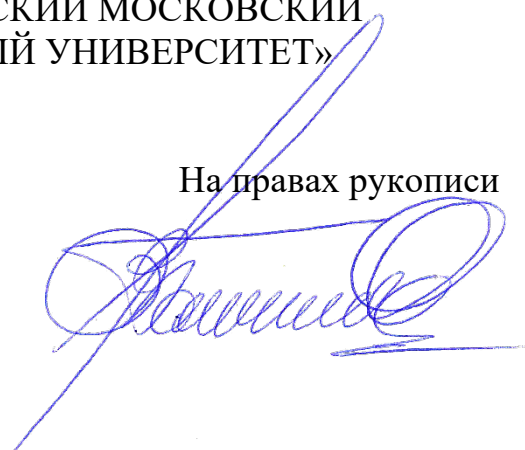


**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

На правах рукописи



ПАСКАННЫЙ ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СТРУКТУР
ИНЖИНИРИНГОВЫХ КОМПАНИЙ НА ЭТАПАХ РЕАЛИЗАЦИИ
ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА**

2.1.7 — Технология и организация строительства

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Научный руководитель:

доктор технических наук, профессор

Лapidус Азарий Абрамович

Москва — 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| ГЛАВА 1. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ СТРУКТУРЫ ИНЖИНИРИНГОВЫХ КОМПАНИЙ НА ЭТАПАХ РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА..... | 12 |
| 1.1. Роль инжиниринговых компаний в реализации инвестиционно-строительных проектов..... | 12 |
| 1.2. Анализ базовых типов организационных структур | 30 |
| 1.3. Анализ подходов к совершенствованию организационных структур инжиниринговых компаний..... | 36 |
| 1.4. Анализ методов оценки эффективности организационных структур | 42 |
| 1.4.1. Количественные параметры оценки организационной структуры | 46 |
| 1.4.2. Интегральный статистический показатель эффективности организационной структуры..... | 50 |
| Выводы по главе 1 | 55 |
| ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СТРУКТУР И ИХ ОПТИМИЗАЦИИ | 58 |
| 2.1. Принципы оптимизации организационных структур на основе показателей интенсивности взаимодействия подразделений..... | 58 |
| 2.2. Формирование технологического графа организационной структуры..... | 60 |
| 2.3. Модели выбора типа организационной структуры инжиниринговой компании на основе показателей интенсивности и иерархии технологического графа..... | 66 |
| 2.4. Модели взаимосвязи бизнес-процессов и организационной структуры в зависимости от характеристик реализуемых инвестиционно-строительных проектов с учетом количественных оценок интенсивности взаимодействия между подразделениями | 74 |
| Выводы по главе 2 | 81 |

| | |
|---|-----|
| ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ИНЖИНИРИНГОВОЙ КОМПАНИИ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ | 83 |
| 3.1. Концепция проектирования организационной структуры инжиниринговой компании на основе моделирования бизнес-процессов..... | 83 |
| 3.2. Модель реализации бизнес-процессов в рамках выбранной организационной структуры инжиниринговой компании..... | 87 |
| 3.3. Разработка компонентов имитационной модели БП в ОС в виде типовых элементарных блоков в системе моделирования GPSS-STUDIO | 90 |
| 3.4. Методика проектирования организационной структуры инжиниринговой компании..... | 105 |
| Выводы по главе 3 | 130 |
| ГЛАВА 4. ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В ИНЖИНИРИНГОВОЙ КОМПАНИИ | 131 |
| 4.1. Описание основных бизнес-процессов инжиниринговой компании АО «Мосинжпроект» | 131 |
| 4.2. Модель выбора типа организационной структуры на примере инжиниринговой компании АО «Мосинжпроект» | 133 |
| 4.3. Формальное описание типовых элементарных блоков имитационной модели | 138 |
| 4.4. Результаты оптимизации организационной структуры инжиниринговой компании АО «Мосинжпроект» на основе предложенной методики..... | 142 |
| Выводы по главе 4 | 151 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... | 153 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ..... | 156 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А..... | 172 |

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. При создании любой технической системы существует проблема одновременного учета как минимум трех основных критериев: продолжительность, стоимость и качество. В полной мере это относится и к строительству, где стремление к соблюдению запланированной продолжительности строительства приводит либо к превышению сметной стоимости, либо к потере качества. Организационная сложность, вызванная участием в процессе строительства большого числа проектных, подрядных, субподрядных организаций, множества поставщиков материалов, изделий и комплектующих, требует новых подходов к управлению на основе концепции инжиниринга. Инвестиционно-строительный инжиниринг реализует современные научные подходы и представляет собой неотъемлемую часть всего строительного процесса, обеспечивает сокращение затрат и времени реализации инвестиционно-строительных проектов. Особенностью инжиниринга в строительстве является его комплексный характер объединяющий организационно-управленческий инжиниринг и технико-технологический инжиниринг. Многовариантность схем реализации инвестиционно-строительных проектов, привлечение большого количества различных фирм, зависимость от большого числа различных и, зачастую, неопределенных факторов определяют необходимость дальнейшего совершенствования организационных структур управления инжиниринговых компаний, а также нормативной базы.

Организационная структура инжиниринговой компании в значительной мере определяет эффективность всех участников проекта, позволяет экономить средства, существенно повышает вероятность своевременного завершения инвестиционно-строительных проектов без потери качества. Если последовательность этапов строительства одна и та же: инженерные изыскания, проектирование, строительство, сдача в эксплуатацию, то в зависимости от выбранной организационной структуры реализация этих этапов существенно

отличается в зависимости от особенностей организации управления, количества, квалификации и опыта персонала инжиниринговой компании.

Актуальность темы исследования обусловлена следующими основными тезисами:

- организационная сложность, вызванная участием в процессе строительства большого числа проектных, подрядных, субподрядных организаций, множества поставщиков материалов, изделий и комплектующих, требует новых подходов к управлению на основе концепции инжиниринга;
- в строительстве инвестиционно-строительный инжиниринг реализует современные научные подходы и представляет собой неотъемлемую часть всего строительного процесса, обеспечивает сокращение затрат и времени реализации инвестиционно-строительных проектов;
- многовариантность схем реализации инвестиционно-строительных проектов, привлечение большого количества различных фирм, зависимость от большого числа различных и, зачастую, неопределенных факторов определяют необходимость дальнейшего совершенствования организационных структур управления инжиниринговых строительных компаний;
- разработка эффективных организационных структур инжиниринговых компаний на этапах реализации инвестиционно-строительных проектов позволяет сократить сроки выполнения работ, снизить издержки, а, следовательно, повысить эффективность инвестиций, оптимально координировать работу различных подразделений, обеспечивая эффективность выполнения проекта.

Проектирование организационных структур включает в себя определение функциональных обязанностей подразделений, распределение ролей и ответственности, а также установление взаимодействия между ними на основании принципа системного подхода. Развитие института инжиниринга в российском строительном комплексе является важным и перспективным вектором развития строительной деятельности, направленным на оптимизацию затрат, снижение сроков производственных работ и повышение их качества на всех этапах

строительного цикла, уровня эксплуатационных свойств объекта, его экологичности и энергоэффективности.

Объект исследования — инжиниринговая компания на этапах реализации инвестиционно-строительных проектов.

Предмет исследования — процесс проектирования организационной структуры управления инжиниринговой компании.

Степень разработанности темы исследования. Методы и модели формирования организационных структур и организационно-технологического проектирования исследованы в трудах отечественных ученых Новикова Д. А., Александрова В. Ф., Байбурина А.Х., Бессонова А. К., Бовтеева С.В., Гинзбурга А. В., Гусакова А. А., Гусева Е. В., Дворнина М. Д., Дикмана Л. Г., Зеленцова Л.Б., Киевского Л. В., Лapidуса А. А., Маругина В. М., Молодина В.В., Морозенко А. А., Олейника П. П., Пантилеевко В. Н., Теличенко В. И., Топчего Д. В., Шрейбера А. К., а также зарубежных авторов Dijkman R. M., Dumas M., Grefen P., Kretschmer T., Utama W., Xue X., Zhang R.

Однако исследования в области разработки программно-инструментальных средств, а также использования имитационного моделирования процессов синтеза и оценки эффективности организационных структур и формальных методов оптимизации еще далеки от завершения, что и определяет актуальность настоящего диссертационного исследования.

Научно-техническая гипотеза заключается в предположении, что проектирование организационной структуры инжиниринговой компании позволит повысить эффективность работы инжиниринговой компании, если будут учтены бизнес-процессы и характеристики реализуемых инвестиционно-строительных проектов, выбрана рациональная структура управления и количественный состав подразделений.

Цель исследования — проектирование организационной структуры инжиниринговой компании на этапах реализации инвестиционно-строительного проекта с использованием методов анализа и синтеза организационных структур и методов моделирования.

Задачи исследования:

1. Провести анализ особенностей инжиниринга при реализации инвестиционно-строительных проектов, а также соответствующих методов и моделей формирования организационных структур инжиниринговых компаний.
2. Разработать модель выбора типа организационной структуры инжиниринговой компании на основе показателей интенсивности и иерархии технологического графа.
3. Выполнить формализованное описание бизнес-процессов через алгоритмическую последовательность его бизнес-функций с последующим представлением в виде сети массового обслуживания.
4. Разработать модель взаимосвязи бизнес-процессов и организационной структуры в зависимости от характеристик реализуемых инвестиционно-строительных проектов с учетом количественных оценок интенсивности взаимодействия между подразделениями.
5. Разработать методику проектирования организационной структуры инжиниринговой компании на основе предложенных методов моделирования.
6. Практическое внедрение разработанной методики в ходе реализации инвестиционно-строительного проекта.

Научная новизна:

1. Разработана модель, обеспечивающая выбор типа организационной структуры инжиниринговой компании на основе показателей интенсивности и иерархии технологического графа для оптимизации кадрового состава.
2. Разработана модель взаимосвязи бизнес-процессов и организационной структуры в зависимости от характеристик реализуемых инвестиционно-строительных проектов с учетом количественных оценок интенсивности взаимодействия между подразделениями.
3. Разработана методика проектирования организационной структуры на основе предложенных методов моделирования и оптимизации, позволяющая оценивать соответствие существующей организационной структуры реальным условиям функционирования инжиниринговой компании.

Теоретическая значимость работы заключается в комплексном подходе к проектированию организационных структур инжиниринговых компаний на этапах реализации инвестиционно-строительного проекта с учетом специфики отрасли, что обеспечило разработку новых моделей, основанных на показателях интенсивности и иерархии технологического графа, а также оптимизации кадрового состава. Созданы интегрированные модели взаимосвязи бизнес-процессов и организационной структуры, адаптирующиеся под характеристики конкретных проектов, с количественной оценкой взаимодействия подразделений компании. Разработана и внедрена методика проектирования организационной структуры инжиниринговой компании, доказавшая свою эффективность на практике в процессе реализации реального инвестиционно-строительного проекта.

Практическая значимость работы состоит в возможности использования методики проектирования организационной структуры инжиниринговой компании, позволяющей результативно решать проблему выбора типа организационной структуры и ее реорганизации на основе решения оптимизационных задач и моделирования с использованием разработанной совокупности имитационных моделей оценки эффективности кадрового наполнения подразделений организационной структуры.

Методология и методы исследования

Методологической базой исследования послужили работы отечественных и зарубежных ученых и специалистов в области технологии и организации строительства, методов и моделей анализа и синтеза ОС строительных предприятий, методы и модели системного анализа, методы имитационного моделирования, методы искусственного интеллекта, а также методы исследования, основанные на теории вероятности и математической статистики. В работе используются положения из трудов зарубежных и отечественных ученых в области строительных технологий.

Положения, выносимые на защиту

1. Модель выбора типа организационной структуры инжиниринговой компании на основе показателей интенсивности и иерархии технологического графа.

2. Модель взаимосвязи бизнес-процессов и организационной структуры в зависимости от характеристик реализуемых инвестиционно-строительных проектов с учетом количественных оценок интенсивности взаимодействия между подразделениями.

3. Методика проектирования организационной структуры, основанная на предложенных методах моделирования и оптимизации, что дает возможность оценивать соответствие действующей организационной структуры реальным условиям работы инжиниринговой компании.

Степень достоверности полученных результатов обусловлена применением научных методов исследования. Представленные в диссертации результаты исследований, выводы и заключения подтверждаются использованием общепризнанных математических моделей, методов расчета и расчетных технологий, научной и нормативно-технической документацией в области технологии и организации строительного производства, обобщением, подтверждением полученных результатов общеизвестными традиционными методами, применяющиеся в практике разработки и принятия организационно-технологических решений в строительстве, а также при формировании организационных структур управления инвестиционно-строительными проектами. Достоверность и обоснованность научных положений, рекомендаций и выводов определяется проверкой согласования результатов математического моделирования и натурных экспертных оценок процессов инжинирингового сопровождения объекта на всех этапах жизненного цикла. Достоверность положений и выводов диссертации подтверждена положительными результатами внедрения.

Личный вклад автора в диссертации состоит разработке моделей выбора типа и оценки эффективности организационных структур, основанных на оценке

затрат на содержание кадрового состава подразделений, математической постановке задач распределения исполнителей, разработке методики формирования и улучшения организационной структуры в ходе сопровождения инвестиционно-строительных проектов, а также в предложении использования системы имитационного моделирования GPSS для оценки эффективности и параметризации моделей бизнес-процессов.

Апробация результатов исследования

Содержание отдельных разделов и диссертации в целом было доложено и получило одобрение:

- на российских научно-технических и научно-практических конференциях и семинарах. Конференция «Актуальные вопросы ценообразования архитектурно-строительного проектирования и инженерных изысканий», Москва, 2022. Международная конференция «Инженерно-геокриологические исследования» (GeoZven-2022), Звенигород, 2022. Круглый стол «Основные тенденции развития инжиниринга в отрасли» в рамках деловой программы «ГеоИнфо FORUM&EXPO 2023», Москва, 2023. Круглый стол «Проблемы ценообразования в инженерных изысканиях» в рамках V Международной научно-практической конференции «Российский форум изыскателей», Москва, 2023. VI Международная научно-практическая конференция «Российский форум изыскателей», Москва, 2024. Круглый стол «Риски в жилищном строительстве на фоне макроэкономических факторов» в Государственной думе Российской Федерации, Москва, 2025;
- на заседании кафедры «Технологии и организация строительного производства» в Национальном исследовательском Московском государственном строительном университете (НИУ МГСУ);
- на заседаниях научно-технического совета Национального исследовательского Московского государственного строительного университета (НИУ МГСУ).

Основные результаты работы прошли апробацию и внедрены для практического применения в ряде организаций, а также используются в учебном процессе.

Публикации. Основные результаты исследований опубликованы в 6 печатных работах, из них 5 работ в журналах, включенных в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук» и 1 публикация в иных изданиях.

Диссертация соответствует паспорту специальности 2.1.7 — «Технология и организация строительства» по пунктам 1, 9, 12:

п.1. Прогнозирование и оптимизация параметров технологических процессов и систем организации строительства и его производственной базы, повышение организационно-технологической надежности строительства.

Разработка параметров системы управления инвестиционно-строительными проектами;

п.9. Разработка новых и совершенствование существующих методов организационно-технологического проектирования в строительстве с использованием технологий информационного моделирования **на протяжении всего жизненного цикла объекта недвижимости;**

п.12. Разработка и оптимизация существующих форм управления строительным производством; **обоснование и выбор рациональных организационных структур** и методов управления в строительстве.

Структура и объем диссертации

Структура работы соответствует списку перечисленных задач, содержит: описание разработанных методов, моделей и алгоритмов; введение, 4 главы, заключение, на 175 страницах, список используемых источников из 154 наименований; 71 — рисунок, 10 — таблиц и приложение.

ГЛАВА 1. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ СТРУКТУРЫ ИНЖИНИРИНГОВЫХ КОМПАНИЙ НА ЭТАПАХ РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА

1.1. Роль инжиниринговых компаний в реализации инвестиционно-строительных проектов

Одной из ключевых задач обеспечения эффективного функционирования инжиниринговых компаний в ходе реализации инвестиционно-строительных проектов является формирование эффективных организационных структур (ОС). Такие структуры позволяют оптимально координировать работу различных подразделений, обеспечивая эффективность выполнения проекта. Проектирование ОС включает в себя определение функциональных обязанностей подразделений, распределение ролей и ответственности, а также установление принципов взаимодействия между ними и должно проводиться с использованием системного подхода [52, 69, 77]. Этот подход предлагает рассмотрение ОС инжиниринговой компании как сложную систему, в которой каждая подсистема взаимосвязана с остальными и влияет на общую эффективность работы компании [59]. Системный подход предлагает учитывать не только внутреннюю структуру инжиниринговой компании, но и внешнюю среду, в которой она функционирует, так как постоянно изменяющаяся внешняя среда оказывает весьма существенное влияние на сроки реализации отдельных этапов и всего инвестиционно-строительного проекта в целом. Необходимо отметить, что гибкость и устойчивость ОС напрямую зависит от ее сложности, то есть количества элементов и связей между ними.

Организационная структура (ОС) является комплексной системой взаимосвязанных компонентов, которые играют важную роль в обеспечении эффективности и стабильности компании. ОС можно охарактеризовать как упорядоченное множество элементов, которые способствуют достижению необходимого уровня организационной эффективности посредством внутренней интеграции.

В настоящее время ИК играют важную роль в осуществлении ИСП [35]. Однако успешная реализация таких проектов требует не только технических знаний и опыта, но и грамотной организации работы внутри компании. Проектирование эффективной ОС является одним из ключевых аспектов, которые должны быть учтены на каждом этапе процесса реализации ИСП.

ОС устанавливает распределение функций и ответственности среди сотрудников компании, способствует эффективному взаимодействию между подразделениями и обеспечивает достижение намеченных целей.

Неправильно спроектированная ОС может привести к неэффективности работы, дублированию функций или недостаточной координации между различными отделами.

ОС любой компании определяет разделение функций и ответственности между сотрудниками компании, обеспечивает эффективное взаимодействие между подразделениями и способствует достижению поставленных целей. Неправильно спроектированная ОС может привести к неэффективности работы, дублированию функций или недостаточной координации между различными отделами. ОС ИК (OS) формально может быть представлена следующим образом [56]:

$$OS = F(A, T, R, C, P) \quad (1.1)$$

где: $A = (A_1, A_2, \dots, A_k)$ — множество функций ИК;

$T = (T_1, T_2, \dots, T_n)$ — множество задач, решаемых ИК;

$R = (R_1, R_2, \dots, R_m)$ — множество ресурсов (материальных, финансовых, кадровых и др.).

$C = (C_1, C_2, \dots, C_l)$ — издержки компании;

$P = (P_1, P_2, \dots, P_o)$ — прибыль компании.

Важным элементом методологии совершенствования ОС является анализ деятельности ИК. Анализ позволяет определить сильные и слабые стороны компании, выявить проблемные зоны и потенциал для улучшения [57]. На основе результатов анализа разрабатывается проект новой ОС, который должен отвечать стратегическим целям компании и удовлетворять потребностям рынка.

Процесс внедрения новой ОС должен быть осуществлен последовательно и непрерывно, с учетом изменений внутри и вне компании [49]. Необходимо обеспечить обучение сотрудников новым ролям и ответственностям, а также установить систему мониторинга и оценки результативности новой структуры [41].

В качестве особенности инжиниринга в сфере строительства можно отметить тот факт, что ИК осуществляет взаимодействие с участниками ИСП [59] (Рисунок 1.1).



Рисунок 1.1. Взаимодействие инжиниринговой компании с участниками инвестиционно-строительного проекта

В современных условиях развития рынка недвижимости и строительства взаимодействие ИК с участниками ИСП становится все более значимым фактором успеха. ИСП представляет собой сложную систему, включающую в себя не только финансовые аспекты, но и техническую сторону реализации проекта. ИК является ключевым игроком в данной системе, обладая необходимыми знаниями и опытом для успешной реализации ИСП. Она осуществляет комплексное управление всеми этапами разработки и строительства объекта, начиная с формирования концепции и заканчивая введением объекта в эксплуатацию. Существенным аспектом ее деятельности является эффективное

взаимодействие с другими участниками проекта: инвесторами, заказчиками, подрядчиками и государственными органами.

Основной задачей ИК является обеспечение качества и соблюдение сроков выполнения проекта, а также оптимизация затрат на строительство. Для достижения этих целей она активно работает с инвесторами и заказчиками, проводит консультации и разрабатывает технические решения, а также контролирует выполнение всех работ и соблюдение требований нормативных документов. Такое взаимодействие позволяет достичь максимальной эффективности проекта, минимизировать риски и обеспечить высокое качество строительства.

В результате успешного взаимодействия ИК с участниками ИСП достигается не только материальная выгода для всех сторон, но и создание устойчивого объекта недвижимости, соответствующего требованиям рынка [34].

ИК осуществляет техническое обеспечение проекта, включая разработку технической документации, проверку проектных решений на соответствие нормам и стандартам, а также контроль за качеством выполнения строительных работ. ИК выступает в роли советчика и консультанта для заказчика, предлагая оптимальные решения и эффективные технологии.

ИК устанавливает связь между заказчиком, подрядчиками, поставщиками и другими сторонами проекта. Благодаря этому взаимодействию обеспечивается согласованность работ и избегаются возможные конфликты и проблемы. ИК также отвечает за планирование и контроль выполнения работы по графику.

ИК контролирует соблюдение правил безопасности при выполнении работ, включая охрану труда и использование необходимых средств защиты. Также ИК следит за экологической безопасностью проекта, контролирует соблюдение экологических норм и минимизирует негативное воздействие на окружающую среду. ИК также отслеживает эффективность использования ресурсов, прогнозирует возможные риски и предлагает меры по их минимизации.

