

УДК 65.01:69:004 (075.8)

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД

**Семёнов Владимир Сергеевич**

доктор технических наук

Кыргызско-Российский Славянский университет им. Б.Н. Ельцина  
Бишкек (Кыргызстан)

*author@apriori-journal.ru*

**Аннотация.** Обсуждаются методологические принципы управления строительными проектами, основывающиеся на методах и подходах системных исследований и проектного анализа.

**Ключевые слова:** проект; проектирование; система; методология; системные исследования; структура; компоненты.

---

## METHODOLOGICAL PRINCIPLES OF PROJECT MANAGEMENT IN CONSTRUCTION. SYSTEM APPROACH

**Semenov Vladimir Sergeevich**

doctor of technical sciences

Kyrgyz-Russian Slavic University named B.N. Yeltsin, Bishkek (Kyrgyzstan)

**Abstract.** Discusses the methodological principles of management of construction projects based on methods and approaches to system research and design analysis.

**Key words:** project; design; system; methodology; system research; structure; components.

## **Введение**

Понятие ПРОЕКТ (projectus) в переводе с латинского означает «план» или «замысел» чего-либо. В этом смысле ПРОЕКТИРОВАТЬ значит делать предложения, намечать план каких-то действий. Если раньше целью строительного проектирования в узком, специфическом представлении являлась разработка проекта (здания, сооружения), то сегодня целью проектирования «в общем» является сам процесс создания чего-то нового, полезного обществу.

В литературе довольно широко обсуждается вопрос о том, является ли проектирование частью научного процесса или это самостоятельная дисциплина. Многие специалисты предлагают собственные определения сути процесса проектирования. Приведу только два из них [1-4]:

ПРОЕКТИРОВАНИЕ – это:

- «использование научных принципов, технической информации и воображения для создания машины или системы, предназначенной для выполнения заданных функций с наибольшей экономической эффективностью» (Филден);
- «процесс, в котором научная и техническая информация используется для создания новой системы, нового устройства или процесса, приносящих обществу определенную пользу» (Хилл).

Более подробный анализ понятия проектирование можно найти в монографии [5].

Несмотря на разнообразие формулировок, практически все специалисты говорят не о результатах проектирования, а о его составных частях, которые «не менее, если не более, разнообразны, чем составные части рецептов в поваренной книге» [2].

Основываясь на анализе цепочки событий, которая начинается с пожеланий заказчика и включает в себя непосредственно проектирование, изготовление (производство), сбыт (потребление) и заканчивается влиянием нового материального объекта на окружающий мир,

Д.К. Джонс предлагает считать, что цель проектирования – «положить начало изменениям в окружающей человека искусственной среде» [2].

В современном обществе процесс проектирования включает в себя научные исследования и опытно-конструкторские разработки, подготовку производства, снабжение, изготовление, сбыт и многое другое. Из этого видно, что в творческий процесс строительного проектирования вовлечены не только архитекторы и инженеры (проектировщики), но и ученые, экономисты, администраторы (менеджеры), заказчики (инвесторы), органы контроля и местного самоуправления и т.д. В этом процессе проектировщик должен не только предвидеть конечный результат осуществления своего проекта и пути для его реализации, но и учитывать изменения, которые этот проект привнесёт в окружающую среду.

Раскрытию методов и подходов проектного анализа и системных исследований (применительно к научным исследованиям и разработкам в строительстве) и посвящена предлагаемая статья.

## **1. Системы и системный анализ**

Одним из основных правил современного научного поиска является анализ объектов и процессов во всей совокупности составляющих их компонентов, связей и отношений, т.е. как систем. Системные исследования представляют собой совокупность научных и технических теорий, концепций и методов, в которых объект исследования или моделирования рассматривается как система.

По словам академика Д.М. Гвишиани, «системный анализ, системные исследования – не просто модные слова, свидетельствующие о понимании исследователем сложности и комплексности поставленных перед ним задач, это научная методология, ... она требует для своего успешного применения специальных знаний и навыков... Существенная отличительная особенность методологии системных исследований – ее непосредственная направленность на решение конкретных практических проблем» [6].

Главенствующее место в системных исследованиях занимает общая теория систем, основание которой заложил Л. фон Берталанфи [7]. По его определению, «система – это набор взаимодействующих элементов». Большинство специалистов рассматривают ее как своеобразную метатеорию, которая занимается исследованием системных теорий, выступая в качестве науки о системах любых типов [8-10].

