщик -5 р	2	Сварочный пост	1	162,00	81,00	9,78	4,89
						Машинист крана-6 р	1	Кран г/п100т	1	81,00	81,00	4,89	0,02
3.5	Погрузка, транспортировка, разгрузка опалубки	кв.м	69	180	3	Стропальщик-4р	2			6,00		0,09	
				60	1	Машинист крана-6 р (погрузка)	1	Кран г/п 60 т	1	1,00	1,00	0,01	0,01
				240	4	Водитель-1 класс	1	Площадка	1	4,00	4,00	0,06	0,06
3.6	Подготовка к монтажу опалубки (изготовление и монтаж гребенчатых досок под щитовую опалубку)			720	12	Плотник-3р	3			36,00		36,00	
						Машинист крана-6 р	1	Кран г/п100т	1	12,00	12,00	12,00	12,00
3.7	Устройство опалубки (очистка, продувка, монтаж, герметизация стыков, установка пластиковых трубок)	кв.м	69	1440	24	Монтажник-5р	8			192,00		2,78	
						Электрогазосварщик -5 р	2	Сварочный пост	1	48,00	24,00	0,70	0,35

Рисунок 11. Фрагмент технологической карты на сооружение железобетонной опоры моста (разработано авторами)

Название	Единица объема	Объем (План)	Количество	Загрузка	Прозводитель	Тип ДПГ	Начало	Окончание	Длительность, Дни	Мар 2020				Апр 2020					
										2	9	16	23	30	6	13	20	27	
31 - Сооружение ростверка							31.03.20	22.05.20	51.73										
32 + Геодезические разбивочные работы с закреплением на месте наружных граней конструкции (армирование 1-ого этапа бетонирования)	%	100,00				Длитель	04.04.20	04.04.20	0,10										
33 + Арматурный цех. Изготовление арматурных элементов армирования 1-ого этапа	тн	16,57				Произвс	31.03.20	04.04.20	3,41										
34 + Погрузка, транспортировка, разгрузка арматурных элементов	тн	16,57				Произвс	04.04.20	04.04.20	0,20										
35 - Армирование ростверка 1-ого этапа	тн	16,57				Произвс	04.04.20	08.04.20	4,60										
36 + Рабочий основной 22ч	тн	16,57	15	100	0,012	Произвс	04.04.20	08.04.20	4,60										
37 + Электросварщик 22ч	тн	16,57	2	100		Произвс	04.04.20	08.04.20	4,60										
38 - Кран г/п 100 тн	тн	16,57	1	100		Произвс	04.04.20	08.04.20	4,60										
39 + Механизатор 22ч	тн	16,57	1	100		Произвс	04.04.20	08.04.20	4,60										
40 + Кран гусеничный г/п 100	тн	16,57	1	100		Произвс	04.04.20	08.04.20	4,60										
41 + Погрузка, транспортировка, разгрузка опалубки	м2	69,00				Произвс	08.04.20	08.04.20	0,15										
42 + Подготовка к монтажу опалубки (изготовление и монтаж гребенчатых досок под щитовую опалубку)	%	100,00				Длитель	08.04.20	08.04.20	0,60										
43 + Устройство опалубки (очистка, продувка, монтаж, герметизация стыков, установка пластиковых трубок)	м2	69,00				Произвс	08.04.20	10.04.20	1,20										
44 + Геодезические работы. Контроль установки опалубки в проектное положение	%	100,00				Длитель	10.04.20	10.04.20	0,12										
45 + Бетонирование ростверка 1-ого этапа (В30 F300 в солях W12)	м3	150,00				Произвс	10.04.20	10.04.20	0,40										
46 + Геодезические работы. Съёмка забетонированного ростверка и обработка	%	100,00				Длитель	10.04.20	10.04.20	0,10										
47 + Набор прочности (уход за бетоном)	%	100,00				Длитель	10.04.20	18.04.20	8,40										
48 + Очистка арматурных выпусков от бетона	%	100,00				Длитель	18.04.20	21.04.20	2,40										
49 + Бучардирование верхнего слоя бетона, в т.ч. боковых стенок ростверка	м2	182,00				Произвс	18.04.20	21.04.20	2,98										
50 + Демонтаж опалубки	м2	69,00				Произвс	18.04.20	22.04.20	3,59										
51 + Погрузка, транспортировка, разгрузка СВСиУ	%	100,00				Длитель	22.04.20	22.04.20	0,15										
52 + Устройство СВСиУ для армирования ростверка (2-й этап бетонирования)	%	100,00				Длитель	22.04.20	24.04.20	1,80										
53 + Арматурный цех. Изготовление арматурных элементов и кондукторов армирования	тн	21,99				Произвс	19.04.20	24.04.20	4,23										

Рисунок 12. Фрагмент ресурсно-календарного графика сооружения опоры моста на основе технологической карты (разработано авторами)

7. Типы операций графика

Программа Spider Project позволяет моделировать плановую длительность и порядок выполнения работ несколькими способами, в зависимости от выбранного типа ДПГ операции – характеристики, определяющей, как при построении графика будет рассчитана длительность операции.

Операции проекта, длительность которых можно рассчитать в зависимости от производительности назначенных ресурсов (персонал, машины и механизмы), должны иметь тип ДПГ – «Производительность». Для этого необходимо назначить показатель производительности на ведущий ресурс и провести расчет расписания.

В случаях, когда затруднительно определить ведущий ресурс операции и оценить его производительность, необходимо выбрать тип ДПГ – «Длительность», и установить фиксированное количество дней выполнения операции.

Тип ДПГ «Гамак» необходимо применять, если длительность операции зависит от начала и окончания каких-либо двух событий, к примеру: сопровождение строительства с привязкой к началу и окончанию работ; откачка воды из котлована; период аренды техники либо использования СВСиУ; привязка расходов (стоимостных составляющих) к определенному периоду времени и др. Необходимо определить две операции, от которых будет зависеть Гамак, и привязать операцию с типом ДПГ «Гамак» к первой операции связью типа «Старт-Старт» и к последней операции связью типа «Финиш-Финиш».

Для обеспечения качества и прозрачности графика необходимо создавать операции с типом ДПГ «Контрольное событие», которые будут отражать ключевые даты и риски по проекту. Например, если необходимо привязать начало какого-либо этапа работ к определенной дате, то необходимо создать операцию с типом ДПГ «Контрольное событие», назначить на операцию требуемую дату, переименовать операцию соответствующим образом и далее привязать ее к последующей работе. Пример: если при сооружении опоры необходимо погрузить пробные сваи и провести динамические/статические испытания свай, то по их результатам существует риск недостижения проектных значений несущей способности, что ведет к пересогласованию проектным институтом типа и длины свай. В таком случае необходимо вынести на фазу верхнего уровня операцию с типом ДПГ «Контрольное событие», назвать ее «Согласование испытаний свай» и привязать связями к предшествующей и последующей операциям.

Тип ДПГ «Переключатель» необходимо назначать на операции, режим выполнения которых заранее нам известен и зависит от заданной пользовательской формулы. К примеру, известно, что потребность в устройстве тепляка при монолитных работах меняется в зависимости от времени года. Чтобы не было необходимости при изменении сроков производства работ вручную корректировать операции по устройству и демонтажу тепляков, возможно использовать тип ДПГ Переключатель.

