



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

**СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Издательство МИСИ – МГСУ

БИБЛИОТЕКА НАУЧНЫХ РАЗРАБОТОК И ПРОЕКТОВ НИУ МГСУ

УПРАВЛЕНИЕ КРУПНОМАСШТАБНЫМИ ПРОЕКТАМИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Библиотека научных разработок и проектов НИУ МГСУ

УПРАВЛЕНИЕ
КРУПНОМАСШТАБНЫМИ
ПРОЕКТАМИ СТРОИТЕЛЬСТВА
ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Москва
Издательство МИСИ – МГСУ
2019

УДК 69.003
ББК 65.05
У67

DOI: 10.2227/978-5-7264-2007-3.2019.188

СЕРИЯ ОСНОВАНА В 2008 ГОДУ

Авторы:

А.С. Павлов, А.В. Гинзбург, Е.А. Гусакова, П.Б. Каган

Рецензенты:

доктор физико-математических наук, профессор А.А. Герасимов,
вице-президент Национального объединения строительной индустрии,
председатель Правления НП СРО «Национальное объединение
специалистов стоимостного инжиниринга»;
доктор технических наук, профессор П.П. Олейник,
профессор кафедры технологии и организации строительного производства
НИУ МГСУ, заслуженный строитель России

*Монография рекомендована к публикации
научно-техническим советом НИУ МГСУ*

У67 **Управление крупномасштабными проектами строительства промышленных объектов** : монография / А.С. Павлов, А.В. Гинзбург, Е.А. Гусакова, П.Б. Каган ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. — Москва : Издательство МИСИ — МГСУ, 2019. — 188 с. (Библиотека научных разработок и проектов НИУ МГСУ).
ISBN 978-5-7264-2007-3

В монографии рассмотрены актуальные вопросы применимости методов управления проектами к практической деятельности строительных и проектных организаций, государственных и муниципальных заказчиков, других заинтересованных лиц.

Для работников управления и организации строительства, управления недвижимостью, преподавателей, аспирантов высших учебных заведений.

УДК 69.003
ББК 65.05

ISBN 978-5-7264-2007-3

© Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет, 2019

Проекты предпринимаются не с целью того, чтобы экономить деньги, а с целью того, чтобы их делать.
Э.М. Голдратт. Критическая цепь

ПРЕДИСЛОВИЕ

Управление проектами является основным механизмом создания и развития крупных государственных, промышленных и строительных объектов. Его элементы применяются повсеместно, даже если такое название не употребляется.

В первую очередь это относится к строительству. Из 118 проектов, получивших в 2010–2018 гг. положительные заключения Минэкономразвития РФ, два проекта относятся к строительству ледоколов, остальные — строительные проекты.

Литература по управлению проектами весьма обширна. Между тем проекты часто рассматриваются безотносительно к отраслевому их применению, хотя есть работы, преломляющие теорию в области строительства [97, 112]. Однако такое применение теории все же чаще отражает зарубежный опыт, в первую очередь — американский.

Управление проектами (УП) изучается во многих технических и экономических вузах. Однако такие курсы часто отличаются некритическим подходом к зарубежным «прописям», попытками оснастить классическую модель отраслевыми терминами и адаптировать ее к реальному проекту.

Основные нормативные документы по управлению проектами — национальные стандарты системы проектного менеджмента ГОСТ Р 56715–2015 [37] — дословно скопированы с зарубежного источника и пестрят английскими терминами. То же самое относится к стандарту ГОСТ Р ИСО 21500–2014 [47].

Между тем сами зарубежные ученые отмечали многообразный опыт российских и советских инженеров по возведению крупных объектов, по их методическому и экономическому обоснованию и управлению строительством [75].

Поэтому авторы решили изучить и обобщить отечественный и зарубежный опыт управления проектами, выяснить, что можно взять из этого опыта и рекомендовать для широкого применения,

а что является лишь частными успехами практических работников, интуитивно применяющих методы управления проектами. Теоретические обобщения, излагаемые в настоящей работе, проверены на практике и излагаются в учебных курсах, читаемых авторами в течение ряда лет.

