

## Основные принципы структурно-функционального подхода к управлению инвестиционно-строительным проектом с учетом принципов «бережливого производства»

*Л.Б. Зеленцов, Ю.С. Саид*

*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону*

**Аннотация:** В настоящее время процессы проектирования зданий и сооружений становятся более затратными, так как требуют привлечения большего количества специалистов, материально-технических ресурсов и сокращения календарного времени работ. Вместе с этим заказчик проекта требует оптимизации проектных решений с сохранением качества проводимых работ. В связи с этим, возникает необходимость в развитии специальной методологии проектирования, в основе которой рекомендуется использовать принципы «бережливого строительства», позволяющие сократить потери заказчика при разработке проекта.

**Ключевые слова:** проект, здание, строительно-монтажные работы, потери, календарный график работ.

Инвестиционно-строительный проект (ИСП) представляет собой сложную систему бизнес-процессов, которые направлены на достижение основной цели – производства готовой продукции. В строительной индустрии основная цель любого проекта – это производство изыскательских, проектных, строительно-монтажных работ для создания здания или какого-либо сооружения.

Строительство любого объекта начинается с комплекса проектных работ, в результате которых получают решения, позволяющие осуществлять строительно-монтажные работы всех конструктивных элементов объекта.

Проект учитывает все особенности объекта, к которым относятся [1]:

- технические характеристики;
- конструктивные параметры;
- условия для присоединения к внешним сетям;
- ведомость объемов работ;
- сметная стоимость строительства.

Для обеспечения высокой эффективности ключевых показателей проекта, к которым относятся: сроки строительства; сметная стоимость работ; соответствие проектных решений требованиям заказчика, необходимо сформулировать основные принципы структурно-функционального подхода к управлению проектом. В основе подхода лежит разработанная структура ИСП, которая представляет собой «черный ящик» с входными и выходными параметрами (см. рисунок 1) [2].