Внутри фазы «Сооружение ростверка» необходимо создать фазу нижнего уровня «Тепляк», далее внутри нее создать операцию «Тепляк необходим» с типом ДПГ Переключатель, и записать в свойствах этой операции (вкладка «Переключатель/Триггер») пользовательскую формулу со следующим условием: если работы выполняются в период с 01.10. по 04.04, то операции по устройству тепляка отображаются в графике; в противном случае (в теплое время года) операции по устройству тепляка не отображаются в графике. Формула в таком случае может выглядеть следующим образом:

(Start>'01.10.2017 00:00') and (Start<'01.04.2018 00:00') or (Start>'01.10.2018 00:00') and (Start<'01.04.2019 00:00') or (Start>'01.10.2019 00:00') and (Start<'01.04.2020 00:00') or (Start>'01.10.2020 00:00') and (Start<'01.04.2021 00:00') or (Start>'01.10.2021 00:00') and (Start<'01.04.2022 00:00').

Далее внутри фазы «Тепляк» нужно создать операции «Монтаж тепляка» и «Демонтаж тепляка», скопировать уже созданные ранее операции «Бетонирование ростверка» и «Уход за бетоном ростверка», и вставить их в фазу «Тепляк». Затем необходимо правильно выставить связи между операциями (рис. 13):

- Монтаж опалубки ростверка → Тепляк необходим.
- Тепляк необходим → Бетонирование ростверка.
- Тепляк необходим → Монтаж тепляка.

- Фаза «Сооружение ростверка»: Бетонирование ростверка → Уход за бетоном ростверка → Демонтаж опалубки ростверка.
- Фаза «Тепляк»: Монтаж тепляка → Бетонирование ростверка → Уход за бетоном ростверка → Демонтаж тепляка → Демонтаж опалубки ростверка.

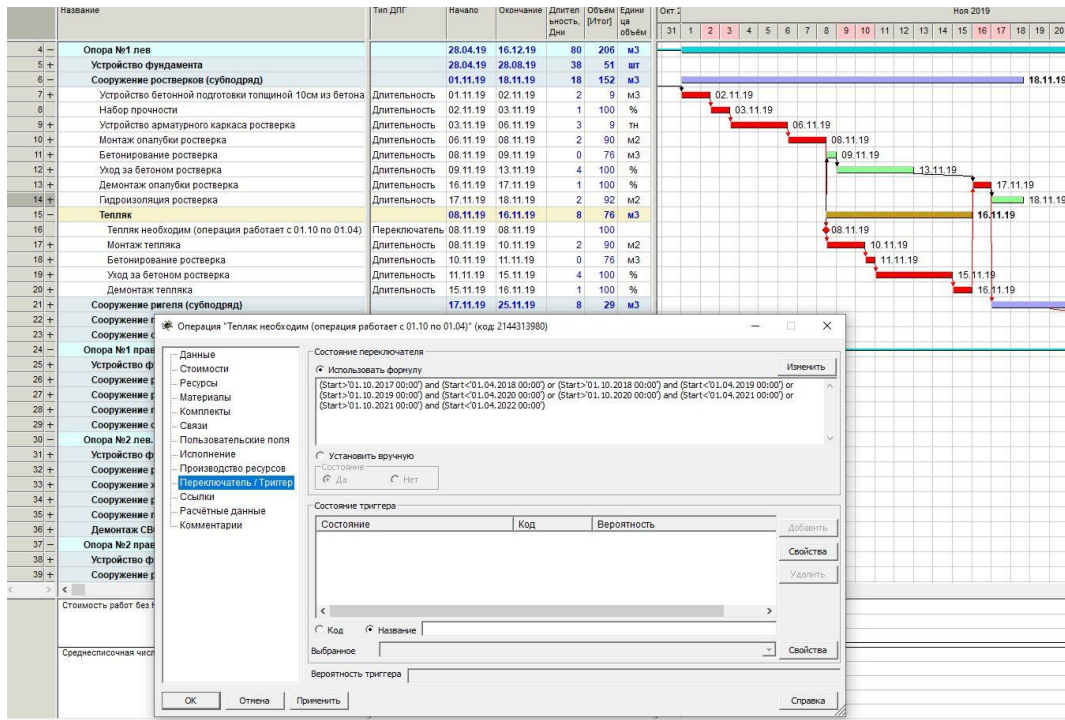


Рисунок 13. Пример моделирования работ по устройству тепляков с использованием типа операции «Переключатель» (разработано авторами)

После этого необходимо в свойствах операции «Тепляк необходим» открыть вкладку «Связи». В поле «Последующие операции» навести на операцию «Бетонирование ростверка», открыть свойства этой связи, установить «Состояние переключателя» – «Нет». Аналогично навести на операцию «Монтаж тепляка», открыть свойства этой связи и установить «Состояние переключателя» – «Да».

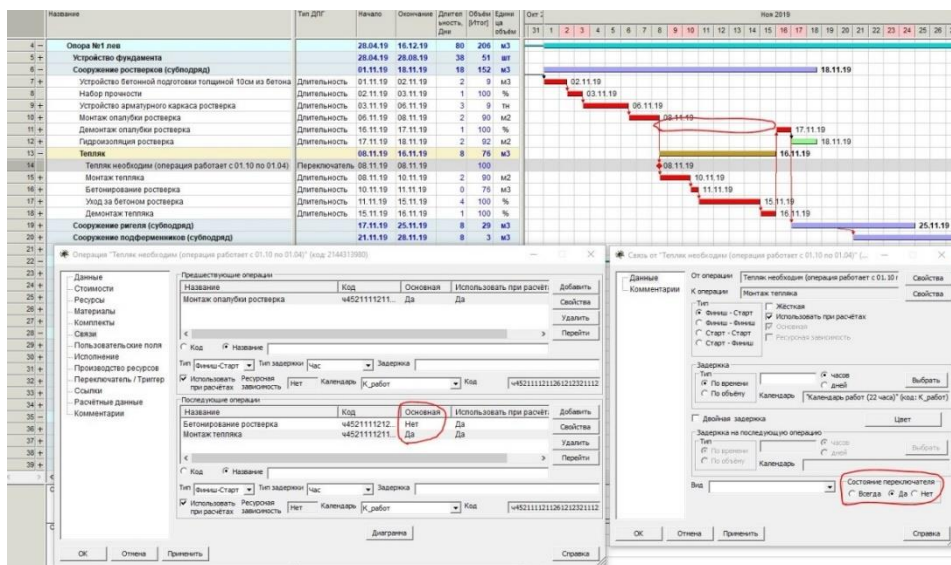


Рисунок 14. Отображение работ по устройству и демонтажу тепляка в «зимний» период времени года (разработано авторами)

Далее необходимо провести расчет расписания графика. Т.к. комплекс работ в рассматриваемом примере выполняется в зимний период времени ((Start>'01.10.2019 00:00') and (Start<'01.04.2020 00:00')), т. е. условие Переключателя выполняется, значит после расчета расписания графика в фазе «Сооружение ростверка» операции «Бетонирование ростверка» и «Уход за бетоном ростверка» пропадут из графика и не будут влиять на него (рис. 14). Если бы комплекс работ выполнялся в теплый период времени, из графика были бы исключены операции по устройству и демонтажу тепляка.

