УДК 69:338.26
Петропавловских Ольга Константиновна
старший преподаватель
E-mail: olga_konst@mail.ru
Логинова Ольга Анатольевна
кандидат технических наук, доцент
E-mail: loginova@kgasu.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1
Апакова Диана Радиковна
инженер-сметчик
E-mail: apakova.diana@mail.ru
ООО «Техно-Р»
Адрес организации: 420054, Россия, г. Казань, ул. Техническая, д. 52
Алиуллина Гульназ Ильдусовна
инженер 3 категории
E-mail: gulnazaliullina@mail.ru
ООО «ИК «Спектр»
Адрес организации: 420061, Россия, г. Казань, ул. Космонавтов, д. 44
Ибрагимова Ания Айратовна
инженер
E-mail: anyia13@mail.ru
ООО «Автодороги и сооружения»
Адрес организации: 420087, Россия, г. Казань, ул. Карбышева, д. 15

Управление проектами при строительстве искусственных сооружений

Аннотация

Постановка задачи. Цель исследования – определить особенности управления строительством искусственных сооружений с применением современных программных продуктов.

Определены следующие задачи:

1) рассмотреть Spider Project, его основные достоинства и недостатки, и принципы работы программного комплекса;

2) рассмотреть Primavera, его основные достоинства и недостатки, и принципы работы программного комплекса;

3) рассмотреть Microsoft Project, его основные достоинства и недостатки, и принципы работы программного комплекса;

4) Изучить примеры работ в программном комплексе Spider Project.

Результаты. Основные результаты исследования состоят в рассмотрении три программных комплексов для управления проектами и построения календарных планов. Представлены их основные положительные и отрицательные опции. Выявлены оптимальные области применения программных комплексов.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в том, что при использовании современных методов управления проектами, можно установить оптимальные сроки строительства искусственных сооружений, эффективно разработать проект производства работ по монтажу мостовых конструкций, подобрать высокотехнологичные комплекты машин и механизмов, а так же грамотно скоординировать процесс управления строительством в целом в соответствии с плановыми показателями.

Ключевые слова: управление проектами, мост, мостовые сооружения, программный комплекс, календарный план, планирование, Spider Project, Primavera, Microsoft Project.

Введение

При строительстве мостовых сооружений важной особенностью является то, каким образом происходит, управление строительством. Ведь именно от того, как будет вестись управление проектом, зависит время строительства того или иного объекта, затраты материалов и механизмов, а также затраты рабочей силы. При правильном управлении и построении календарных планов можно значительно сократить затраты по времени, исключить перерасход материалов.

Управление проектами – это область деятельности, где определяются и достигаются четкие цели посредством балансирования между объемами работ, ресурсами (деньги, трудовые ресурсы, материалы, пространство, энергия и др.), качеством, временем и рисками.

История развития проектного управления

Первые «шаги» в области управления проектами были сделаны еще египтянами при строительстве пирамид в 2540-х годах до н.э. Однако, как самостоятельная дисциплина, она возникла лишь в 30-е годы XIX века. Специалисты из Соединенных Штатов Америки разработали проекты для управления в области авиации (US Air Corporation) и нефтегазовой области (фирма Exxon). Именно они положили основу современным методам.

В 1956 г. М. Уолкер (фирма «Дюпон») и Д. Келли (фирма «Ремингтон Рэнд») совместными усилиями создали простой, но в то же время рациональный, метод с использованием ЭВМ. Сначала он так и назывался – «метод Уолкера-Келли». Однако с течением времени он был переименован и стал именоваться как «Метод Критического Пути (CMP – Critical Parth Method) [1].

Большой скачок в области управления проектами был сделан после создания метода анализа и оценки программ PERT (Program Evaluation and Review Tehnique) корпорацией «Локхид» и консалтинговой фирмой «Буз, Аллен энд Гамилтон». Метод разработан специально для проекта ракетной системы «Поларис» (начат в 1957 году). Ввиду ограниченности сроков, большого количества задач (60 тысяч) и наличия около 3800 подрядчиков программа PERT сделала точное и подробное планирование с описанием каждого момента времени и видами работ, которые необходимо выполнить. Благодаря созданию такой программы удалось выполнить все работы раньше срока, чем она и зарекомендовала себя в разных областях (в том числе для вооруженных сил).