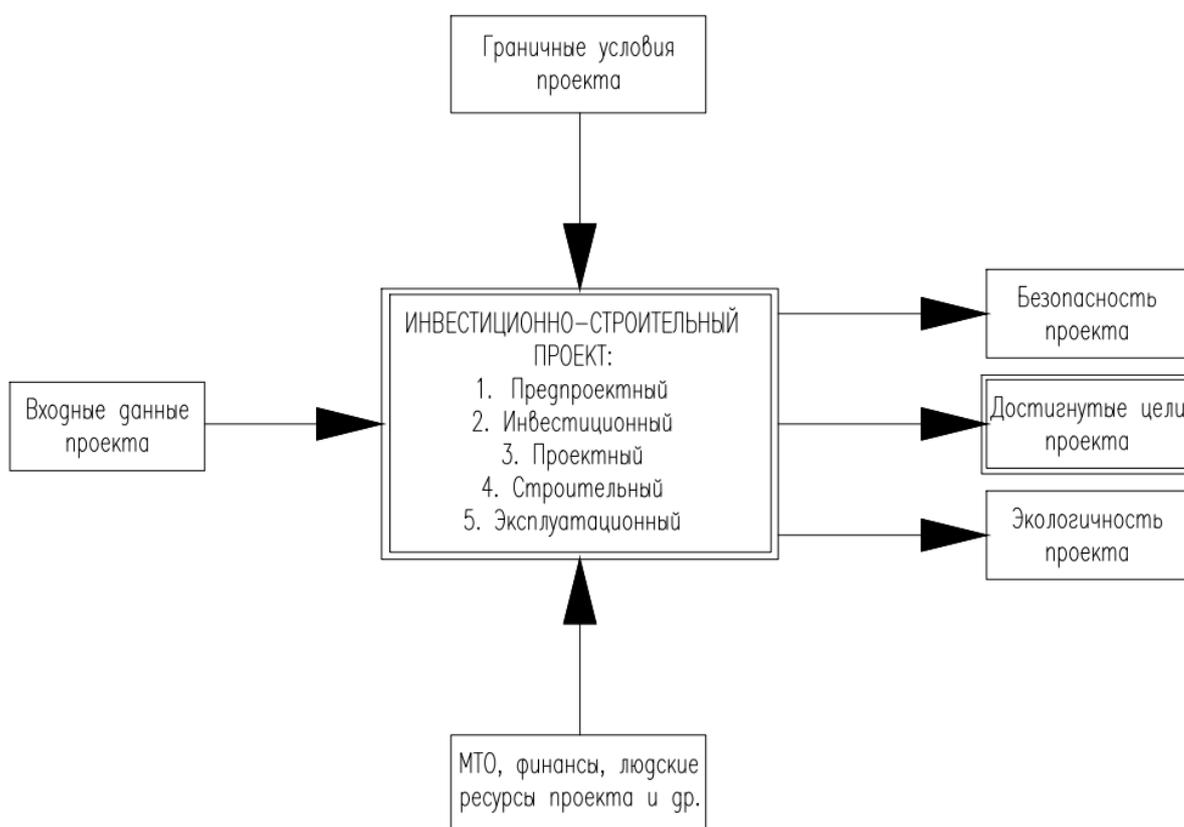


Рис. 1. Структура ИСП

В основе структуры ИСП лежит комплекс входных параметров, которые предоставляет заказчик проекта остальным участникам проекта для начала его реализации. Для выполнения принципов «бережливого строительства» необходимо стремиться к максимальной полноте комплекса входных параметров. Только обладая всеми необходимыми исходными,

подрядчик по проектированию способен выполнить качественный проект в максимально короткие сроки.

В качестве выходных данных «черного ящика» необходимо отметить не только цели проекта (строительство объекта), но и соответствие проекта требованиям промышленной, пожарной и экологической безопасности [3,4].

Помимо входных и выходных параметров «черного ящика», существуют граничные условия, которым должен соответствовать любой проект. Например, климатическому исполнению района работ, где расположен объект строительства, или техническим характеристикам, необходимым для присоединения к внешним инженерным сетям. Граничные условия могут в несколько раз увеличить стоимость проекта, либо практически полностью изменить даже входные параметры [5].

Кроме того, на конечную цель проекта оказывают влияние ограничения проекта. К ним могут относиться [6]:

- ограниченный бюджет проекта;
- заданное количество и номенклатура оборудования;
- ограниченное количество людских ресурсов;
- отсутствие внешней инфраструктуры.

Таким образом, основными целевыми ориентирами ИСП можно назвать:

- 1) входные данные (исходные данные к проекту);
- 2) цель проекта, которую необходимо достигнуть в результате реализации ИСП;
- 3) граничные условия;
- 4) Материально-техническое обеспечение (МТО) проекта, благодаря которому проект может быть реализован.

При реализации цели проекта необходимо достигнуть его максимального соответствия всем указанным выше критериям. То есть,

---

конечный объект, получаемый при реализации ИСП, должен иметь максимальное качество, описываемое количественными и качественными показателями.

Для снижения затрат заказчика ИСП при производстве конечной продукции, необходимо стремиться к минимальному количеству МТО, низкому уровню финансирования и другим видам ресурсов.

Для снижения времени, затрачиваемого на реализацию проекта, количество граничных условий должно быть минимальным. Это условие позволит расширить функциональные возможности подрядчика по проектированию и подрядчика по строительству объекта, так как не ограничивает свободу их деятельности над проектом, позволяя принимать самостоятельные решения для реализации конечной цели ИСП [7].

Следовательно, целевые ориентиры проекта наиболее рационально описать посредством системы целевых функций, которые зависят от нескольких параметров.