В настоящей монографии дан краткий критический обзор наиболее распространенных принципов и методов управления проектами, в частности, управления сроками, стоимостью, рисками и др. При этом показаны причины недостаточного распространения этих методов в практике строительства. Освещены также развивающиеся методы: управление рисками, конфигурацией, требованиями, претензиями, эксплуатацией помещений и др. Указано на необходимость совершенствования экономических методов.

Теория управления проектами дополнена концепцией жизненного цикла строительного объекта, которая впервые представлена как развитие системотехники строительства. Показаны сходство и различие управления процессами, проектами, портфелями и программами. Особое внимание уделено информационному моделированию при управлении строительными проектами. В конце книги приведен краткий терминологический словарь.

Глава 1

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ

1.1. Немного истории. Планирование и управление

Календарное планирование как метод планирования и управления проектами, прогнозирования и учета выполнения работ возникло относительно недавно. Для его появления потребовалось четко определить состав решаемых задач, сформулировать их постановки, отыскать способы и формы описания процессов во времени, создать необходимую алгоритмическую основу. Этот процесс занял значительное время.

Календарное планирование по своему внутреннему содержанию есть комплексная задача, в которой окончательное решение является результатом назначений состава, сроков и ресурсов работ на основе разнообразных правил и алгоритмов, объективных и субъективных соображений.

Начальное формальное разрешение получили задачи, связанные с определением объемов работ и материалов, — об этом свидетельствуют письменные источники, сохранившиеся со времен строительства пирамид. Знание состава и объемов материалов обеспечило естественный переход к определению стоимости работ по материалам. Наличие смет на строительство объектов, как и конкурсный характер создания и утверждения их проектов, отмечают законы вавилонского царя Хаммурапи (XVIII в. до н. э.) и древнегреческие письменные источники. Любопытно, что уже в то время сложилось понятие о допустимости 20–25 % непредвиденных дополнительных затрат на строительство, что свидетельствовало о понимании вероятностного характера строительных работ.

Гораздо медленнее развивались способы определения продолжительности и стоимости работы исполнителей при строительстве объектов соответственно объемам и сложности работ. Конечно, эти показатели использовались повсеместно, поскольку трудно представить заказчика или подрядчика, которому безразличны срок строительства объекта и сумма, которую он должен будет заплатить рабочим. Однако сроки строительства крупных объектов состав-

ляли 20–25 лет, а сведений о наличии у строителей детализированных планов работ не сохранилось. С развитием строительных технологий и техники темпы строительства возрастали. В дошедших до нашего времени письменных подрядах XVII–XVIII вв. на строительство церквей уже обязательно оговаривались сроки и стоимость выполнения работ (зарплата), а также ответственность за несоблюдение сроков (кроме удержания денег, такая ответственность включала и физические наказания работников, например, по 10 ударов плетью). Однако сроки выполнения комплексов работ вплоть до XX в. определяли на основе аналогий, и это не являлось самостоятельной документальной процедурой.

Несколько лучше обстояли дела с определением времени выполнения простых работ отдельными исполнителями. Самыми ранними приемами формализации характеристик отдельной работы являются использование названия работы и понятия трудозатрат как меры ее сложности и длительности. Так, например, образцы шумерской письменности сохранили следующие показатели трудозатрат [111]:

— кладка стен (1 м ³)	1,5 ч-дн.;
— переноска кирпича на 360 м (1 м ³)	1 ч-дн.;
— отрывка 1 м ³ выемки глубиной до 0,5 м	0,17 ч-дн.;
— отрывка 1 м ³ выемки глубиной 1–1,5 м	0,35 ч-дн.

Показатели единиц измерения объемов и трудозатрат в этом примере являются современной интерпретацией — в то время более употребительным был показатель выработки применительно к одному дню работы раба. К сожалению, письменных свидетельств о том, как конкретно использовались показатели трудозатрат и какими формами описывалась продолжительность работ в эпоху пирамид, Греции и Рима, не сохранилось. В период Средневековья сроки работ начинают фиксироваться в явном виде, как упоминалось, в договорах подряда, но каких-либо формальных приемов определения сроков и фиксации состава работ, кроме спецификаций материалов и установления общего срока строительства, выявить не удастся.

В России в XIX в. было издано утвержденное императором «Урочное положение», которое содержало основные строительные нормативы для государственных нужд, в том числе основы строительных технологий, цены и расценки (рис. 1.1 [93]).