8. Использование фильтров

Ресурсно-календарные графики строительства транспортных сооружений насчитывают значительное количество операций, по некоторым проектам их число может достигать 10000–15000 операций.

Для удобства работы с графиком, состоящим из сотен и тысяч операций, в Spider Project существует функция «Фильтр», позволяющая осуществлять выборку необходимых операций графика, скрывая все остальные. К примеру, если стоит задача определить требуемое количество единиц погружного оборудования для сооружения свайного основания рабочего моста, то нужно применить фильтр по значению, содержащий слово «Погружение» (рис. 15).

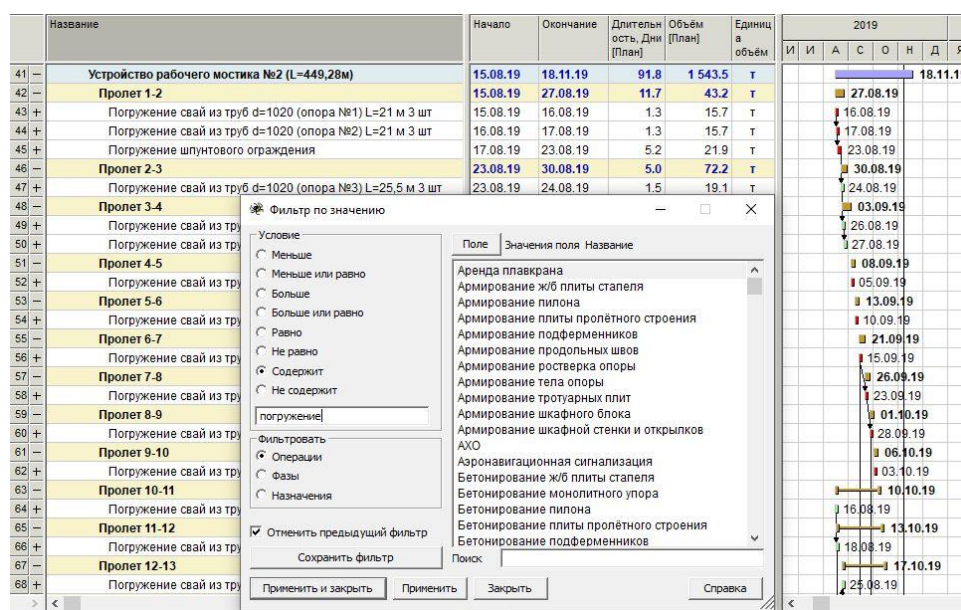


Рисунок 15. Использование фильтров в графике (разработано авторами)

9. Назначение строительных материалов и СВСиУ

На этапе расчета себестоимости и анализа перспективности строительного проекта не обязательно вносить основные материалы и СВСиУ в модель графика в Spider Project. Т. к. данный процесс достаточно трудоемок, то для ускорения процесса рациональным решением на этом этапе проекта является формирование ведомости потребности основных материалов и конструкций в формате Microsoft Excel [6]. Однако после заключения договора на строительство, для формирования календарного плана потребности и поставок материалов и СВСиУ, а также для защиты БДР проекта, в ресурсно-календарном графике необходимо назначить основные строительные материалы и СВСиУ на соответствующие операции проекта.

К моменту начала внесения материалов в график в наличии может быть вся РД по проекту, либо только некоторые тома, либо РД может и не быть вовсе. Тогда в график вносятся материалы по ПД, и за основу нужно взять сводную ведомость потребности материалов, разработанную на этапе до торгов. В дальнейшем после защиты БДР проекта и по мере выхода РД необходимо вносить корректировки в график и при необходимости заменять материалы, для обеспечения актуальности графика в части материальных ресурсов и возможности формирования корректных отчетов по планам поставки. Материалы для назначения на операции необходимо выбирать из корпоративного справочника.

Существует два варианта назначения материалов на операцию: либо через открытие карточки операции и вкладки «Материалы», либо через вывод и заполнение колонок соответствующих материалов в Гантте работ.

Рекомендуется назначать расход материала на единицу объема операции, в этом случае при изменении объема операции количество материала будет пересчитано автоматически. К примеру, для выполнения 1 единицы объема операции «Погружение свай» требуется 1 единица материала – железобетонной сваи С12-35Т3 (рис. 16). Но если на операцию назначается несколько материалов, к примеру, на операцию «Армирование ростверка» арматура разного диаметра, то удобнее выбирать фиксированный расход материалов, не забывая при этом учитывать коэффициент запаса.

	Название	Свая мостовая (С12-35Т3) [На единицу объема]	Начало	Окончание	Длительность, Дни
3 -	Опора №1 лев.		14.02.20	24.03.20	18.34
4 -	Сооружение фундамента		14.02.20	12.03.20	6.78
5 +	Подготовка площадки под работ		14.02.20	15.02.20	
6 +	Погружение пробных забивных	1	16.02.20	16.02.20	
7 +	Динамические испытания свай		22.02.20	23.02.20	
8 +	Погружение забивных свай	1	27.02.20	02.03.20	1.19
9 +	Проведение статических испыт		04.03.20	07.03.20	3.00
10 +	Разработка котлована экскава		10.03.20	10.03.20	0.63
11 +	Срубка оголовков призматичес		10.03.20	12.03.20	1.95
12 +	Сооружение ростверка		12.03.20	24.03.20	11.57

Рисунок 16. Назначение строительного материала «Свая мостовая» на операции по погружению свай (разработано авторами)

Также при назначении на операции материалов удобно пользоваться фильтрами. К примеру, выбирать в графике все операции по погружению свай опор.

10. Назначение стоимостных составляющих

Для формирования БДР строительного проекта на основании ресурсно-календарного графика в Spider Project, в график необходимо внести доходы по проекту (договорную стоимость выполнения работ), а также статьи расходов: заработная плата рабочих, водителей, механизаторов, ИТР, АХО; накладные расходы (проезд, проживание, суточные); налоги; стоимость материалов; стоимость эксплуатации, закупки и аренды техники и оборудования; стоимость страхования СМР и т. д. Назначение стоимостных составляющих необходимо осуществлять в соответствии с корпоративными справочниками (Стоимостные составляющие, Центры стоимостей).

Для внесения в график доходов от выполнения СМР, необходимо назначить на основные операции в графике единичные расценки в руб. согласно договорной ведомости (рис. 17).

	Название	П.1.1.1 СМР собственные силы [На единицу]	Начало	Окончан ие	Длитель ность, Дни	Объем [Итого]
3	—		14.02.20	24.03.20	18.34	
4	—		14.02.20	12.03.20	6.78	
5	+		14.02.20	15.02.20		700
6	+					
7	+	64 484	16.02.20	16.02.20		3
8	+		22.02.20	23.02.20		100
8	+	64 484	27.02.20	02.03.20	1.19	72
9	+		04.03.20	07.03.20	3.00	100
10	+		10.03.20	10.03.20	0.63	134
11	+	1 388	10.03.20	12.03.20	1.95	75
12	—		12.03.20	24.03.20	11.57	
13	+	2 901	12.03.20	12.03.20	0.30	15
14	+		12.03.20	13.03.20	1.00	100
15	+		13.03.20	16.03.20	2.23	6
16	+		16.03.20	17.03.20	1.18	70
17	+		17.03.20	17.03.20	0.50	100
18	+	17 826	17.03.20	18.03.20	0.62	146
19	+		18.03.20	23.03.20	5.00	100
20	+		23.03.20	24.03.20	0.74	70

Рисунок 17. Назначение на операции графика единичных расценок на выполнение строительно-монтажных работ (разработано авторами)

Для назначения расходных статей по персоналу, технике и оборудованию, нужно открыть раздел меню «Ресурсы», вывести поля стоимостных составляющих с видом расхода «В час» (зарплата, налоги, проживание, проезд, отпуск, аренда), назначить расход в час (рис. 18). Значения данных расходных статей должны быть учтены в корпоративных справочниках, однако в зависимости от особенностей строительного проекта зачастую возникает потребность в корректировке данных значений.