Общая теория систем опирается на два базовых принципа: – принцип системности и принцип изоморфизма. Первый из этих принципов рассматривает систему как комплекс «взаимосвязанных элементов, образующих целостность». Принцип изоморфизма обычно понимается как наличие однозначного (собственно изоморфизм) или частичного (гоморфизм) соответствия структуры одной системы структуре другой.

Помимо общей теории систем, системные исследования включают в себя системный анализ и системный подход. Системный подход представляет собой методологическое выражение принципа системности, общенаучную методологию качественного исследования и моделирования различных объектов и процессов как систем. Системный анализ в узком смысле слова представляет собой методологию принятия решений, а в широком смысле – синтез методологии общей теории систем, системного подхода и системных методов обоснования и принятия решений [10].

Главной категорией системных исследований в целом и системного анализа в частности является понятие системы. Существует достаточно большое количество определений понятия «система», и в каждом из них затрагивается какое-либо свойство систем.

По мнению профессора Е.А. Ерохиной [11], понятие «система» должно отражать, во-первых, морфологическое, функциональное и информационное единство доступных изучению объектов, процессов и явлений, а во-вторых, единство законов их движения. Только при соответствии определения понятия «система» данным требованиям системный анализ может выполнять свои эвристические функции по отношению к специальным

отраслям знания. Если системный анализ претендует на роль общенаучной методологии, то понятие «система» должно быть универсальным, отражать всеобщность системных свойств и закономерностей.

Все многообразие подходов к определению понятия «система» (а их известно более сорока) можно разделить на следующие группы. Первую группу составляют определения системы как выбираемой исследователем любой совокупности переменных, свойств или сущностей. Вторую группу составляют определения системы, связывающие ее с целенаправленной деятельностью. Третья группа базируется на понимании системы как множества элементов, связанных между собой, т.е. систему можно рассматривать как множество, но сама по себе множеством она не является.

Четвертую группу составляют наиболее общие определения системы как совокупности элементов, находящихся во взаимодействии.

Дескриптивным (описательным) определением понятия «система» является представление его через понятия совокупности, взаимосвязи и целого. В соответствии с этим определением системой является совокупность объектов и процессов, называемых компонентами, взаимосвязанных и взаимодействующих между собой, которые образуют единое целое, обладающее свойствами, не присущими составляющим его компонентам, взятым в отдельности.

Дескриптивный подход к определению системы требует также описания основных свойств, присущих системным объектам. В качестве общесистемных свойств могут выступать целостность, иерархичность и интегративность. Целостность – это общесистемное свойство, заключающееся в том, что изменение любого компонента системы оказывает воздействие на все другие ее компоненты и приводит к изменению системы в целом; и наоборот – любое изменение системы отзывается на всех ее компонентах. Иерархичность системы состоит в том, что она может быть рассмотрена как элемент системы более высокого порядка,

а каждый ее элемент, в свою очередь, является системой низшего порядка. И, наконец, интегративность представляет собой обладание системой свойствами, отсутствующими у ее компонентов.

Еще одним важным общесистемным свойством является целенаправленность. Любая система предназначена для достижения вполне определенной, конкретной цели. Поэтому если есть цель – есть система; если нет цели – нет системы. Цель задается системе окружающей средой, т.е. цель – это стремление к достижению определенного результата, являющегося следствием действия данной системы. Следовательно, цель определяет направление действий конкретной системы, а сами системы отличаются друг от друга своей целенаправленностью.

Действия системы можно рассматривать как ответную реакцию на внешнее воздействие (установку), как процесс функционирования компонентов системы, направленный на достижение конкретного результата. Сказанное выше о системах и их свойствах относится к дескриптивному (описательному) подходу.

В свою очередь, конструктивный подход основан на рассмотрении структуры системы, определяемой ее функцией. Специалистами в области теории систем признано, что именно функция является основным системообразующим фактором системы.

Функция задается системе извне и показывает, какую роль данная система выполняет по отношению к более общей системе, в которую она включена составной частью наряду с другими системами. Именно то, что функция определяет структуру, функционирование и развитие системы, дает основание говорить о её главенствующем положении в системном анализе. Системы, у которых функция задается извне и присутствуют входы и выходы во внешнюю среду называются открытыми. Если функция задается самой системой и выходы (входы) отсутствуют, то система называется закрытой.

