

## МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЕМ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

---

**Б. М. МИКЕЛАДЗЕ**

Институт информационных технологий и управления  
Санкт-Петербургского государственного  
политехнического университета  
bessarion.mikeladze@gmail.com

*Целью работы является определение технологии управления проектированием многофункционального комплекса, помогающей в получении первоначальных эскизных вариантов МК, учитывающих различные критерии, их взаимовлияния, ранжирования по значимости и т.д. Предлагаются модели управления проектированием МК и технологии их реализации на примере управления проектированием многофункциональных комплексов в строительной индустрии.*

**Ключевые слова:** подход, метод, модель, многофункциональный комплекс, системный анализ, управление проектированием.

### ВВЕДЕНИЕ

В данной работе принято разделение между понятиями управления проектами (*project management*) и управления проектированием (*design management*). Если область управления проектами включает в себя совокупность мероприятий по реализации плана, нацеленного на оптимальное решение уникального, одноразово реализуемого действия, то управление проектированием ставит перед собой более глобальную задачу. При сохранении инструментария, используемого в управлении проектами (стратегическом планировании, деловом администрировании и т.д.), вносится немаловажный фактор творческой составляющей, возникающей при работе проектиров-

щиков, т.е. собственно разработке конфигурации комплекса, определения и размещения его компонентов с учетом требований заказчика, технологии их реализации, функциональности, ограничениям по ресурсам, времени выполнения проекта и другим критериям, согласованным с заказчиком.

## 1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Структура многофункционального строительного комплекса уникальна и зависит от большого числа факторов, влияющих на взаимные связи между компонентами проекта [10]. В реальных примерах, как правило, появляются дополнительные факторы, связанные с конкретными условиями реализации проекта. Процесс проектирования является структурой со сложными внутренними связями и необходимостью их систематизация. Этот процесс представляет собой дезинтегрированную либо слабо интегрированную систему, в которой информационные потоки не структурированы.

Сложности возникают даже на уровне одной организации, занимающейся реализацией монопроекта. При рассмотрении более глобальных проектов, которые, как правило, являются инновационными, не имеющими аналогов, добавляются сложности взаимной работы между участниками процесса и факторы, учитывающие влияние географии, логистики, климатических условий, населённости территорий, наличия квалифицированных кадров, временных ограничений и т.д.

Чтобы удовлетворить этим критериям, предлагается использовать «вариационную» технологию управления моделированием МК. Этот подход широко используется при выполнении технико-экономических обоснований крупных объектов капитального строительства, в числе которых можно назвать градообразующие предприятия энергетики, такие как атомные и гидроэлектростанции. Недостатком существующих реализаций подхода является отсутствие автоматизации процесса проектирования, следовательно, необходимость привлечения большого количества конструкторских и инженерных ресурсов на длительный период. Любая процедура моделирования есть творческий акт. Однако существует возможность получения первоначальных эскизных вариантов МК, учитывающих различные критерии отдельных составляющих комплекса, их взаимовлияние, ранжирование по значимости и прочее.

В общем случае МК представляет множество взаимосвязанных объектов различного функционального назначения.

Например, МК морской спортивной базы может включать следующие компоненты:

МК = <АБК, ТКК, ЗОП, СОК, ОКТ, БПК, СРМ, АВТ, АТМ, ЗБАТ, КПП1\_2,

АДЭС, СГСМ, ЦТП, СХПС, НС, С1\_3, РП, ТП, ЗУК, УТК, ЗУС>?

где АБК – административно-бытовой корпус, ТКК – театральное-концертный комплекс, ЗОП – здание общественного питания, СОК – спортивно-оздоровительный комплекс, ОКТ – общежития квартирного типа, БПК – банно-прачечный комбинат, СРМ – судоремонтные мастерские, АВТ – ангар вертолётного транспорта, АТМ – автотранспортная мастерская, ЗБАТ – здание боксов автотранспорта, КПП1, 2 – контрольно-пропускной пункт, АДЭС – аварийная дизель-электрическая станция, СГСМ – склад горюче-смазочных материалов, ЦТП – центральный тепловой пункт, СХПС – станция хозяйственно-питьевого снабжения, НС – насосная станция, С1\_3 – складской комплекс, РП – распределительная подстанция, ТП – тепловая подстанция, ЗУК – здание учебных классов, УТК – учебно-тренировочный комплекс, ЗУС – здание управления связью.