	Название	Топливо дизельное [В час]	Зарботная плата основных рабочих [В час]	Зарботная плата водителей	Зарботная плата механика	Зарботная плата АХО	Зарботная плата ИТР [В час]	Резерв на отпуска [В час]	Пенсионный налог и страх.
84	Погрузчик фронтальный	9							
85	Производитель работ 1смена						490	48	168
86	Производитель работ 22ч						490	48	168
87	Производитель работ 2смена						490	48	168
88	Рабочий 1смена		237					23	81
89	Рабочий 22ч		237					23	81
90	Рабочий 2смена		237					23	81
91	Руководитель проекта 1смена								
92	Самосвал	14							
93	Сварочная установка	22							
94	Сварщик 1смена		250					24	86
95	Сварщик 22ч		250					24	86
96	Сварщик 2смена		250					24	86
97	Седелный тягач	22							

Рисунок 18. Назначение расходных статей по персоналу, технике и оборудованию (разработано авторами)

Аналогично, для назначения рыночной стоимости материалов необходимо открыть раздел меню «Материалы», вывести поля укрупненных категорий стоимостных составляющих с видом расхода «За единицу», и назначить цены в соответствующие поля (рис. 19). Для СВСиУ предлагается вариант с назначением ставки аренды в час.

	Название	Единица измерения	ГСМ на собс. транспорт [За единицу]	СВСиУ [За единицу]	Бетон, бетонны е смеси	Щебен ь [За единицу]	Железобе тон [За единицу]
1	Арматурные заготовки	т					
2	Растворы цементные	м3					
3	Свая мостовая С12-35Т5 т.п.	шт					
4	Бетон В25 F300 W6 ГОСТ 28	м3			3 867		
5	Щебень фр. 20-40	т				850	
6	Опалубка деревометаллическая	м2		14			
7	Дизельное топливо для генератора	л					
8	Топливо дизельное	л	43				
9	Щебень дорожн. 20-40 М100	тн					
10	Свая мостовая (С12-35Т3)	шт					27 118

Рисунок 19. Назначение расходных статей по материалам и СВСиУ (разработано авторами)

11. Создание пользовательских диаграмм

В программе Spider Project существует возможность создания пользовательских диаграмм в виде графиков или значений. Рекомендуется создать как минимум три диаграммы: по среднесписочной численности персонала (график движения трудовых ресурсов), по объему выполняемых работ в стоимостном и физическом выражении (рис. 20).

Формирование графика движения трудовых ресурсов позволяет определить необходимость или ее отсутствие в выравнивании ресурсов во времени для исключения недогрузки персонала, либо его перегрузок, а также для принятия решений о перераспределении персонала между объектами предприятия. Диаграмма по объему выполняемых работ в стоимостном и физическом выражении дает возможность в наглядном виде планировать и контролировать исполнение календарного графика финансирования проекта по договору, производственной программы предприятия в целом, эффективно управлять строительным проектом с точки зрения показателей по выработке.

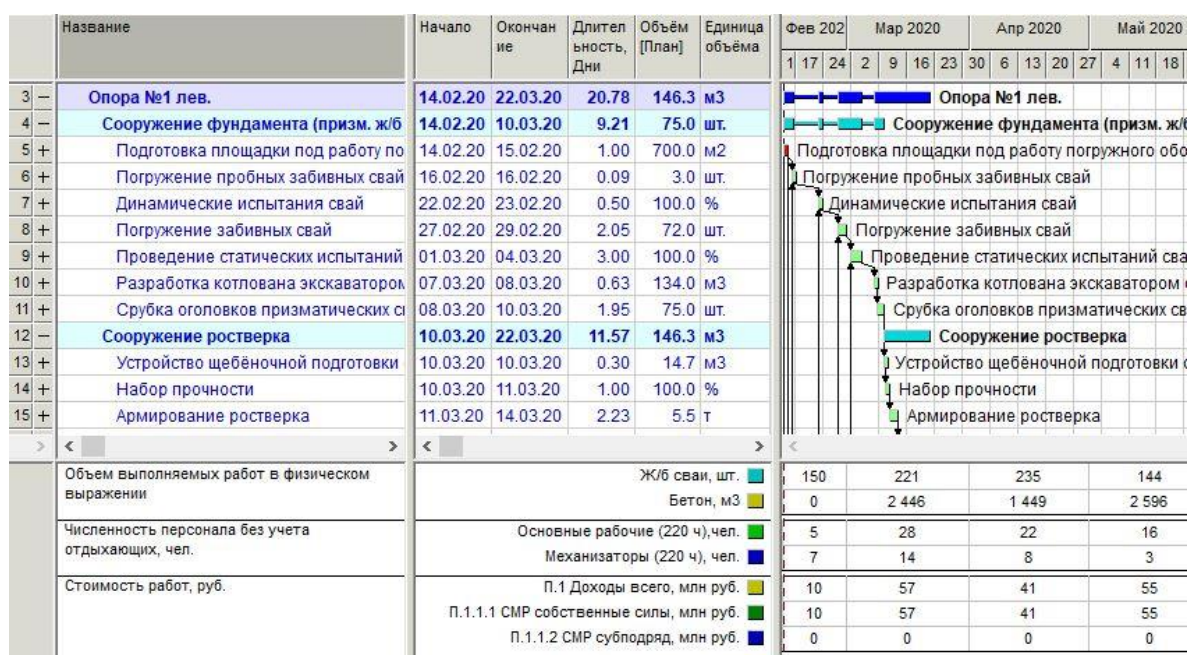


Рисунок 20. Диаграмма со значениями численности персонала, укрупненных объемов и стоимости выполняемых работ (разработано авторами)

12. Контроль исполнения графика и внесение учета фактически выполненными работ

После разработки и утверждения ресурсно-календарного графика необходимо контролировать его исполнение и актуализировать планы. В программе Spider Project процесс исполнения графика можно контролировать при помощи ввода в проект учетной информации о фактически выполненных объемах работ (сроки, объем, ресурсы). Рекомендуется вносить учет в график не реже, чем раз в неделю, и размещать версии графиков с внесенным учетом в едином электронном хранилище на web-сервере предприятия [28; 29]. Отметим, что регулярная фиксация фактически выполненных объемов СМР позволит иметь статистику по длительности, производительности и трудоемкости работ, что поможет в формировании корпоративных норм ресурсного планирования.

Внесение учетной информации в график предлагается выполнять по следующему алгоритму:

1. Собрать данные о выполненных работах за учетный период по производственным отчетам, утвержденным в строительной компании, подтвердить информацию у начальника участка.