Взаимодействие ИК с участниками ИСП требует оптимизации всех бизнес-процессов (БП) и установления четкой коммуникации. Взаимосвязь БП можно

представить в виде технологического графа, который наглядно представляет технологическую последовательность и взаимозависимости работ в производственном процессе или проекте, а также позволяет определить интенсивности потоков между вершинами технологического графа [9, 54]. Создание структурированных БП, использование эффективной ОС, предоставление прозрачной информации и сотрудничество — это основные факторы успеха ИК.

Таким образом, инжиниринговые компании выполняют широкий спектр функций, решают комплексные задачи и обладают рядом уникальных особенностей, что позволяет им играть ключевую роль в реализации инвестиционно-строительных проектов:

- высокая квалификация и компетентность персонала;
- наличие собственной научно-технической базы;
- использование современных методов проектирования и управления;
- междисциплинарный подход к решению задач;
- ориентация на комплексное обслуживание ИСП «под ключ»;
- гибкость и адаптивность к требованиям заказчика;
- ответственность за результаты и качество работ;
- направленность на постоянное совершенствование и внедрение инноваций.

Цели формируют основные стратегические направления, к которым компания стремится в долгосрочной перспективе. Обычно они связаны с ростом, развитием и повышением качества производимой продукции или удовлетворением потребностей клиентов. Задачи, с другой стороны, являются специфическими действиями и процессами, направленными на достижение поставленных целей. Они более конкретны и могут включать в себя задачи по увеличению производительности, сокращению затрат, обеспечению качества и т. д. Взаимосвязь между целями и задачами ИК заключается в том, что выполнение каждой задачи должно способствовать достижению соответствующей цели. Например, если одна из главных целей компании —

увеличение прибыли, то соответствующая задача может быть связана с оптимизацией процессов производства или снижением затрат на материалы.

Также важно помнить о том, что изменение одной цели может повлиять на набор задач или приоритетность их выполнения. Состав и взаимосвязь целей и задач ИК представлены на рисунке (Рисунок 1.2).



Рисунок 1.2. Цели и задачи инжиниринговой компании

Понимание состава задач инжиниринговой компании и ее целей является ключевым фактором для эффективного управления БП. Анализ взаимосвязей между целями и задачами поможет определить оптимальную стратегическую линию развития компании и выработать соответствующие тактические решения. Для достижения целей ИК могут быть поставлены различные задачи, которые направлены на решение конкретных проблем и повышение эффективности деятельности компании [93].

Примеры таких задач могут включать [9, 38, 45, 49]: разработка новых инженерно-строительных проектов и решений для клиентов, оптимизация БП и повышение производительности, совершенствование системы управления качеством и обеспечение соответствия стандартам, разработка и внедрение новых технологий и инструментов в работу компании.

Еще одной особенностью ИК является необходимость автоматизации всех БП, что позволяет существенно упростить их выполнение за счет аппаратно-программной поддержки инжиниринговой деятельности в течение жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта [6, 12, 49] (Рисунок 1.3).

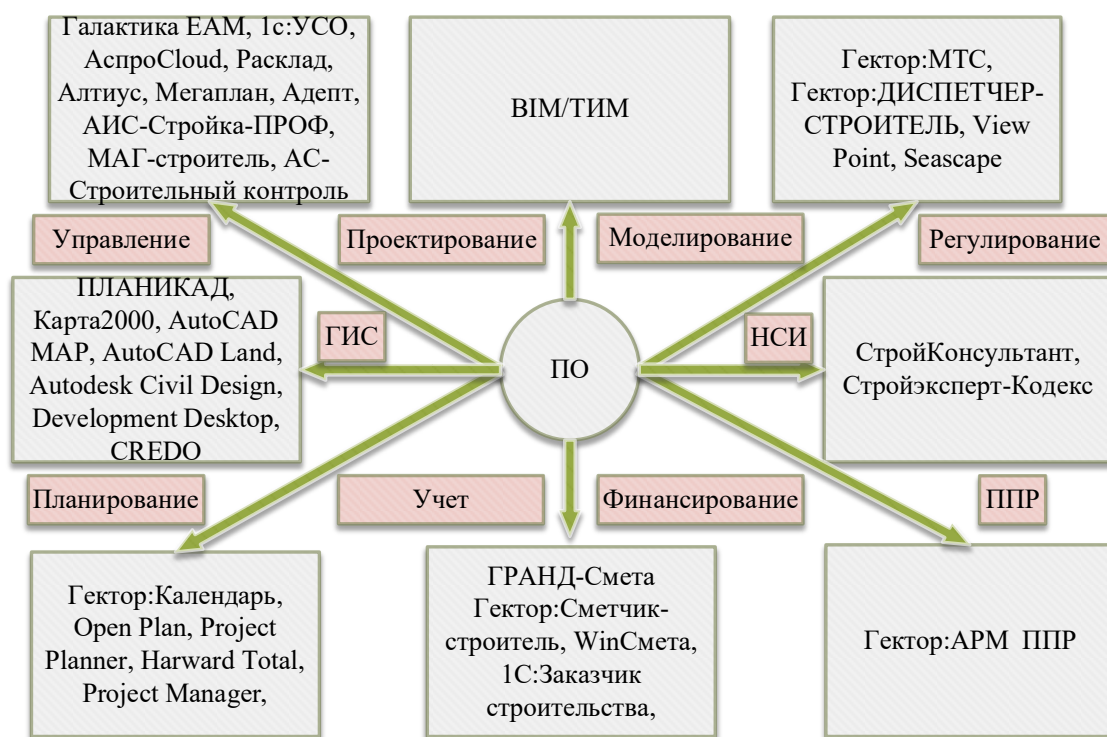


Рисунок 1.3. Программные средства автоматизации инжиниринговой деятельности

Информационно-программная поддержка необходима сегодня на всех этапах, так как она приводит к существенному увеличению эффективности функционирования за счет автоматизации практически всех процессов: управления, проектирования, регулирования, планирования, учета, финансирования, а также поддержки принятия управленческих решений [51, 109, 120].

Жизненный цикл ИСП представляет собой сложный процесс, включающий несколько этапов [26], каждый из которых играет важную роль в развитии и успешной реализации проекта. На разных этапах реализации инвестиционно-строительных проектов могут быть различные требования к организационной структуре инжиниринговых компаний. Эти требования могут быть связаны с размером проекта, его сложностью, сроками выполнения и другими факторами. Поэтому компания должна гибко адаптировать свою структуру к специфике каждого проекта.

Первым этапом является предпроектная фаза, которая включает в себя инициирование проекта, предпроектный период, бизнес-планирование, финансовое планирование, прогнозные моделирования на будущее, финансовый проект и маркетинговое исследование. Этот этап является фундаментом для успешного развития проекта, поскольку здесь определяются его цели, бизнес-модель, финансовые показатели и потенциальные риски. На этом этапе проекта, когда проводится предварительная подготовка и планирование, инжиниринговая компания должна иметь организационную структуру, которая обеспечивает эффективное управление процессом стартовых работ. Это может включать в себя отдельные отделы или группы по разработке концептуального проекта, сбору предложений по поставке оборудования и материалов, а также назначению руководителей и разработку графиков работ.

Следующим важным этапом является фаза проектирования, где проводятся изыскания и разрабатывается полный комплект проектной документации, необходимой для организации и проведения строительства, включая технические задания, план производства работ. На этом этапе определяются технические

требования, архитектура и другие ключевые аспекты, необходимые для реализации проекта. Проводится государственная экспертиза проектной документации и утверждение проекта заказчиком. Устанавливаются связи с поставщиками материалов, изделий и комплектующих. Составляется предварительный список строительных компаний, после чего проводятся конкурсы или аукционы для выполнения строительно-монтажных работ, поставки оборудования и других услуг, включая проектный инжиниринг. На основе утвержденного проекта разрабатывается детальная рабочая документация. После завершения подготовки и разработки проектной документации проводится её экспертиза, которая проводится специализированными организациями. Это позволяет проверить соответствие проекта требованиям нормативных документов и техническому заданию.

В ходе разработки проекта и подготовки технологических решений, инжиниринговая компания может потребовать расширения своей организационной структуры. Такие расширения могут включать создание отделов по проектированию, производству и строительству, а также по контролю качества и безопасности. В этом случае каждый отдел будет иметь свои функции и ответственности, работая синхронно для достижения целей проекта.

Последний этап — послепроектная фаза, охватывает реализацию проекта, включая поставку материально-технических ресурсов и оборудования, а также ввод объекта в эксплуатацию. На послепроектной фазе проводится получение разрешения на строительство, заключение договоров на материально-техническое снабжение, экспертное сопровождение проектной документации, технический контроль строительно-монтажных работ, а на завершающем этапе участие в процессе сдачи-приемки строительного объекта (производственный инжиниринг). Первым шагом на этапе реализации является выбор подрядчика или строительной компании, которая будет осуществлять строительные работы и заключение контракта с подрядчиком. На этапе реализации проекта ИК будет иметь организационную структуру, которая обеспечивает управление строительными работами. Это может включать в себя подразделения по управлению

производством, логистикой, планированию и др. Каждое подразделение будет отвечать за свои задачи, но будет тесно сотрудничать с другими подразделениями для обеспечения согласованности и эффективности работы.

В ходе строительства ИК контролирует все выполненные работы, а в случае выявления недостатков или отклонений своевременно принимает меры по их устранению. Одновременно с основными строительными работами должны вестись работы по снабжению и обеспечению необходимыми материалами и оборудованием. Это включает в себя закупку строительных материалов, согласование сроков поставок и контроль качества [56] (Рисунок 1.4).



Рисунок 1.4. Взаимосвязь этапов ИСП

Важным аспектом в реализации и строительстве проекта является финансовый контроль. Необходимо точно следить за бюджетом проекта, контролировать расходы и обеспечивать своевременное и полное финансирование работ.

По окончании строительства следует проверка качества выполненных работ и передача объекта в эксплуатацию.

Таким образом, проектирование ОС ИК на этапах реализации инвестиционно-строительного проекта является неотъемлемой частью успешного выполнения проекта. Гибкая и эффективная ОС позволяет компании управлять процессом реализации проекта, оптимизировать использование ресурсов и достигать поставленных целей.

ИК выполняет функции ЕРСМ-подрядчика так выполняет сопровождение ИСП на протяжении его жизненного цикла [59, 83, 86] (Рисунок 1.5).

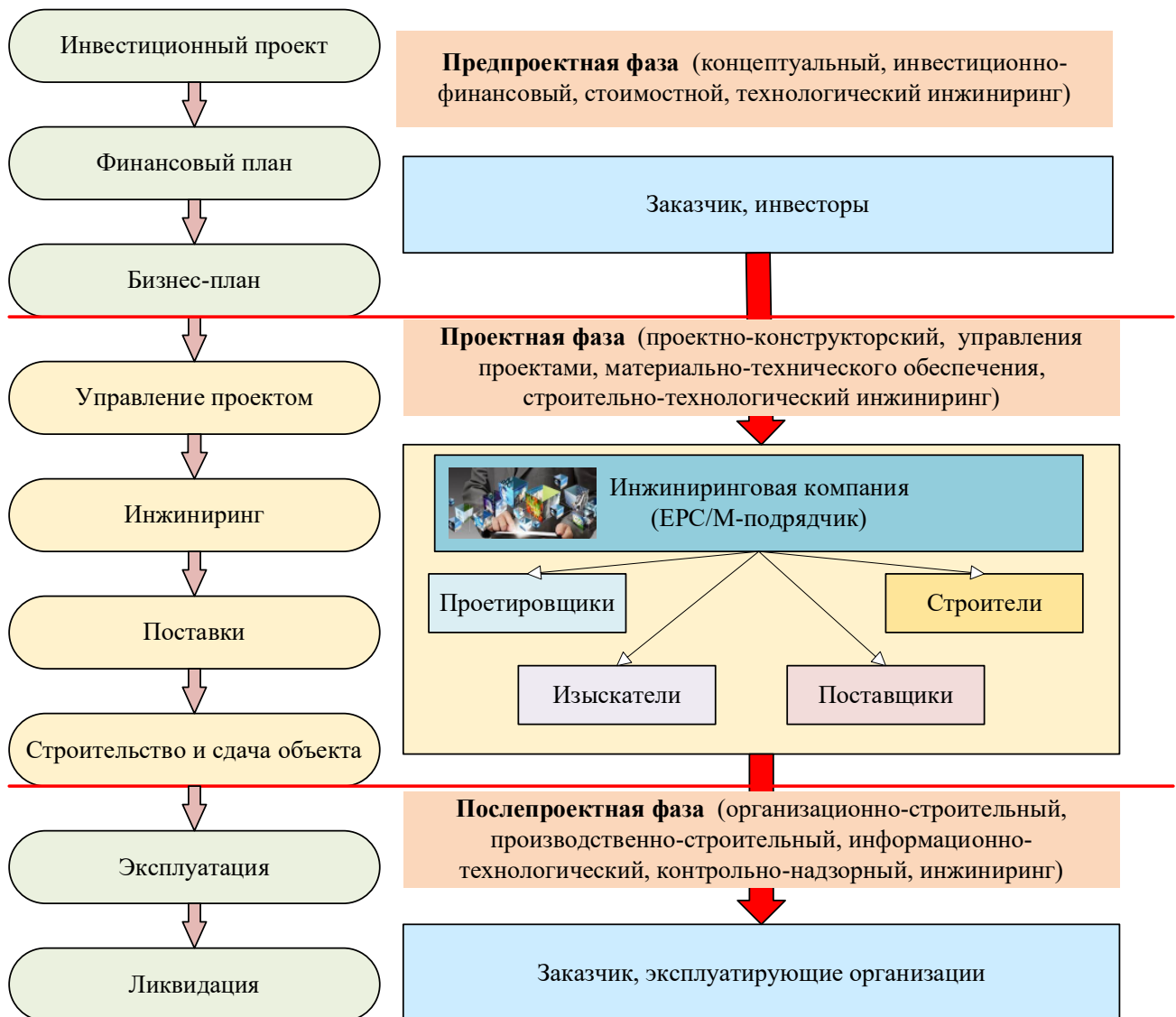


Рисунок 1.5. Инжиниринговая компания как ЕРС/М подрядчик

Данный подход имеет достаточное количество успешных примеров как в международной, так и в отечественной инвестиционно-строительной практике.

Одним из важных механизмов отслеживания выполнения проекта является установление системы показателей и метрик, которые помогают измерить

прогресс и результативность проекта. Эти показатели могут включать в себя финансовые данные, сроки выполнения работ, качество работы и другие соответствующие параметры. Система показателей позволяет сравнивать фактический прогресс проекта с запланированными показателями и выявлять отклонения, которые могут сигнализировать о возникновении проблем.

Контроль выполнения проекта также включает в себя регулярное обновление и анализ плана проекта. Это позволяет управляющим и инвесторам оценить текущее состояние проекта и принять решения о необходимости корректировки планов и действий. Постоянное обновление плана проекта дает возможность адаптироваться к изменяющимся условиям и выявлять проблемы еще на ранних стадиях.

Инжиниринг обеспечивает экспертное сопровождение всех этапов инвестиционно-строительного проекта, что позволяет не только сократить затраты, но и общее время реализации проекта (Рисунок 1.6).



Рисунок 1.6. Схема экспертного сопровождения инвестиционно-строительного проекта

К этому процессу в настоящее время стремится Главгосэкспертиза, так как ЭС — это, по сути, и есть инжиниринг. Внесение изменений в Градостроительный комплекс в соответствии с Федеральным законом № 151-ФЗ

от 27.06.2019 законодательно утвердило существование института экспертного сопровождения.

ИК заключает годовой договор с Госэкспертизой или экспертной организацией, в рамках которого получает право в короткий срок (от 10 до 20 рабочих дней) согласовывать любые изменения в проектной документации в соответствии с действующими нормативными документами [23-28, 68, 69].

Добавление функций экспертного сопровождения требует внесения изменений в ОС за счет создания отдела экспертного сопровождения или привлечения одного или нескольких экспертов, что естественным образом увеличивает управленческие расходы, но в значительно большей степени снижает общие расходы, связанные с повторным прохождением экспертизы.

Специалист по изысканиям выполнив свою задачу передает результаты работ специалисту/эксперту по проектированию. При этом какие-то работы могут проводиться параллельно, а не последовательно. Например, выбор исполнителя работ может проводиться одновременно с закупками материалов. На определенном этапе можно совместить формирование проектной документации с составлением рабочей документации, которая может быть передана на строительную площадку. При этом риск возникновения ошибок минимизируется участием специалиста инжиниринговой компании во время процесса проектирования.

Еще одним источником к сокращению времени реализации проекта является совмещение процесса проектирования с процессами экспертизы и строительства, так как после прохождения экспертизы части проектной документации, она может быть использована для начала работ по строительству [59] (Рисунок 1.7).

В настоящее время, если в ходе государственной экспертизы сделаны замечания, которые не удастся доказательно устранить, то нужно вносить изменения в документацию и проводить повторную экспертизу. Если допущены существенные ошибки в процессе составления задания или программы работы, то фактически может получиться, что делать нужно все сначала (редко, но бывает).

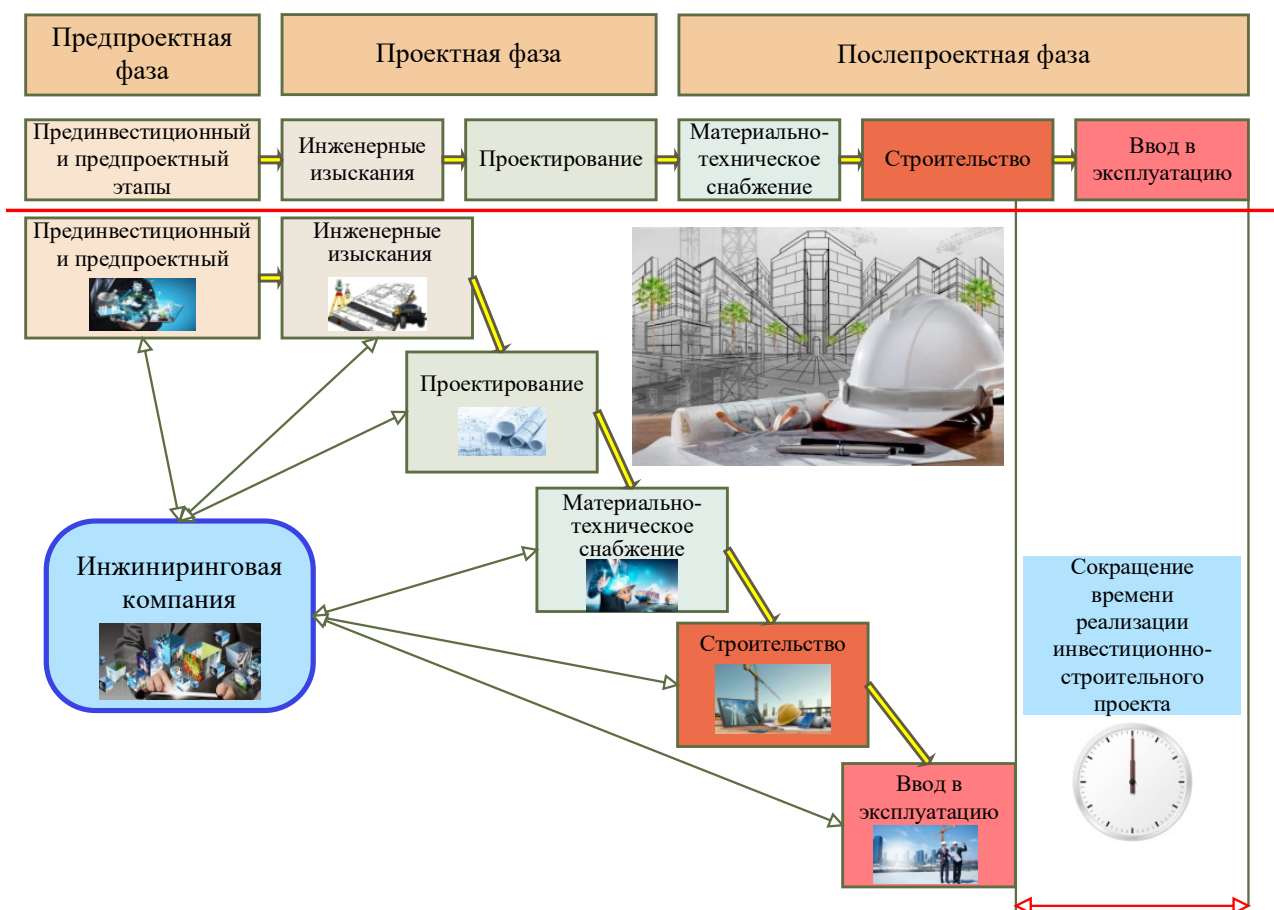


Рисунок 1.7. Влияние инжиниринговой компании на время реализации инвестиционно-строительного проекта

Повторная экспертиза также требуется, если в процессе строительства происходят какие-либо изменения. А это значительные затраты как финансовые, так и временные (оценочно — от 1 месяца и более, все зависит от сложности объекта). Есть еще сезонные проблемы (часть изысканий (например, геодезию) при определенных условиях невозможно сделать в зимний период). Могут быть и региональные проблемы.

Например, есть регионы, в которые можно доставить оборудование только по зимнику. Задача ЭС, как и инжиниринга в целом исключить ошибки на старте и контролировать качество исполнения работ в интересах заказчика на всех этапах. ЭС обеспечивает существенную экономию средств за счет устранения переделок, ведения качественной документации, снижения затрат на повторные экспертизы. ЭС на этапе строительства объекта позволяет избежать ошибок, которые могут привести даже к сносу здания.