Предлагаемая к рассмотрению и дальнейшему решению система целевых функций представлена ниже:

$$\begin{cases} X = f(x_1 \ x_2 \ \dots \ x_k) \rightarrow \max \\ Y = f(y_1 \ y_2 \ \dots \ y_m) \rightarrow \max \\ A = f(a_1 \ a_2 \ \dots \ a_n) \rightarrow \min \\ B = f(b_1 \ b_2 \ \dots \ b_l) \rightarrow \min \end{cases} \quad (1)$$

где  $X$  – целевая функция входных данных ИСП;

$Y$  – целевая функция целей ИСП;

$A$  – целевая функция граничных условий ИСП;

$B$  – целевая функция ресурсов ИСП;

$k, m, n, l$  – количество параметров, от которых зависит каждая из указанных выше целевых функций.

Параметры, описывающие каждую из линейных функций, имеют положительное значение и не равны нулю.

Таким образом, достижение наиболее рациональных ориентиров ИСП сводится к поиску экстремума четырех функций.

При решении системы уравнений используется допущение, что каждое уравнение может быть, в свою очередь, разложено на несколько уравнений по количеству неизвестных, входящих в состав каждой из целевых функций.

При решении системы уравнений (1) используют комплекс ограничений, которые накладывает заказчик ИСП. Ограничения применяются к каждому конкретному проекту и свойственны только ему, так как зависят от особенностей и технических характеристик здания или сооружения, которое необходимо получить на выходе [8].

Нахождение экстремума целевых функций позволяет достичь целевых ориентиров, объединив при этом количественные и качественные показатели проекта.

Решение уравнения (1) осуществляется с использованием методов линейного программирования, так как каждое из уравнений является линейным.

Использование целевых функций дает возможность определить наиболее эффективный путь реализации проекта.

В основе всех целевых ориентиров должен лежать принцип «бережливого строительства», позволяющий потери, возникающие в рамках любого ИСП. Эти потери являются устранимыми и могут быть ликвидированы при правильной организации управления проектом [9].

К подобным устранимым потерям предлагается отнести:

- 1) перепроизводство;
  - 2) избыточные запасы;
  - 3) лишние перемещения;
  - 4) лишние движения;
  - 5) дефекты;
  - 6) переработка и излишняя обработка данных;
-

- 7) ожидание (простои);
- 8) неэффективное использование интеллектуальных, либо материальных ресурсов.

На каждом этапе проекта любой из его участников должен предпринять все необходимые действия для снижения и полного предотвращения потерь проекта.

Так, например, подрядчик по проектированию должен, получив наиболее полный комплекс исходных данных, выполнить проект без возможных его корректировок (без переработки и излишней обработки данных). С другой стороны, представители заказчика проекта во время его проверки не должны выдвигать необоснованных требований и замечаний, продиктованных собственной безграмотностью, либо личной выгодой. Выполнение этих требований может быть реализовано только путем грамотного управления проектом и правильно организованной схемы взаимодействия между отдельными его участниками [10].

На рисунке 2 приведена схема модели «информационных взаимодействий» между участниками проекта.

Из рисунка 2 видно, что, взаимодействуя между собой через ИП, можно осуществлять контроль практически над всеми сторонами проекта. Облегчает эту задачу использование BIM-модели, которая динамично реагирует на все изменения, вносимые в нее одним из участников. Изменение одной характеристики здания автоматически влечет за собой изменение других характеристик, а также ведомости объемов работ и стоимости проекта, в целом. Эти изменения осуществляются посредством специализированного ПО, которое в режиме онлайн осуществляет корректировку проекта, проверяя наличие возможных коллизий и наложение одних объектов на другие [11].