При разработке конфигурации МК нужно учесть ряд критериев, учитывающих время, отведенное для проектирования МК, финансовое, материально-техническое, информационное, кадровое и т.п. обеспечение МК и системы управления проектированием МК:

$$K = \langle F; T, MT, IO, N, G, L, U \rangle, \quad (1)$$

где  $F$  – финансовые затраты на строительство МК;  $T_i$  – время, отведенное для выполнения работы по строительству МК;  $MT$  – материально-технические ресурсы;  $N$  – кадровое обеспечение;  $G$  – географические условия;  $L$  – логистика;  $U$  – условия климатические, населенность территории и т.п.

Часть критериев можно формализовать. Но есть и принципиально неформализуемые критерии. Поэтому процедура моделирования при проектировании многофункционального комплекса есть творческий акт, который не может быть полностью формализован.

В данной работе поставлена цель – определить технологию, помогающую проектировщикам осуществить возможность получения первоначальных эскизных вариантов МК, учитывающих отбор составляющих ИК с учетом рассмотренных критериев, их ранжированием по значимости и прочее, определить взаимодействие и взаиморасположение компонентов с учетом их функционального назначения и особенностей.

## 2. ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ПРОЕКТИРОВАНИЕМ МК

Сложность проблемы управления проектированием многофункциональных комплексов (СУ ПМК) обусловлена необходимостью поиска компромисса между целостностью представления сложного объекта и детализацией описания его компонентов в процессе разработки и реализации проекта. Эту проблему можно решить с помощью семейства моделей, объединяемых многоуровневой моделью, базирующейся на стратифицированном представлении процесса управления проектированием.

Таблица

## Двумерная методика управления проектом МК

Уровни абстрагирования	Концептуальный уровень	Уровень научно-исследовательских работ	Уровень конструкторских разработок	Уровень технологической реализации	Уровень реализации и создания АСНМОУ управлением МК	
Этапы управления проектированием и реализацией МК 	Анализ факторов, влияющих на создание МК	Разработка концепции анализа факторов, влияющих на создание и функционирование МК	Разработка моделей анализа факторов среды	Создание автоматизированных диалоговых процедур, программ, тестов и проведение анализа	Разработка информационно-технологических процедур реализации моделей анализа	НМД и НТД для организации проведения анализа факторов
	Анализ целей и требований к МК	Разработка принципов анализа целей и функций (ЦФ) системы управления проектированием МК	Разработка методик формирования и оценки структур ЦФ и разработки требований к МК	Разработка (адаптация) АДПАЦФ и АДП для реализации МОСЭ при оценке ЦФ	Разработка информационной технологии использования АДПАЦФ и АДП	Методики, инструкции пользователю АДПАЦФ, АДП МОСЭ и др, НМД и НТД
	Разработка конфигурации проекта МК	Выбор подхода и разработка принципов формирования и анализа вариантов конфигурации проектов МК	Разработка методики формирования и анализа вариантов конфигурации проектов МК	Разработка конструкторской документации для проекта МК	Разработка технологии реализации выбранного варианта конфигурации проекта МК	СТП «Разработка конфигурации проекта МК», НМД и НТД для его реализации
	Планирование и управление проектированием МК	Разработка принципов формирования и анализа вариантов плана управления проектом МК	Разработка методики формирования плана управления проектом МК	Разработка автоматизированной поддержки планирования и управления проектированием МК	Разработка технологии планирования и управления ходом проектирования МК	СТП, НМД и НТД для организации управления ходом проектирования МК
	Реализация (внедрение) проекта МК	Разработка принципов управления реализацией МК, состава НМД и НТД для реализации МК	Разработка методики управления реализацией проекта МК	Разработка автоматизированных баз данных и информационно-поисковых систем для проекта МК	Разработка технологии создания АСНМОУ реализацией МК	Методики, стандарты, НМД, НТД и др. нормативные документы для управления реализацией МК

Для формирования модели применим вначале принцип разделения проблемы по признаку «Уровни абстрагирования», предложенный в [16], в соответствии с которым определяется последовательное преобразование представлений о системе в процессе проектирования – от замысла (концепции) до материального воплощения (таблица):

- теоретико-методологический или концептуальный;
- научно-исследовательский, в результате которого выбираются и предлагаются теоретические и прикладные модели, позволяющие провести необходимый анализ для выполнения последующих проектных работ;
- проектный, завершающийся определением комплекса методов и средств решения проблемы;
- инженерно-конструкторский, этот уровень завершается разработкой структуры проекта, программных средств;
- технологический – разработка организационно-технологических процедур подготовки и реализации проектных и управленческих решений, разработка информационной технологии реализации проекта;
- материальное воплощение, реализация системы – комплекс нормативно-технических и нормативно-методических документов, обеспечивающих реализацию принятых проектных решений, т. е. положения, инструкции, стандарты и т. п. нормативные документы.