Таким образом инжиниринговая компания выполняет, контролирует и сопровождает работы, выбирает подрядчика, определяет концепцию, проверяет исполнение работ, принимает работы, курирует экспертизу, проверяет выдачу рабочей документации на объект и контролирует соответствие построенного проекту. Выполняет функции технического заказчика, участвует в процессе изысканий и проектирования, осуществляет контрактацию строительных материалов и оборудования, поставку на площадку, ввод объекта в эксплуатацию.

В первую очередь указанные результаты могут быть достигнуты за счет управления, обеспечивающего неразрывность процесса строительства, участия специалистов при принятии решений на ранних стадиях (с момента формирования замысла и концепции), обязательного квалифицированного технико-экономического обоснования, более эффективного выбора подрядчиков и поставщиков, контроля объема и качества работ, своевременности поставки и соответствия оборудования и материалов, как заявленному, так и фактическому качеству.

Кроме того, применение такого подхода избавит строительный процесс от ряда дублирующих функций. Например, замена института экспертизы (в том числе государственной) на инжиниринговое сопровождение существенно сократит сроки проектирования, при значительном повышении уровня качества проектной документации. На сегодняшний день законодательно и фактически осуществляется экспертное сопровождение инженерных изысканий и проектной документации со стороны экспертизы. Это важный шаг, но недостаточный. Поскольку экспертное сопровождение в этом виде не способствует неразрывности процесса. Это более удобная, но недостаточно еще эффективная форма. Эксперт по-прежнему, несмотря на более раннее и более глубокое погружение в процесс, оценивает, по сути, работу изыскателя и проектировщика на соответствие техническим регламентам. При этом ведет только часть процесса и не сопровождает производство работ на строительной площадке. Этого недостаточно, поскольку предоставленные материалы эксперту могут быть

ненадлежащего качества, а возможно не соответствовать реальной действительности.

В частности, подобного рода ситуации возможны при производстве работ по инженерным изысканиям. В качестве примера можно привести работы по инженерно-геологическим изысканиям, где в виду их, как правило, значительной себестоимости подрядчик, с целью экономии средств и ресурсов, времени производства, может уменьшить фактическое количество пробуренных скважин и предоставить фиктивные материалы. Подобного рода ситуации достаточно распространенное явление. А вместе с тем последствия могут быть катастрофическими, вплоть до полного разрушения объекта в последующем.

Нивелировать возникновение подобных ситуаций можно и, в первую очередь, за счет полевого контроля, контрольного бурения и иных эффективных менее затратных решений, непрерывно возникающих с развитием современных технологий.

Подобные подходы применяются, как правило, крупными системообразующими компаниями страны, где заказчик понимает важность максимально эффективного результата и дорожит репутацией. Иным компаниям просто не откуда получить эти средства. Существующая система закупок просто не допускает такой возможности. Очевидно, что инжиниринг в состоянии преодолеть эту проблему. Отбор профессионального подрядчика по репутационному, ресурсному, а не ценовому принципу, контроль не только за результатом его деятельности, но и за соблюдением технологического процесса, достоверностью проведенных работ, консультационное, экспертное сопровождение на всех этапах производства и получения результатов должны стать следующим витком развития строительной отрасли.

В настоящее время в качестве заказчика (в том числе государственного или муниципального) может выступать лицо, не имеющее соответствующих компетенций: директор какого-либо учреждения, предприятия, школы, главврач больницы, заведующий детским садом и т. д.

Квалификация этих людей, как правило, не позволяет правильно сформулировать задачу, объективно оценить ресурсы, надлежащим образом обеспечить полноту документации необходимой для проведения работ. Также не оценивается возможность получения тех или иных разрешительных документов, необходимость в которых может возникнуть в строительном процессе, и многое другое. На все эти обстоятельства накладываются еще и особенности федеральной контрактной системы, в результате которых как исполнитель, так и заказчик могут стать заложниками неразрешимой или просто крайне негативной ситуации, которая ни коим образом не способствует реализации проекта и выполнения поставленных задач в итоге.

Применение инжиниринга и отказ от существующей многоступенчатой, последовательной, дискретной системы строительного процесса может решить эти задачи. Вместе с этим исполнитель имеет право самостоятельно определять подрядчика и ориентироваться при этом на свой профессиональный опыт в выборе такового, а не на предложенную цену. Принимать быстрые решения, а не участвовать в чреде бессмысленных бюрократических процедур. При этом он вправе самостоятельно (при необходимости) провести дополнительные работы в рамках полученных средств, с целью возможной экономии на последующих этапах строительства. Так недостаточная оценка природных условий при проведении изысканий в целях экономии может привести к дополнительным затратам на этапе строительства в десятки, сотни раз превышающие размер первоначальной экономии. Недостаточный объем или некачественность исследований по инженерной геологии может являться следствием обеспечения избыточной устойчивости зданий и сооружений, что на практике выльется в десятки лишних тонн металлопроката и сотни кубометров перерасходованного бетона.

В условиях заключенного контракта, обладая необходимыми полномочиями и ресурсами ИК имеет возможность проведения процесса поиска подрядчика по всем направлениям, не разбивая данный процесс по времени. В частности, взаимодействие с проектировщиком начитается с момента получения первых

данных от изыскателей. Принимается решение о наиболее рациональной посадке объекта с учетом полученных геологических данных. При необходимости проводятся дополнительные уточняющие изыскания. Уже в процессе проектирования определяются конкретные производители работ, поставщики материалов и оборудования, что дает возможность планового контрактования и исключает ситуации, при которых могут быть приняты такие проектные решения, на исполнения которых в регионе строительства просто не найдется подрядчика, а привлечение иных компаний станет необоснованно затратным, решения при которых выбранные материалы и оборудование будут не доступны и или совершенно неконкурентны по цене.

В информационном смысле инжиниринговая компания является центром сбора и выдачи информации. Это информационное пространство, в которое одновременно стекаются, накапливаются, хранятся, тем или иным образом преобразуются различные данные. Одновременно существует обратная связь получения данных из единого информационно поля для участников процесса, в рамках определенных компетенций.

Приведенное выше говорит о том, что в управленческом смысле для решения столь сложных инвариантных разноплановый задач, стоящих перед инжиниринговой компанией в процессе реализации ИСП, в первую очередь необходимо максимально совершенное эффективное взаимодействие как внутри между элементами собственной ОС, так и с внешними источниками и связями.

ИК должны стремиться к созданию ОС, которые обеспечивают высокую степень эффективности и гибкости в реализации ИСП. Они должны уделять особое внимание планированию, координации, контролю и регулированию работы проекта, а также развивать и совершенствовать свои организационные структуры в соответствии с изменяющимися условиями и требованиями рынка.

В работе полагается, что базовым аспектом формирования ОС являются модели реализации БП, реализуемых в ИК. Существует достаточно большое количество определений БП. Так, в стандарте ISO 9000-2001 БП сформулирован как «множество взаимодействующих или взаимосвязанных видов деятельности

предприятия, преобразующих входные воздействия в выходные результаты». С другой стороны, БП может быть определен, как любая устойчивая и организованная деятельность, в результате которой происходит изменение произвольных объектов в соответствии с принятыми процедурами и правилами.

Множество БП ИК в значительной мере влияет на её ОС, поэтому необходимо разработать модель, которая позволит оценить количество исполнителей для эффективного выполнения всех БП.

1.2. Анализ базовых типов организационных структур

ОС должна обеспечивать снижение общих затрат за счет оптимального использования трудовых, материальных, финансовых и информационных ресурсов ИК и отвечать определенным требованиям (Рисунок 1.8), соблюдение которых обеспечивает максимальную эффективность функционирования компании.



Рисунок 1.8. Основные требования к ОС ИК

ОС ИК должна обеспечивать решение всего множества задач, быть адаптивной и масштабируемой, обеспечивать получение максимальной прибыли и снижение издержек.

Соблюдение этих требований позволит сформировать эффективную организационную структуру, способствующую успешной деятельности инжиниринговой компании. Множество принципов формирования и развития ОС достаточно подробно описано в литературе [7, 18, 36, 57], поэтому ограничимся их кратким перечислением:

1. Принцип единства цели и стратегии обеспечивает эффективную реализацию стратегических целей и задач организации.

2. Принцип распределения полномочий и ответственности задает четкое разграничение задач, функций, прав и ответственности между уровнями и подразделениями и обеспечивает соответствие полномочий и ответственности каждого работника.

3. Принцип оптимального централизма обеспечивает рациональное сочетание централизации и децентрализации управления.

4. Принцип соответствия ОС размерам и сложности организации обеспечивает гибкость и адаптивность структуры к изменениям внутренней и внешней среды.

5. Принцип оптимизации информационных потоков обеспечивает рациональную организацию информационных связей и коммуникаций.

6. Принцип соответствия квалификации персонала требованиям занимаемых должностей.

Грамотное применение этих принципов позволяет сформировать эффективную ОС.

С ростом организации и увеличением числа проектов также растёт и количество сотрудников в управленческой команде, возникают новые отделы или подразделения. Это, в свою очередь, требует перераспределения бизнес-функций между исполнителями и обеспечения четкой координации процессов управления.

Понятие иерархии управления предполагает подчинение исполнителей каждого нижнего уровня исполнителю или руководителю более высокого уровня иерархии с соблюдением установленных формальных правил и положений должностных инструкций. Иерархические ОС характеризуются способностью легко изменять свою форму под новые условия в соответствии с поставленной задачей [104] (Рисунок 1.9).



Рисунок 1.9. Иерархические типы ОС

Простая, традиционная структура с четкой иерархией подчинения является линейная структура, которая характерна для небольших инжиниринговых фирм с узкой специализацией. В силу своей простоты она обеспечивает быстроту и оперативность управления, но ограничена сложностью решаемых задач. Функциональная структура построена по принципу специализации деятельности (конструкторское, технологическое, производственное подразделения) и предполагают узкую специализацию управления в рамках функциональных подсистем компании [106].

Руководитель организации взаимодействует с руководителями функциональных служб, которые разделены на несколько уровней (Рисунок 1.10).

Функциональные структуры хорошо зарекомендовали себя в небольших организациях, в которых бизнес-процессы не подвержены изменениям, а бизнес-функции относительно стабильны.

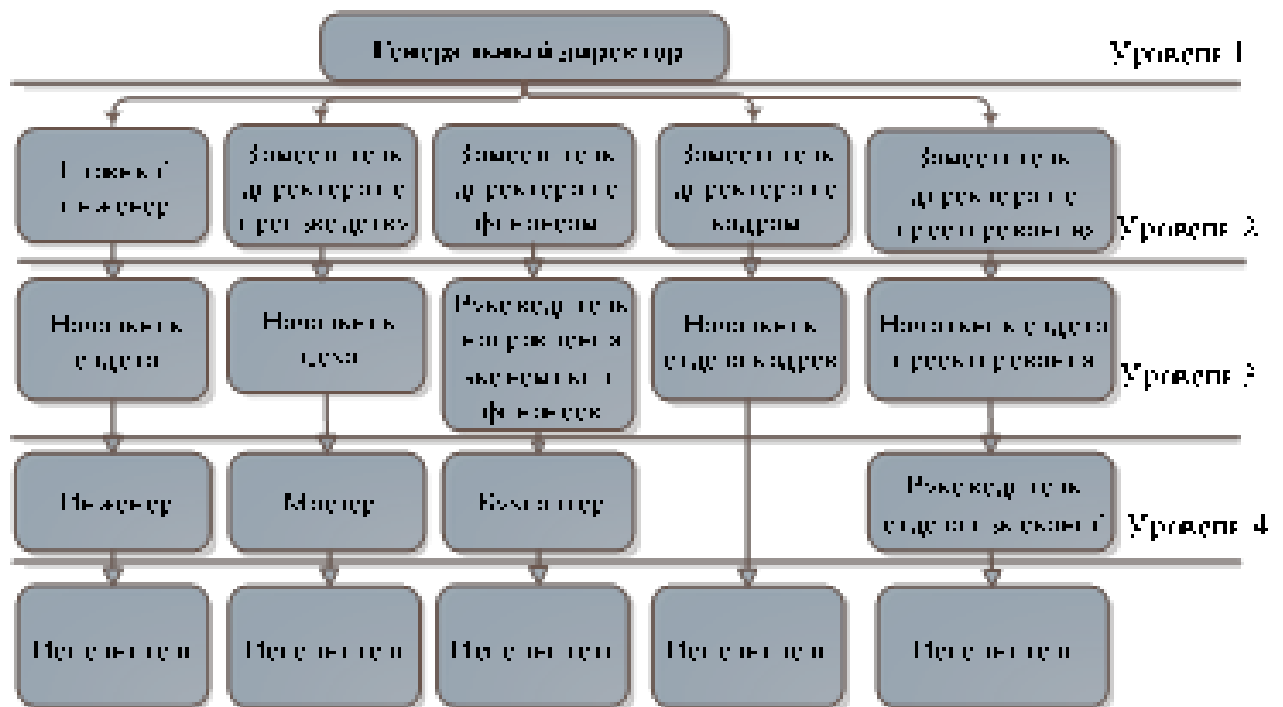


Рисунок 1.10. Функциональная структура

Дивизиональная (продуктовая) структура подходит для крупных ИК. В рамках этой структуры подразделения формируются по видам продукции/услуг, регионам или рынкам. К числу достоинств дивизиональной структуры относятся большая гибкость и ориентация на потребности клиентов.

К числу иерархических ОС относится также линейно-штабная структура, которая представляет собой линейную структуру, в которой предусмотрено создание штабов, сформированных из различных специалистов, оказывающих помощь линейному руководителю. Однако эта структура недостаточно гибкая, что не позволяет компании оставаться конкурентоспособной в рыночных условиях.

Матричная структура сочетает вертикальное (функциональное) и горизонтальное (проектное) управление. Она эффективна для управления крупными инжиниринговыми проектами, так как позволяет концентрировать ресурсы под конкретные задачи, но усложняет систему управления.

В матричной структуре сочетаются принципы строения процессных и функциональных систем, жестко регламентируются процессы, которые находятся под контролем руководителей (Рисунок 1.11).

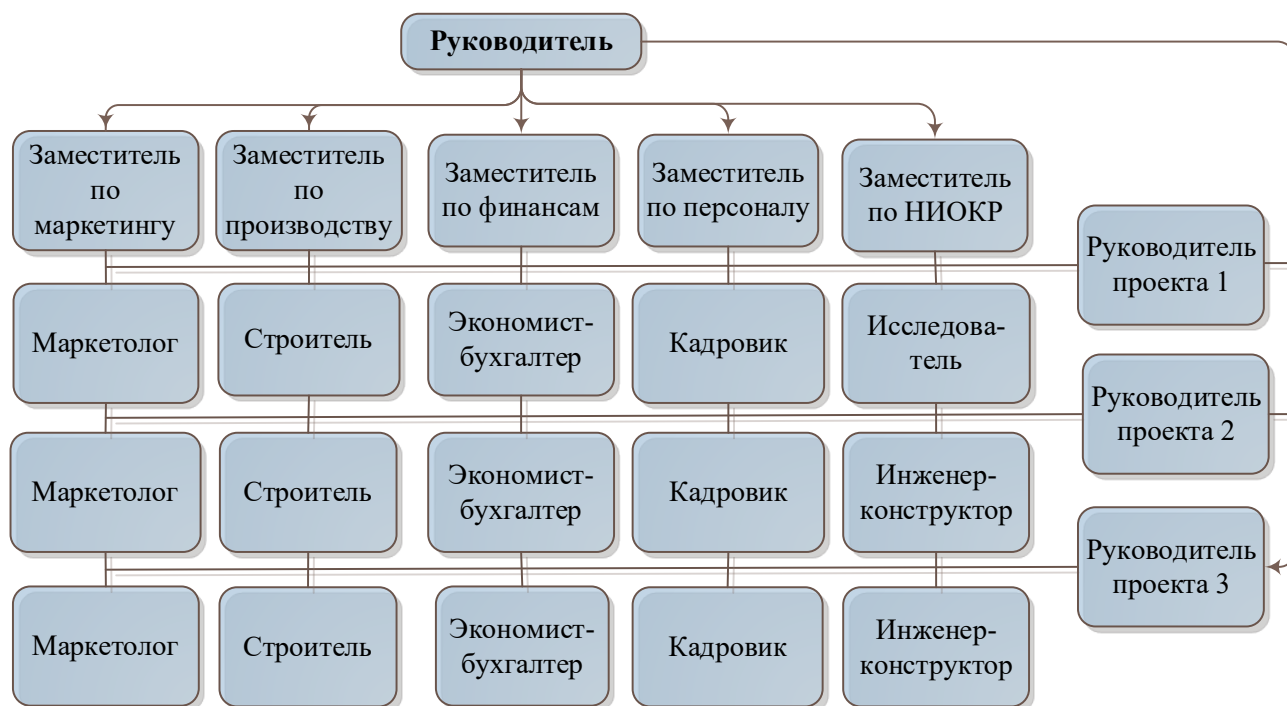


Рисунок 1.11. Пример матричной структуры

Такой тип структуры наиболее подходит для ИК, которая выполняет экспертное сопровождение нескольких строительных проектов.

ОС, ориентированная на управление технологическими процессами, получила название процессной структуры (Рисунок 1.12).

К числу преимуществ процессных ОС относится ясная система взаимосвязей как внутри процессов, так и между соответствующими подразделениями, а также четкая иерархия управления, когда один менеджер осуществляет централизованное руководство всем процессом [116, 123].

Проектная структура создаётся для реализации конкретных инжиниринговых проектов. В рамках проектной структуры команда проекта наделена всеми необходимыми полномочиями.

Если участников инжинирингового процесса много, и они разбросаны, то в качестве дополнительного измерения объемной схемы ОС можно использовать географическое положение (Рисунок 1.13).

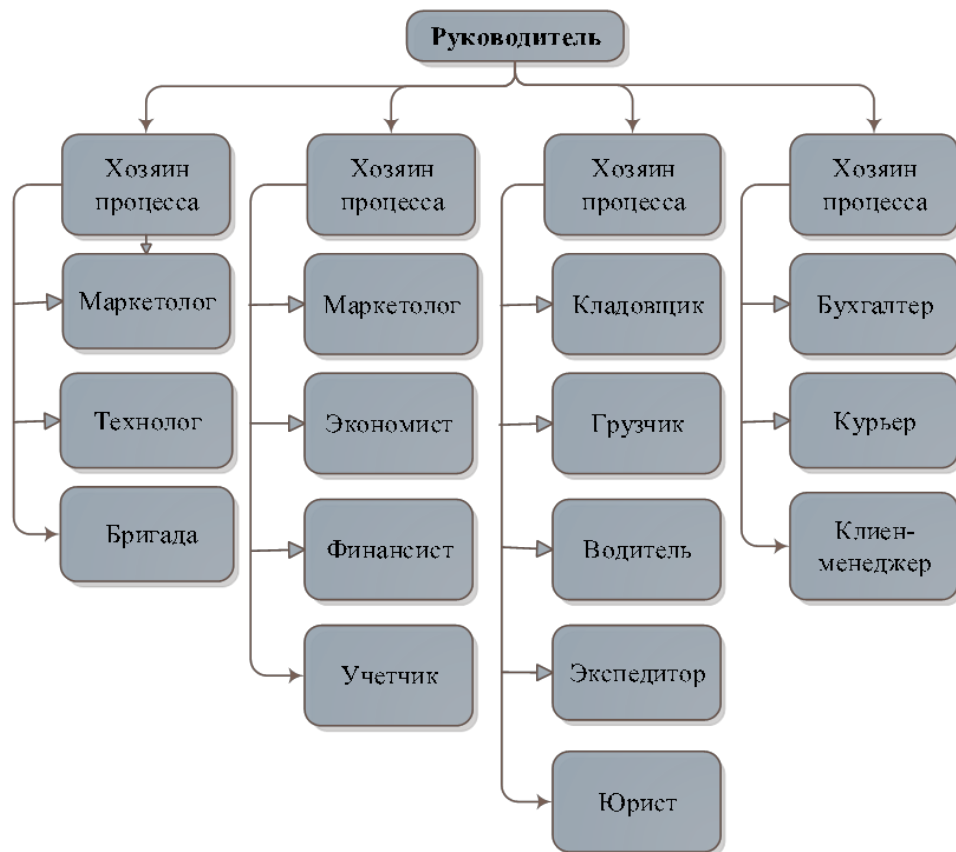


Рисунок 1.12. Процессная структура

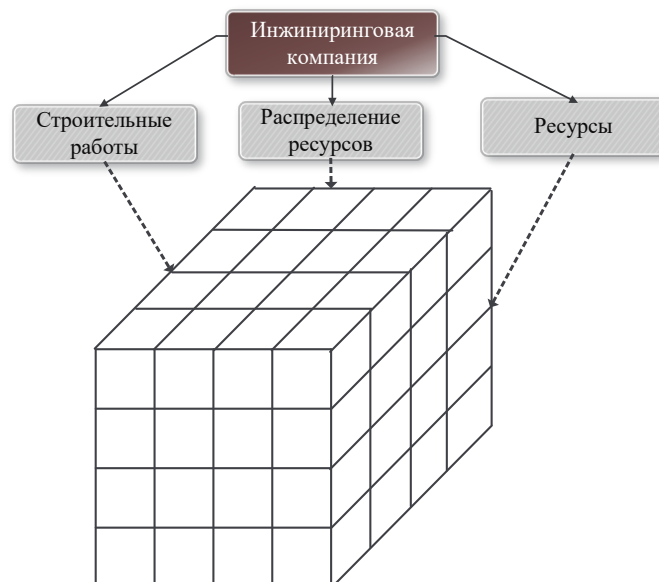


Рисунок 1.13. Многомерная или 3-D организационная структура

Многомерная или 3-D ОС лишена недостатков, свойственных матричной организации. Однако руководитель проекта действует по указаниям начальника своего предприятия, но ему приходится иметь дело и с представителями инжиниринговой компании.