§ 654. На устройство простой конструкции небольших мостовъ или трубъ изъ круглаго лѣса:		
а) На врытіе стульевъ, забивку свай, нарубаніе шиповъ и выдалбливаніе гнѣздъ, назначать работчія силы, руководствуясь отдѣленіемъ VIII		
б) Для положенія на мѣсто, через сажень, перекладовъ, и, черезъ 2 арш., продольныхъ лежней, съ врубкой ихъ въ полдерева при пересѣченіяхъ, на квадр. саж. мостового полотна:		
Плотниковъ.	0,4	3,5
Бревень, толщ. отъ 5 до 6 верш. на переклады и лежни. пог. саж.	—	
в) Для настилки, сверхъ лежней, пластинами съ притеской, врубаніемъ и прикрѣпленіемъ ихъ прибойными брусьями и болтами или ершами, на кв. саж.:		
Плотниковъ.	1	11
Пластинъ, шириною 6 верш., толщина 8 верш., для настилки моста и на прибоины. пог. саж.	—	
Болтовъ или заершенныхъ гвоздей штукъ	—	

Рис. 1.1. Нормы «Урочного положенія» середины XIX в.

Первая явная форма описания работ с привязкой ко времени выполнения появилась в начале XX в. Форма ленточных графиков названа по имени Генри Лоуренса Ганта*, который опубликовал ее описание в 1910 г. Однако впервые этот метод под названием «гармонограф» был разработан в 1896 г. Каролом Адамицким**, который опубликовал его только в 1931 г. [74].

Диаграмма Ганта оказалась настолько удачной, что благополучно дожила до нашего времени практически без изменений. Универсальность представлений позволяет применять ее во всех сферах человеческой деятельности, когда требуется составить расписание и определить продолжительность работ. Форма состоит из двух частей: табличной, где указываются названия и количественные характеристики работ, и календарной, где на календарной оси времени работа вычерчивается в виде масштабного линейного отрезка с длиной, равной ее продолжительности, и явной календарной привязкой ее начала и окончания (рис. 1.2).

С появлением линейных графиков в практике подготовки работ выделяется и начинает использоваться в явном виде стадия предварительной их расстановки во времени исполнения, получившая общее название календарного планирования. Наряду с каждой составной работой характеристиками длительности и календарных сроков начала-окончания стал обладать и весь комплекс работ, отраженный в графике, — проект.

* Henry Laurence Gantt, 1861–1919, американский инженер.

** Karol Adamiecki, 1866–1933, польский профессор.



Рис. 1.2. Запись состава, характеристик и времени выполнения работ в форме линейного графика (график Ганта)

Появление процедуры календарного планирования на основе линейных графиков работ потребовало решения задачи объективной оценки сроков работ в зависимости от их сложности и объема. Примером ее системного решения явилась разработка сборников единых норм времени и расценок на строительные работы (ЕНиР) в нашей стране в 1930-х гг. Сборники такого рода (ЕНиР, ЕНВиР, ВНиР, ЕРЕР, ГЭСН и т.п.), составленные на основе технического нормирования и структурированные по видам наиболее употребительных строительных работ, по сей день используются для расчетного определения продолжительности выполнения работ.

В те же годы в СССР разрабатывались методы поточного выполнения строительных работ, также имеющие прямое отношение к процедурам календарного планирования. В практику проектирования и выполнения работ были привнесены понятия специализированных потоков, захваток, циклов, последовательного, параллельного и совмещенного выполнения работ. Безусловно, эти приемы использовались в строительной практике и ранее, однако в явном виде они были систематизированы и изложены именно в то время. Поточный принцип с применением специализированных потоков и максимальным совмещением сроков выполнения работ является сегодня основным приемом организационно-технологического проектирования при календарном планировании сложных комплексов строительных работ. Его изучение обязательно при

подготовке инженеров-строителей в составе такой дисциплины, как «Технология и организация строительства» и др.

Широкое внедрение календарного планирования, методы точного выполнения работ инициировали разработку новых форм документального отражения последовательности и продолжительности работ. Удобная и наглядная для небольшого количества простых работ, форма линейного графика оказалась недостаточно эффективной для моделирования значительного числа взаимосвязанных работ в рамках поточного метода организации работ, где сходятся представления о составе работ, составе фронтов работ, темпе и времени выполнения работ специализированными потоками исполнителей на отдельных фронтах.