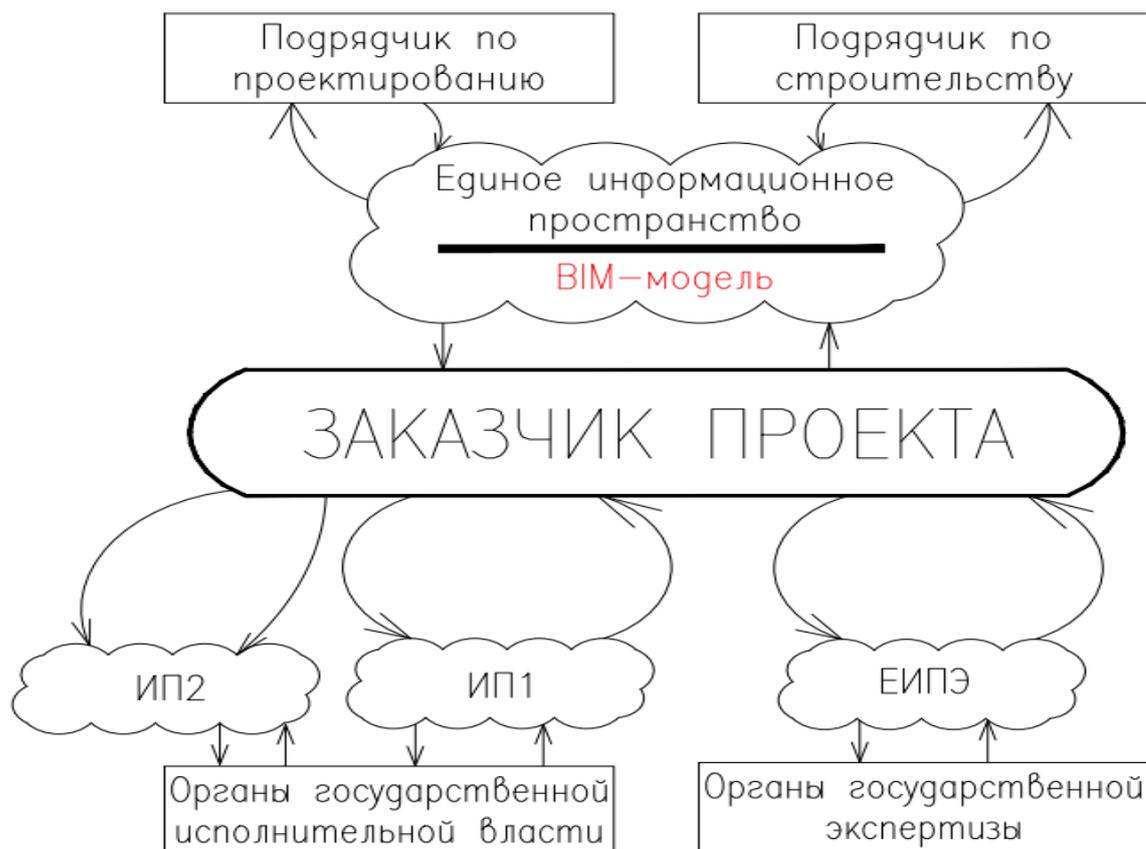


Рис. 2. – Модель группы «Информационные отношения в рамках ИСП: ИП – информационное пространство; ЕИПЭ – единое информационное пространство экспертизы

### Выводы

Таким образом, можно заключить, что разработанные основные принципы структурно-функционального подхода к разработке, развитию и реализации ИСП представляют собой совокупность входных и выходных параметров, граничных условий и ограничений проекта.

Достижение максимальной эффективности выходных параметров проекта осуществляется за счет использования BIM-модели объекта, которая создается подрядчиком по проектированию и функционирует в течение всей жизни проекта. Она обладает высокой функциональностью, доступностью для нескольких участников проекта, а также высоким уровнем динамичности.

Кроме того, рекомендуемый к использованию в разработанном подходе принцип «бережливого строительства» дает возможность снизить потери всех участников проекта на различных уровнях и этапах его реализации.