Таким образом, выбор наиболее подходящей структуры зависит от масштаба, специфики деятельности и стратегических целей компании. В литературе [7, 10, 29, 39, 53, 83, 111, 131] достаточно подробно описаны достоинства и недостатки различных типов организационных структур. Проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что среди всего многообразия типов ОС для инжиниринговой компании наиболее подходящими следует считать матричную и функциональную ОС.

1.3. Анализ подходов к совершенствованию организационных структур инжиниринговых компаний

Исторический обзор работ по проектированию и совершенствованию организационных структур, представляющий собой описание эволюции управленческих концепций и практик с течением времени, выходит за рамки настоящего исследования.

В книге [130], они представляют организационное поведение как результат взаимодействия индивидов и структурных факторов. Сделанное авторами исследование позволяет понять, как принимаются решения в организациях и как структуры влияют на поведение сотрудников. В книге [106] предложена модель STAR, которая включает пять ключевых элементов: стратегия, структура, процессы, вознаграждение и люди, и для достижения успеха организация должна учитывать все эти элементы и обеспечивать их гармоничное взаимодействие. В книге [105] анализируются взаимосвязи между стратегией и организационной структурой, а также описываются методы проектирования. В книге [132] анализируются различные аспекты и характеристики организационных структур, что позволяет более гибко и креативно подходить к проектированию и управлению организациями. Анализ различных типов организационных форм и их влияние на эффективность компаний исследовано в [49]. В книге [35] представлена концепция сбалансированной системы показателей (BSC), которая стала важным инструментом для стратегического управления, связывая

финансовые и нефинансовые показатели. Она позволяет организациям лучше адаптировать свою структуру к стратегическим целям.

С недавними тенденциями к удаленной работе и цифровой трансформации появились новые концепции организационных структур, такие как «гибкие организации» и «плоские структуры». Сегодня исследователи продолжают изучать, как технологии (например, AI и Big Data) влияют на проектирование организационных структур и улучшают процессы управления [86, 88, 90, 100, 117, 126, 144].

В области проектирования организационных структур в России также существует множество исследовательских работ и публикаций [5-7, 33, 37, 45, 51, 53, 54, 62, 64, 67]. В работе [53] рассмотрены различные типы организационных структур, их преимущества и недостатки, а также влияние на эффективность управления. Проанализированы функциональные, проектные и матричные структуры, вопросы их применимости в зависимости от размера и стратегии организации. В работе [54] рассматриваются современные тренды в управлении организациями, такие как гибкие структуры и сетевые модели. Автор подчеркивает важность разработки математических основ проектирования и совершенствования организационных структур. Интересный подход к формированию адаптивной ОС предложен в работе [51], где представлена концепция рефлексно-адаптивной организационной структуры. Данный подход группирует работы, схожие по технологиям и логистике, в функциональные блоки, что обеспечивает гибкость и устойчивость на всех этапах жизненного цикла компании. Следует подчеркнуть, что современные компании часто нуждаются в постоянных изменениях и адаптации к новым условиям рынка. Гибкость и устойчивость организационной структуры позволяют любой компании эффективно реагировать на изменения, сохраняя при этом свою организационную эффективность. Реализация концепции рефлексно-адаптивной ОС способствует оптимизации бизнес-процессов, повышению производительности и обеспечению конкурентных преимуществ на рынке. Обсуждаются инновационные подходы к управлению и проектированию организационных структур, акцент на

использование цифровых технологий и платформ для оптимизации взаимодействий в рамках организационных систем. Таким образом, инновационные подходы к формированию организационной структуры играют важную роль в повышении конкурентоспособности компаний и обеспечении их успешного развития в условиях быстро меняющегося бизнес-окружения.

В исследовании [45] была проанализирована устойчивость работы строительной организации в условиях воздействия различных дестабилизирующих факторов и предложена методология оценки устойчивости строительной организации и ее организационной структуры в условиях наличия факторов риска. Тем не менее, вопросы количественной оценки эффективности различных вариантов организационной структуры требуют дальнейшего изучения.

Эти работы помогают понять теоретические основы и практические аспекты организации и управления, иллюстрируя, как различные структуры могут быть адаптированы для достижения максимальной эффективности.

Проектирование организационных структур — это динамичная и постоянно развивающаяся область знаний. Разные концепции и подходы, начиная от научного управления до современных гибких и сетевых моделей, иллюстрируют, как организации адаптируются к новым вызовам и возможностям. Сегодня исследователи работают над пониманием, как новые технологии и изменения в культуре труда влияют на организационные структуры, что делает эту область особенно актуальной.

ОС обеспечивают эффективное управление и координацию работы различных подразделений и специалистов ИК, а также обеспечивают выполнение поставленных перед ней целей и задач. Роль ОС заключается в определении иерархии, распределении ролей и ответственности, а также в создании четких коммуникационных каналов и процедур. Они позволяют управлять проектом и контролировать его ход, а также обеспечивают своевременное принятие решений и выполнение необходимых действий.

Функции ОС включают в себя планирование, координацию, контроль и регулирование работ по проекту. Они определяют процессы и процедуры, необходимые для достижения поставленных целей и задач. Кроме того, они обеспечивают оптимальное использование ресурсов и эффективное взаимодействие между различными подразделениями и специалистами.

Основными причинами, которые могут побудить инжиниринговую компанию совершенствовать свою организационную структуру, являются:

1. Расширение масштабов деятельности и увеличение количества проектов. Существующая структура может перестать справляться с растущей сложностью управления. Появляется необходимость в более четком распределении полномочий и ответственности.

2. Изменение стратегических целей и приоритетов компании. Переход на новые рынки, продукты или технологии может требовать иной организационной конфигурации. Появляется необходимость быстрее реагировать на изменения рынка и клиентские запросы.

3. Повышение эффективности внутренних бизнес-процессов. Выявление «узких мест» в координации и взаимодействии подразделений. Появляется необходимость оптимизации информационных потоков и процедур принятия решений.

4. Улучшение мотивации и производительности персонала. Создание более четких карьерных траекторий и возможностей развития. Повышение вовлеченности сотрудников за счет делегирования полномочий.

5. Адаптация к изменениям во внешней среде. Усиление конкуренции, появление новых технологий, изменение законодательства. Необходимость быстро перестраивать бизнес-модель и организационные процессы.

Совершенствование ОС позволяет ИК повысить гибкость, клиентоориентированность и операционную эффективность, что критически важно в высококонкурентной среде [51].

Любые значительные изменения в деятельности любой компании приводят к необходимости совершенствования ее ОС [1, 86, 97, 111]. Это может быть

простое перераспределение функций между исполнителями, изменение численного состава подразделений, ликвидация или создание новых подразделений, изменение технологии управления и введение новых должностей. Такая необходимость возникает в случае расширения масштабов деятельности, увеличения количества проектов [13]. Внешняя экономическая среда порождает экономические риски и также может привести к необходимости трансформации ОС, в силу влияния на стратегические ориентиры и необходимости повышения эффективности путём увеличения прибыли или сокращения издержек [2].

Очевидно, что ОС оказывает огромное влияние на все стороны работы ИК [91, 93]. Проектирование ОС и ее совершенствование представляют собой интеллектуальный и трудоемкий процесс, в ходе которого необходимо использовать различные программно-математические методы и средства [16, 20, 45, 52-54]. Совершенствование ОС предполагает приведение штатной численности в соответствие с количеством и сложностью бизнес-процессов компании, изменение количества уровней управления, повышение ответственности и творческой активности всех исполнителей и руководителей [29] (Рисунок 1.14).



Рисунок 1.14. Основные направления совершенствования ОС

Важно помнить, что каждая компания уникальна, и успешное внедрение изменений требует тщательного учета её специфики и внутренних процессов.

Постоянное развитие и адаптация к меняющимся условиям рынка обеспечит успешную реализацию инвестиционно-строительных проектов.

При разработке или улучшении ОС следует учитывать несколько основных правил:

1. Применение принципа разделения труда способствует повышению эффективности работы как отдельных сотрудников, так и организации в целом.

2. Увеличение количества сотрудников и/или объёмов производства также может привести к росту трудовой эффективности, однако лишь до определённого предела, после которого дальнейшее расширение организации может замедлить её развитие.

3. Изменения в ОС должны проводиться осознанно и не должны носить постоянный или революционный характер.

4. Необходимо соблюдать предельную норму управляемости, поддерживать оптимальную степень централизации, применяя принцип единоначалия.

5. При совершенствовании структуры управления могут ставиться задачи: ликвидация лишних звеньев, устранение многоступенчатости, соблюдение норм управляемости, разделение функций управления, обеспечение обмена информацией и автоматизации управленческих процессов.

Совершенствование организационной структуры представляет собой интеллектуальный и трудоемкий процесс, в ходе которого необходимо использовать различные программно-математические методы и средства. Совершенствование ОС предполагает приведение штатной численности в соответствие с количеством и сложностью бизнес-процессов компании, изменение количества уровней управления, повышение ответственности и творческой активности всех исполнителей и руководителей.

Оптимизация ОС — это комплексный проект, требующий тщательной подготовки, а инициативы по оптимизации ОС должны поддерживаться руководством и быть понятны сотрудникам.

В целом, любые изменения организационной структуры должны осуществляться взвешенно, с тщательным анализом возможных последствий и продуманным планом внедрения. Повышение эффективности невозможно без реструктуризации системы управления и интеграционных процессов в компании.

1.4. Анализ методов оценки эффективности организационных структур

Проектирование ОС является важным этапом в реализации инвестиционно-строительного проекта. ИК, занимающиеся разработкой и реализацией таких проектов, должны иметь эффективную ОС для управления всеми бизнес-процессами и ресурсами.

ОС определяет распределение функций, ролей, ответственности и взаимодействия между различными подразделениями компании. Она влияет на эффективность реализации проекта, поскольку правильно организованная структура способствует координации работ и минимизации конфликтов.

На разных этапах реализации инвестиционно-строительных проектов могут быть различные требования к ОС ИК. Эти требования могут быть связаны с размером проекта, его сложностью, сроками выполнения и другими факторами. Поэтому компания должна гибко адаптировать свою структуру к специфике каждого проекта.

На начальном этапе проекта, когда проводится предварительная подготовка и планирование, ИК должна иметь структуру, которая обеспечивает эффективное управление процессом стартовых работ. Это может включать в себя отдельные отделы или группы по разработке концептуального проекта, сбору предложений по поставке оборудования и материалов, а также назначению руководителей и разработку графиков работ.

В ходе разработки проекта и подготовки технологических решений, ИК может потребовать расширения своей ОС за счет создания отделов по проектированию, производству и строительству, а также по контролю качества и безопасности. В этом случае каждый отдел будет иметь свои функции, работая синхронно для достижения целей проекта.

На этапе реализации проекта ОС может быть расширена, за счет создания подразделений по управлению производством, логистикой, планированием или потребовать увеличение численности существующих подразделений.

При завершении проекта ОС может включать отделы по обслуживанию и ремонту, а также по сопровождению и обновлению технической документации.

Кроме того, ОС ИК может предусматривать создание оперативных штабов или команд по решению внезапных проблем и конфликтных ситуаций, которые могут возникнуть в ходе реализации проекта.

Таким образом, проектирование ОС ИК на этапах реализации инвестиционно-строительного проекта является неотъемлемой частью успешного выполнения проекта. Гибкая и эффективная ОС позволяет компании управлять процессом реализации проекта, оптимизировать использование ресурсов и достигать поставленных целей.

Под ОС ИК далее будем понимать структуру преобразования входных воздействий внешней среды в выходные результаты реализации БП, реализуемых компанией. Рассмотрим три типа базовых структур:

- вырожденная структура (ВС);
- иерархическая структура (ИС);
- матричная структура (МС).

ВС характеризуется отсутствием всяких организационных и других типов связей между элементами структуры. В ИС каждый элемент подчиняется лишь единственному элементу данной структуры, который находится на более высоком уровне. В МС элементы ОС могут подчиняться не одному, а множеству элементов одного уровня или более высокого. Есть и промежуточные виды ОС. К такому типу относятся дивизиональные ОС. Однако, каждая ОС относится к одной из приведенных базовых структур ОС [54].

В ВС все связи полностью отсутствуют. В ИС, по сравнению с остальными имеет место полная иерархия этих связей. В МС имеется как распределенность элементов, так и наличие связей. Вырожденная структура имеет наименьшее количество постоянных связей, матричная структура имеет наибольшее

количества связей, а иерархическая структура по количеству связей занимает среднее место.

В общем случае выбор определенной ОС на данный момент времени должен быть связан с минимизацией организационных издержек. С одной стороны, организационные издержки можно связать с понятием «сложности» ОС, которая определяется количеством связей между элементами. Вырожденная структура, естественно, является самой простой, матричная — более сложной, иерархическая структура находится по сложности между вырожденной и матричной.

С другой стороны, эффективность ОС связана с динамичностью внешних условий функционирования ИК. Следует отметить, что для простых ОС организационные издержки относительно малы, а следовательно они более эффективны при существенной динамике внешних условий.

При появлении у ИК новых проектов ОС усложняется. При уменьшении количества проектов, а следовательно, и организационных издержек, ОС упрощается (Рисунок 1.15).



Рисунок 1.15. Изменение типа ОС

Матричные структуры (МС) часто считаются более эффективными в ситуациях, когда у компании высокие организационные издержки и невысокая динамика внешних условий. В таких случаях МС позволяют эффективно управлять проектами и ресурсами, распределяя ответственность между различными командами. С другой стороны, вырожденные структуры (ВС) находят свое применение в ситуациях, когда организационные издержки невелики, а

динамика внешних условий высока. В таких условиях ВС позволяют быстро принимать решения и адаптироваться к изменяющейся среде, минимизируя бюрократию и ускоряя процессы. Иерархические структуры (ИС) занимают промежуточное положение между МС и ВС [54] (Рисунок 1.16).

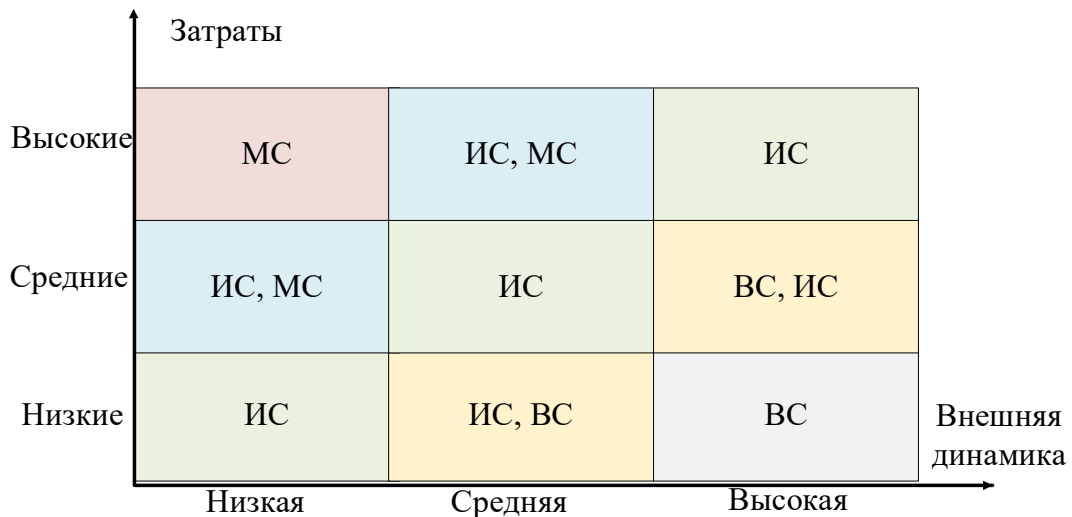


Рисунок 1.16. Эффективность ОС в зависимости от динамики внешних условий и организационных издержек

Важно понимать, что выбор оптимальной организационной структуры зависит от конкретных потребностей и особенностей компании. Некоторые организации могут комбинировать различные типы структур или создавать собственные гибридные модели, чтобы наилучшим образом соответствовать своим целям и условиям рынка.

Естественно, что одна из основных проблем руководства ИК заключается в создании наиболее рациональной ОС, которая имеет наименьшие организационные издержки при полном выполнении всех необходимых требований к реализации БП компании [45, 52, 60].

В настоящий момент процессы функционирования ОС не имеют адекватных моделей, что связано со сложностью задачи их оптимизации из-за очень большого количества не формализуемых факторов, таких как специфика технологии компании, структура документооборота, законодательные ограничения и др. Таким образом, при решении задачи построения модели управления БП

достаточно актуальной является задача количественной оценки взаимодействия между подразделениями ИК, а также количественной оценки показателей эффективности использования сотрудников [31].

1.4.1. Количественные параметры оценки организационной структуры

Для решения этой задачи на начальном этапе предлагается процедура формирования и оценки формальных количественных параметров оценки ОС. Предлагается использование системы показателей (Рисунок 1.17), которые могут позволить проводить углубленный анализ соответствия ОС требованиям изменяющейся внешней среды [5, 19, 81, 127].



Рисунок 1.17. Система показателей оценки эффективности функционирования ОС

Данные показатели могут использоваться не только для оценки эффективности ОС ИК, но и для параметризации моделей синтеза ОС.

Группа функциональной определенности ОС включает ряд показателей, определенных в [83], которые дают количественные оценки функциональной специализации, а также удельный вес специализаций сотрудников, достаточности прав всех сотрудников для качественного выполнения предписанных ему обязанностей.

Специализации бизнес-функции определяется через показатель $K_{11} = \frac{m}{m + \sum_{i=1}^{F_n} m_{\phi i}}$, где: m — общее количество подразделений; $m_{\phi i}$ — количество подразделений, дублирующих -ю бизнес-функцию (рекомендуемое значение — 1). Расчет этого показателя позволяет оценить ОС по принципу разделения труда.

Удельный вес должностей с заданными в рамках определенного класса БП обязанностями $K_{12} = D^{\text{опр}}/D$, где $D^{\text{опр}}$ — число сотрудников с должностями, для которых имеют место конкретно сформулированные обязанности; D — общее количество сотрудников (рекомендуемое значение — 1).

Достаточность прав для выполнения предписанных функций -ым сотрудником оценивается показателем $K_{13} = \frac{1}{\frac{\sum_{j=1}^n (a_{nj} + a_{pj}/2)}{n}}$, где n — количество опрошенных исполнителей; a_{nj}, a_{pj} — оценки достаточности прав соответствующих исполнителей и руководителей (рекомендуемое значение — 0,33). Эти оценки соответствуют практическому отсутствию прав, недостаточности прав и полное соответствие обязанностям. Основной целью является выявление доли должностей с недостаточными правами и обязанностями.

Группа показателей экономичности ОС направлена на достижение компанией минимальных издержек для реализации совокупности БП. Естественно, что наиболее распространенными вариантами снижения управленческих затрат является сокращение управленческого аппарата, а также усиление централизации, что приводит к показателю удельного веса руководителей в составе ОС $K_{21} = \frac{\text{Ч}_p}{\text{Ч}_{\text{ппп}}}$, где $\text{Ч}_{\text{ппп}}$ — количество исполнителей; Ч_p — количество руководителей (рекомендуемое значение — 0,15).

Показатель экономичности содержания руководителей $K_{22} = \text{НР}/\text{СБ}$, где НР — общие накладные расходы на содержание руководителей; СБ — реальная себестоимость реализации соответствующего бизнес-процесса (рекомендуемое значение — 0,20).

Показатель соответствия фактического количества по функциям $K_{23} = \frac{\text{Ч}_i^{\text{ф}}}{\text{Ч}_i^{\text{н}}}$, где $\text{Ч}_i^{\text{ф}}, \text{Ч}_i^{\text{н}}$ — фактическое и нормативное количество -й бизнес-функции (рекомендуемое значение — 1).

Для формирования рациональной ОС разумным представляется функционально-стоимостной анализ всех подструктур на основе этих показателей и удельного веса накладных расходов в совокупности всех реализуемых БП.

Группа показателей гибкости ОС направлена на оценку возможности ее адаптации. Гибкость ОС может оцениваться накладными расходами на создание временных структурных подразделений, предназначенных для решения задач по вновь поступившим проектам или целевым программам, вместе с расходами на постоянно действующие подразделения. К основным показателям следует отнести следующие. Удельный вес количества исполнителей дочерних обществ к общей численности $K_{31} = \frac{\chi_{\phi}}{\chi_{ппп}}$, где χ_{ϕ} — количество исполнителей в дочерних структурах (рекомендуемое значение — 0,25).

Отношение количества временных подразделений к постоянным подразделениям определяется коэффициентом $K_{32} = \frac{m^B}{m^H}$, где m^B — количество временных подразделений; m^H — количество постоянных подразделений (рекомендуемое значение — 0,1).

Отношение количества исполнителей во временных подразделениях к общему количеству исполнителей определяется как $K_{33} = \frac{\sum_{i=1}^{m^B} \chi_i^B}{\chi_{ппп}}$, где χ_i^B — количество исполнителей -го временного звена (рекомендуемый диапазон — 0,1-0,15).

Высокие показатели гибкости дают возможность оперативно повысить производительность их реализации при увеличении количества исполняемых проектов со сформированными БП. Они определяют не разовые механизмы резкого сокращения и пополнения исполнителей, а постоянную готовность и потребности к экстенсивным вмешательствам, то есть отношению темпа прироста прибыли реализации проектов к темпу прироста количества управленческого персонала.

Группа показателей эффективности использования сотрудников позволяет определить правильность политики руководства в системе управления компанией. В некоторых работах вводятся ограничения на количество контактов, например,

не более 12 непосредственных и 28 косвенных контактов. В некоторых работах определены нормативы для среднего звена управления в количестве 4-9 человек. Эти показатели используются при формировании принципов ОС [19]. Ниже приведена совокупность этих показателей эффективности использования сотрудников.