В таблице приняты следующие сокращения: МК – многофункциональный комплекс; АДПАЦФ – автоматизированная диалоговая процедура анализа целей и функций; АДП – автоматизированная диалоговая процедура, МОСЭ – методы организации сложных экспертиз; НМД и НТД – нормативно-методические и нормативно-технические документы соответственно; СТП – стандарт управления проектом; АСНМОУ – автоматизированная система нормативно-методического обеспечения управления.

Путь от замысла системы до ее реализации, который проходит в процессе проектирования любая система, может быть весьма длительным. При этом разные составляющие СУ ПМК, порядок разработки которых может быть представлен последовательно и параллельно выполняемыми этапами и подэтапами, могут проходить этот путь одновременно.

Для каждого из уровней абстрагирования в таблице определены страты. При определении страт используем системно-целевой подход, реализуемый в теории систем определением системы [3], компоненты которого можно трактовать применительно к рассматриваемой проблеме проектирования МК следующим образом:

$$S_{def} \equiv \langle Z, STR, TECH, COND, \Delta T, N \rangle, \quad (2)$$

где  $Z$  – цели и требования к МК;

$STR$  – структура, конфигурация проекта МК;

$TECH$  – технологии в широком смысле, включая *meth* – методы, модели

и алгоритмы проектирования МК;  $TS$  – технические средства, применяющиеся при проектировании МК;

$COND$  – условия, учитывающие внутреннее состояние системы (внутренние факторы  $\varphi_{int}$ ) и среду  $SR$ , т.е. внешние факторы  $\varphi_{ext}$ , влияющие на создание и функционирование ИС; для их анализа полезно использовать признак «пространство инициирования целей», т.е. выявлять факторы надсистемы и актуальной среды ( $\varphi_{ext}$ ), подведомственной и собственно системы ( $\varphi_{int}$ ); в таблице эта компонента вынесена на верхнюю страту;

$\Delta T$  – временной интервал создания и функционирования («жизненный цикл» МК, который реализуется по горизонтальной оси матрицы, приведенной в таблице;

$N$  – заказчики МК, проектировщики, те, кто эксплуатирует МК; исполнители, определяемые по каждому подэтапу.

Каждая страта МК обладает своей спецификой, обусловленной как внутренними технологическими процессами, так и внешними факторами взаимодействия между объектами. Совокупность всех страт составляет единый комплекс.

После выделения страт на каждой из них выбираются методы, модели, методики их реализации. При определении целей могут использоваться методики, базирующиеся на различных концепциях системы [3, 12, 13].

Стратифицированное представление позволяет разрабатывать модели взаимодействия между стратами. В частности, при обосновании целей  $Z$  и критериев учитывать факторы  $COND$ , влияющие на создание и функционирование МК.

Двумерное матричное представление методики позволяет создать информационное пространство, которое обеспечивает более полное пред-

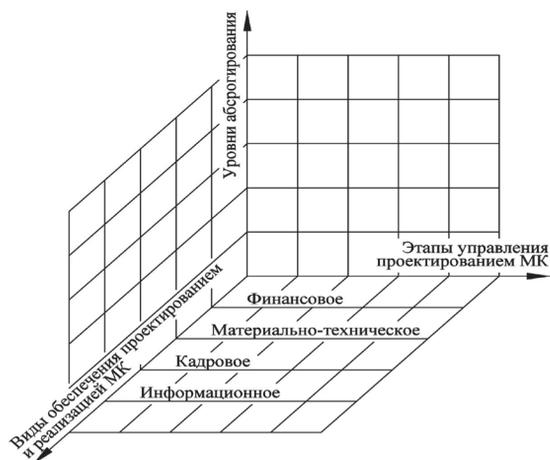


Рис. 1. Структуризация пространства управления проектом МК

ставление о ходе проектирования и помогает принимать своевременные решения, обеспечивающие сокращение сроков, необходимых для реализации проекта.