В 1966-х годах разрабатывается система GERT (Graphical Evaluation and Review Technique), которая основана на использовании новой генерации сетевых моделей.

В 70-х годах система CRM (Customer Relationship Management System) получила законодательную поддержку и начала преподаваться в учебных заведениях Соединенных Штатов Америки. В этот же период разрабатываются методы управления конфликтами, так же организационные структуры управления проектами (1977-е годы).

Сравнительная характеристика программных комплексов

Рядом ученых КГАСУ (научный журнал «Известия КГАСУ» № 2 (24), С. 301–307), был сделан вывод о том, что для проектов в области строительства искусственных сооружений (в том числе линейно протяженных искусственных сооружений) наиболее удобными и приспособленными являются такие программы как Spider Project, Microsoft Project и Primavera Project Management.

Программа Spider Project (разработчик В.И. Либерсон, Россия) вышла в свет в 1992 году, применялась компанией ПАО «Газпром» и рядом мелких строительных компаний. Спрос на программу был небольшой, так как стоимость была достаточно высокой ввиду новизны. Однако подрядчики крупномасштабных объектов (например, строительство олимпийской деревни на ул. Вернадского, Москва) вынуждены были применить программу Spider Project, так как большое количество ресурсов и ограниченность во времени не позволяли выполнить проект в срок [2].

Данная программа оказалась очень удобной и на сегодняшний день применяется в 32-х странах мира, в том числе и по всей России. Spider Project применяется не только

при строительстве крупных объектов промышленного и гражданского строительства, но и при строительстве малых, средних и больших мостов и мостовых переходов в целом.

Spider Project может решить задачи, которые не под силу другим аналогичным программам (например, составление расписания с учетом ограничений по поставкам и финансированию). Так же стоит отметить, что программа имеет сильный математический аппарат, который может работать в условиях многозадачности.

Система Spider Project изначально была разработана независимой от других программ (не учитывая операционную систему Windows). При разработке проекта она использует свою собственную базу данных и систему хранения информации, что является неоспоримым достоинством.

При необходимости информацию из Spider Project можно как экспортировать в другие программы (например, в Microsoft Project или в Primavera Project Management), так и импортировать из них. Однако при экспортировании в эти программы в проект могут вноситься изменения из-за их ограниченного функционала.

На сегодняшний день большим преимуществом Spider Project является ее совместимость со сметными программами (например, Гранд-Смета). Она создает справочники расценок на единицу объема работ (продукции), тем самым позволяя установить цену на весь требуемый объем работ. Помимо сметных программ, программисты произвели увязку Spider Project с восьмой версией 1С. В Гонконге удачно применяют Spider Project совместно с Автокадом для составления моделей строительства высотных зданий.

Программа Spider Project имеет широкий спектр возможностей, например:

- управление бюджетом, заложенным в проект – мультивалютность, дисконтирование, анализ экономической эффективности, рентабельности и др.;
- составление оптимального расписания, при котором достигается уменьшение сроков реализации проекта на 15-20 %;
- управление сроками, стоимостью и рисками проектов;
- планирование поставок материальных ресурсов на объект строительства;
- организация документооборота по проекту, ведение архивов и др.

Microsoft Project (MSP) – программа, предназначенная для управления проектами (разработки планов, распределения ресурсов, анализа объемов работ и др.). Разработана компанией Microsoft. Идею создания такой программы предложил Рон Бредхофт в начале 1980-х годов. Первая версия программы была выпущена в 1984 году для DOS. Версия же для Microsoft была разработана лишь в 1990 году.

При помощи этой программы можно решить следующие задачи:

- разработка проекта с применением интеллектуальных подсказок, которые делают работу в программе удобной как для новичка, так и для опытного пользователя;
- создание сетевых диаграмм с возможностью выравнивания ресурсов;
- создание задач, указание сроков выполнения работ, в результате чего получается модель, максимально приближенная к реальным условиям;
- расчет критического пути (критический путь – самый длинный путь реализации задачи, заданной проектом, в модели ее реализации);
- выделение проблемной задачи;
- возможность изменения данных в процессе работы над проектом;
- создание шаблонов проектов.