2. Далее в окне «Учет» выбрать «Учет» – «Добавить в учет», задать период, за который вносится фактическая информация.

3. Установить границы учетного периода. По умолчанию добавить в учет необходимо только плановые операции (т. е. которые уже начаты или должны были начаться до конца учетного периода).

4. В появившемся списке операций необходимо исключить из учета те работы, которые не были начаты в учетный период (отставание от плана). По остальным работам необходимо внести фактические даты начала и окончания работ, выполненный объем работ, тип, количество и загрузку задействованных ресурсов (рис. 21).

5. Существует вероятность, что в учетный период были фактически выполнены работы, которые по графику должны были быть выполнены в будущем (перевыполнение плана). Есть два варианта решения данной проблемы:

5.1 Перейти из окна «Учет» в Гант работ, нажать правой кнопкой мыши на необходимую операцию, далее выбрать «Добавить в учет», указать учетный период (тот же самый, который был ранее выбран для внесения учета), и далее указать фактические показатели по операции аналогично п.4. Но при таком варианте возникает риск нарушения технологических связей графика и возникновения последующих ошибок.

5.2 Более практичное решение – заблаговременно до внесения учета выполненных работ откорректировать график «под факт», т. е. вручную перенести выполненные сверх плана работы в учетный период. Допустим, необходимо внести учет по работам за период с 01.02.20 г. по 01.03.20 г., при этом известно, что план февраля был перевыполнен – были выполнены некоторые работы, первоначально запланированные к выполнению после 01.03.20 г. Значит, до внесения учета нужно откорректировать график таким образом, чтобы выполненные сверх плана работы попали в учетный период с 01.02.20 г. по 01.03.20 г., и значит оказались в списке плановых работ февраля. После этого нужно внести фактические показатели по операциям аналогично п.4.

	Название	Начало периода	Окончание периода	Единица объема	Объем [Было]	Объем [Выполнено]	Объем [Остаток]	Длительность, Часы	Длительность, Часы	Длительность, Часы	Количество [Факт]	Трудоёмкость [Выполн]	Загрузка [Факт]
1	– Путьпровод на ПК 100												
2	– Сооружение опор												
3	– Опора №1 лев.												
4	– Сооружение фундамента (призм. ж/б												
5	+ Подготовка площадки под работу погр	14.02.20	15.02.20	м2	700	700		22	22				
6	– Погружение пробных забивных свай	16.02.20	16.02.20	шт.	3	3		2	2				
7	– Сваябонная установка	16.02.20	16.02.20	шт.	3	3		2	2	1	2	80	
8	– Кран автомобильный г/л 25	16.02.20	16.02.20	шт.	3	3		2	2	1	0	20	
9	– Механизатор 22ч	16.02.20	16.02.20	шт.	3	3		2	2	2	4	100	
10	– Рабочий 22ч	16.02.20	16.02.20	шт.	3	3		2	2	2	4	100	
11	+ Динамические испытания свай	22.02.20	23.02.20	%	100	100		11	11				
12	+ Погружение забивных свай	27.02.20	29.02.20	шт.	72	72		45	45				
13	– Опора №1 прав.												
14	– Сооружение фундамента (призм. ж/б												
15	+ Подготовка площадки под работу погр	15.02.20	16.02.20	м2	700	700		22	22				
16	– Погружение пробных забивных свай	16.02.20	16.02.20	шт.	3	3		2	2				
17	+ Динамические испытания свай	22.02.20	22.02.20	%	100	100		11	11				
18	+ Погружение забивных свай	25.02.20	27.02.20	шт.	72	72		45	45				
19	+ Проведение статических испытаний св	27.02.20	01.03.20	%	100	68	32	66	45	21			
20	+ Сопровождение строительства												

Рисунок 21. Формат внесения учета выполненных работ в ресурсно-календарном графике в ПО Spider Project (разработано авторами)

6. После этого нужно выбрать «Внести учетные данные в проект», и сохранить проект с внесенным учетом под отдельным номером версии.

7. Далее необходимо произвести расчет расписания и расчет затрат. На диаграмме Гантта пунктирной линией будет отображена граница внесения учетных данных (рис. 22). Слева от пунктирной линии серым цветом будут указаны операции, по которым был внесен учет, а справа от пунктирной линии – планируемые к выполнению операции (либо остаток объема операции, если по ней уже был внесен учет).

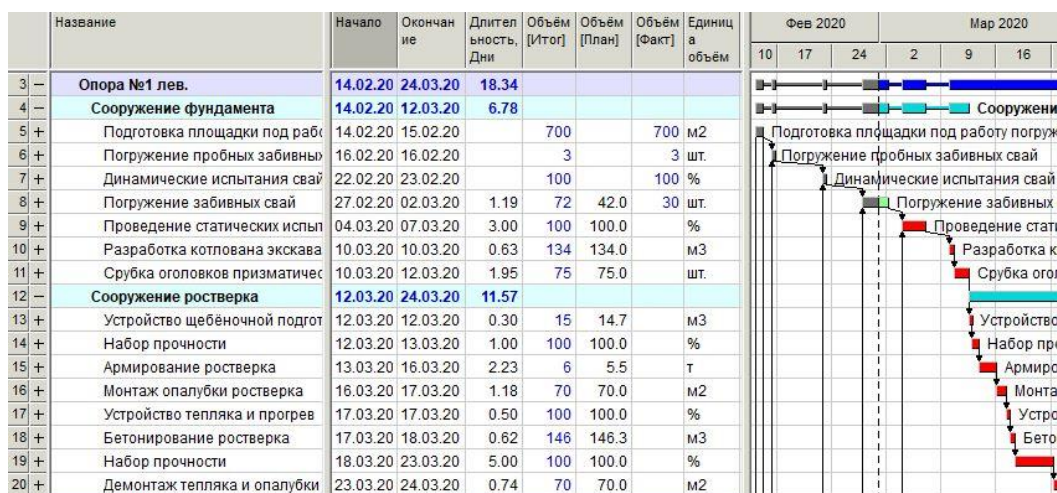


Рисунок 22. Ресурсно-календарный график с внесенным учетом выполненных работ в ПО Spider Project (разработано авторами)

8. По результатам внесения учета выполненных работ за предыдущий период необходимо совместно с руководителем проекта и начальником участка провести анализ изменения сроков и объемов выполнения работ в будущие периоды реализации графика. При необходимости нужно внести в график корректировки для соблюдения директивных сроков выполнения отдельных комплексов работ и строительного проекта в целом, исполнения договорных условий освоения, исполнения утвержденного бюджета проекта и производственной программы предприятия.

13. Сравнение разных версий графиков

В программе Spider Project существует функция наглядного сравнения нескольких версий графика. К примеру, сравнение версий графика перспективного строительного проекта для выбора оптимального варианта (разная производительность ресурсов, «включение» тех или иных рисков, ограниченность или неограниченность ресурсов и т. д.); нескольких версий графика для защиты БДР проекта; базовой версии графика и версии с внесенным учетом выполненных работ; версий графика по утвержденному БДР проекта и с внесенным учетом по окончании реализации проекта и т. д.