Загрузка работников i -го отдела $K_{41} = \frac{(w_{0j} + w_j) \cdot \chi_{i+1}}{\chi_i((w_{0j+1}) + w_{j+1})}$, где χ_i — количество исполнителей в i -м отделе; где w_{0j} определяет интенсивность внутренних связей соответствующего отдела, а w_j — интенсивность внешних; $i + 1$ — сравниваемый отдел (рекомендуемый диапазон — 0,85-1,2).

Среднее число исполнителей на одного руководителя $K_{42} = (\chi_{ппп} - \chi_p) / \chi_p$.

Коэффициент «обязательной» автономности i -го отдела $K_{43} = w_{0j} / w_j$, для которого должно выполняться условие ($> w_{j\text{среднее}}$).

Группа показатели надежности и оперативности функционирования ОС также является достаточно важной составляющей. Они направлены на определение соответствия оперативности реакции на требования внешней среды. В эту группу входят два показателя. Первый показатель — относительный вес пребывания документов в очередях на обработку $K_{51} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \frac{T_{ож\ ij}}{T_{всего\ i}}$, где $T_{ож\ ij}$ представляет собой время пребывания в очереди i -го документа при направлении в j -ое подразделение; $T_{всего}$ — суммарное время ожидания всех БФ i -го БП (рекомендуемое значение — 0).

Второй показатель — относительный вес неконтролируемого выполнения функций БП $K_{52} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \frac{T_{контр\ ij}}{T_{всего\ i}}$, где $T_{контр\ ij}$ — соответствующий интервал времени реализации i -го БП, в котором оценка степени контролируемости ответственным исполнителем отдела j -го уровня не может быть оценена (рекомендуемое значение — 0).

Коэффициент оперативности структуры $K_{53} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \frac{T_{\text{норм } ij}}{T_{\text{всего } i}}$, где $T_{\text{норм } ij}$ — время реализации i -го бизнес-процесса в j -ом отделе, которое определяется внешними условиями (рекомендуемое значение ≥ 1).

1.4.2. Интегральный статистический показатель эффективности организационной структуры

Приведенная совокупность показателей позволяет сформировать интегральный показатель эффективности ОС на основании присвоения весовых коэффициентов каждому блоку.

Интегральный показатель должен соответствовать следующим критериям:

- обеспечивать повышение эффективности как ОС, так и деятельности компании в целом;
- обеспечивать методологическую основу для развития и совершенствования ОС;
- определять все виды экономических результатов, формирующих потенциал ИК;
- основываться на показателях, которые применяются в планировании;
- выступать эффективным инструментом для прогнозирования эффективности ОС.

Другими словами, интегральный показатель должен способствовать повышению общей эффективности, обеспечивать методологическую основу для улучшения ОС, всесторонне оценивать экономические результаты, опираться на применяемые в планировании показатели, и быть надежным средством прогнозирования эффективности ОС.

Источниками для вычисления обобщенных показателей является сама ОС вместе с ее формальным описанием, схем системы документооборота компании, формальные положения о подразделениях вместе с его производственной структурой и штатным расписанием, показатели статистической и бухгалтерской отчетности, стандарты и нормативы компании и т. д.

Таким образом, в результате формируется интегральная оценка эффективности функционирования ОС, которая определяется на основе таблицы отклонений показателей от нормативных значений [5, 54, 81] (Таблица 1.2).

Таблица 1.2. Отклонение показателей при реализации БФ

| Численная оценка степени отклонений, % | | | |
|--|----------------------|--------------------|--------|
| >63 | 37...63 | 17...37 | 0...17 |
| Критическое | Неудовлетворительное | Удовлетворительное | Норма |

Соответственно критерием эффективности функционирования ОС является обобщенный показатель:

$$K = \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^n \left| \frac{K_i - K_i^{\text{норм}}}{K_i^{\text{норм}}} \right| * K_i^{\text{вес парам}} * K_k^{\text{вес раздела}} \quad (1.2)$$

где: m — число подразделов описания коэффициента; k — номер подраздела; n — число коэффициентов в разделе; i — номер коэффициента в разделе; K_i — фактическая оценка коэффициента; $K_i^{\text{норм}}$ — нормировочная величина коэффициента; $K_i^{\text{вес парам}}$ — вес коэффициента в разделе; $K_k^{\text{вес раздела}}$ — вес раздела коэффициентов.

Все эти показатели дают возможность экспертной оценки организационных издержек ОС при выполнении инжиниринговой компанией заданной совокупности БП.

При анализе эффективности ОС, с одной стороны, следует иметь в виду то, как она обеспечивает достижение целей организации, а с другой стороны, в какой степени она соответствует реальным потребностям ИК. Поэтому при сравнении различных вариантов ОС необходимо учитывать несколько параметров: возможность адаптации к изменяющимся внешним условиям, производительность по переработке информации, надёжность работы аппарата управления, численность персонала [37, 42].

Эффективность ОС можно оценивать по нескольким показателям:

1. Показатель, позволяющий оценить рациональность разделения системы на элементы F_1 .
2. Показатель, позволяющий оценить рациональность определенных взаимосвязей между элементами F_2 .

3. Показатель, характеризующий способность вырабатывать комплекс целей и задач функционирования и развития ИК F_3 .

4. Показатель, характеризующий эффективность управления и способность достичь поставленных целей при минимальных расходах и необходимых затратах F_4 .

Тогда модель оценки эффективности ОС имеет вид:

$$E = f(F_1, F_2, F_3, F_4) \quad (1.3)$$

Показатели $F_i, i = 1, 4$ определяются путем суммирования частных показателей f_{ij} :

$$F_i = \sum_{j=1}^{m_i} a_j * f_{ij} \quad (1.4)$$

где m_i — количество частных показателей, учитываемых при расчете F_i ,

a_j — экспертная оценка веса частного показателя j , причем $\sum_{j=1}^{m_i} a_j = 1$.

В качестве частных показателей f_{ij} могут выступать:

f_{11} — отношение численности персонала управления к общей численности сотрудников;

f_{22} — затраты на одного сотрудника аппарата управления;

f_{33} — основные и оборотные средства ИК, приходящиеся на одного сотрудника;

f_{44} — доход компании на единицу стоимости основных и оборотных средств.

Тогда в качестве интегрального показателя оценки эффективности ОС используется следующий показатель [46, 47, 66]:

$$E = 1 - \frac{f_{11} * f_{22}}{f_{33} * f_{44}} \quad (1.5)$$

Практика анализа ОС ИК свидетельствует о существенном влиянии вида ОС на эффективность их функционирования. Поэтому необходима разработка модели ОС, исследование ее свойств и выбор оптимальной структуры. В силу этого в качестве базового в настоящем исследовании выберем метод имитационного моделирования [19, 50, 54, 57]. Этот выбор обусловлен

необходимостью оценки эффективности того или иного варианта ОС в процессе ее синтеза и анализа (Рисунок 1.18).



Рисунок 1.18. Классификация методов анализа и синтеза ОС

Процедура синтеза ОС включает формулировку целей, определение состава подразделений (в том числе количество работающих), определение взаимосвязей отделов. Сначала создается общая структурная схема [40]. Под структурно — параметрическим описанием ОС будем понимать совокупность подразделений с количественными характеристиками и связями между ними. ОС должна быть достаточно подробной для проведения анализа взаимосвязей целей и задач [89]. На этапе внедрения определяется состав основных подразделений, реализующих конкретные бизнес-процессы. Далее каждый бизнес-процесс представляется в виде совокупности бизнес-функций, закрепленных за определенными исполнителями [4, 56, 103]. Затем производится регламентация ОС, которая состоит в определении количественных характеристик исполнителей и аппарата управления, распределении задач между конкретными исполнителями [73]. На этапе функционирования выполняется контроль показателей с учетом возможных отклонений и анализ бизнес-модели, заключающийся в определении степени достижения целей, времени и стоимости выполнения основных бизнес-процессов [81]. И, наконец, выполняется моделирование предложенной ОС, по результатам которого выполняется ее трансформация (Рисунок 1.19).



Рисунок 1.19. Жизненный цикл ОС

Исходя из поставленной цели исследования в ходе выполнения диссертационной работы необходимо решить следующие задачи (Рисунок 1.20):

1. Провести анализ особенностей инжиниринга при реализации инвестиционно-строительных проектов, а также соответствующих методов и моделей формирования организационных структур инжиниринговых компаний.
2. Разработать модели реорганизации организационных структур на основе показателей интенсивности и иерархии технологического графа и оптимизации кадрового состава.
3. Разработать формальные модели взаимосвязи бизнес-процессов и организационной структуры в зависимости от характеристик реализуемых инвестиционно-строительных проектов с учетом количественных оценок взаимосвязи между подразделениями.
4. Выполнить формализованное описание бизнес-процессов через алгоритмическую последовательность его бизнес-функций с последующим представлением в виде сети массового обслуживания.

5. Реализовать модели исследуемых бизнес-процессов инжиниринговой компании с использованием формализмов типовых элементарных блоков, выполнить моделирование для различных типов организационных структур.

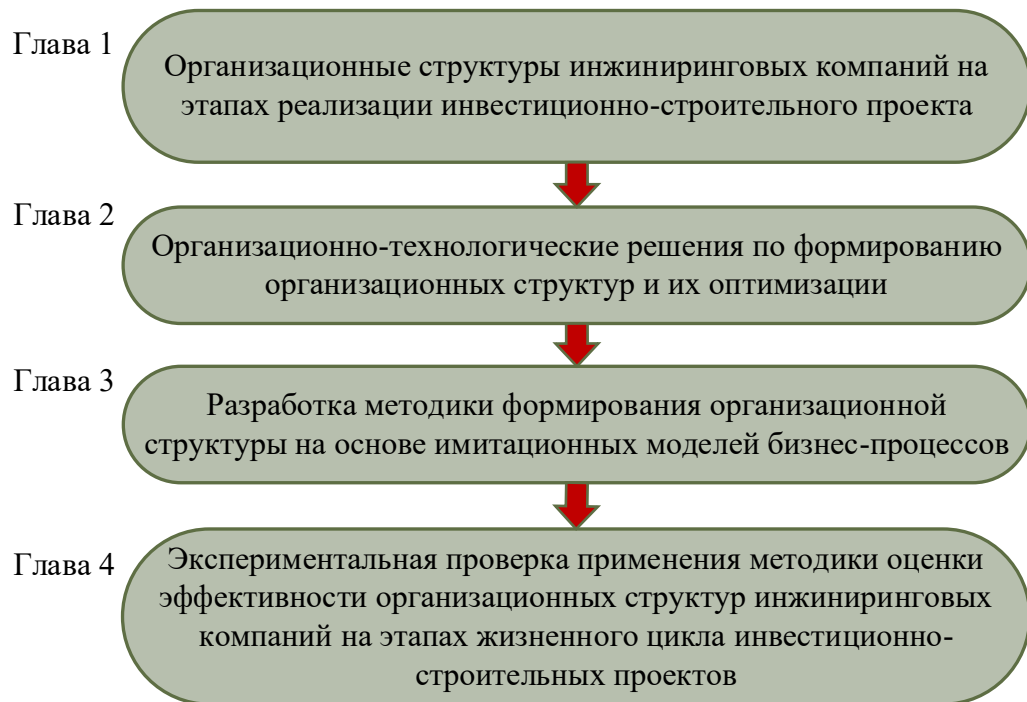


Рисунок 1.20. Структура работы

6. Разработать методику формирования организационной структуры инжиниринговой компании на основе предложенных методов моделирования.

7. Практическое внедрение разработанной методики в ходе реализации инвестиционно-строительного проекта.

В ходе реализации задач исследования использовалась система имитационного моделирования GPSS-STUDIO с использованием которой разработаны обобщённые параметрически настраиваемые имитационные модели оценки эффективности ОС.

Выводы по главе 1

1. С позиций системного подхода проанализированы особенности инжиниринга в сфере строительства. Сделан вывод о том, что организационная структура инжиниринговой компании представляет собой сложную систему, в которой каждая часть взаимосвязана с остальными и влияет на общую эффективность работы компании. Сделан вывод о том, что инжиниринговые

компаниям выполняют широкий спектр функций, решают комплексные задачи и обладают рядом уникальных особенностей, что позволяет им играть ключевую роль в реализации инвестиционно-строительных проектов. Проведенный анализ показал необходимость дальнейшего развития моделей и методов проектирования организационных структур управления инжиниринговых строительных компаний с целью повышения эффективности реализации инвестиционно-строительных проектов, сокращения времени строительства, улучшения финансово-экономических результатов работы.

2. Проанализированы базовые типы ОС, а именно: иерархические, органические, функциональные, процессные, матричные, многомерные (3-D структуры) и оценена возможность их применения в ИК в зависимости от изменчивости объемов работ и типов реализуемых проектов. Показано, что выбор ОС должен основываться на стратегических целях компании, объемах работ, учета различных внутренних и внешних факторов.

3. Анализ задач по улучшению и оптимизации ОС ИК (приведение численности персонала в соответствие с объемом и сложностью бизнес-процессов компании, изменение числа уровней управления), концепции и механизмов управления организационной структурой позволил обосновать необходимость разработки организационно-технологических решений по формированию ОС и их оптимизации с использованием моделей бизнес-процессов.

4. Проанализированы показатели оценки эффективности функционирования организационных структур, которые дают возможность экспертной оценки организационных издержек при выполнении инжиниринговой компанией заданной совокупности бизнес-процессов. Приведенная совокупность показателей позволила сформировать интегральный показатель эффективности организационной структуры на основании присвоения весовых коэффициентов каждому блоку и каждому показателю в блоке.

5. Рассмотрены методы анализа и синтеза ОС. Обоснована целесообразность использования метода имитационного моделирования с целью оценки эффективности того или иного варианта организационной структуры на

базе разработки формализованных моделей описания БП для оценки временных характеристик реализации процессов в выбранной ОС ИК в виде сети массового обслуживания.

ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СТРУКТУР И ИХ ОПТИМИЗАЦИИ

2.1. Принципы оптимизации организационных структур на основе показателей интенсивности взаимодействия подразделений

После определения типа ОС вторым важным организационно-технологическим решением по формированию ОС является ее оптимизация: сокращение уровней управления, укрупнение подразделений, децентрализация полномочий, создание центров ответственности, формирование проектных команд, внедрение системы управления по целям.

На основе проведенного в работе анализа выделен ряд принципов, при соблюдении которых можно построить наиболее рациональную ОС:

1. Принципа минимизации взаимодействий (заключается в такой группировке работ, при которой интенсивность внутренних связей отдела превышает интенсивность внешних).

2. Принцип равномерности загрузки (определяется на основании коэффициентов загрузки).

3. Принцип единоначалия (сводится к оценке доли исполнителей с отчетностью по работе только одному руководителю). Это позволяет провести вычисление доли трудоемкости работ, контролируемых одним руководителем.

4. Принцип координирования взаимодействия подразделений (сводится к заключению — чем выше степень взаимодействия подразделений, тем лучше). Этот принцип обратным образом коррелирует с количеством уровней иерархии ОС.

Следующим организационно-технологическим решением является распределение функций и полномочий между руководителями и исполнителями, установление взаимодействия между подразделениями, формирование системы мотивации и стимулирования.

Для реализации этого решения необходимо построение формальной модели взаимодействия отделов ИК и оценки интенсивностей существующих связей. С этой целью предлагается построение матрицы интенсивностей существующих связей. Если количество подразделений равно m , то матрица имеет размерность $m \times m$. Столбцы соответствуют подразделениям с исходящими распоряжениями, а строки — с исполняемыми. Интенсивность связей между подразделениями обозначим как w_{ij} . Диагональные элементы представляют собой интенсивности внутренних связей, то есть $w_{ii} = w_{0j}$. Интенсивность может оцениваться количеством документов, числом контактов, не относящихся к документообороту и т. д.

Интенсивность связей между подразделениями i и j представляет собой сумму:

$$w_{ij}^* = w_{ij} + w_{ji}, \quad (2.1)$$

где w_{ij} — интенсивность, в которой инициатором является отдел i , а w_{ji} — интенсивность, в которой соответственно инициатором является отдел j .

В расширенном виде с учетом всевозможных контактов и различных документов интенсивность связей между подразделениями i и j можно представить в виде:

$$w_{ij}^{dk} = D_{ij} + K_{ji}, \quad (2.2)$$

где $D_{ji}; D_{ij}$ — число документов между подразделениями j и i , когда инициатором является подразделение j и i , соответственно; аналогично $K_{ji}; K_{ji}$ представляет собой число других контактов.

При этом внешняя интенсивность подразделения представляет собой сумму соответствующих интенсивностей со всеми остальными подразделениями, за исключением диагональных элементов, представляющих внутренние связи:

$$w_I = \sum_{i=1}^m w_{ij} + \sum_{j=1}^m w_{ji} - \sum_{i=j} w_{ij}, \quad (2.3)$$

где: m — размерность матрицы интенсивностей.

Кроме показателя интенсивности другим полезным показателем является удельное время для реализации связей между отдельными подразделениями,

включая оформление соответствующих документов. Время T_I , представляющее внешнее время взаимодействия, соответственно, равно:

$$T_I = \sum_{i=1}^m Tw_{ij} + \sum_{j=1}^m Tw_{ji} - \sum_{i=j} Tw_{ij}, \quad (2.4)$$

где Tw_{ij} представляет собой время взаимодействия между соответствующими подразделениями с инициаторами i и j (аналогично интенсивности w_{ij}).

С учетом T_I удельный вес времени $\delta_{Tw_{ij}}$ на взаимодействие соответствующих подразделений определяется как:

$$\delta_{Tw_{ij}} = T_I / T_{\Sigma}, \quad (2.5)$$

где T_{Σ} представляет собой годовой фонд времени работы подразделений.

В рамках решения задачи кадрового обеспечения ОС принимаются организационно-технологические решения по определению численности, подбору и расстановке персонала, его обучению и повышению квалификации.

Организационно-технологические решения, направленные на совершенствование системы управления организационной структурой, предполагают внедрение информационных технологий, автоматизацию бизнес-процессов, оптимизацию документооборота, а также внедрение системы контроля и мониторинга.

С целью обеспечения развития ОС проводится реинжиниринг бизнес-процессов, внедряется система менеджмента качества, что позволяет придать ОС свойства гибкости и адаптивности.

Данные организационно-технологические решения позволяют сформировать эффективную ОС, оптимизировать управленческие процессы и обеспечить устойчивое развитие ИК.

2.2. Формирование технологического графа организационной структуры

Как отмечается в большинстве работ по оценке эффективности ОС, одна из важнейших задач руководства состоит в формировании рациональной ОС, однако

понятию рациональности ОС при этом не дается формального определения для ее количественной оценки.

Одним из критериев оценки эффективности и качества ОС является оптимальность организационной иерархии, которая определяется через рациональное количество уровней управления, а также эффективность вертикальных и горизонтальных связей. Структура технологических и информационных потоков между подразделениями компании при реализации бизнес-процессов (БП) в значительной степени определяет ОС, что ставит задачу разработки модели управления технологическими связями БП.

Для количественной оценки эффективности ОС будем использовать понятие технологического графа. С формальной точки зрения технологический граф представляет собой ориентированный граф без петель, вершинам которого соответствуют работы, выполняемые конкретными исполнителями, а ребрам — потоки между ними (взаимодействия между исполнителями и пересылаемые документы в условных единицах).

Технологический граф всей совокупности БП ИК не имеет петель, а его множество вершин P соответствует всем БП и представляет собой орграф (направленный граф) $T = \langle P, G_T \rangle$, ребра $(u, v) \in G_T$ которого взвешены численными значениями l_T -мерных компонентов:

$$l_T: G_T \rightarrow R_+^r, \quad \forall (u, v), \quad l_T(u, v) \geq 0. \quad (2.6)$$

Значение $l_T(u, v)$ r — компонентного потока определяет интенсивности этих потоков из вершины u технологического графа к вершине v .

Вершины технологического графа это БП, каждый из которых предполагает реализацию совокупности БФ, за каждой из которых закреплены исполнители, имеющие назначенные должности и соответствующие права и обязанности. Им также соответствуют конечные рабочие места в структуре компании.

Каждая связь $(u, v) \in G_T$ построенного технологического графа вместе с ее весом предполагает наличие количественных оценок потоков сырья, материалов, энергии, работ, информации и т. п.

Если рассматривать связи технологического графа, то в большей степени они будут наблюдаться между вершинами, соответствующими БФ одних и тех же БП. Если в качестве потоков рассматривать объемы «устной информации» вместе с «документально подтвержденными указаниями», то в качестве примера можно привести технологический граф ИК (Рисунок 2.1).