Primavera – программное обеспечение для управления проектами. Оно было разработано в 1983 г. в США компанией Primavera Systems, Inc.

Изначально Primavera была создана для управления крупными строительными объектами (например, атомные электростанции, высотные здания и пр.) и называлась как Primavera Project Planner. Однако с течением времени на основе нее было разработано большое количество других программ (в том числе и для управления проектами ремонта и технического обслуживания объектов – зданий, сооружений и транспорта) под разными названиями. Но в 2005 г. разработчики объявили об унификации всех названий, и на сегодняшний день программное обеспечение по управлению проектами называется «Primavera».

Возможности программы Primavera:

- реализация проектов разной сложности;

- проектный менеджмент;
- оценка рисков, анализ трендов;
- работа в условиях многозадачности;
- накопление, хранение и анализ информации.

Неоспоримым преимуществом Primavera является то, что пользователь программы может получить доступ к информации, имеющейся в программе, согласно своему статусу. Пользователем может быть любой человек, участвующий в проекте или косвенно задействованный. Так же стоит отметить, что все внесенные изменения вносятся в базу данных и отражаются в реальном времени. Также необходимо отметить, что в рамках данной темы существует понятие треугольник проекта: просмотр проектов с точки зрения времени, стоимости и объема.

Таким образом, можно визуализировать работу проекта разными способами. Эта тема имеет много вариаций, но основная концепция заключается в том, что каждый проект имеет некоторый элемент ограничения по времени, имеет некоторый тип бюджета и требует некоторого количества работы для завершения. Другими словами, он имеет определенный объем [3].

В одной из статей [4] рассматривается три ограничения по отдельности. Ограниченное время является по-настоящему единственным ограничением. Если люди работают над проектом, они могут не знать о стоимости и объемах всех работ, но все знают о времени работ. О стоимости можно думать просто в денежном выражении, но стоимость проекта имеет более широкое значение: затраты включают в себя все ресурсы, необходимые для реализации проекта. Затраты включают людей и оборудование, которое выполняет работу, материалы, которые они используют, и все другие события и проблемы, требующие денег или чьего-то внимания в проекте. Можно рассмотреть два аспекта сферы действия объема: объем продукта и объем проекта. Каждый успешный проект производит уникальный продукт: материальный предмет или услугу. Объем описывает предполагаемое качество и функции продукта. Документы, которые описывают эту информацию, иногда называют спецификациями продукта. Объем проекта, с другой стороны, описывает работу, необходимую для доставки продукта или услуги.

Построение календарного графика в программе Spider Project

Рассмотрим построение календарных графиков в программе Spider Project на примере строительства автодорожного моста через р. Селенга в Республике Бурятия и надземного пешеходного перехода в г. Ялта.

Мостовой переход через р. Селенга расположен вблизи г. Улан-Удэ. Рассмотрим продольный профиль данного мостового перехода, представленного на рис. 1.

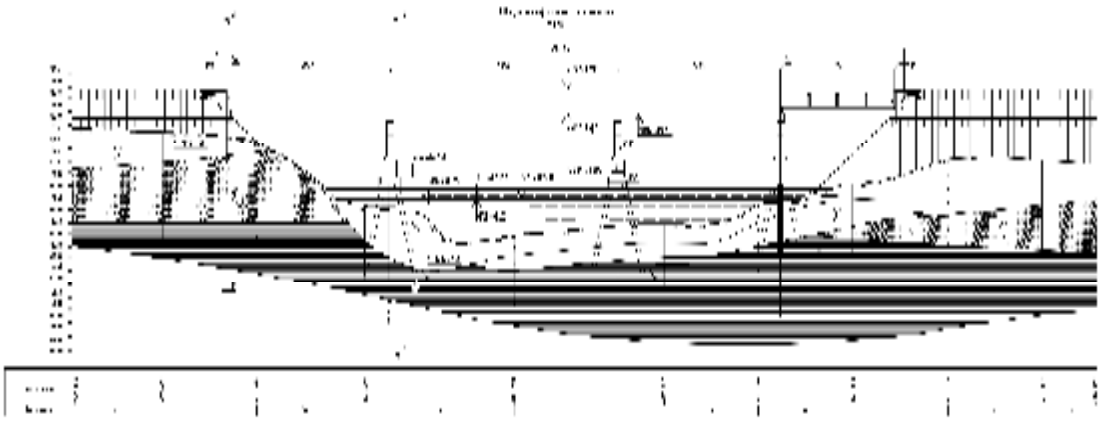

Рис. 1. Продольный профиль мостового перехода через р. Селенга (иллюстрация авторов)