Еще более полную картину о ходе проектирования дает трехмерное матричное представление процесса проектирования (рис. 1), учитывающее необходимые виды обеспечения проектирования и реализации МК. Составляющие трехмерной матрицы можно сформулировать аналогично приведенным в таблице с учетом конкретных видов обеспечения.

Эту проблему можно решить с помощью семейства моделей, объединяемых многомерным представлением процесса проектирования. Например, структурировать пространство проектирования (*SP*) можно в соответствии с тремя признаками структуризации (рис. 1) [5]:

$$S = \langle AL, St, VZ \rangle, \tag{3}$$

где *AL* (AbstractLevel) – уровень абстрагирования, определяет последовательное преобразование представлений о системе в процессе проектирования – от замысла (концепции) до материального воплощения, реализации проекта;

*St* (Stage) – этапы проектирования, т.е. структуризации системы управления проектом МК, которые могут быть выделены с применением методик, базирующихся на различных концепциях системы [3, 12, 13].

*VO* (Variety of Provided) – виды обеспечения проектирования и реализации МК (финансовое, материально-техническое, информационное, кадровое и т.п.).

Трехмерное представление позволяет обеспечить полноту определения этапов управления проектированием и реализацией МК. В то же время для практической реализации такое представление труднооспринимаемо, и его желательно представить в виде последовательности укрупненных этапов, которые затем можно распределить между исполнителями проекта и детализировать с учетом приведенного трехмерного представления на подэтапы

Например, на начальном этапе выбора конфигурации проекта МК за основу можно взять ось «Этапы управления проектированием» и предложить структуру методики, приведенную на рис. 2.



Рис. 2. Методика управления выбором конфигурации проекта МК

Аналогично формируются сетевые структуры на всех этапах управления проектированием.

Затем при определении подэтапов можно учесть структуризацию по осям «Уровни абстрагирования» и «Виды обеспечения». Для создания подсистемы финансового, материально-технического, кадрового и других видов обеспечения проектирования за основу может быть принят признак «Виды обеспечения». При создании информационного пространства для управления проектированием за основу может быть принят признак «Уровни абстрагирования», поскольку на разных этапах может быть востребована одинаковая информация.

Проектирование и реализация проекта МК – достаточно длительный процесс, при реализации которого могут возникнуть потребность в корректировке проекта, затруднения в реализации некоторых принятых проектных решений. Поэтому в управлении проектированием и реализацией МК существенное значение имеет создание многомерной структуры управления проектированием и информационного пространства, обеспечивающего процесс проектирования. С учетом предлагаемой трехмерной структуры системы управления проектированием при создании информационного пространства полезно использовать идеи архитектуры предприятия, которая представляется многомерными структурами, состоящими из соответствующих компонентов [6, 11].

После выбора конфигурации проекта разрабатываются варианты организации процесса проектирования, при проведении анализа которых применяются идеи методик PERT, GERT и др. методик управления ходом проектирования [7, 14 и др.].

При управлении проектированием финансового, материально-технического, кадрового и других видов обеспечения проекта МК за основу может быть принят признак «Виды обеспечения».

Для реализации этапов методики предусмотрено применение методов и моделей системного анализа [3, 9, 12, 13]: методик структуризации целей, методов организации сложных экспертиз, для реализации которых разработаны соответствующие автоматизированные диалоговые процедуры [1, 4].

### 3. МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ СТРУКТУРЫ МК

Можно поставить оптимизационную задачу выбора компонентов структуры МК.

В качестве целевой функции при определении компонентов структуры  $STR$  проекта нужно ориентировать их выбор на реализацию и требований  $Z$  к МК с применением информационной меры А. А. Денисова [6]. В качестве ограничений учитываются: площадь  $SP$ , отведенная для МК, период  $T$  проектирования МК, финансовые ресурсы  $\Phi$  на реализацию МК и т.п.,  $K = \langle \Phi, T, SP \rangle$ .

$$\sum_{i=1}^n H_i x_i \rightarrow \max.$$

$$\sum_{i=1}^n \phi_{ij} x_i \leq \Phi_j, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, m}$$

$$\sum_{i=1}^n t_{ij} x_i \leq T_j, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, m}$$

$$\sum_{i=1}^n sp_{ij} x_i \leq SP_j, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, m}$$

$$x_i > 1, i = \overline{1, n},$$
(4)