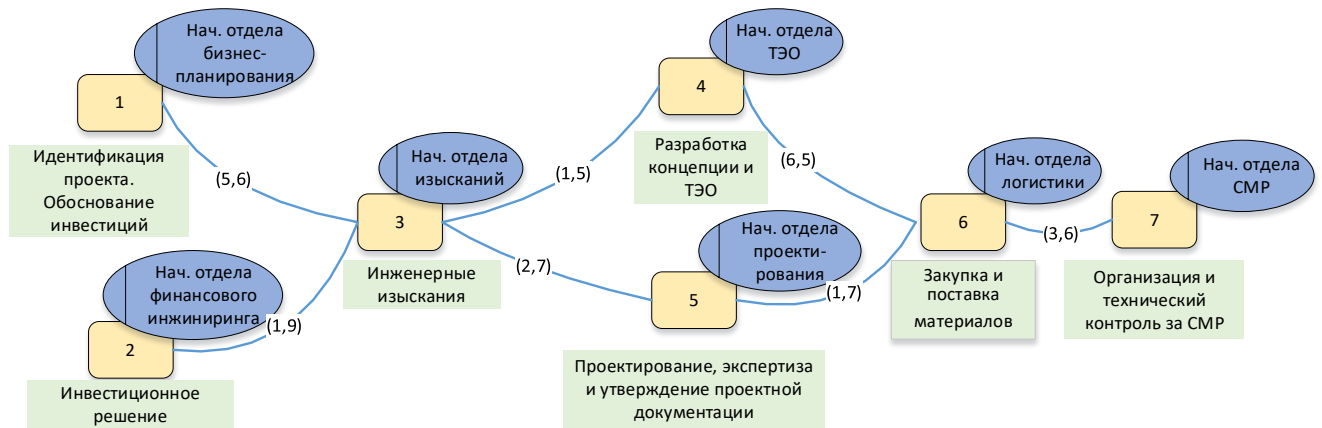


Рисунок 2.1. Пример технологического графа инженеринговой компании

Вершины технологического графа представляют собой обобщенные операции в ходе реализации всех БП компании. При построении формальной модели технологического графа ИК можно ограничиться лишь назначением ответственных исполнителей всех БП. Однако для повышения эффективности управления всей деятельностью компании более эффективно иметь средства контроля при передаче указаний между исполнителями всех БП, то есть некий подграф управления верхнего уровня. В этом случае предлагается использовать двухуровневую схему технологического графа.

Задача сводится к формированию подграфа верхнего уровня (подграфа управления). Узлы подграфа верхнего уровня будут представлять собой руководителей, а нижнего уровня — ответственных исполнителей БП. Узлы верхнего и нижнего уровней связаны направленными дугами. Предполагается, что имеет место направленность дуги от исполнителя к руководителю.

Для контроля над исполнителями технологических операций технологического графа можно создать множество подграфов верхнего уровня, например из трех новых вершин (Рисунок 2.2).

Этот подграф контролирует все семь вершин нижнего уровня (Рисунок 2.2) и трех дополнительных узлов: I, II, III. Дополнительный узел I контролирует работы предпроектной фазы (разработка инвестиционного решения и проведение инженерных изысканий), узел II контролирует работы проектной фазы и фазы строительства, узел III контролирует прединвестиционный этап и работу двух новых узлов контролеров I и II.

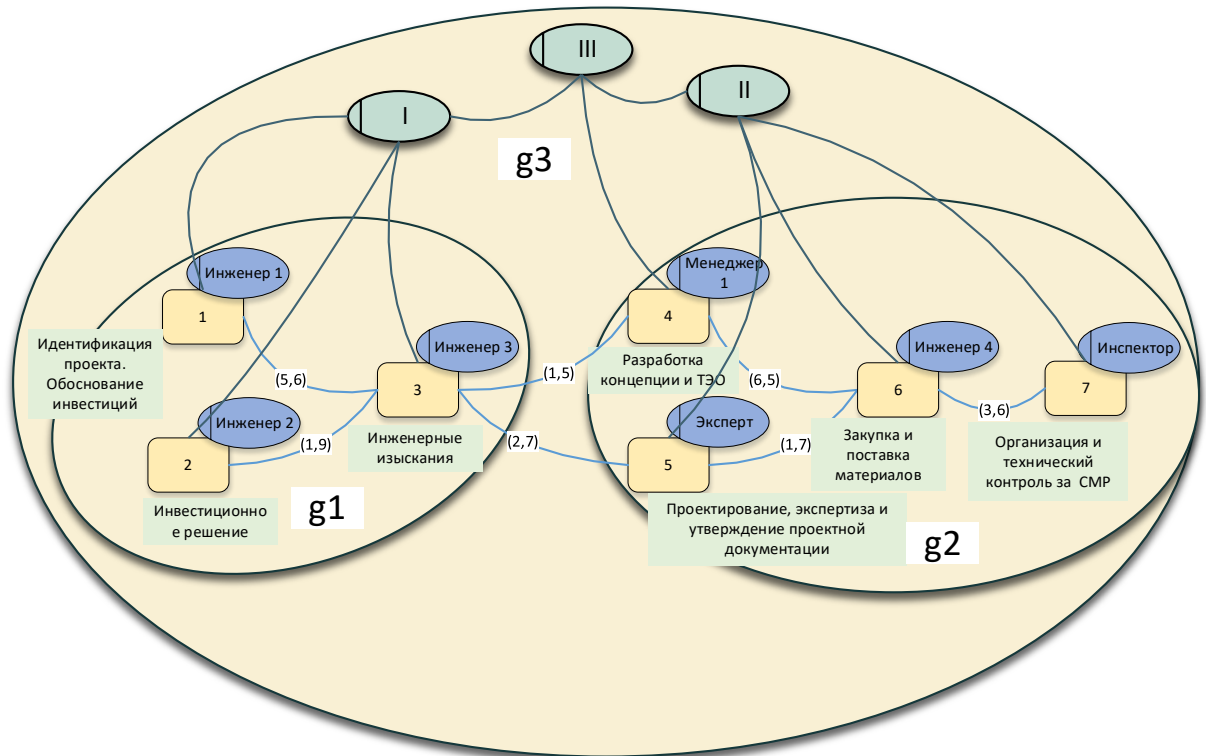


Рисунок 2.2. Пример построения подграфа управления в технологическом графе инжиниринговой компании

Можно видеть, что вершины верхнего подграфа связаны со всеми вершинами нижнего, то есть выполняется контроль деятельности всех БП. В результате поиск рациональной структуры управляющего подграфа ОС (подграфа «верхнего» уровня) связан с оценкой затрат на содержание ОС. В свою очередь каждый БП можно представить в виде совокупности БФ, а технологический граф в виде иерархической структуры — дерева, вершины которого связаны с определенными подразделениями инжиниринговой компании, выполняющими тот или иной БП. Тогда задача формирования ОС сводится к построению дерева с

минимальным количеством уровней, обеспечивающего необходимые взаимосвязи между подразделениями ИК.

В качестве критерия экономической эффективности ОС используются затраты на содержание ОС (операционные издержки), которые включают в себя затраты на функционирование узлов, пропорциональные потокам, контролируемым узлами, а также затраты на организацию рабочих мест и заработную плату персонала. Для оценки затрат на содержание верхнего подграфа будем использовать понятие группы. Группа $g(v)$, определяемая узлом v подграфа верхнего уровня, представляет собой подграф нижнего уровня, состоящего из вершин технологического графа подчиненных узлу v графа верхнего уровня. Понятие подчиненности можно определить как наличие направленного пути из вершины технологического графа в узел v подграфа верхнего уровня. Группа первого узла верхнего подграфа представляет собой подграф вершин $\{1, 2, 3\}$ подграфа нижнего уровня (технологического графа), группа второго узла — $\{4, 5, 6, 7\}$, а группа третьего узла верхнего подграфа представляет собой подграф вершин $\{I, II\}$ технологического графа. Группы вершин технологического графа представляют собой подмножества из единственной самой этой вершины.

В общем случае, для каждого узла v графа верхнего уровня имеет место множество непосредственно подчиненных узлов подграфа нижнего уровня — $Q(v)$. Для третьего узла графа верхнего уровня непосредственно подчиненными являются узлы I и II, хотя подчиненными являются узлы I, II и все узлы технологического графа.

Исходя из определения группы вытекает, что группа $g(v)$ узла v графа верхнего уровня представляет собой объединение всех групп $g(v')$ для узлов v' непосредственно подчиненных v , т. е. справедливо соотношение:

$$g(v) = \bigcup_{v' \in Q(v)} g(v'). \quad (2.7)$$

Для оценки интенсивности контролируемых потоков положим, что узел v верхнего подграфа регулирует потоки только между узлами технологического графа, которые прямо подчинены ему в группе $g(v)$. Это означает, что вектор

интенсивностей $l_T(g)$ общего потока внутри подграфа между вершинами группы $g(v)$ может быть определен с помощью следующего соотношения:

$$l_T(g) := \sum_{\substack{(u,v) \in E_T \\ (u,v) \in g}} l_T(u, v). \quad (2.8)$$

Кроме того, потоки $l_T(g(v_1)), \dots, l_T(g(v_n))$ контролируются не узлом v , а другими узлами, которые непосредственно подчинены узлу v . Здесь n обозначает количество узлов в подграфе верхнего уровня. Таким образом, узел v в верхнем подграфе может напрямую контролировать:

$$L_T(g) = l_T(g(v)) - l_T(g(v_1)), - \dots -, l_T(g(v_n)), \quad (2.9)$$

где $g(v_1), \dots, Ug(v_k)$ — группы в узлах, которые прямо подчинены узлу v , а $\{v_1, \dots, v_k\} = Q(v)$.

Это означает, что структура контроля потоков в графе может быть организована в соответствии с иерархической системой, где верхний узел контролирует потоки между узлами нижнего уровня через промежуточные узлы. Такой подход позволяет эффективно управлять и распределять потоки данных в сложных системах.

Построение такого обобщенного графа верхнего и нижнего уровней, позволяет решать задачу организации контроля для всех имеющихся связей технологического графа. При этом, в организационном порядке, необходимо назначение ответственного исполнителя за реализацию контроля выполнения обмена по данной связи. При выполнении условия связности технологического графа существует возможность контроля всех его связей, то есть контроля деятельности всех исполнителей.

Для поддержания функционирования каждого узла подграфа верхнего уровня необходимы дополнительные затраты. Предположим, что эти затраты зависят от потоков $L_T(v)$, что связано с выполнением работ по реализации этих потоков узлами подграфа верхнего уровня. Для формирования оценок этих затрат необходимо построение некоторой функции затрат $F(L_T(v)) \geq 0$, которая естественным образом зависит от этих потоков.

Подграф верхнего уровня формально может быть представлен как:

$$G = \langle V, E \rangle, \quad (2.10)$$

где V — совокупность управляющих узлов подграфа верхнего уровня, для которых множество подчиненных узлов непустое;

E — множество дуг орграфа, определяющих подчиненность вершин подграфов верхнего и нижнего уровней.

Суммарные затраты на содержание узлов подграфа верхнего уровня определяются как:

$$SP(G) = \sum_{v \in V} F(L_T(v)). \quad (2.11)$$

Эти функции $F(L_T(v))$ естественным образом зависят от общего векторного объема потоков в связях, которые непосредственно контролируют заданную вершину, так как $L_T(v) = \sum_{i=1}^n L_i(v)$. Для формирования такой функции сделаем несколько предположений. Первое предположение — затраты на содержание возрастают при возрастающем значении объемов любой компоненты потока, т. е. функция является монотонно возрастающей. Второе предположение — функции затрат $F(L_i(v))$ являются выпуклыми по каждому -му компоненту. Это можно объяснить наличием человеческого фактора. При увеличении объема перерабатываемой информации скорость переработки уменьшается, поскольку возрастает загрузка исполнителей. Третье предположение — существуют начальные затраты, связанные с созданием рабочего места, заработной платой исполнителей и т. д.

2.3. Модели выбора типа организационной структуры инжиниринговой компании на основе показателей интенсивности и иерархии технологического графа

Модель выбора типа организационной структуры инжиниринговой компании на основе показателей интенсивности и иерархии технологического графа представляет собой методологический подход, позволяющий оптимизировать структуру управления компанией с учетом специфики выполненных работ и этапов реализации инвестиционно-строительного проекта.

Основными компонентами модели являются показатели интенсивности обмена между вершинами технологического графа и показатель иерархии технологического графа.

Для проектирования квазиоптимальной ОС введем дополнительное предположение для функций $F(L_i(v))$, считая, что они представляют собой линейные комбинации вектора интенсивностей потока:

$$F(L_i(v)) = F^\nabla(a_1 L_1 + \dots + a_n L_n), \quad (2.12)$$

причем $F^\nabla(\bullet)$ — представляет собой выпуклую функцию, а a_i — коэффициенты при векторах L_i .

Далее предположим, что сформирован верхний подграф G с узлами v_1, \dots, v_n , для которых определены группы g_1, \dots, g_n с соответствующими величинами потоков L_1, \dots, L_n . Суммарные затраты на содержание узлов подграфа верхнего уровня ОС определяется как:

$$SP(L) = \sum_{i=1}^n F(L_i). \quad (2.13)$$

Тогда суммарный поток определяется как:

$$L_T = \sum_{i=1}^n L_i. \quad (2.14)$$

Очевидно, что за счет перераспределения потоков между узлами подграфа верхнего уровня можно варьировать составляющей затрат на функционирование узлов ОС. Балансировка загрузки узлов подграфа верхнего уровня производится за счет увеличения нагрузки узла с минимальной функцией затрат и снижения нагрузки другого узла в соответствии с выражением:

$$(L'_1, \dots, L'_n) = \arg \min_{L_1, \dots, L_n} [\sum_{i=1}^n F(L_i)]. \quad (2.15)$$

Поскольку введенные функции $F(L_i(v))$ представляют собой линейные преобразования, то возможен вариант перехода к другой постановке задачи в скалярной форме с выпуклой функцией затрат $F^\nabla(\bullet)$ и скалярными потоками. При этом равномерное распределение нагрузки $L_1^\nabla = \dots = L_n^\nabla = \frac{L_T}{n}$ в подграфе верхнего уровня будет наиболее рациональным. Затраты на содержание ОС с n узлами верхнего подграфа и нагрузкой L_T при этом будет вычисляться на основании

функции $F^\nabla\left(\frac{L_T}{n}\right)$, что приводит к минимальному значению расходов на содержание ОС ИК $SP(L) = n^* * F^\nabla\left(\frac{L_T}{n^*}\right)$. При решении данной задачи произвольное распределение нагрузки в подграфе верхнего уровня реализовать нельзя, поскольку оно сильно зависит от групп узлов нижнего уровня, а также узлов, которые непосредственно подчинены этим группам. В общем случае, при формировании подграфа верхнего уровня оптимальность не имеет места, если возможно перераспределение подчиненных узлов от некоторого узла v' узлу v'' , для которого загрузка меньше.

Постановка задачи оптимизации ОС ИК является достаточно сложной с точки зрения вычислительных затрат. Однако замена поиска оптимального решения на квазиоптимальное (по результату не сильно отличающегося от оптимального) приводит к возможности разработки эвристических алгоритмов. Для решения поставленной задачи оптимизации структуры ОС ИК в работе предлагается использовать следующий эвристический алгоритм (Рисунок 2.3):

Шаг 1. Ввод исходных данных. Задание начального значения переменной цикла.

Шаг 2. Поиск приближенного числа вершин подграфа верхнего уровня технологического графа: $n^* = \arg \min_{n=1..|N|-1} n F^\nabla\left(\frac{L_T}{n}\right)$.

Равномерное распределение общего потока по всем n вершинам подграфа верхнего уровня соответствует минимуму затрат.

При этом минимальный затраты на содержание ОС составляют $SP(L) = n^* * F^\nabla\left(\frac{L_T}{n^*}\right)$.

Шаг 3. Определение наилучшего значения потока $L = L_T/n^*$, приходящегося на каждую вершину подграфа верхнего уровня.

Шаг 4. Увеличение или уменьшение загрузки узлов подграфа верхнего уровня технологического графа с целью приближения полученного контролируемого потока к L . Вычисление суммарных затрат на данный вариант

ОС. Изменение принимается, если происходит сокращение суммарных затрат $\Delta SP(L)_j < 0$.

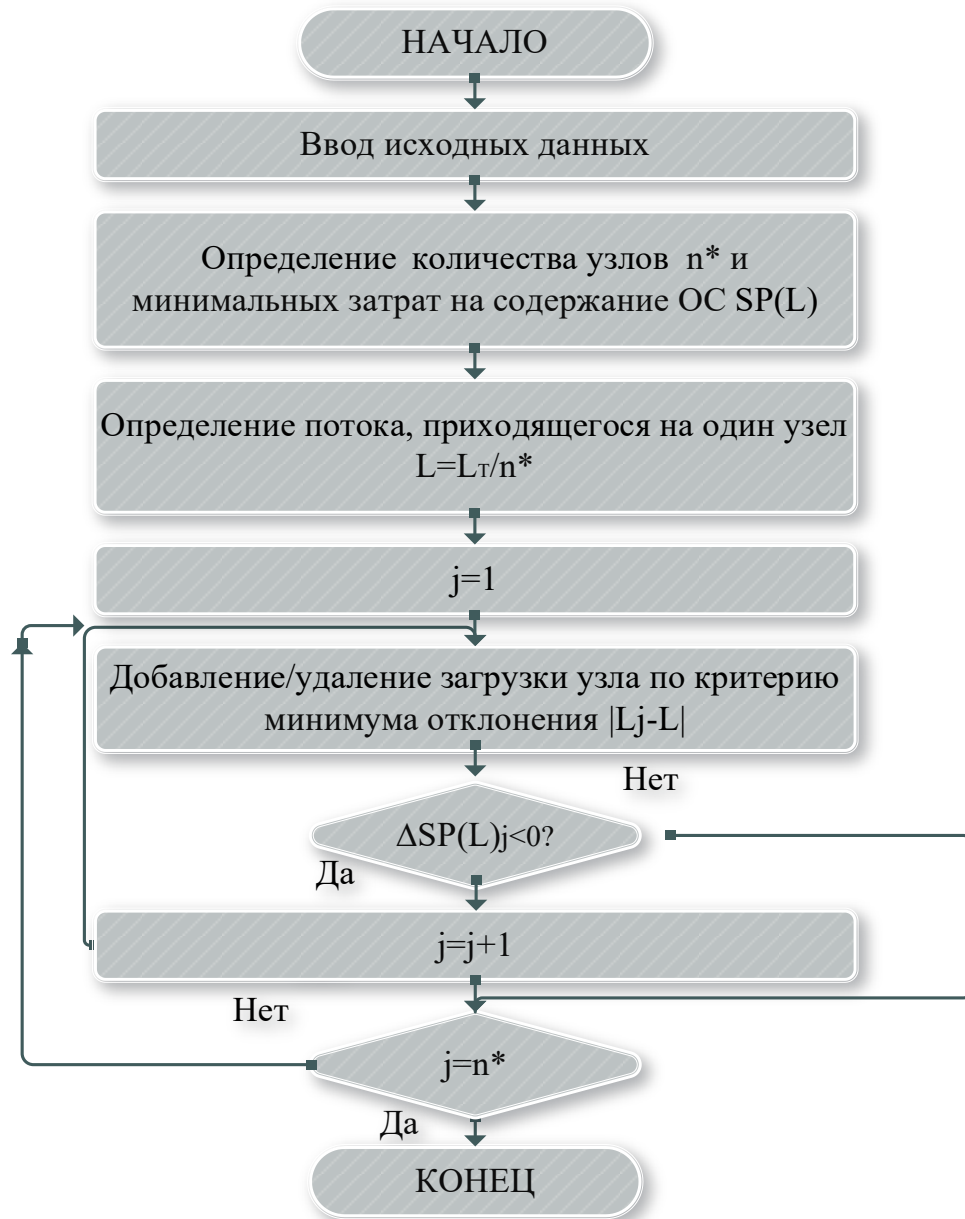


Рисунок 2.3. Алгоритм синтеза ОС инжиниринговой компании

Решение считается найденным, если все связи технологического графа контролируются узлами подграфа верхнего уровня.

Шаг 5. Рассматривается следующая вершина и действия 4 шага повторяются. После просмотра всех вершин алгоритм заканчивает свою работу.

Рассмотрим пример формирования подграфа верхнего уровня технологического графа ИК, приведенного на рисунке 2.5. Пусть затраты на

функционирование узла верхнего уровня $F(L)$ пропорциональны квадрату его загрузки $F(L_i)^2$, то есть потоку, контролируемому этим узлом.

Тогда с учетом постоянных затрат $F(L_0)$, связанных с организацией рабочего места и заработной платой на содержание узла подграфа верхнего уровня суммарные затраты определяются как:

$$SP(L) = \sum_{i=1}^n (F(L_i)^2 + F(L_0)) \quad (2.16)$$

Рассмотрим работу алгоритма на примере, задав условные значения. Пусть $F(L_0) = 400$ для всех узлов подграфа верхнего уровня. В технологическом графе (Рисунок 2.4) сумма всех потоков равна: $L_T = 64$. Тогда в соответствии с приведенным алгоритмом величина наилучшего потока равна $L = 16$, $n^* = 4$, $SP(L) = 2624$. Это минимально возможные затраты на содержание «идеальной» ОС. При наличии четырех узлов в подграфе верхнего уровня существует несколько вариантов загрузки узлов.

Для структуры, представленной на рисунке 2.4: $L_I = 25, L_{II} = 17, L_{III} = 11, L_{IV} = 11$. При этом затраты на содержание ОС $SP(L) = 2756$.