Состоит из неразрезных (60+84+60 м) и одного разрезного (42 м) пролетов. Основной пролет длиной 84 м перекрывает судоходную часть реки Селенга. Пролеты 60 м состоят из 6×10 м монтажных блоков, 84 м – 8×10,5 м, 42 м – 4×10,5 м. Соединение блоков во всех пролетах – болтовое (так как монтажная сварка запрещена в Северных

условиях). Для болтовых соединений применены болты 40Х «Селект» в исполнении ХЛ (холодный климат). Фундаменты промежуточных опор выполнены из буронабивных свай в количестве 30 штук на одну промежуточную опору; диаметр свай – 1400 мм, толщина стенки – 7 мм. Опора моста состоит из двух частей: нижняя – высотой 4,38 м – монолитная, из бетона марки М350, верхняя площадка выполнена с уклоном для стока воды; верхняя – 9,42 м – сборно-монолитная из несъемной опалубки заводского изготовления [5].

Так же на подходах к мосту предусмотрены насыпи подходов под автомобильную дорогу IБ категории. Ввиду больших объемов земляных работ проектом предусмотрено возведение подходов с применением гидромеханизации, а именно земснарядом марки Гидромех 1400 Dm.

Для того чтобы построить диаграмму Ганта работ в программе Spider Project, необходимо составить ведомость объемов работ и наименование машин и механизмов, применяемых при строительстве объекта. График производства работ в программе Spider Project можно сделать как по производительности, так и по длительности. В нашем случае производительность большинства ресурсов была не известна, и рассчитать их предоставляло некоторые трудности. Ввиду этого было принято решение составить график по длительности.

Исходя из имеющихся объемов работ, в программу были внесены данные по машинам, механизмам и рабочим (например, для армирования конструкций необходимы арматурщики разных разрядов). Зачастую большинство операций в строительстве повторяются, например, армирование фундамента, армирование ростверка, армирование тела опоры и т.д. В связи с этим для каждой подобной операции необходимо было бы набирать каждого вида рабочего по отдельности.

В Spider Project имеется функция «Мультиресурс», которая позволяет создать группы рабочих, выполняющих определенные виды работ. В случае если численность рабочих не достаточна, программа с учетом объемов работ и сроков, высчитывает необходимое количество трудовых ресурсов и предлагает повысить (либо понизить) количество рабочих. Тем самым, позволяя прийти к оптимальности в строительном производстве.

Важным элементом программы являются связи. Они производят увязку между рабочими операциями и позволяют определить последовательность работ. Так же связи позволяют учитывать работы, которые выполняются параллельно (например, при бетонировании всех опор мостовых переходов одновременно) [6].

Из элемента графика, изображенного на рис. 2, можно увидеть, что программа четко устанавливает дату и время начала и окончания работ, а так же длительность в днях и часах. Объемы работ и единицы измерения вводятся авторами самостоятельно [7].