Одной из попыток преодолеть указанные недостатки стало применение графиков-циклограмм, где форма обеспечивает построение и оценку работ по четырем основным критериям (рис. 1.3):

- состав работ или специализированных потоков — в виде наклонной линии работы на поле графика;
- состав фронтов работ — в виде позиций-названий захваток, этажей, отдельных участков по левой вертикальной оси графика;
- время выполнения работ — шкала графика по горизонтальной оси;
- темп выполнения работы на отдельном фронте — угол наклона линии работ в пределах отдельной захватки (чем круче, тем выше темп).

Сопоставительный анализ информационных возможностей линейных графиков Ганта и циклограмм показывает, что в циклограммах проще выявляются и устраняются ошибки планирования, связанные с назначениями сроков начал-окончаний работ: перекрещивание линий работ всегда свидетельствует о преждевременном начале одной из последующих работ. При этом либо возникают простои исполнителей до тех пор, пока не освободится фронт работ (ситуация для работы 3 на рис. 1.3, б), либо задержки освоения фронтов работ, связанные с более поздними сроками начала работы исполнителей (ситуация для работы 3 на рис. 1.3, а). В графиках Ганта при большом числе работ и фронтов такие ситуации «прозевать» достаточно легко.

Однако недостатков при использовании циклограмм оказалось значительно больше: в этой форме теряются количественные ха-

рактические работы, описания их наполнения исполнителями и естественность восприятия работ в виде горизонтальных линий на шкале времени. Это привело к тому, что циклограммы используются в гораздо меньшей степени, чем графики Ганта.

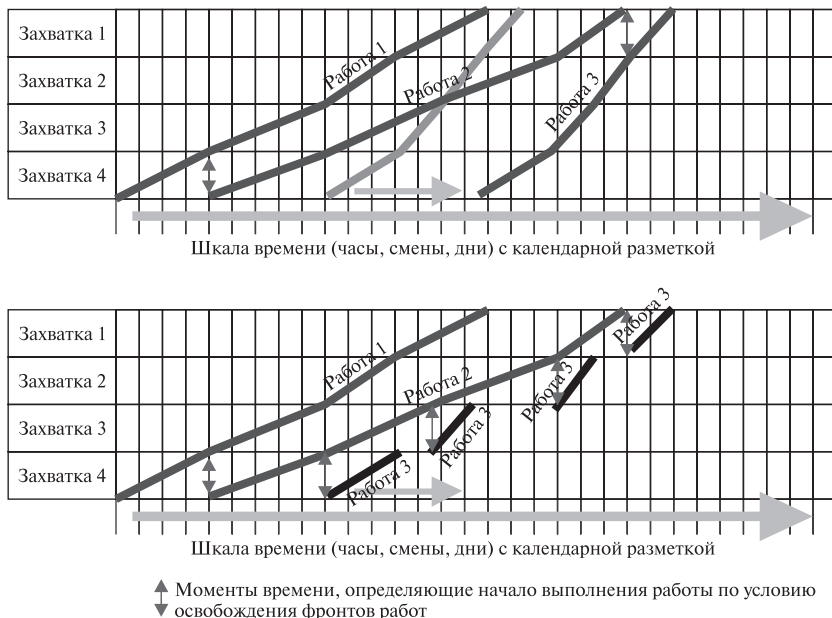


Рис. 1.3. Запись состава работ и захваток в виде циклограммы:
вверху — при соблюдении принципа непрерывности работы исполнителей работ; *внизу* — то же, при соблюдении принципа непрерывного освоения фронтов работ

Решающим этапом развития методов календарного планирования стало появление формальных способов описания связей работ. В пятидесятые годы XX в. американские ученые М. Уолкер* и Дж. Келли** предложили принципиально новую форму записи работ — сетевые модели (рис. 1.4).

Процесс выполнения работ в моделях Уолкера — Келли (иногда их называют классическими сетевыми моделями, или моделями **CPM — Critical Path Method**) представляется как цепь событий, со-

* Morgan R. Walker, специалист химического концерна Дюпон.