С учетом сказанного, любую открытую СИСТЕМУ можно представить в виде следующей схемы (рис. 1).

Входы, или ресурсы системы (составляющие её функцию) представляют собой компоненты, передаваемые системе из среды. При помощи входов осуществляется влияние среды на систему. Выходы, или конечный продукт системы, – это компоненты, передаваемые системой окружающей среде. Посредством выходов система может оказывать влияние на среду.

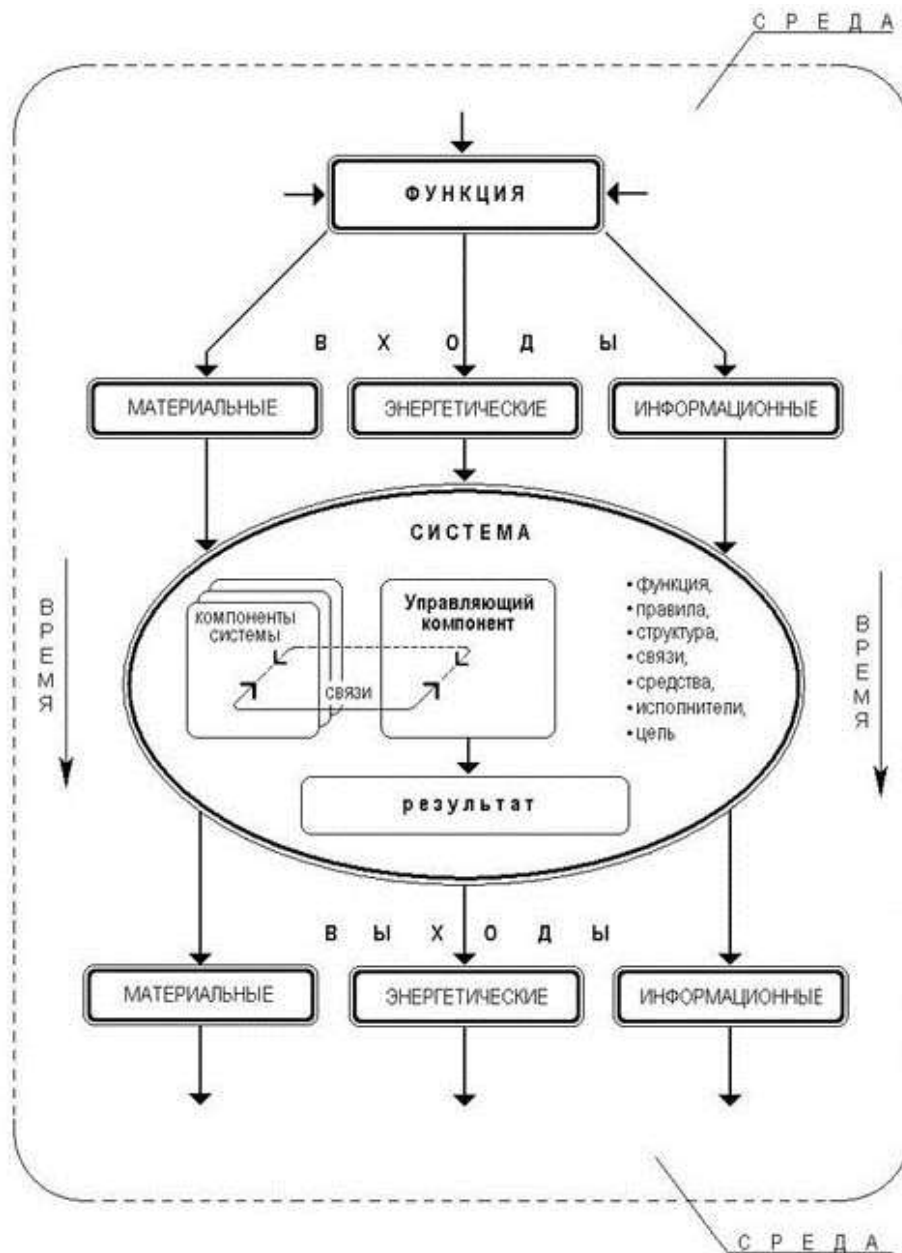
Любая система имеет определенный состав. Компоненты системы можно условно разделить на подсистемы и элементы. Подсистемы представляют собой компоненты системы, являющимися, в свою очередь, сложными системами. Элемент же рассматривается как нерасчленимый (только в рамках данной системы) или элементарный носитель.