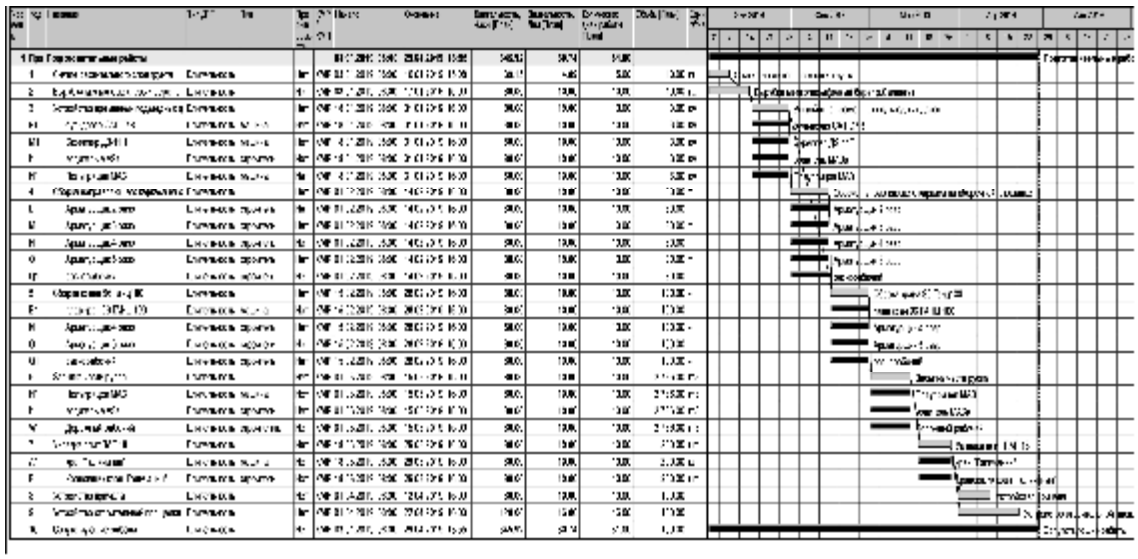

Рис. 2. Элемент календарного графика (Spider Project) строительства мостового перехода через р. Селенгу в республике Бурятии (иллюстрация авторов)

Рассмотрим проект организации строительства надземного пешеходного перехода в г. Ялте и сравним варианты монтажа пролетного строения, составив календарные графики в программном комплексе Spider Project (рис. 3).

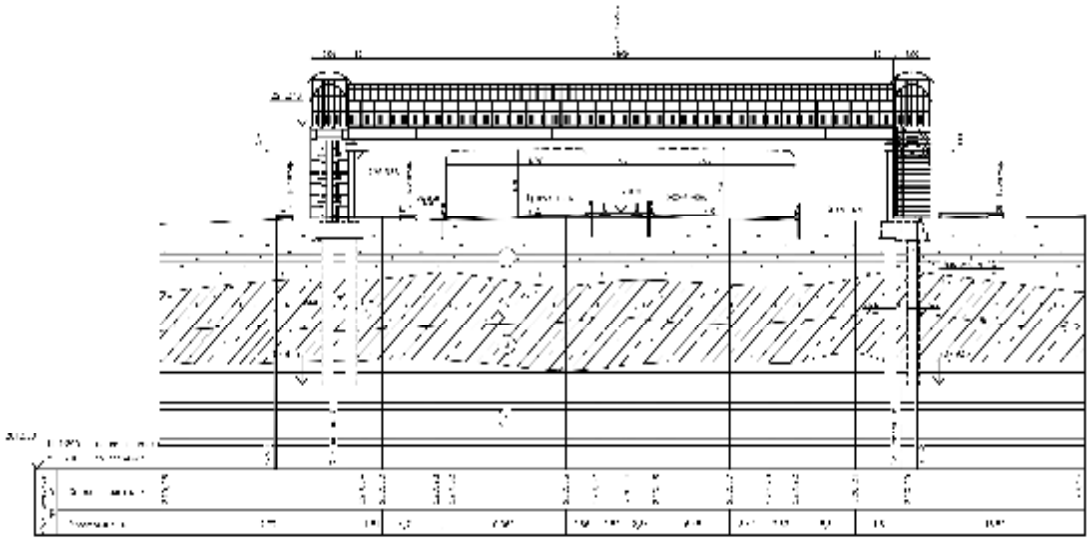

Рис. 3. Продольный профиль надземного пешеходного перехода в г. Ялте (иллюстрация авторов)