** James E. Kelley-мл., специалист американской компании Ремингтон Рэнд.

впадающих с началом и окончанием работ, где в качестве связей этих событий выступают сами работы. Дополнив модели понятием фиктивных работ (работы-связи с нулевой продолжительностью), Уолкер и Келли предоставили универсальную возможность гибко связывать группы работ в различных комбинациях и с удобной визуализацией логики зависимостей работ друг от друга по очередности выполнения.

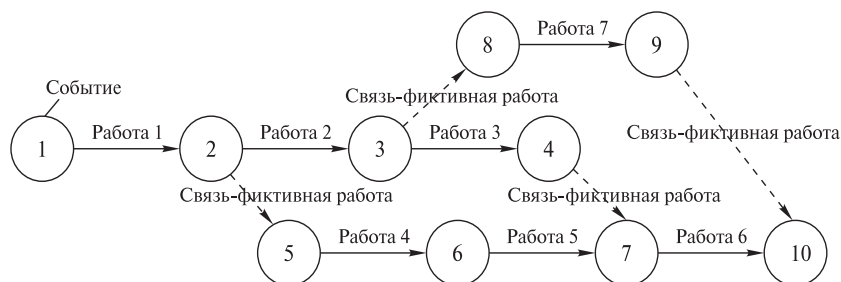


Рис. 1.4. Запись состава и последовательности выполнения работ в форме сетевой модели Уолкера — Келли

Главным следствием внедрения такой формы записи работ стала разработка формального метода расчета моделей. Такой расчет, получивший название метода критического пути, автоматически расставляет работы сетевой модели на относительной шкале времени с соблюдением связей, определяя:

- самую длинную цепочку последовательно выполняемых работ, определяющую общую продолжительность всего проекта (критический путь);
- календарные сроки событий, т.е. сроки начала — окончания каждой работы;
- общие и частные резервы времени выполнения работ, в рамках которых изменения сроков выполнения работы не вызывают изменения общего срока выполнения работ проекта.

Значимость разработки формального аппарата описания связей и расчета моделей по срокам начал — окончаний работ можно понять из того факта, что уже первые примеры практического применения такого подхода выявили существенные резервы по сокращению сроков выполнения сложных комплексов работ только посредством оптимизации связей. Сетевые модели Уолкера — Келли

ли и метод их расчета по критическому пути довольно быстро получили широкое распространение во всем мире применительно к разнообразным проектам, в том числе и строительным. Примерно в то же время появляются и получают распространение графики ПЕРТ (*англ.* PERT, Project Evaluation and Review Technique) и матричная форма моделирования работ.

Графики ПЕРТ рассматривают модель работ в виде однонаправленного графа, где в качестве событий, в отличие от сетевых графиков Уолкера — Келли, рассматривают работы, а связями определяют последовательность их выполнения (рис. 1.5). Для обеспечения универсальности описания ситуаций с одновременным выполнением работ здесь также используются работы с нулевой продолжительностью — события, вехи.

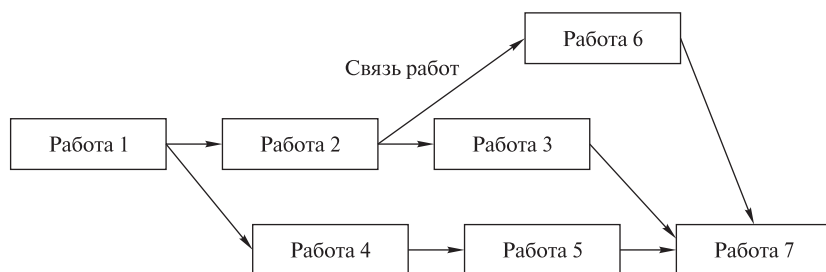


Рис. 1.5. Запись состава и последовательности выполнения работ в форме графика ПЕРТ

На начальных этапах внедрения сетевых моделей графики ПЕРТ были как бы в тени, поскольку их форма записи не обеспечивала метод расчета по критическому пути. Но постепенно, с развитием алгоритмизации расчетов и программного обеспечения, эта форма получила распространение. Причиной «ухода в тень» формы классических сетевых моделей послужило наличие в них жестких ограничений следующего вида:

- наличие только одного начального и только одного конечного событий модели;
- нумерация строго по возрастающей при переходах от события к событию;
- отсутствие пропусков в нумерации.