Изучение состава системы имеет особое значение при решении проблемы сборки, т.е. определении свойств системы на основе анализа свойств ее элементов. Компоненты системы имеют друг с другом определенные связи, которые осуществляют взаимодействие как между другими компонентами, а также между системой в целом и средой.

Система имеет как внутренние, так и внешние связи. Последние реализуются входными и выходными элементами, а также обеспечиваются функцией системы. Как внешние, так и внутренние связи могут иметь материальный, энергетический или информационный характер и могут присутствовать в любых типах систем. Компоненты системы могут быть связаны между собой как непосредственно, так и опосредованно – через другие компоненты.

Связи могут быть также прямыми и обратными. Обратные связи передают информацию последующего этапа или действия предыдущему. Роль обратных связей в системе трудно переоценить. Только благодаря им, в системе происходят процессы целенаправленной деятельности и управления, которые невозможны, если управляющая система или под-

система не будет получать информацию об эффекте их воздействия на другие компоненты.



**Рис. 1. Система и ее связи с окружающей средой**

Связи превращают систему из простого набора компонентов в единое целое и вместе с компонентами определяют состояние и структуру системы.

Структуру системы можно определить как совокупность компонентов и внутренних связей системы. Чтобы действительно познать структуру системы, нужно провести последовательную её декомпозицию, т.е. выделить в ней подсистемы всех уровней и элементы, которые не де-



лятся на составляющие их части. В силу свойства иерархичности, структура системы может быть представлена через структуру ее частей – от подсистем до элементов.

Структура под воздействием функции во многом определяет свойства системы, в том числе и общесистемные свойства целостности, иерархичности и интегративности.

Функционирование системы во времени называют ее поведением. В процессе функционирования система достигает определенного результата – эффекта. Поскольку любой эффект (включая и достижение какой-либо цели), является продуктом функционирования системы, то эффективность или результативность следует понимать как степень достижения результата, заданного ее функцией; или как степень соответствия достигнутого результата тому, который должен иметь место при всей полноте выполнения системой своей функции.

В соответствии с приведенным обзором основных категорий и понятий системного анализа, Е.А. Ерохиной предлагается следующая последовательность качественного системного исследования [11]:

1. Установление качественной определенности системы – общесистемных и индивидуальных свойств.
2. Определение типа системы и особенностей ее поведения.
3. Выявление главного системообразующего фактора – функции системы.
4. Выделение входных элементов (ресурсов) системы.
5. Изучение структуры системы как единства компонентов и связей, которое включает в себя следующие подэтапы:
  - а) декомпозиция системы – выделение всех ее уровней, вплоть до элементарного;
  - б) изучение структуры подсистем и особенностей элементов системы;
  - в) исследование функций, которые они выполняют в системе;

г) рассмотрение процессора – крупного системного блока, состоящего из подсистем (в их взаимосвязях и взаимозависимостях).

6. Вычленение, количественный и качественный анализ выходов системы (конечного продукта).
7. Исследование цели системы и ее влияния на процессы, происходящие в ней.
8. Изучение входов, выходов, подсистем в функциональном аспекте.
9. Системный синтез: исследование организации системы в единстве структурного и функционального аспектов с оценкой уровня организованности и его влияния на систему.
10. Определение специфических системных критериев эффективности и оптимальности, исходя из общесистемных понятий эффективности и оптимальности и их уровня, а также эффективности и оптимальности подсистем в их соотношении друг с другом и системой в целом.

Ниже будет показано, как можно использовать методы и подходы системного анализа в решении конкретных задач строительного проектирования и научных исследований.

## **2. Проектный анализ как концепция**

В определении ПРОЕКТ, о котором мы говорили во введении, присутствуют все необходимые системообразующие факторы – есть функция, есть структура, есть цель и время действия, что позволяет рассматривать СТРОИТЕЛЬНЫЙ ПРОЕКТ как СИСТЕМУ.

С целью более детального анализа строительного проекта рассмотрим его структуру подробнее (рис. 2).

Что же является функцией строительного проекта, что передается системе из внешней среды? Во-первых, это потребность общества в строительстве того или иного объекта. А во-вторых – финансовые и материальные ресурсы заказчика.

Вполне понятны цель и время действия проекта – возведение нового, неповторимого в своем роде, здания, сооружения в определенные сроки.