где  $H_i = -q_i \log(1 - p_i')$  – значимость компоненты МК для реализации требований заказчика;

$p_i'$  – степень влияния компоненты МК на достижение целей;

$q_i$  – вероятность реализации компоненты;

$\Phi$  – финансовые затраты на строительство МК;

$\phi_{ij}$  – финансовые затраты на строительство  $j$ -го объекта;

$T$  – время, отведенное для выполнения работы по строительству МК;

$t_{ij}$  – время выполнения работы по строительству  $j$ -го объекта МК,

т.е.  $\phi_{ij}$  и  $t_{ij}$  – весовые коэффициенты, зависящие от сложности выполнения работ;  $SP$  – общая площадь (space – пространство), отведенное для размещения МК;  $sp_i$  – площадь, занимаемая  $i$ -й компонентой МК.

В ограничения не включены ограничения площади для размещения комплекса, так как в нашем случае она является величиной постоянной. Можно затраты на материально-техническое обеспечение включить в финансовые затраты.

Тогда задача в приведенной постановке может быть решена с помощью существующих методов и средств для решения задач линейного программирования. В данном случае целевая функция представляет собой линейный функционал, а множество, на котором он задан, является полиэдром, и средняя сложность вычисления данной задачи может быть обеспечена за требуемое время.

В то же время при решении такой задачи следует иметь в виду, что предварительно нужно провести экспертную процедуру для определения степени влияния  $p_i$  компоненты МК на достижение целей; и вероятности  $q_i$  реализации этой компоненты в отведенные сроки. При проведении такой процедуры следует определить сферы компетентности экспертов. Иными словами, задача решается на основе сочетания формальной модели и методов организации сложных экспертиз.

#### 4. РАЗРАБОТКА ПОДХОДА К РАЗМЕЩЕНИЮ КОМПОНЕНТОВ МК И МОДЕЛЕЙ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ

После определения состава компонентов МК с учетом требований заказчика и принятых ограничений нужно решить задачу размещения компонентов на площади МК.

В общем случае МК представляет множество взаимосвязанных объектов различного функционального назначения:

$$MK = \{E_1, E_2, \dots, E_{i-1}, E_i, E_{i+1}, \dots, E_n\} \quad (5)$$

где  $E_i$  – элементы МК.

Для решения задачи размещения компонентов МК вначале следует рассмотреть каждый отдельный элемент как совокупность двух составляющих:

$$E = \{M_E, F_E\},$$

где  $M_E$  – модельная составляющая МК (характеристики самих объектов не зависящие от других элементов МК);

$F_E$  – функциональная составляющая элемента МК (граничные условия расположения объектов по отношению друг к другу).

$$F_E = \{N_P, F_P, P_P, L_P, A_P\}, \quad (6)$$

где  $N_P$  – нормативные требования, предъявляемые надсистемой;

$F_P$  – функциональные взаимосвязи элементов МК между собой;

$P_P$  – проектные решения (конструктивная схема, тип каркаса, технология производства работ);

$L_P$  – логистика производства работ по возведению объекта капитального строительства и его дальнейшей эксплуатации;

$A_P$  – управленческие (административные) решения, принимаемые пользователем в каждом отдельном случае (уникальны для каждого элемента МК).

$$M_E = \{SP_M, R_M, C_M, E_M, T_M\}, \quad (7)$$

где  $SP_M$  – площадь элемента МК;

$R_M$  – ресурсы (природные, человеческие, финансовые);

$C_M$  – коммуникации и инженерия здания;

$E_M$  – энергия, необходимая для функционирования процесса;

$T_M$  – время.

Такое представление помогает на уровне концептуального проектирования определить важность каждого элемента, его удельный вес по отношению к другим элементам МК. Задавая параметры  $M_E$ , проектировщик может применять экспертные оценки важности каждого критерия, таким образом, моделируя будущее здание со всеми актуальными технико-экономическими характеристиками.

Помимо назначения параметров элемента системы, необходимо определиться с взаимными связями между отдельными элементами и группа-

ми, объединёнными по наиболее характерным критериям, описываемым функциональной составляющей  $F_E$ .