В практике планирования работ проектов эти ограничения крайне усложняли неизбежное редактирование планов в ходе их состав-

ления и расчетов, вставку типовых заготовок в виде блоков работ, отработку ситуаций, связанных с наличием нескольких начальных и конечных работ. В итоге разработчикам современных компьютерных программ удалось «спрятать» от пользователей все сложности учета связей на основе более естественных форм графиков ПЕРТ и Ганта, сохраняя при этом возможность расчета моделей по методу критического пути.

Матричные модели работ являлись подвидом сетевых моделей и использовали специальные табличные формы записи работ, упрощающие ручные вычисления сроков начал — окончаний работ специализированных потоков на фоне свободной трактовки переходов от работы к работе по принципу непрерывного освоения фронтов работ или по непрерывности работы исполнительских ресурсов. Эта форма, исходно ориентированная на вычисления вручную, постепенно утратила актуальность по мере совершенствования программного обеспечения календарного планирования.

Сетевые модели получили весьма широкое распространение. Обучение принципам сетевого моделирования стало, начиная с 1960-х гг., обязательным элементом инженерной подготовки, в том числе и в области строительства. В то время сетевое моделирование виделось как средство для реализации преимущественно крупных проектов. Происходило это из-за сложности программного обеспечения, острого дефицита специалистов, владеющих специальными приемами составления моделей. На фоне сетевых моделей несколько не потеряли актуальность традиционные графики Ганта — они сохранили за собой приоритет использования в небольших моделях с назначениями вручную сроков работ и стали использоваться в качестве окончательной формы календарного плана работ после расчета и оптимизации модели. Соперничество различных форм представления календарных планов в составе современного программного обеспечения в области управления проектами завершилось к настоящему времени преобладанием формы линейного графика Ганта — для этого оказалось достаточно просто установить диалоговые возможности добавления связей-стрелок на линейном графике (рис. 1.6).

Сохраняя наглядность масштабного восприятия продолжительностей и календарных сроков, универсальность табличной компоновки и редактирования состава и количественных показателей

работ, с появлением связей между работами форма линейного графика полностью адаптировалась к существующим алгоритмам расчетов календарных планов, реализуемым с помощью современных программных средств. По сей день сетевые графики являются основным и, по сути, единственным математическим аппаратом (не считая приложений теории вероятностей) управления проектами.