Ну и, конечно же, у проекта есть структура – составляющие его системы и подсистемы (назовем их этапами или фазами), прямые и обратные связи (производственники-конструкторы; инженеры-ученые и т.д.); входы и выходы (влияние объекта на окружающую среду и обратно).

Как видно из представленной на рис. 2 структуры, весь жизненный цикл строительного проекта состоит из четырех последовательных и взаимосвязанных этапов. На первом формулируется сама идея проекта, определяются его задачи, объемы финансирования, способы реализации и сроки. По завершении этого этапа предстоит принять решение приступить или не приступить к проекту. Если решение положительно, заключается договор на проектирование или объявляется конкурс (тендер).

Следующим этапом жизненного цикла строительного проекта является этап разработки технической документации – этап инженерного проектирования. Это один из главных этапов, который включает в себя подэтапы вариантного проектирования, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и рабочего проектирования. В случае простых инженерных решений, подэтап научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ может отсутствовать.

В результате вариантного проектирования определяется основное конструктивное решение, которое будет положено в основу дальнейшей разработки. Представляется очевидным, что именно от этого подэтапа зависит экономический успех проекта в целом. Во многих случаях, стремление архитекторов и инженеров к новым, неизвестным ранее конструктивным решениям, приводит к необходимости проведения исследований их действительной работы при различных внешних воздействиях. Такие исследования призваны обеспечить необходимую прочность, жесткость и эксплуатационную надежность проектируемых систем. Кроме того, эти работы помогают выявить конструктивные недостатки выбранного решения и устранить их на стадии рабочего проектирования.

После проведения комплекса научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ приступают к подэтапу рабочего проектирования. Как известно, результатом рабочего проектирования является комплект проектно-сметной документации и, в случае необходимости, технические условия и другая документация, необходимая для изготовления и монтажа разработанных конструкций.