Сравнение происходит по всем показателям, имеющимся в программе, в зависимости от выбранных полей. Также сравнение производится на диаграмме Гантта, где можно увидеть плановые и фактические сроки выполнения работ. Рассмотрим алгоритм сравнения версий графика на примере сравнения версий графика до и после внесения учета выполненных работ (анализ реализации строительного проекта, рис. 23):

1. Выбрать «Сравнение» – «С другим проектом» (либо «С базовым проектом»), выбрать предыдущую версию проекта до внесения учета на отчетную дату, нажать «ОК».
2. В появившемся поле «Настройка сравнения» в зависимости от потребности выбрать показатели сравнения.

3. Отобразить в Гантте работ необходимые колонки из текущей и сравниваемой версий графика. К примеру, можно отобразить поля «Начало», «Окончание», «Объем (План, Факт, Итог)» и другие, указав галочки «Из текущего», «Из сравниваемого» (либо «Из базовой версии») и «Отклонение». Также можно создать пользовательские поля, используя формулу (к примеру, «Отклонение Факт-План»).



Рисунок 23. Сравнение версий графиков до и после внесения учета выполненных работ в ПО Spider Project (разработано авторами)

Таким образом, в рассматриваемом примере проведен план-фактный анализ исполнения первоначального графика на дату внесения учета. По информации в соответствующих колонках и на диаграмме Гантта (бледно-серым цветом указаны первоначальные сроки выполнения работ согласно базовой версии графика) можно констатировать отставание от первоначальной версии графика.

После получения подобной информации руководитель проекта обязан проанализировать причины отставания и принять управленческие решения по сокращению и ликвидации отставания от первоначального графика в будущие периоды. Такими решениями могут быть: увеличение численности персонала, привлечение дополнительной техники, поставка дополнительных комплектов СВСиУ, запараллеливание комплексов работ, передача части объемов на субподряд, выявление и устранение ошибок в организации производства работ линейным ИТР на участке и т. д. [30–32].

14. Формирование управленческих отчетов

При работе с ресурсно-календарным графиком в Spider Project возникает потребность в формировании промежуточных отчетов: по исполнению производственной программы, по численности персонала и техники, по комплектации материалами и СВСиУ, и др. Рассмотрим задачу выгрузки из графика управленческого отчета в формате «План-задание» (рис. 24), отражающего первоначальный план работ на предыдущий месяц и факт его исполнения, а также актуализированный план на последующий месяц (набор операций, объем, стоимость и трудоемкость работ). Для формирования подобного отчета нужно:

- Выполнить «Сравнение» – «С другим проектом» – Выбрать версию с первоначальным планом на месяц.

- В зависимости от потребности, свернуть график по фазам нижнего уровня с отображением ключевых объемов, либо раскрыть график по операциям (выбираем второй вариант).
- Выбрать «Отчеты» – «Общие отчеты и диаграммы» – «Табличный отчет».
- Во вкладке «Показатели» добавить в правое окно «Объем», «Стоимость СМР собс. силы» и «Стоимость СМР субподряд» (через раздел «Стоимости»), а также Трудоемкость по основным рабочим (через раздел «Центры ресурсов»), поочередно выбрав в поле Версия «Текущую» и «Сравниваемую». Убрать галочку Нарастающий итог, нажать «Далее».
- Во вкладке «Данные» выбрать начало и окончание отчета – «За заданный период» (прошедший и текущий месяцы, например, 01.02.2020 00:00 – 01.04.2020 00:00), По периодам – «По месяцам», нажать «Далее».
- Во вкладке «Строки и колонки» в поле справа удалить Код, добавить «Единицу измерения», «Объем (Итог)», нажать «Далее».
- Сохранить отчет как новый шаблон, установить галочку «Запрашивать версию и период», нажать «Далее» и «Готово».
- Удалить из сформированного отчета столбцы с плановыми показателями текущего месяца из сравниваемой (первоначальной) версии графика, т. к. они неактуальны вследствие факта за прошедший месяц.

Название	Объем [Итог]	Единица объема	Фев 2020 Объем [Сравниваем]	Фев 2020 СМР собс. силы [Сравниваем]	Фев 2020 Осн. рабочие	Фев 2020 Объем	Фев 2020 СМР собс. силы	Фев 2020 Осн. рабочие	Мар 2020 Объем	Мар 2020 СМР собс. силы	Мар 2020 Осн. рабочие	Трудоемкость
1 Путьпровод на ПК 100				9 672 543	995		6 964 231	913		8 218 350		3 590
2 Сооружение опор				9 672 543	305		6 964 231	223		8 218 350		2 572
3 Опора №1 лев.				4 836 272	138		2 127 959	85		5 463 331		1 312
4 Сооружение фундамента				4 836 272	138		2 127 959	85		2 812 442		566
5 Подготовка площадки под работу по	700.00	м2	700			44	700		44			
6 Погружение пробных забивных свай	3.00	шт.	3	193 451		4	3 193 451		4			
7 Динамические испытания свай	100.00	%	100			100						
8 Погружение забивных свай	72.00	шт.	72	4 642 821	90	30	1 934 509	38	42	2 708 312		52
9 Проведение статических испытаний	100.00	%							100			43
10 Разработка котлована экскаватором	134.00	м3							134			42
11 Срубка оголовков призматических ст	75.00	шт.							75	104 130		429
12 Сооружение ростверка										2 650 889		746
13 Устройство щебеночной подготовки	14.70	м3							15	42 644		20
14 Набор прочности	100.00	%							100			6
15 Армирование ростверка	5.50	т							6			393
16 Монтаж опалубки ростверка	70.00	м2							70			117
17 Устройство тепляка и прогрев	100.00	%							100			52
18 Бетонирование ростверка	146.32	м3							146	2 608 245		54
19 Набор прочности	100.00	%							100			28
20 Демонтаж тепляка и опалубки роств	70.00	м2							70			78

Рисунок 24. Сравнение версий графиков до и после внесения учета выполненных работ в ПО Spider Project (разработано авторами)

Заключение

Установлено, что в связи с несовершенством системы ценообразования в строительстве, ориентированной в нынешнем виде на минимизацию расходов заказчика (государства) и не покрывающей сметной стоимостью риски подрядчика, единственным способом выживания для частного предприятия в сфере транспортного строительства в Российской Федерации становится повышение эффективности, прозрачности и оптимизация бизнес-процессов на всех этапах операционной деятельности предприятия и реализации строительных проектов.

Качественная система управления проектами на основе ресурсно-календарного планирования с использованием специализированного программного обеспечения должна являться обязательным атрибутом строительной компании. Современные технологии позволяют эффективно осуществлять ресурсно-календарное планирование, детально

планировать реализацию строительных проектов, рассчитывать себестоимость проектов строительства, закладывать все расходы и риски по проекту, а также в режиме онлайн контролировать реализацию строительных проектов через внесение информации о фактически выполненных СМР. Это позволяет проводить объективный и оперативный план-фактный анализ хода строительства транспортных сооружений и дает возможность для принятия эффективных управленческих решений.

Приведенные в данной статье решения позволяют сделать вывод об эффективности методики управления проектами в транспортном строительстве на основе ресурсно-календарного планирования в ПО Spider Project. Инструменты и функциональные возможности программы удовлетворяют потребностям строительных предприятий, в частности ввиду возможности назначения физического объема строительно-монтажных работ (операций) и производительности ресурсов, выполняющих работы, что позволяет осуществлять точный и корректный расчет длительности и трудоемкости отдельных работ и строительного проекта в целом. Также важным плюсом Spider Project является возможность использования корпоративных справочников и соответствие программы международному стандарту управления проектами PMBOK Guide.