Пролётное строение надземного пешеходного перехода выполнено по неразрезной схеме диной 48 м и предназначено для установки на пешеходных мостах [8]. Полная длина пролетного строения с плитами лестничных сходов 54500 мм. Пролётные строения рассчитаны на постоянную и временную нагрузку от толпы 400 кг/м^2. Движение пешеходов осуществляется по железобетонной плите, покрытой литым асфальтобетоном. Класс бетона В25 по ГОСТ 26633-2015, марка бетона по водонепроницаемости не ниже W6 по ГОСТ 26633-2015, по морозостойкости не ниже F300 по ГОСТ 26633-2015. Сборные блоки железобетонной плиты укладываются на верхние пояса металлических пролетных строений балочной конструкции. Материал несущих элементов – сталь марки 15ХСНД-2 по ГОСТ 6713-91 [9]. Главные балки разбиты на 5 монтажных блоков полной заводской сборки. Балки состоят из 2 крайних блоков по 6 м, 3 промежуточных блоков по 12 м. Блоки объединены монтажными стыками на высокопрочных болтах М22-6дЧ70.110 по ГОСТ Р 52644-2006. Блоки-плиты опираются через клеецементный раствор (на основе эпоксидной смолы) на верхние горизонтальные листы главных балок пролётных строений и прикрепляются к ним с помощью высокопрочных болтов М22, натягиваемых усилием 220 кН. Зазор под плитой над металлическим горизонтальным листом заполняется цементно-песчаным раствором в теплое время года через отверстия в плите, предусмотренные для его нагнетания. Асфальтобетонное покрытие запроектировано 20 мм. Высота стенки h в поперечном сечении 1000 мм. Строительная высота от верха проезжей части до низа конструкции в пролете H=1258 мм.

Первый вариант предусматривает объединение двух монтажных блоков 6 и 12 метров с обеих сторон от проезжей части, таким образом, в проектное положение устанавливается 3 монтажных блока 18, 12 и 18 метров. Монтажный блок 12 метров монтируется с колес. Для данного способа монтажа необходимы две временные опоры и один автокран Liebherr.

Во втором варианте предусмотрено объединение трех монтажных блоков с одной стороны и двух – с другой, таким образом, получаются два монтажных блока по 30 и 18 метров. Для обеспечения проектной надежности необходима одна временная опора, но возникает ряд трудностей, заключающихся в монтаже. Монтаж 30 метрового блока осуществляется двумя кранами, для которых требуется устройство накаточных путей для поворота монтажного блока, а так же увеличение стапеля, что проблематично в условиях плотной городской застройки [10].

Было проведено технико-экономическое сравнение двух вариантов монтажа пролетного строения, составлены календарные планы, представленные на рис. 4.

В результате получено, что первый вариант дороже, но выигрывает в скорости монтажа на 2 дня, поэтому именно он принят как основной.