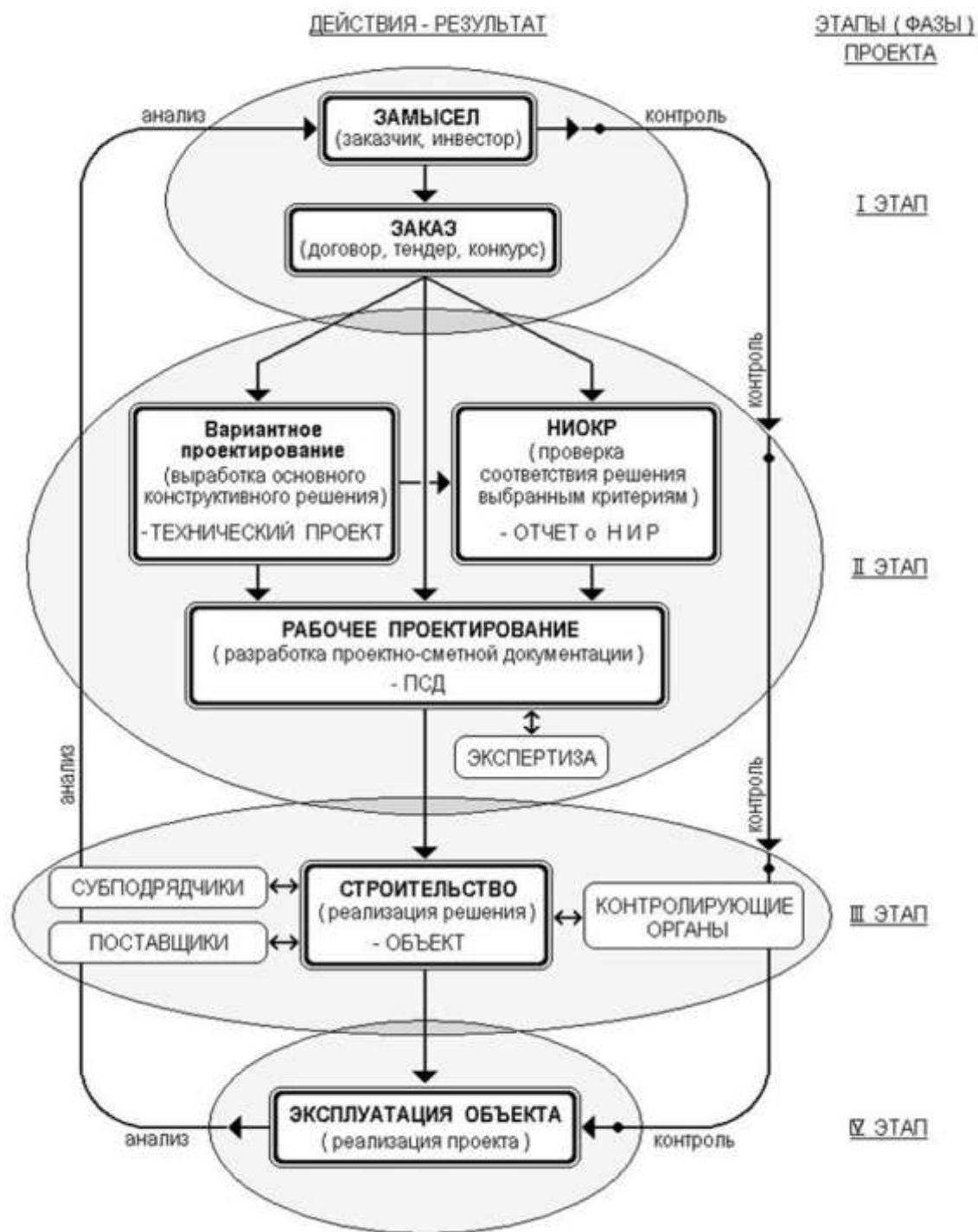


Рис. 2. Структура строительного проекта

Стрелками на схеме рис. 2 показаны связи отдельных этапов между собой. Например, уже на стадии вариантного проектирования инженеры-конструкторы тесно взаимодействуют с инженерами-производственниками для того, чтобы выбранный вариант конструктивного решения мог быть осуществлен наиболее простыми способами.

Одним из самых важных этапов строительного проекта является производство строительно-монтажных работ (строительный или производственный этап). Этот этап характеризуется большими финансовыми затратами и достаточно продолжительными сроками. На него приходится главный пик активности проекта, когда осуществляется основная часть запланированных мероприятий. По завершении этого этапа конечные результаты практически готовы к передаче потребителю или заказчику.

Завершающим этапом проекта является приемка объекта заказчиком и передача его в эксплуатацию. На этом этапе проводится анализ достигнутых результатов и сопоставление их с целями, ради которых строительный проект осуществлялся.

Теперь об участниках проекта, которые являются важнейшим элементом его структуры, поскольку именно они обеспечивают реализацию его замысла.

В зависимости от масштабов проекта в его реализации могут принимать участие от одной до нескольких десятков организаций, от нескольких человек до десятков и сотен исполнителей. У них могут быть различные функции и обязанности, они несут различные расходы и имеют разную степень ответственности за сроки и качество выполненных работ.

Главным участником любого проекта является ЗАКАЗЧИК, т.е. организация (или группа компаний), для которой проект выполняется и которая осуществляет финансирование, контроль и использование результатов проекта.

Разработку всех проектных решений ведут, согласно сложившейся в наших странах практике, проектные организации, которые можно объ-

единить одним названием – ПРОЕКТИРОВЩИК. Если за выполнение указанных работ отвечает одна организация (институт, бюро, мастерская), то она является ГЕНЕРАЛЬНЫМ ПРОЕКТИРОВЩИКОМ.

В качестве соисполнителей или субподрядчиков у проектировщиков могут выступать научно-исследовательские организации – институты, лаборатории, кафедры, назовем их НИИ или УЧЕНЫЙ, а также специализированные фирмы, занимающиеся проектированием, например, сантехнических систем.

Строительно-монтажные работы в составе проекта выполняет ПОДРЯДЧИК или ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПОДРЯДЧИК. В свою очередь, ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПОДРЯДЧИК поручает выполнение отдельных видов работ СУБПОДРЯДЧИКАМ и ПОСТАВЩИКАМ.

В практике зарубежного строительства к работе над проектами широко привлекаются специальные консалтинговые организации, оказывающие консультационные или «инженерно-консультационные услуги» – КОНСУЛЬТАНТЫ. Их основная задача – оказание консультационных услуг другим участникам проекта по всем вопросам и на всех этапах его реализации.

Перечисленные выше организации являются ОСНОВНЫМИ УЧАСТНИКАМИ проекта. Помимо основных участников в работе над проектом задействованы органы экспертизы, органы местного самоуправления, фискальные службы и др. – КОНТРОЛЕРЫ. У каждой из этих организаций свои определенные функции и свои методы работы.