Предлагаемая методика работы с ресурсно-календарными графиками с использованием базовых инструментов программного комплекса Spider Project доступна для внедрения на любых малых, средних и крупных предприятиях с различным уровнем «зрелости» системы управления проектами.

Результаты исследования, проведенного в данной статье, будут использованы при разработке организационно-технологической модели управления проектами в транспортном строительстве, включающей в себя: алгоритмы ресурсно-календарного планирования, формирования БДР и портфелей проектов; вопросы комплектации основными материалами и СВСиУ; применение принципов бережливого производства; способы контроля хода строительства и формирования производственной отчетности; проблемы применения BIM-технологий; методы управления персоналом. Данные изыскания будут продолжены авторами в дальнейших работах и в рамках диссертационного исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кокодеев А.В. О необходимости внедрения системы управления проектами в подрядных организациях в области транспортного строительства // Материалы XIII Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли Юга России», ВолгГТУ, г. Волгоград, 21–24 мая, 2019 г. – С. 121–126.
2. Отчет EMBS Group [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.embs-group.com/> (Дата обращения 12.11.2019).
3. Строительная отрасль – 2017: взлеты и падения по данным РАСК // Электронный журнал «Геоинфо» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.geoinfo.ru/> (Дата обращения 12.11.2019).
4. Результаты деятельности компании за 2018 год / Отчет ПАО «Мостотрест». / Москва, 2019 г. – 19 с.
5. Исследование РБК: почему в России мало мостов [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.rbc.ru/> (Дата обращения 12.02.2020).

6. Кокодеев А.В., Овчинников И.Г. Применение современных технологий ресурсно-календарного планирования при оценке перспективности реализации проектов в сфере транспортного строительства // Научно-технический журнал «Высокие технологии в строительном комплексе», ВГТУ, г. Воронеж, 2019 г. – С. 6–18.
7. Кокодеев А.В., Овчинников И.Г. Об управлении качеством в организациях сферы транспортного строительства как меры снижения аварийности транспортных сооружений // Сборник научных трудов по материалам V Международной научно-практической конференции «Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона», СГТУ имени Гагарина Ю.А., г. Саратов, 2017 г. – С. 355–359.
8. Сухачев К.А. Пути качественного улучшения деятельности строительной отрасли России // Экономика России. Взгляд в будущее. М.: Асмо-пресс, 2013. Спецвыпуск. С. 116–125.
9. Малахов В.И. Ресурсный метод – последняя надежда спасти российский инжиниринг // Информационно-аналитический журнал «Управление проектами» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.pmmagazine.ru/> (Дата обращения 10.11.2019).
10. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBOK®) Шестое издание, 2017 г. // Project Management Institute, 14 Campus Boulevard, Newtown Square, PA 19073-3299 USA / США. – 762 с.
11. Kam Shadan, P.E. Construction Project Management Handbook // FTA Report No.0015. Federal Transit Administration. Gannett Fleming, Inc., 591 Redwood Highway, Mill Valley, CA 94941-3064. – March, 2012. – 155 p.
12. The Project Management Institute (PMI) [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.pmi.org/> (Дата обращений 15.11.2019).
13. Арчибалд Р.Д. Управление высокотехнологичными программами и проектами // Пер. с англ. Мамонтова Е.В.; Под ред. Баженова А.Д., Арефьева А.О. – 3-е изд. – М.: Компания АйТи; ДМК Пресс, 2010. – 464 с.
14. Mubarak S. Construction Project Scheduling and Control. Second Edition. New Jersey. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc. 2010. 479 p.
15. I-Chen Wu, Andre Borrmann. Bridge construction schedule generation with pattern-based construction methods and constraint-based simulation // Advanced Engineering Informatics. – 2010. – 10 p.
16. Либерзон В.И. Основы управления проектами. М.: Нефтяник, 1997. – 150 с.
17. Сайт компании ООО «Спайдер Проджект» [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.spiderproject.com/ru/> (Дата обращения 18.11.2019).
18. Czarnigowska, A., Sobotka, A. Time-cost relationship for predicting construction duration. Archives of Civil and Mechanical Engineering. 2013. No. 13(4). P. 518–526.
19. Kalugin, Yu.B. Reasons of delays in construction projects. Magazine of Civil Engineering. 2017. 74(6). Pp. 61–69.
20. 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. Vol. 24(4). Pp. 510–528.

21. Kim H., Anderson K., Lee S., Hildreth J. Generating construction schedules through automatic data extraction using open BIM (building information modeling) technology // J. Automation in Construction. – 2013. – Vol. 35. – P. 285–295.
22. Kerzner H. Project management: a systems approach to planning, scheduling and controlling. N.Y. John Wiley & Sons, 1998. – 891 p.
23. Линч Л. Вовремя и в рамках бюджета: управление проектами по методу критической цепи / Пер. с англ. – М.: Альпина Паблишерз, 2010. – 354 с.
24. S.K. Au, J. Ching and J.L. Beck. Application of subset simulation method to reliability benchmark problems // № 3.2007. – С. 183.
25. Майкл Дж.Л. Бережливое производство + шесть сигм. Комбинируя качество шести сигм со скоростью бережливого производства.
26. Construction Project Management: An Integrated Approach / Edited by Peter Fewings. – New York: Routledge. – 2013. – 624 p.
27. Черных Е.А. Применение принципа потока в бережливом строительстве // Менеджмент качества. – 2010. – №2. – с. 102–121.
28. Dinsmore P.C. Winning in business with enterprise project management. N.Y.: American management association, 1999. – 271 p.
29. Хомутичкина К.С. Критерии оценки методов контроля, используемых при управлении строительным проектом // Управление проектами и программами. 2009. №4. С. 312–323.
30. Fleming Q.W., Noppelman J.M. Earned value Project Management. PMI, 1996. – 141 p.
31. Бовтеев С.В., Терентьева Е.В. Управление сроками строительного проекта // Управление проектами и программами. 2014. № 2 (38). С. 158–173.
32. Головань А.М., Клашанов Ф.К., Петрова С.Н. К теоретическим основам построения модели управления в строительстве // Вестник гражданских инженеров. 2013. №5(40). С. 208–212.

Kokodeev Artemii Vitalievich

Yuri Gagarin state technical university of Saratov, Saratov, Russia
E-mail: artemkokodeev@gmail.com

Ovchinnikov Igor Georgievich

Yuri Gagarin state technical university of Saratov, Saratov, Russia
Industrial university of Tyumen, Tyumen, Russia
E-mail: bridgesar@mail.ru

The improving of the methodology of resource scheduling – as a way to efficiency increase of the company in transport construction

Abstract. In the last decade, there has been a tendency of profitability reduction of the companies implementing transport construction projects in the Russian Federation. One of the main factors affecting negatively on the market of transport construction, is the imperfection of the current system of pricing in construction oriented to minimize expenditures of the state customer and doesn't cover the estimated contractor cost risks: rising prices for basic construction materials, machines and equipment, increasing in overhead for contract administration, increasing of the credit load and the cost of bank support and project insurance.