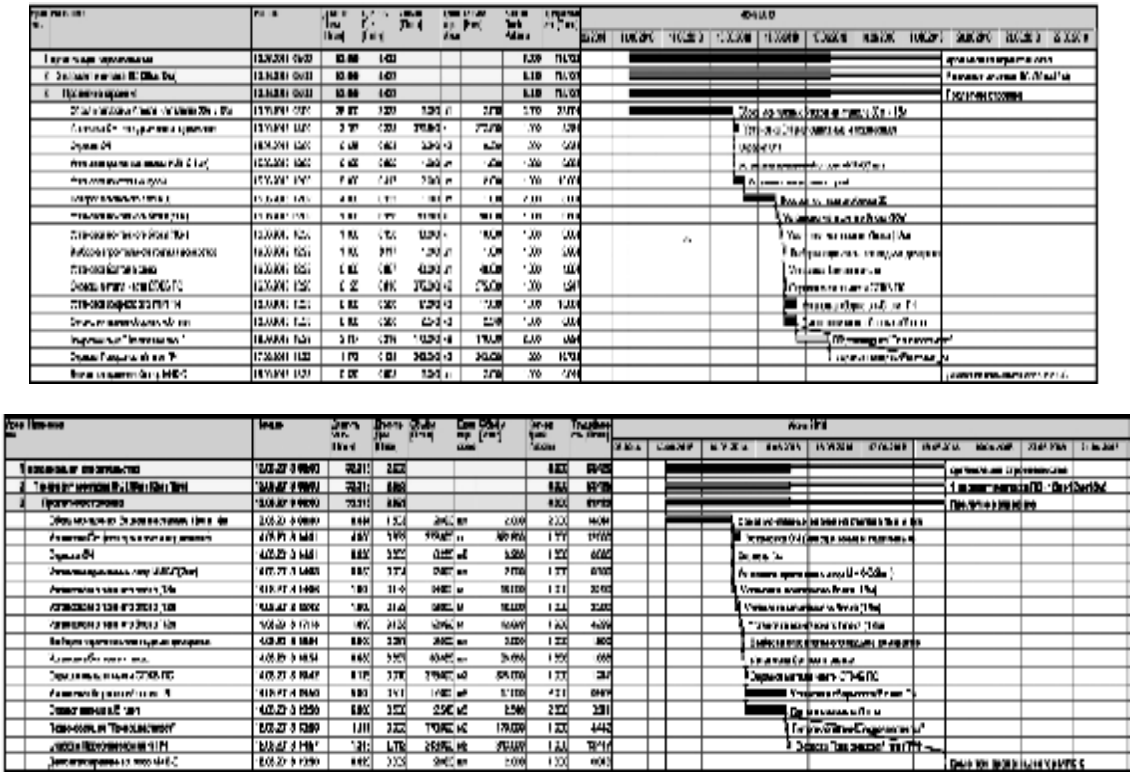

Рис. 4. Календарные планы 1 и 2 вариантов монтажа пролетного строения (Spider Project) строительства надземного пешеходного перехода в г. Ялте (иллюстрация авторов)

Spider Project позволяет рассчитать сроки строительства при каждом варианте монтажа, а так же рассчитать количество ресурсов, таких как потребление материалов в определенный период, количество машин и механизмов, рабочей силы.

Заключение

Значимость управления проектами в строительстве искусственных сооружений рассматривалась на примере строительства автодорожного моста через реку Селенгу в Республике Бурятии и надземного пешеходного перехода в городе Ялте.

Строительство мостового перехода через р. Селенгу велось с учетом местных строительных материалов, горно-геологических, гидрологических и климатических условий. Используя технологии возведения подхода с применением гидромеханизации и сокращения дальности перевозки основных конструкций металлического моста, удалось добиться значительного уменьшения сметной стоимости и сокращения сроков строительства.

В проекте производства работ по возведению надземного пешеходного перехода в г. Ялте при помощи программы Spider Project было составлено календарное планирование с учетом технологии производства работ и предусмотрено оптимальное расписание, при котором достигается уменьшение сроков реализации проекта на 15-20 %. В результате сравнения календарных планов по монтажу пролетного строения, можно сделать вывод о том, что в управлении строительством искусственных сооружений большое влияние оказывает технология производства работ. Эффективное применение методов и средств управления проектами (УП) в транспортном строительстве позволяет успешно реализовывать любой проект в соответствии с высокими стандартами качества, добившись в срок поставленных целей, сэкономив время и уменьшив риск.

Список библиографических ссылок

1. Мироненко Н. В., Леонова О. В. Эволюция развития проектного управления в России и за рубежом // Управленческое консультирование. 2017. № 6. С. 65–72.
2. Мозгалев К. М., Головнев С. Г., Мозгалева Д. А. Эффективность применения самоуплотняющихся бетонов при возведении монолитных зданий в зимних условиях // Вестник ЮУрГУ. 2014. № 1. С. 33–37.
3. Горбушин Б. П. Стандартному строительству стандартный метод организации работ // Строитель. 1932. № 14. С. 48–58.
4. Краткий курс управления проектами // AMAZON.CA : ежедн. интернет-изд. 2008. URL: https://www.amazon.com/Microsoft-Project-2016-Step/dp/0735698740 (дата обращения: 01.03.2019).
5. Петропавловских О. К., Алиуллина Г. И., Апакова Д. Р. Способы монтажа пролетных строений мостов через водные преграды и в условиях городской застройки // Техника и технологии транспорта. 2018. № 4 (9). С. 13–19.
6. Каримова Д. М., Голубев Н. В., Петропавловских О. К. Проект организации строительства моста в стесненных условиях // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки. 2013. № 1. С. 5–11.
7. Bellman R. Applied Dynamic Programming // Princeton University Press. № 32 1962. P. 2–3.
8. Майстренко И. Ю., Юсупов И. И., Зиннуров Т. А. Анализ проектной надежности ответственных узлов арочного пролетного строения пешеходного путепровода на основе численных и имитационных методов // Надежность. 2014. № 4. С. 21–30.
9. Pitagorsky G. How to manage projects // CMA – The Management Accounting Magazine. 1996. № 70 (10). P. 15–18.
10. Parviz F. R. From the Editor // Project Management Journal. 2000. № 31 (4). P. 20–25.