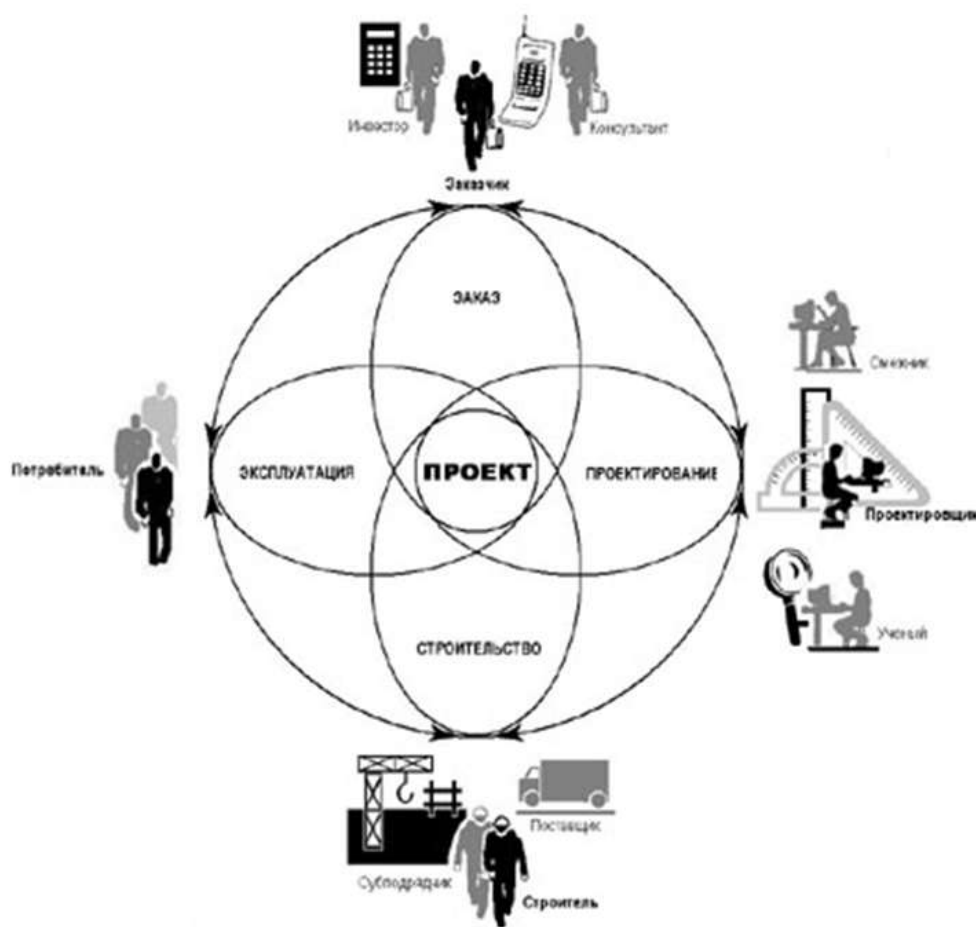
Для наглядности все участники строительного проекта показаны на схеме рис.3.

Чтобы лучше понять роль и значение каждого из участников проекта в его реализации, рассмотрим их основные функции и обязанности.

Заказчик – определяет цели, изыскивает необходимые финансовые ресурсы, привлекает к работе над проектом других участников, осу-

ществляет наблюдение (контроль) за ходом работ, обеспечивает поставку необходимых материальных ресурсов и услуг.

Проектировщик – в лице архитектора и инженера выполняет комплекс работ по разработке вариантов архитектурных, конструктивных и технологических решений, которые после обсуждения с заказчиком и подрядчиком служат основой для разработки рабочих чертежей и сметно-технологической документации выбранного для дальнейшей реализации варианта.



**Рис. 3. Участники строительного проекта**

В случае сложных, не имеющих аналогов архитектурных и инженерных решений, к работе над проектом привлекается ученый, который методами научного анализа (теоретическими и экспериментальными) исследует работу нового инженерного решения, вносит рекомендации по

его совершенствованию и подтверждает (или опровергает) его эксплуатационную надежность и экономическую эффективность.