Изложенный выше метод относится к области восприятия и моделирования единого комплекса как совокупности отдельных составляющих. Граничными условиями для задачи построения МК будут выступать реальные характеристики территории застройки, со своими критериями оценки эффективности принятых решений, диктуемыми внешней средой. Строительную площадку уместно представить в виде трёхмерной карты с шагом разбивки  $1, \dots, 5$  м. Каждому сегменту карты следует задать характеристики, соответствующие реальным количественным и качественным показателям этой территории. Таким образом, имеет место приближение пока ещё абстрактной модели к натурным данным площадки. К примеру, на карте могут находиться уже построенные и функционирующие части МК или какая-то часть территории сложна в освоении, что будет вести к значительному увеличению капитальных затрат инвестора в проект. При переносе элементов комплекса на реальную карту местности связи функциональных составляющих элементов  $F_E$  будут каждый раз корректироваться в зависимости от тех условий, которые выдвигает территория МК.

Для формирования такой графико-аналитической модели отображения структуры проекта МК с учётом удельного веса отдельных компонентов необходимы соответствующие средства графического представления ситуаций.

Создание информационного пространства, которое сможет наладить двусторонние связи между заинтересованными участниками проекта, позволит включать и исключать дополнительные критерии поиска оптимального решения задач, а значит, систематизировать и упорядочить процесс принятия управленческих решений, приведет к значительному уменьшению сроков, необходимых для реализации проекта, уменьшит издержки, следовательно, позволит возводить объекты строительства за существенно меньшие вложения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе представлена постановка задачи создания системы управления проектированием многофункционального комплекса. Предложен подход к ее решению, основанный на многомерном представлении пространства проектирования. Поставлена оптимизационная задача определения состава компонентов МК. Приведена модель для реализации подхода к размещению компонентов МК с учетом функциональных взаимосвязей элементов между собой.

Следующей задачей, после разработки моделей и управления проектированием многофункционального комплекса и технологий (методик, ал-

горитмов) их реализации является выбор инструментария для компонентов многомерного представления пространства проектирования (рис. 1), определяемых на различных этапах, выделенных по уровням абстрагирования, и стратах моделирования по каждому из этапов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Автоматизированные* диалоговые процедуры анализа целей и функций систем управления / под ред. В. Н. Волковой: – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 72 с.
2. *Бэбьюли Ф.* Управление проектом / пер. с англ. В. Петрашек. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 2004. – 208 с.
3. *Волкова В.Н., Денисов А.А.* Теория систем и системный анализ: учебник. – М.: Юрайт, 2012. – 689 с.
4. *Волкова В.Н., Денисов А.А.* Методы организации сложных экспертиз. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 128 с.
5. *Волкова В.Н., Микеладзе Б.Д.* Модели для разработки системы управления инновационным проектом многофункционального комплекса // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2012. – № 5 (157). – С. 55–58.
6. *Волкова В.Н., Микеладзе Б.Д.* Разработка информационной инфраструктуры управления проектированием многофункционального комплекса // Научно-практич. журнал: Прикладная информатика. – М.: Market, 2014. – № 3 (51). – С. 37–47.
7. *Грей К., Ларсон Э.* Управление проектами: Практическое руководство. – М.: Дело и сервис, 2003. – 640 с.
8. *Денисов А.А.* Современные проблемы системного анализа: информационные основы. – СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2005. – 295 с.
9. *Моделирование систем и процессов:* учебник / под ред. В. Н. Волковой и В. Н. Козлова. – М.: Юрайт, 2014. – 592 с.
10. *Нанасов П.С.* Управление проектно-строительным процессом. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2005 г. – 157 с.
11. *Сеинс Р.* Сравнение четырех ведущих методологий построения архитектуры предприятия. – Режим доступа: <http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/ee895290.aspx>
12. *Системный анализ и принятие решений:* словарь-справочник / под общ. ред. В. Н. Волковой и В. Н. Козлова. – М.: Высшая школа, 2004. – 616 с.
13. *Теория систем и системный анализ в управлении организациями.* учебное пособие / под ред. В. Н. Волковой, А. А. Емельянова. – М.: Финансы и статистика, 2013. – 847 с.

14. *Троцкий М.* Управление проектами / М. Троцкий, Б. Груча, К. Огонек. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 304 с.

15. *Управление проектами в инвестиционно-строительной сфере* / И. Г. Лукманова [и др.]. – М.: Моск. гос. строит. ун-т». 2012. – 172 с.

16. *Черняк Ю. И.* Системный анализ в управлении экономикой. – М.: Экономика, 1975. – 191 с.