Petropavlovskih Olga Konstantinovna
senior lecturer
E-mail: olga_konst@mail.ru
Loginova Olga Anatolyevna
candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: loginova@kgasu.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1
Apakova Diana Radikovna
engineer estimator
E-mail: apakova.diana@mail.ru
LLC «Tehno-R»
The organization address: 420054, Russia, Kazan, Tehnicheskaya st., 52
Aliullina Gulnaz Ildusovna
3rd category engineer
E-mail: gulnazaliullina@mail.ru
LLC «IK «Spektr»
The organization address: 420061, Russia, Kazan, Kosmonavtov st., 44
Ibrsgimova Aniia Airatovna
engineer
E-mail: anyia13@mail.ru
LLC « Avtodorogi i sooruzheniya »
The organization address: 420087, Russia, Kazan, Karbyshev st., 15

Project management in the construction of artificial structures

Abstract

Problem statement. The purpose of the study is to determine the specifics of managing the construction of artificial structures using modern software products. The following tasks are defined:

1) to consider the Spider Project, the main advantages and disadvantages and principles of the software package;

2) to consider Primavera, the main advantages and disadvantages and principles of the software package;

3) to consider the Microsoft Project, the main advantages and disadvantages and principles of the software;

4) Study the examples of work in the software package Spider Project.

Results. Main results of the research: three software packages for project management and calendar planning were considered. Presents their main positive and negative options. Identified optimal areas of application software systems.

Conclusions. The significance of the results for transport construction is that with the use of modern project management methods, it is possible to establish optimal construction time of artificial structures, effectively develop a project for the installation of bridge structures, select high-tech sets of machines and mechanisms, and also competently coordinate the management process construction as a whole in accordance with the planned indicators.

Keywords: project management, bridge, bridges, software, schedule, planning, Spider Project, Primavera, Microsoft Project.

References

1. Mironenko N. V., Leonova O. V. Evolution of project management development in Russia and abroad // Upravlencheskoye konsultirovaniye. 2017. № 6. P. 65–72.
2. Mozgalev K. M., Golovnev S. G., Mozgaleva D. A. The effectiveness of the use of self-compacting concrete in the construction of monolithic buildings in winter conditions // Vestnik Yuzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta. 2014. № 1. P. 33–37.
3. Gorbushin B. P. Standard construction standard method of work organization // Stroitel. 1932. № 14. P. 48–58.
4. A short course in project management // AMAZON.CA : daily. Internet-edit. 2008. URL: https://www.amazon.com/Microsoft-Project-2016-Step/dp/0735698740 (reference date: 01.03.2019).
5. Petropavlovskikh O. K., Galiullina G. I., Apakova D. R., Methods of installation spans of the bridges over water obstacles and in conditions of urban development // Tekhnika i tekhnologii transporta. 2018. № 4 (9). P. 13–19.
6. Karimova D. M., Golubev N. V., Petropavlovskikh O. K. The project of the organization of construction of the bridge in the constrained conditions // Nauchnoye soobshchestvo studentov XXI stoletiya. Tekhnicheskiye nauki. 2013. № 1. P. 5–11.
7. Bellman R. Applied Dynamic Programming // Princeton University Press. № 32. 1962. P. 2–3.
8. Maistrenko I. Y., Yusupov I. I., Zinnurov T. A. Analysis of the design reliability of critical nodes of the arch span of the pedestrian overpass on the basis of numerical and simulation methods // Nadezhnost. 2014. № 4. P. 21–30.
9. Pitagorsky G. How to manage projects // CMA – the Management Accounting Magazine. 1996. № 70 (10). P. 15–18.
10. Parviz F. R. From the Editor // Project Management Journal. 2000. № 31 (4). P. 20–25.