Подрядчик – на основании рабочей документации проектировщика и договора подряда с заказчиком осуществляет весь комплекс строительно-монтажных работ по возведению объекта, отвечает за соблюдение технологии, безопасность всех операций на строительной площадке, сроки и качество работ. Кроме того, в обязанности подрядчика входит устранение всех выявленных в процессе строительства дефектов и нарушений.

Консультант – в зависимости от профиля своей деятельности, проводит предварительные (маркетинговые) исследования; разрабатывает эскизный проект; готовит предложения о заключении договоров или контрактов (с проектировщиками, подрядчиками, поставщиками и пр.); ведёт контроль и учет по всему проекту и др. В роли консультантов могут выступать как проектно-строительные фирмы, так и научные организации строительного и финансового профиля.

В некоторых случаях функции заказчика и проектировщика могут выполнять крупные проектно-строительные компании или научные организации. Правда, если в условиях плановой экономики эти работы выполнялись за счет целевого бюджетного финансирования, то теперь, в условиях рыночной экономики, они выполняются либо за счет собственных средств, либо на условиях хозяйственных договоров или кредитов.

### **Заключение**

Проектная деятельность всегда направлена на достижение конкретной цели, она обязательно заканчивается результатом. И если конечный результат совпадает с целью (принятием проекта заказчиком, если мы рассматриваем только проектный этап, или строительством объекта, когда рассматривается весь строительный цикл), то деятельность может быть признана рациональной. Если же такое совпадение отсутствует, деятельность является нерациональной (первый принцип).



Проектирование всегда сопровождается множественностью целей. Она проявляется, в первую очередь, в том, что из множества целей выбирается одна, в наибольшей степени соответствующая принципам эффективности. Множественность целей может проявляться в ее многокомпонентном составе. Проектная деятельность, как мы уже говорили, включает в себя архитектурное, конструкторское, финансовое (сметное), производственное и другие направления.

Для каждого из этих направлений характерны собственные цели, иногда взаимоисключающие (например, для архитекторов это, прежде всего, эстетические критерии, а для заказчика – стремление к росту прибыли и минимизации затрат). Компромисс между ними не всегда возможен, и задача оценки эффективности проектных решений в этих случаях решается с помощью методов многоцелевой оптимизации.

Множественность целей обуславливает второй принцип оценки эффективности проектной деятельности – допустимость использования нескольких критериев эффективности. Целевые установки заказчика составляют базу для стратегических решений, реализация которых обеспечивается тактическими и оперативными мероприятиями, которые закладываются в основу контроля полученных результатов.

Взаимосвязь результатов деятельности проектной организации с другими этапами создания и реализации проектов является следующим принципом оценки эффективности строительного проекта в целом. Но об этом уже в следующей статье.

## Список использованных источников

1. Бэγγюли Ф. Управление проектом. М.: ФАИР-ПРЕСС, 2004. 208 с.
2. Джонс Д.К. Методы проектирования. М.: Мир, 1986. 326 с.
3. Диксон Дж. Проектирование систем: изобретательство, анализ, принятие решений. М.: Мир, 1969. 438 с.
4. Хилл П. Наука и искусство проектирования. Методы проектирования, научное обоснование решений / под ред. В.Ф. Венды. М.: Мир, 1973. 259 с.
5. Семенов В.С. Эффективные металлические конструкции покрытий зданий в практике проектирования и строительства Кыргызстана. Бишкек: КГУСТА, 2004. 180 с.
6. Гвишиани Д.М. Материалистическая диалектика – философские основы системных исследований // Системные исследования. Методические проблемы / под. ред. Д.М. Гвишиани. М.: Наука, 1980. 424 с.
7. Л. фон Берталанфи. Общая теория систем: критический обзор // Исследования по общей теории систем. М.: Прогресс, 1969. С. 23-82.
8. Zoltan Visy. Guiding systems – system building // Proceedings symposium on «System Building». Publ. 60. Budapest, 1981. P. 43-47.
9. Садовский В.Н. Основания общей теории систем. М.: Наука, 1974. 279 с.
10. Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем. М.: Мысль, 1978. 272 с.
11. Ерохина Е.А. Теория экономического развития: системно-синергетический подход. Томск: Изд-во Томского ун-та, 1999. 160 с.
12. Семенов В.С. Методологические принципы управления проектированием в строительстве // Социальные и гуманитарные науки. Бишкек: Министерство образования Кыргызской республики, 2004. № 3-4. С. 130-134.