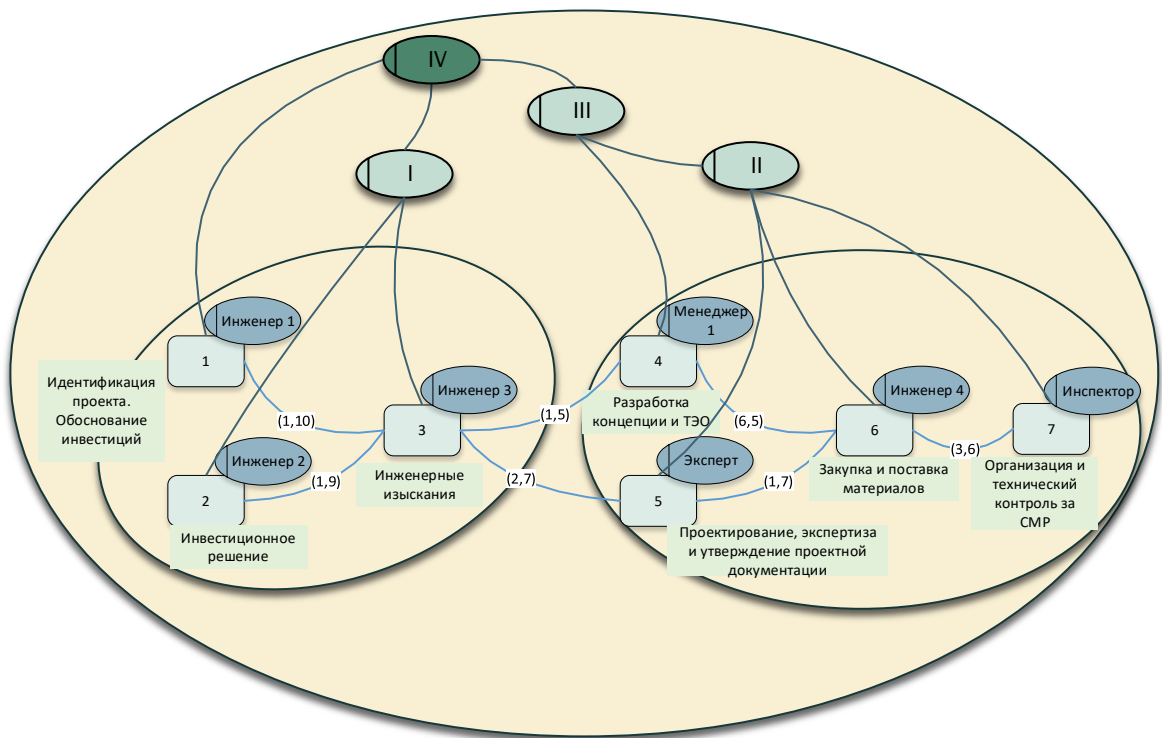


Рисунок 2.4. Подграф управления с четырьмя вершинами

Для структуры, представленной на рисунке 2.5: $L_I = 15, L_{II} = 17, L_{III} = 11, L_{IV} = 21$. При этом затраты на содержание ОС $SP(L) = 2676$.

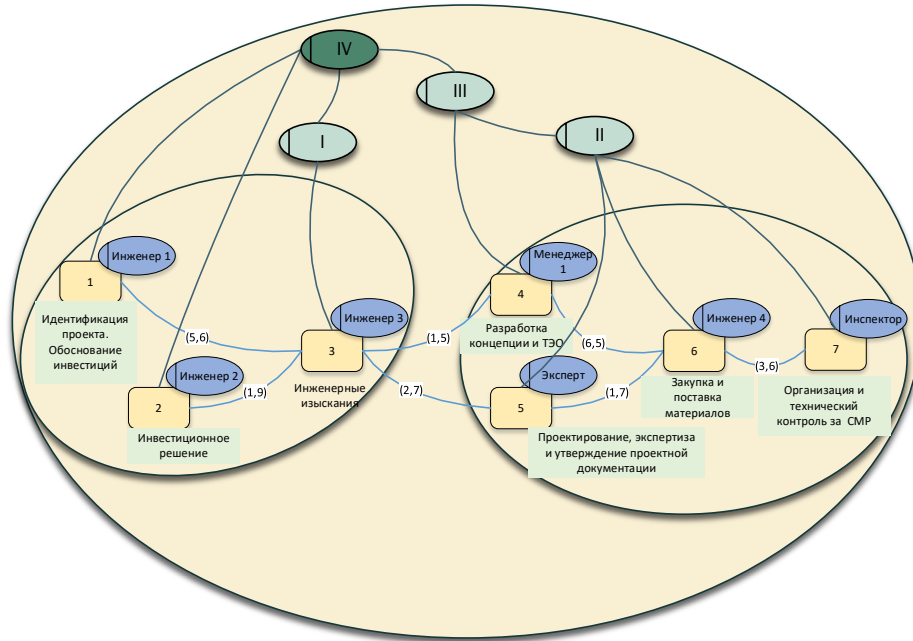


Рисунок 2.5. Перераспределение потоков между узлами подграфа управления с четырьмя вершинами

При дальнейшем увеличении количества вершин верхнего уровня (Рисунок 2.6) затраты на содержание ОС увеличиваются, так как $L_I = 15, L_{II} = 17, L_{III} = 11, L_{IV} = 10, L_V = 11$ с и $SP(G) = 2856$ (Таблица 2.2).

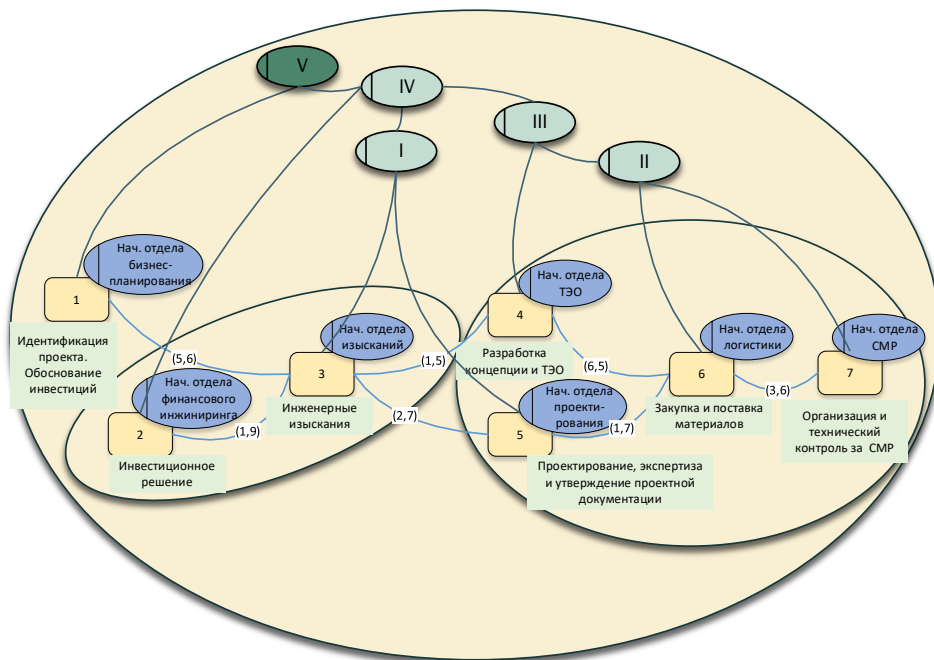


Рисунок 2.6. Подграф управления с пятью вершинами

Таблица 2.2. Выбор оптимального числа вершин подграфа управления

| Номер вершины | Количество связей вершины | | | | |
|---------------|---------------------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|
| | ОС рис. 2.5 | ОС р ис. 2.7 | ОС рис. 2.8 | ОС рис. 2.9 | Идеальная ОС |
| I | 36 | 25 | 15 | 15 | 16 |
| II | 17 | 17 | 17 | 17 | 16 |
| III | 11 | 11 | 11 | 11 | 16 |
| IV | 0 | 11 | 21 | 10 | 16 |
| V | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 |
| Затраты | 2906 | 2756 | 2676 | 2856 | 2624 |

Таким образом отклонение приближенного решения от оптимального составило 5 % (Рисунок 2.7).

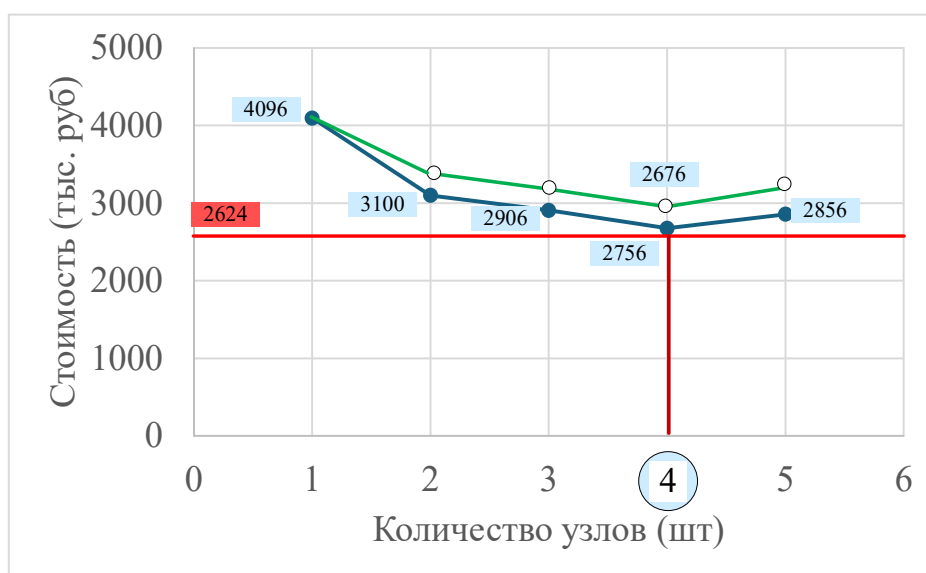


Рисунок 2.7. Зависимость суммарных затрат на содержание узлов подграфа верхнего уровня ОС от числа вершин подграфа управления

Зеленая кривая соответствует значениям стоимости, полученной за счет перераспределения потоков при одинаковом количестве вершин подграфа верхнего уровня. Полученные результаты подтверждают предположение о том, что равномерная загрузка всех узлов подграфа верхнего уровня наиболее рациональна.

Были построены зависимости суммарных затрат на содержание узлов подграфа верхнего уровня ОС при различных значениях суммарного потока (Рисунок 2.8), для трех вариантов:

1. Один менеджер (зеленая кривая К3).

2. Один менеджер и один помощник (красная кривая K2).
3. Один менеджер и два помощника (синяя кривая K1).

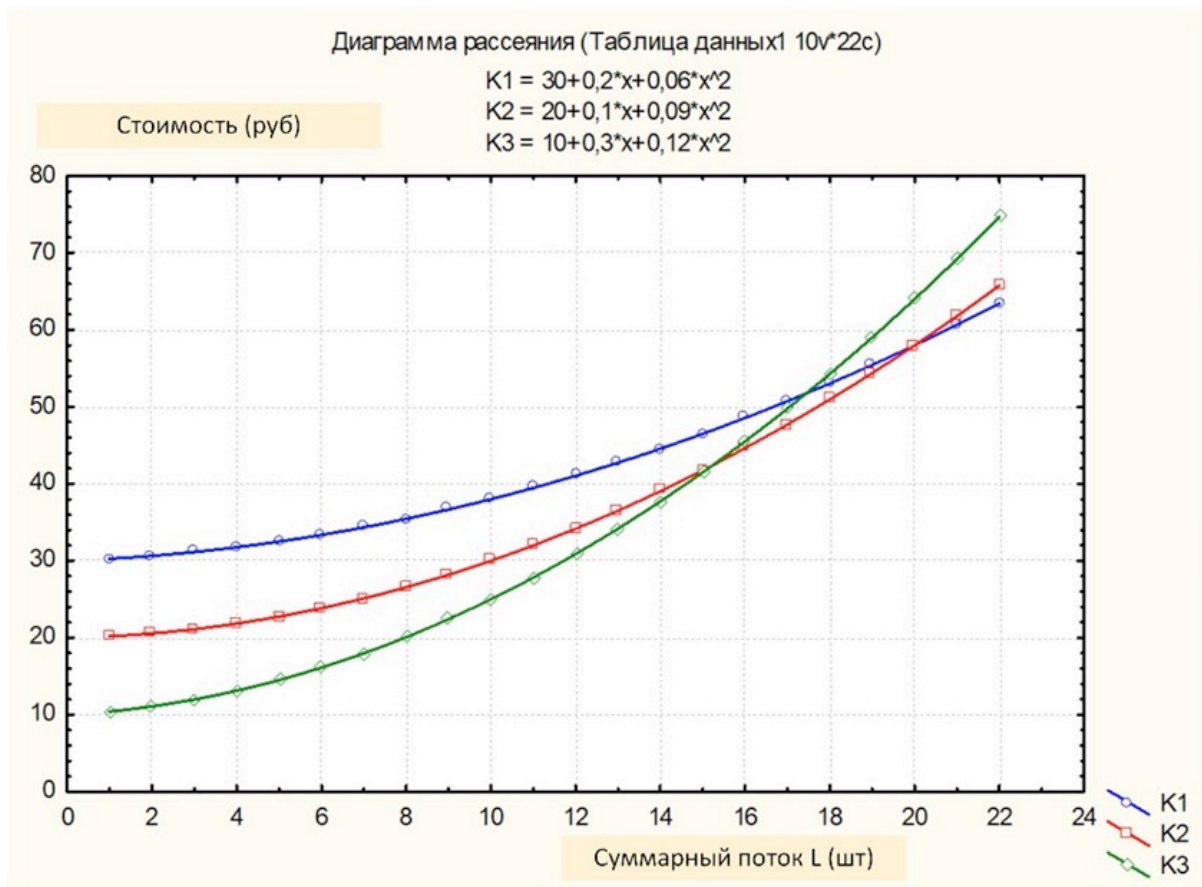


Рисунок 2.8. Зависимость расходов на содержание узлов верхнего уровня от суммарного потока для разного количества исполнителей

В приведенном примере считалось, что можно использовать только по одному менеджеру в каждом узле подграфа верхнего уровня. Однако из практического анализа работы менеджеров в крупных компаниях можно утверждать, что загрузка менеджеров растет с возрастанием его уровня в верхнем подграфе организации. Это в свою очередь приводит к повышению общих расходов на содержание соответствующих узлов подграфа верхнего уровня и приводит к необходимости привлекать дополнительных помощников, секретарей и другой вспомогательный аппарат.

Данные графики показывают, что при линейном росте потока более эффективным является наличие одного менеджера, а затем с увеличением потока требуется добавление помощников. Их количество зависит от величины потока. В общем случае помощники не являются лицами, принимающими решения. Однако

их участие в работе помогает менеджеру в принятии более рациональных решений.

Таким образом, в результате модельных экспериментов показано, что при формировании подграфа верхнего уровня можно использовать не одного, а множество сотрудников в целях повышения эффективности контроля и управления.

Предложенная модель обеспечивает повышение эффективности управления ИСП за счет точного подбора структуры, учитывающей реальную нагрузку и сложность проекта, гибкость и адаптивность ОС под изменяющиеся параметры, а также оптимизацию использования кадровых ресурсов.

Таким образом, данная модель служит инструментом анализа и принятия решений по организации ОС инжиниринговой компании, позволяя повысить эффективность реализации инвестиционно-строительных проектов.

2.4. Модели взаимосвязи бизнес-процессов и организационной структуры в зависимости от характеристик реализуемых инвестиционно-строительных проектов с учетом количественных оценок интенсивности взаимодействия между подразделениями

Модель взаимосвязи бизнес-процессов и организационной структуры инжиниринговой компании в зависимости от характеристик реализуемых инвестиционно-строительных проектов с учетом количественных оценок интенсивности взаимодействия между подразделениями позволяет проводить сценарный анализ изменения бизнес-процессов и организационной структуры при изменении условий проекта, что повышает адаптивность и эффективность управления.

Основные составляющие модели:

1. Характеристики инвестиционно-строительных проектов (учитываются параметры сложности, масштаб, этапность и временные ограничения проекта, которые определяют особенности требуемой организационной структуры и бизнес-процессов).

2. Формализованное описание последовательности бизнес-функций, отражающих выполнение ключевых задач проекта, их алгоритмическая структура и взаимосвязи.

3. Схема взаимодействия подразделений компании, распределение ответственности и ролей, построенная с учетом требований проекта.

4. Количественные оценки интенсивности взаимодействия между подразделениями на основе статистических данных, технологического графа и бизнес-процессов.

Выбор ОС определяется не только эффективностью распределения исполнителей, но и затратами на ее функционирование. Правильное принятие решения о выборе типа ОС влияет на устойчивость компании, ее структурную гибкость, производительность, а также на уровень координации действий и взаимодействия всех участников проекта, так как ОС определяет распределение ответственности между участниками проекта и в значительной степени определяет эффективность работы компании в целом. При выборе оптимальной ОС ИК необходимо учесть ряд факторов, которые могут существенно влиять на успех проекта. Различные характеристики проектов, такие как объемы работ, сложность, сроки выполнения, бюджет и другие факторы, могут потребовать различных подходов к организации работы компании.

Функциональная структура, как следует из ее названия, организована по функциональным подразделениям (например, отдел проектирования, отдел строительства, отдел закупок и т. д.) и подходит для небольших проектов с четко разделенными функциональными обязанностями. К числу достоинств относится возможность обеспечения высокого уровня специализации и контроля над каждым этапом процесса. В такой структуре существуют отдельные подразделения, специализирующиеся на конкретных областях, что позволяет распределить задачи и обязанности между отделами и обеспечить координацию работы.

Матричная структура подходит для проектов средней сложности или экспертного сопровождения нескольких проектов, где требуется согласование

между различными функциональными областями, так как она обеспечивает гибкость и быструю реакцию на изменения в проекте. В этой структуре сотрудники работают над проектом, подчиняясь одновременно непосредственному начальнику и проектному руководителю, что обеспечивает более гибкую и оперативную работу.

Различные типы проектов требуют разных подходов к организации работы. Например, в проектах с высоким уровнем неопределенности и инновационными решениями может быть эффективно использована ОС, обладающая свойствами адаптивности. Таким образом, для инжиниринговых компаний достаточно актуальна задача сбалансированного выбора между функциональной ОС и матричной ОС, в которой исполнители подчинены нескольким руководителям. Правильный выбор типа ОС поможет ИК эффективно управлять разнообразными проектами, обеспечивая высокое качество работ и удовлетворение все возрастающих требований клиентов.

Для матричной структуры предполагается, что имеют место $n = 1, \dots, N$ исполнителей по различным проектам $m = 1, \dots, M$ и $M < N$, которым соответствует определенный тип работ. Каждому проекту соответствует вектор $v = (v_1, v_2, \dots, v_m)$, где $v_j > 0, j \in M$, задающий объемы работ для множества m центров (Рисунок 2.9).

Элемент $y_{ij} \geq$ матрицы $y = \|y_{ij}\|, i \in N, j \in M$ определяет работу i -го исполнителя по j -му проекту. При этом $y_i = (y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{im}) \in R^m$ представляет собой вектор работ i -го исполнителя, а $y = (y_1, y_2, \dots, y_m) \in R^{mn}, i \in N$, определяет комбинированный вектор распределения работ по исполнителям.

Элемент $y_{ij} \geq$ матрицы $y = \|y_{ij}\|, i \in N, j \in M$ определяет работу i -го исполнителя по j -му проекту. При этом $y_i = (y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{im}) \in R^m$ представляет собой вектор работ i -го исполнителя, а $y = (y_1, y_2, \dots, y_m) \in R^{mn}, i \in N$, определяет комбинированный вектор распределения работ по исполнителям.

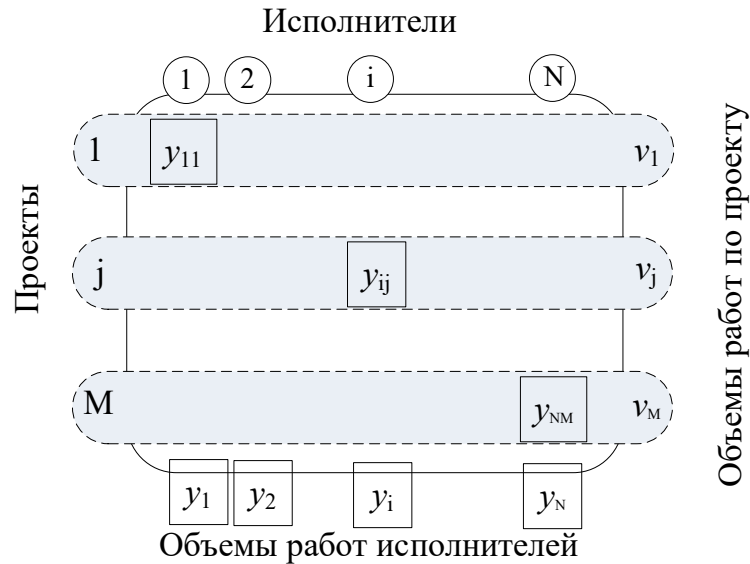


Рисунок 2.9. Распределение работ в матричной ОС

Если задана некоторая функция затрат $c_i(y)$ на выполнение работ i -м исполнителем, то распределение работ по исполнителям должно минимизировать суммарные затраты на выполнение всех работ:

$$SP = \sum_{i \in N} c_i(y) \rightarrow \min, \quad (2.17)$$

с учетом того, что все они будут выполнены:

$$j \in M: \sum_{i \in N} y_{ij} = v_j. \quad (2.18)$$

Если для всех исполнителей функции затрат на выполнение работ будут иметь ряд свойств, включая такое как выпуклость функции затрат, то для решения этой задачи можно использовать методы и алгоритмы выпуклого программирования.

Можно считать, что эта ситуация подходит под определение матричной ОС, эффективность которой определяется непосредственно проектом v_j с минимальной стоимостью выполнения $C_0(v)$.

Альтернативным вариантом взаимосвязи исполнителей с центрами будет функциональная ОС, где каждый исполнитель может выполнять работы только одного проекта, который контролируется определенным центром (Рисунок 2.10).