In this regard, the search for an effective method of project management in the transport construction, using modern technologies of resource scheduling and control of construction projects implementation, is particularly relevant. At the same time, an important task is to select a project management methodology that is optimal for the labor costs of the company's engineering and technical employees.

In the article the authors propose the detailed algorithm for developing and maintaining resource construction schedules in the domestic Spider Project program. Features of preliminary study of project documentation, a transfer of corporate reference books to the schedule, a formation of a Work Breakdown Structure, a planning of the labor resources, construction machines and equipment, materials, and cost components are given. A calculating method for the complexity of construction works based on the formation of technological cards is proposed. The possibilities of the Spider Project program in terms of monitoring of the construction schedule execution in the form of accounting for actual work performed, comparing schedule versions and generating plan-fact reports for analyzing the construction progress and making management decisions, are considered.

Keywords: transport construction; project management; project office; resource scheduling; software; Spider Project; planning; labor input calculation; control; production report

REFERENCES

1. Kokodeev A.V. (2019). O neobkhodimosti vnedreniya sistemy upravleniya proektami v podryadnykh organizatsiyakh v oblasti transportnogo stroitel'stva. [*On the need to implement a project management system in contractors in the field of transport construction.*] Volgograd: Volgograd State Technical University, pp. 121–126.
2. EMBS Group. (n.d.). *EMBS Group Report*. [online] Available at: <http://www.embs-group.com/> (in Russian) [Accessed 12.11.2019].
3. Geoinfo. (n.d.). *Construction Industry – 2017: ups and downs according to RASK*. [online] Available at: <https://www.geoinfo.ru/> (in Russian) [Accessed 12.11.2019].

4. (2019). Rezul'taty deyatel'nosti kompanii za 2018 god. Otchet PAO «Mostotrest». [*The results of the company for 2018. Report of Mostotrest PJSC.*] Moscow, p. 19.
5. RBC. (n.d.). *RBC study: why there are few bridges in Russia*. [online] Available at: <https://www.geoinfo.ru/> (in Russian) [Accessed 12.02.2020].
6. Kokodeev A.V., Ovchinnikov I.G. (2019). The use of modern technologies of resource-calendar planning in assessing the prospects of implementing projects in the field of transport construction. *Scientific and Technical Journal "High Technologies in the Construction Complex"*, pp. 6–18.
7. Kokodeev A.V., Ovchinnikov I.G. (2017). Ob upravlenii kachestvom v organizatsiyakh sfery transportnogo stroitel'stva kak mery snizheniya avariynosti transportnykh sooruzheniy. [*About quality management in organizations in the field of transport construction as a measure to reduce the accident rate of transport facilities.*] Saratov: Saratov State Technical University named after Gagarin Yu.A., pp. 355–359.
8. Sukhachev K.A. (2013). Puti kachestvennogo uluchsheniya deyatel'nosti stroitel'noy otrasli Rossii. [*Ways of a qualitative improvement in the activities of the construction industry in Russia.*] Moscow: Asmo-press, pp. 116–125.
9. Malakhov V.I. (n.d.). Resource method – the last hope to save Russian engineering. *Information and analytical magazine "Project Management"*, [online]. Available at: <https://www.pmmagazine.ru/> (in Russian). [Accessed 10.11.2019].
10. (2017). *Project Management Knowledge Base Guide (PMBOK® Guide) Sixth Edition*. USA: Project Management Institute, 14 Campus Boulevard, Newtown Square, PA 19073-3299, p. 762.
11. Kam Shadan P.E. (2012). *Construction Project Management Handbook*. March: FTA Report No.0015. Federal Transit Administration. Gannett Fleming, Inc., 591 Redwood Highway, Mill Valley, CA 94941-3064, p. 155.
12. The Project Management Institute (PMI). (n.d.). [online] Available at: <http://www.pmi.org/> [Accessed 15.11.2019].
13. Archibal'd R.D. (2010). *Management of high-tech programs and projects*. [Russ. ed.: Upravlenie vysokotekhnologichnymi programmami i proektami. Authorized transl. by E.V. Mamontov; Ed. by A.D. Bazhenov, A.O. Aref'ev. Moscow: IT Co.; DMK Press, p. 464].
14. Mubarak S. (2010). *Construction Project Scheduling and Control. Second Edition*. New Jersey. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., p. 479.
15. I-Chen Wu, Andre Borrmann (2010). Bridge construction schedule generation with pattern-based construction methods and constraint-based simulation. *Advanced Engineering Informatics*, p. 10.
16. Liberzon V.I. (1997). Osnovy upravleniya proektami. [*Project Management Basics.*] Moscow: Oilman, p. 150.
17. Website of Spider Project LLC. (n.d.). [online] Available at: <http://www.spiderproject.com/ru/> (in Russian) [Accessed 18.11.2019].
18. Czarnigowska A., Sobotka A. (2013). Time-cost relationship for predicting construction duration. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 13(4), pp. 518–526.

19. Kalugin Yu.B. (2017). Reasons of delays in construction projects. *Magazine of Civil Engineering*, 74(6), pp. 61–69.
20. Wei C.-S., Wei C.-C., Wei S.-T. (2016). The design of an activity buffer that minimises project delay. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 24(4), pp. 510–528.
21. Kim H., Anderson K., Lee S., Hildreth J. (2013). Generating construction schedules through automatic data extraction using open BIM (building information modeling) technology. *J. Automation in Construction*, (35), pp. 285–295.
22. Kerzner H. (1998). *Project management: a systems approach to planning, scheduling and controlling*. New York: John Wiley & Sons, p. 891.
23. Linch L. (2010). *On time and on budget: critical chain project management*. [Russ. ed.: Vovremya i v ramkakh byudzheta: upravlenie proektami po metodu kriticheskoy tsepi. Moscow: Alpina Publishers, p. 354].
24. Au S.K., Ching J., Beck J.L. (2007). Application of subset simulation method to reliability benchmark problems, 3, p. 183.
25. Maykl Dzh.L. (n.d.). Berezhlivoe proizvodstvo + shest' sigm. Kombiniruya kachestvo shesti sigm so skorost'yu berezhlivogo proizvodstva. [*Lean Production + Six Sigma. Combining six sigma quality with lean manufacturing speed.*]
26. (2013). *Construction Project Management: An Integrated Approach*. Edited by Peter Fewings. New York: Routledge, p. 624.
27. Chernykh E.A. (2010). Application of the principle of flow in lean construction. *Quality Management*, 2, pp. 102–121 (in Russian).
28. Dinsmore P.C. (1999). *Winning in business with enterprise project management*. New York: American management association, p. 271.
29. Khomutinnikova K.S. (2009). Evaluation criteria for control methods used in the management of a construction project. *Project and Program Management*, 4, pp. 312–323 (in Russian).
30. Fleming Q.W., Hoppelman J.M. (1996). *Earned value Project Management*. PMI, p. 141.
31. Bovteev S.V., Terent'eva E.V. (2014). Construction project timing management. *Project and program management*, 2(38), pp. 158–173 (in Russian).
32. Golovan' A.M., Klashanov F.K., Petrova S.N. (2013). To the theoretical foundations of building a control model in construction. *Bulletin of civil engineers*, 5(40), pp. 208–212 (in Russian).