### Литература

1. Джалилова С.Ф. Совершенствование форм и методов управления инвестиционными проектами в строительстве. Автореферат на соискание ученой степени кандидата экономических наук. Махачкала, 2014. – 28 с.
2. Зеленцов Л.Б., Цапко К.А., Беликова И.Ф., Пирко Д.В. Современные методы оценки организационно-технологической надежности инвестиционно-строительного комплекса // Инженерный вестник Дона, 2020, №9. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2020/6602](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2020/6602),
3. Бельш К.В. Алгоритм формирования производственной системы на российских предприятиях / Сборник статей 2-й международной лин-конференции «Мотивация и лидерство в бережливых организациях». – Ижевск. 2016. – С.116 – 123.
4. Наугольнова И.А., Бажуткина Л.П. Система индикаторов оценки эффективности развития бережливого производства на предприятии // Наука и бизнес: пути развития. 2015. №2 (44). С. 108-114.
5. Бельш К.В. Организация бережливого производства на промышленных предприятиях // Сборник статей международной лин-конференции «От эффективных лин-процессов – к идеалам производственной системы». – Ижевск. 2015. – С. 107 – 111.
6. Торгошова А.В., Костина Г.Д. Управление и развитие команды проекта методы и алгоритмы. // Вестник РМАТ, 2017. №1. С. 38 – 42.
7. Альтшуллер Г.С. Найти идею: Введение в ТРИЗ – теорию решения изобретательских задач. – 9-е изд. – М.: Альпина Пабlishер, 2016. – 402 с.
8. Давыдова Н.С. Клочков Ю.П. Модель управления внедрением системы «Бережливое производство» на предприятии // Вестник

Удмуртского университета. Серия «Экономика и право». – 2012. – Выпуск 4. – С. 32 – 35.

9. Фабрицио Т., Тэппинг Д. 5S для офиса: как организовать эффективное рабочее место. – Институт комплексных стратегических исследований. – 2008. – 224 с.

10. Сизенко С.А., Кузьмина Т.К. Современные информационные технологии в работе службы заказчика (технического заказчика) // Научное обозрение. – 2015 – №18. – С. 156-159.

11. Lee Y., Eastman C.M., Lee J. Validations for ensuring the interoperability of data exchange of a building information model. Automation in Construction. -2015- №58. – pp. 176-195.

### References

1. Dzhalilova S.F. Sovershenstvovanie form i metodov upravleniya investitsionnymi proektami v stroitel'stve. Avtoreferat na soiskanie uchenoy stepeni kandidata ekonomicheskikh nauk [Improvement of forms and methods of investment project management in construction. Abstract for the degree of Candidate of Economic Sciences]. Makhachkala, 2014. 28 p.

2. Zelentsov L.B., Tsapko K.A., Belikova I.F., Pirko D.V. Inzhenernyy vestnik Dona, 2020, №9. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2020/6602](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2020/6602),

3. Belysh K.V. Sbornik statey 2-y mezhdunarodnoy lin-konferentsii «Motivatsiya i liderstvo v berezhlivykh organizatsiyakh». Izhevsk. 2016. pp.116 – 123.

4. Naugol'nova I.A., Bazhutkina L.P. Nauka i biznes: puti razvitiya. 2015. №2 (44). pp. 108-114.

5. Belysh K.V. Sbornik statey mezhdunarodnoy lin-konferentsii «Ot effektivnykh lin-protsessov – k idealam proizvodstvennoy sistemy. Izhevsk. 2015. pp. 107 – 111.



6. Torgoshova A.V., Kostina G.D. Vestnik RMAT, 2017. №1, pp. 38 – 42.
7. Al'tshuller G.S. Nayti ideyu: Vvedenie v TRIZ – teoriyu resheniya izobretatel'skikh zadach [Find an Idea: An Introduction to the TRIZ theory of inventive Problem solving]. 9-e izd. M.: Al'pina Pabliher, 2016. 402 p.
8. Davydova N.S. Klochkov Yu.P. Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya «Ekonomika i pravo». 2012. Vypusk 4. pp. 32 –35.
9. Fabritsio T., Tepping D. 5S dlya ofisa: kak organizovat' effektivnoe rabochee mesto [5S for office: how to organize an effective workplace]. Institut kompleksnykh strategicheskikh issledovaniy. 2008. 224 p.
10. Sizenko S.A., Kuz'mina T.K. Nauchnoe obozrenie. 2015. №18. pp. 156-159.
11. Lee Y., Eastman C.M., Lee J. Automation in Construction. 2015. №58. pp. 176-195.