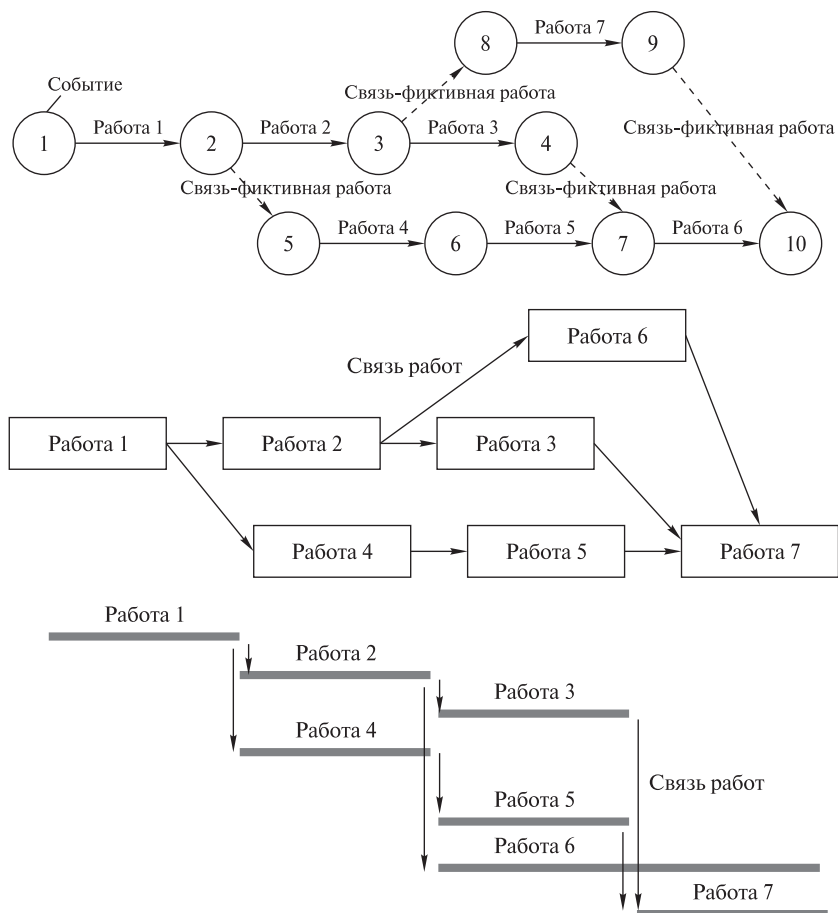


Рис. 1.6. Сопоставление трех основных форм сетевых моделей:
 сверху — сетевая модель из семи работ в форме Уолкера — Келли;
 в центре — та же модель в форме графика ПЕРТ; внизу — та же модель
 в форме линейного графика Ганта, дополненного связями начал —
 окончаний работ

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
Глава 1. Основные принципы и методы управления проектами.....	5
1.1. Немного истории. Планирование и управление.....	5
1.2. Виды проектов.....	16
1.3. Влияние особенностей производства на методы управления	19
1.4. Основные принципы управления проектами	21
1.5. Специфические методы управления проектами.....	24
1.6. Методы управления, применимые в строительных проектах	27
Глава 2. Управление жизненным циклом строительного объекта.....	30
2.1. Жизненный цикл объекта производственного строительства	30
2.2. Управление жизненным циклом как развитие системотехники строительства	35
Глава 3. Особенности строительства крупных производственных объектов.....	41
3.1. Особенности строительных объектов с точки зрения управления.....	41
3.2. Крупные производственные объекты.....	43
Глава 4. Применение основных методов управления проектами в строительстве	47
4.1. Интеграция проекта и управление коммуникациями	47
4.2. Управление содержанием проекта.....	50
4.3. Управление сроками строительства.....	53
4.4. Управление ресурсами и поставками	57
4.5. Управление персоналом	65
4.6. Управление стоимостью проекта	71
4.7. Управление рисками проекта.....	77
4.8. Управление качеством строительства.....	82

Глава 5. Применение специальных методов управления проектами.....	87
5.1. Управление требованиями	87
5.2. Управление конфигурацией и изменениями	91
5.3. Управление безопасностью.....	94
5.4. Управление недвижимостью и помещениями	96
5.5. Управление претензиями	98
Глава 6. Управление процессами, портфелями и программами	102
6.1. Управление процессами производства работ	102
6.2. Управление портфелем заказов строительной организации	114
6.3. Управление целевыми строительными программами	119
Глава 7. Информационное моделирование при управлении строительными проектами	134
7.1. Предпосылки применения технологий информационного моделирования при управлении проектами	134
7.2. Информационная модель объекта на разных этапах жизненного цикла	139
7.3. Организация взаимодействия участников градостроительного процесса в единой информационной среде.....	145
Заключение	156
Список литературы	158
Краткий терминологический словарь по управлению строительными проектами	171

Научное издание

**Павлов Александр Сергеевич, Гинзбург Александр Витальевич,
Гусакова Елена Александровна, Каган Павел Борисович**

**УПРАВЛЕНИЕ
КРУПНОМАСШТАБНЫМИ
ПРОЕКТАМИ СТРОИТЕЛЬСТВА
ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

**Редактор *А.В. Космин*
Корректор *В.А. Киселева*
Компьютерная верстка и графика *О.Г. Горюновой*
Дизайн обложки *Д.Л. Разумного***

Подписано в печать 10.10.2019 г. И-451. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 10,93. Тираж 100 экз. Заказ 257

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет».
129337, Москва, Ярославское ш., 26.

Издательство МИСИ – МГСУ.
Тел.: (495) 287-49-14, вн. 13-71, (499) 188-29-75, (499) 183-97-95.
E-mail: ric@mgsu.ru, rio@mgsu.ru.

Отпечатано в типографии Издательства МИСИ – МГСУ.
Тел.: (499) 183-91-90, (499) 183-67-92, (499) 183-91-44