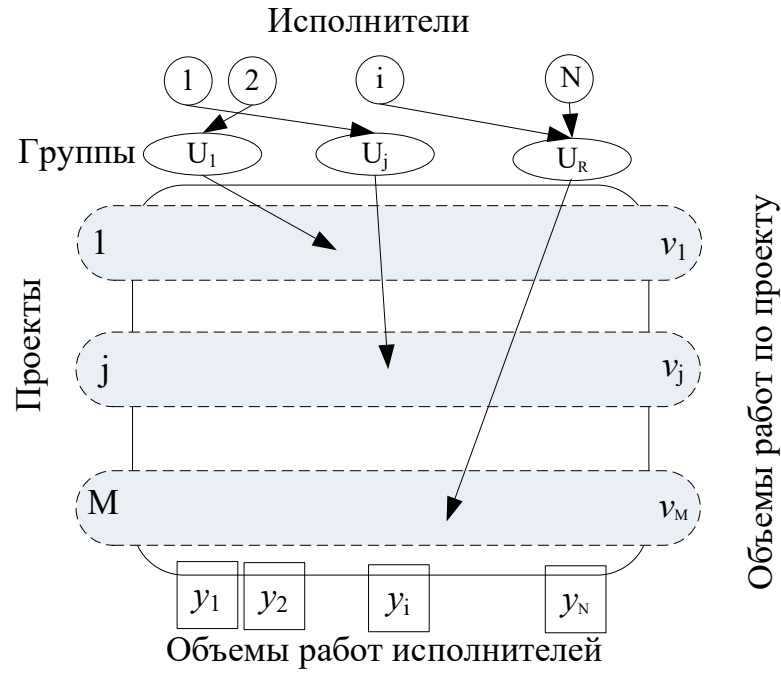


Рисунок 2.10. Распределение работ в функциональной ОС

Распределение объемов каждой из выбранных работ между группами U_r решается аналогично предыдущей, т. е. задачи поиска матричной ОС по принципу минимизации в каждом проекте суммарных затрат на выполнение всех работ [60]:

$$SP = \sum_{i \in U_r} c_{ij}(y_{ij}) \rightarrow \min, \quad (2.19)$$

при условиях

$$j \in M: \sum_{i \in U_r} y_{ij} = v_j. \quad (2.20)$$

где y_{ij} — определяет объем работ i -го исполнителя из множества U_r , $r \in R$.

Обозначим минимальную величину затрат на работы в r -й группе как $C_r(S_r, v_r)$. Тогда оптимизация функциональной ОС будет состоять в поиске начального разбиения U , которое будет давать минимум всех суммарных затрат $\sum_{r \in R} C_r(S_r, v_r)$ для всех проектов. Распределение объемов каждой из выбранных работ между группами U_r решается аналогично предыдущей задаче.

В функциональной ОС каждый исполнитель может выполнять работы только одного проекта и подчиняться только одному руководителю (центру), который осуществляет контроль его деятельности. Для поиска оптимального

решения по выбору структуры подходит математическая постановка задачи о назначении, где каждый исполнитель закрепляется за каким-либо проектом. То есть происходит разделение всего множества исполнителей $i = 1, \dots, N$ на R подмножеств $U = \{U_r\}, r = 1, \dots, R$, по числу функциональных подразделений компании. Если говорить о закреплении подмножеств исполнителей за проектами $j = 1, \dots, M$, то эта задача решается по принципу минимизации организационных издержек при реализации каждого ИСП [60]:

$$SP = \sum_{i \in N} \sum_{j \in M} c_{ij} y_{ij} \rightarrow \min, \quad (2.21)$$

при условии выполнения всего объема работ по j -му проекту:

$$\forall j \in M: \sum_{i=1, N} y_{ij} = v_j. \quad (2.22)$$

где: c_{ij} — затраты на выполнение работ по j -му проекту i -м исполнителем,
 y_{ij} — объем работ, выполняемых i -м исполнителем по j -му проекту,
 v_j — объем работ всех исполнителей подразделения по j -му проекту.

Пусть минимальная величина расходов на j -й проект будет $C_j(S_j, v_j)$, где S_j — затраты на содержание сотрудников, выполняющих j -й проект. Обозначим затраты на реализацию всех проектов оптимальной функциональной ОС как $C_\Phi(v)$ и матричной ОС как $C_M(v)$ и будем рассматривать их как показатели эффективности функциональной и матричной ОС, с учетом того, что они включают дополнительные затраты на организацию рабочих мест сотрудников. Так как функциональная ОС требует меньше расходов на собственное функционирование S_Φ , но не обеспечивает эффективного распределения работ между исполнителями v_Φ , как матричная ОС v_M , затраты на содержание которой S_M выше, то $C_\Phi(v) \geq C_M(v)$. Следовательно оптимальность ОС зависит как от эффективности распределения работ между исполнителями, так и от затрат на функционирование.

Предположим, что количество исполнителей совпадает с количеством проектов, стоимость реализации представляет собой аддитивную функцию, а

приведенные затраты c_{ij} -го исполнителя на реализацию j -го проекта постоянны для любых $i \in N, j \in M$.

В таком случае разбиение множества всех исполнителей превращается в поиск одноэлементных множеств и для оптимизации ОС можно использовать классическую постановку задачи о назначениях в стандартной форме [40]:

$$SP = \sum_{i \in N} \sum_{j \in M} c_{ij} v_j x_{ij} \rightarrow \min_{x_{ij} \in \{0,1\}}, \quad (2.23)$$

при условиях

$$\sum_{j \in M} x_{ij} = 1, i \in N, \quad (2.24)$$

и

$$\sum_{i \in N} x_{ij} = 1, j \in M \quad (2.25)$$

$$x_{ij} \geq 0, \forall i \in N, j \in M.$$

Если предположить, что критерий будет представлять собой линейный функционал, то решение задачи закрепления исполнителей за проектами можно свести к следующей процедуре:

$$y_{ij} = \begin{cases} v_j, & \text{если } i = \operatorname{argmin}_{i \in N} c_{ij} \\ 0, & \text{если } i \neq \operatorname{argmin}_{i \in N} c_{ij}. \end{cases}$$

Из этого следует, что проект будет выполняться тем исполнителем, у которого затраты на его выполнение будут наименьшими. Если не вводить ограничения на возможные объемы, то все проекты могут быть закреплены за одним и тем же исполнителем. Если вводятся ограничения Y_i на потенциальные возможности исполнителя, то эта задача приводится к стандартной транспортной задаче [40, 60]:

$$SP = \sum_{i \in N} \sum_{j \in J} c_{ij} y_{ij} \rightarrow \min, \quad (2.26)$$

при равенстве

$$\sum_{i \in N} y_{ij} = v_i, \quad j \in M, \quad (2.27)$$

и ограничении

$$\sum_{j \in M} y_{ij} \leq Y_i, \quad i \in N, \quad (2.28)$$

которая разрешима при условиях

$$\sum_{i \in N} Y_i \leq \sum_{j \in M} v_j. \quad (2.29)$$

В случае одновременного выполнения исполнителем нескольких проектов, суммарные затраты на выполнение всех работ будут зависеть от стратегии распределения времени работы над каждым проектом.

Как в матричной, так и в функциональной ОС можно реализовать одновременное выполнение множества проектов с заданными характеристиками распределения видов работ при наличии статистической информации о реализации различных проектов и различных вариантах взаимодействия исполнителей.

Проведенный анализ по оценке эффективности организационных структур можно рассматривать в качестве основы для перехода ИК на новую структуру при изменившихся внешних условиях.

Модель позволяет установить точные количественные взаимосвязи между бизнес-процессами и ОС организации, что способствует оптимизации коммуникаций и снижению издержек за счет адаптации ОС под конкретные характеристики проектов, что повышает управляемость и результативность процессов.

Итогом применения данной модели является разработка организационной структуры инжиниринговой компании, максимально соответствующей требованиям реализации конкретного инвестиционно-строительного проекта, что способствует повышению эффективности и снижению рисков при его выполнении.

Выводы по главе 2

1. Рассмотрены основные организационно-технологические решения по проектированию организационных структур и их оптимизации на основе

показателей интенсивности взаимодействия подразделений, совершенствования системы управления организационной структурой, кадрового обеспечения и организационного развития, обеспечивающих гибкость и адаптивность организационной структуры. Сделан вывод о том, что данные организационно-технологические решения позволяют сформировать эффективную организационную структуру, оптимизировать управленческие процессы и обеспечить устойчивое развитие инжиниринговой компании.

2. Для количественной оценки эффективности ОС использовано понятие технологического графа и предложена модель оценки эффективности ОС на основе понятия затрат на содержание технологического графа. Выполнена формальная постановка задачи разработки модели управления технологическими связями, а также управления и формального описания организационных связей между подразделениями инжиниринговой компании.

3. Предложена модель, обеспечивающая повышение эффективности управления ИСП за счет точного подбора ОС, учитывающей реальную нагрузку и сложность проекта, а также оптимизацию использования кадровых ресурсов, которая служит инструментом анализа и принятия решений по организации ОС инжиниринговой компании, позволяя повысить эффективность реализации ИСП.

4. Разработана модель взаимосвязи бизнес-процессов и организационной структуры в зависимости от характеристик реализуемых инвестиционно-строительных проектов с учетом количественных оценок интенсивности взаимодействия между подразделениями, которая позволяет установить количественные взаимосвязи между бизнес-процессами и ОС организации, что способствует оптимизации коммуникаций и снижению издержек за счет адаптации ОС под конкретные характеристики проектов, что повышает управляемость и результативность процессов, способствует повышению эффективности и снижению рисков при его выполнении.

ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ИНЖИНИРИНГОВОЙ КОМПАНИИ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

3.1. Концепция проектирования организационной структуры инжиниринговой компании на основе моделирования бизнес-процессов

В процессе реализации ИСП инжиниринговым компаниям важно выбрать оптимальную ОС, которая обеспечит эффективное взаимодействие всех участников и успешное выполнение поставленных целей. Однако, выбор подходящей структуры может оказаться непростым заданием, так как каждая из них имеет свои преимущества и недостатки. Иерархическая организационная структура позволяет упорядочить и распределить задачи и обязанности между исполнителями, что способствует повышению производительности и контролю над проектом. Кроме того, в иерархической структуре имеется возможность четкой иерархической связи между исполнителями, что способствует более эффективному взаимодействию и обмену информацией. Однако, данные структуры склонны к бюрократии и жесткой иерархии, что может замедлить принятие оперативных решений и ограничить креативность в команде. Матричная структура обеспечивает мобильность и гибкость в организации, так как работы распределены между различными специалистами, что способствует более эффективному использованию ресурсов и знаний. Кроме того, в матричной структуре усиливается коммуникация между различными отделами и специалистами, что может повысить инновационность и эффективность проекта. Однако, такая структура требует слаженной работы и сложного управления конфликтами, так как различные проектные и функциональные цели могут противоречить друг другу.

Выбор оптимальной ОС инжиниринговой компании зависит от конкретных условий и требований ИСП. Поэтому, инжиниринговым компаниям необходимо провести тщательный анализ и оценку, чтобы определить наиболее подходящую ОС. Кроме того, важно иметь возможность адаптироваться и изменять ОС в

процессе реализации проекта, так как требования и условия могут меняться. Только так инжиниринговые компании смогут успешно реализовать ИСП в соответствии с поставленными целями.

Следовательно, необходима разработка инструментария, обеспечивающего возможность формирования ОС, оценки ее эффективности и определения направлений ее трансформации, в качестве которого обосновано использование аппарата имитационного моделирования.

БП можно охарактеризовать как совокупность действий, выполняемых в скоординированной манере в рамках организационной и технической среды, что позволяет достигать поставленных бизнес-целей. Кроме того, БП должен включать определённые функции B , необходимую инфраструктуру S и реализовывать операции O , что можно выразить формулой: $BP = F(B, O, S)$ (Рисунок 3.1).

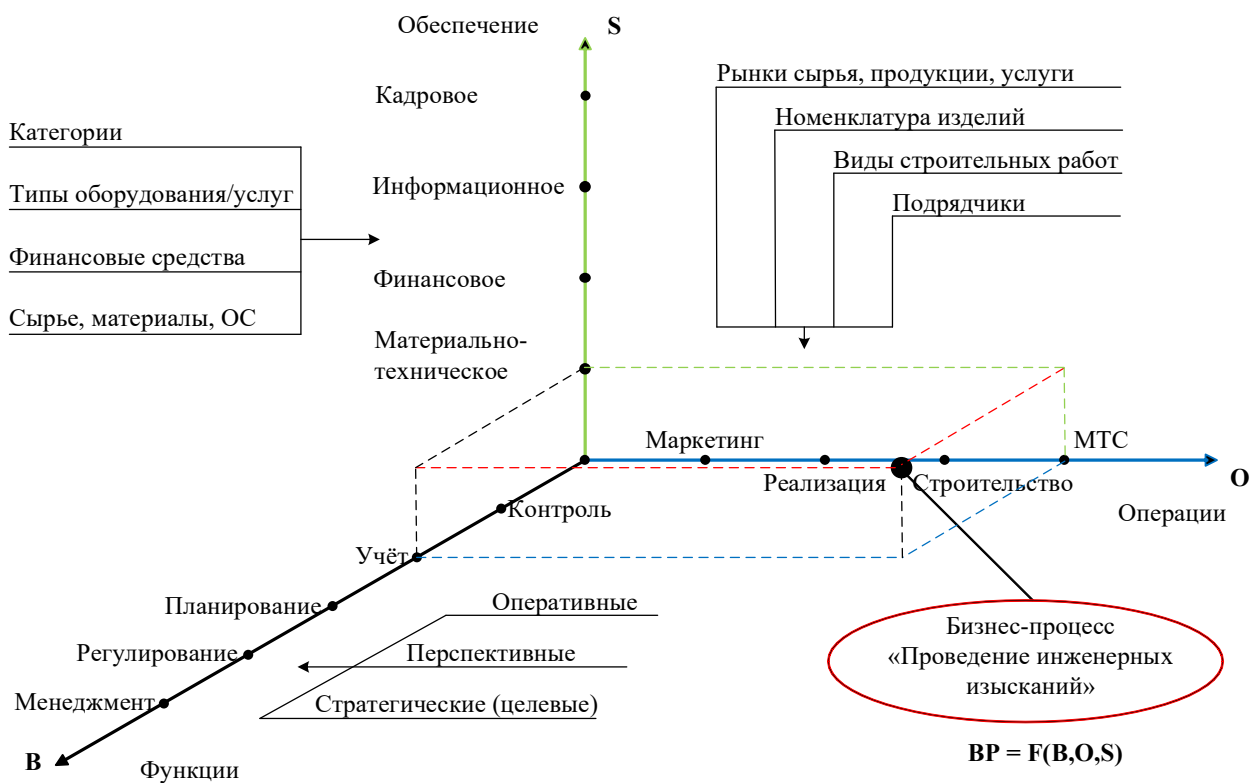


Рисунок 3.1. Трёхмерное представление БП $BP = F(B, O, S)$

В общем случае в рамках функционирования ОС БП разделяют на основные, вспомогательные, сопутствующие, процессы управления и процессы развития, а также обеспечивающие процессы (Рисунок 3.2).

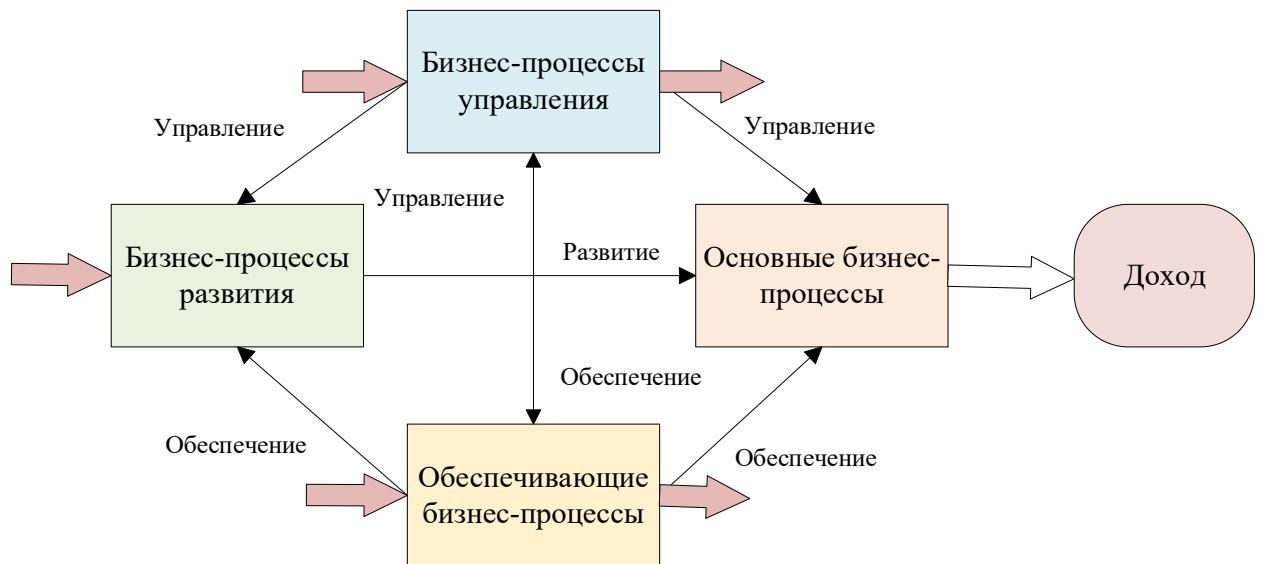


Рисунок 3.2. Связь различных классов БП компании

БП детально описывают все процессы, возникающие в контуре организационно-управленческого и технико-технологического инжиниринга.

Основные БП обеспечивают получение прибыли ИК за счет сопровождения ИСП и реализуют основные цели и задачи ИК. Сопутствующие БП обеспечивают производство сопутствующих товаров или услуг. Вспомогательные БП предназначены для обеспечения жизнедеятельности основных и сопутствующих процессов и поддержку их специфики функционирования. Обеспечивающие БП относятся к категории административно-хозяйственного управления и обеспечивают реализацию всех остальных БП. БП управления охватывают весь спектр функций управления ИК в целом. Они представляют процессы оперативного и стратегического развития, текущего планирования и реализации управленческих воздействий.

Обобщенно последовательность формирования ОС на основе моделирования БП компании можно представить в следующем виде (Рисунок 3.3).

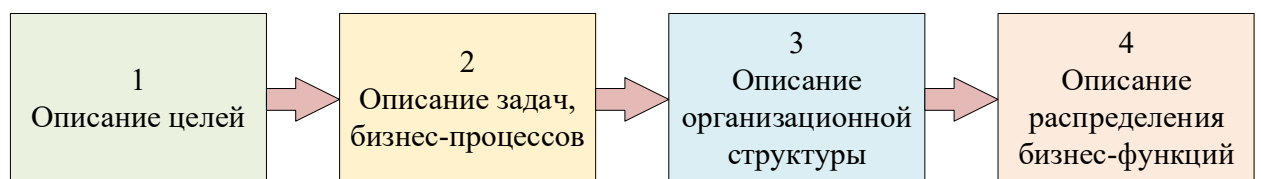


Рисунок 3.3. Этапы моделирования БП и формирования ОС

Первые два этапа относятся к формальному описанию БП, которые направлены на формализацию их окружения, представляющего совокупность входов и выходов, которые могут быть первичными или вторичными.

При реализации БФ возможна два варианта: ветвление при возникновении альтернативных путей исполнения (Рисунок 3.4а) и ветвление с последующим слиянием компонентов при параллельной реализации отдельных БФ (Рисунок 3.4б).

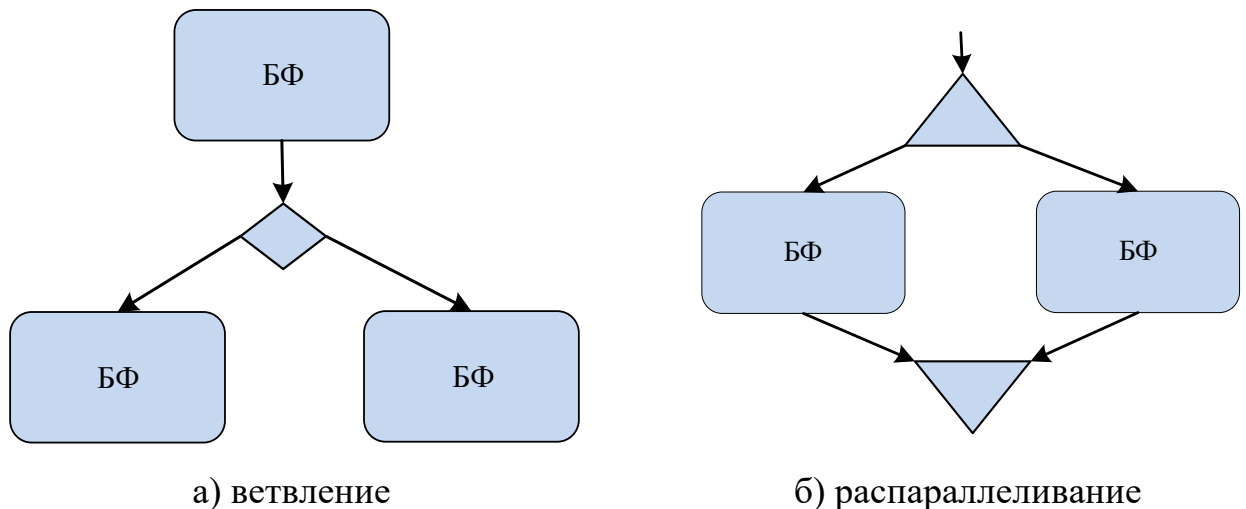


Рисунок 3.4. Варианты ветвления при реализации бизнес-функций

С целью последующего моделирования БП выделим вертикальное описание БП, когда имеют место только вертикальные взаимосвязи между родительскими и дочерними БФ и горизонтальное описание, когда появляются горизонтальные связи между различными БФ, составляющими процесс.

Затем необходимо сформировать матрицу распределения ответственности исполнителей БП (Рисунок 3.5), где клетки идентифицируются либо символом «И», как признак участия в реализации работы, либо символом «О», как признак ответственности за выполнение данной работы.

При выполнении отдельных работ исполнителей может быть множество, так же, как и множество должностей и подразделений, однако ответственным исполнителем может быть только единственный участник.

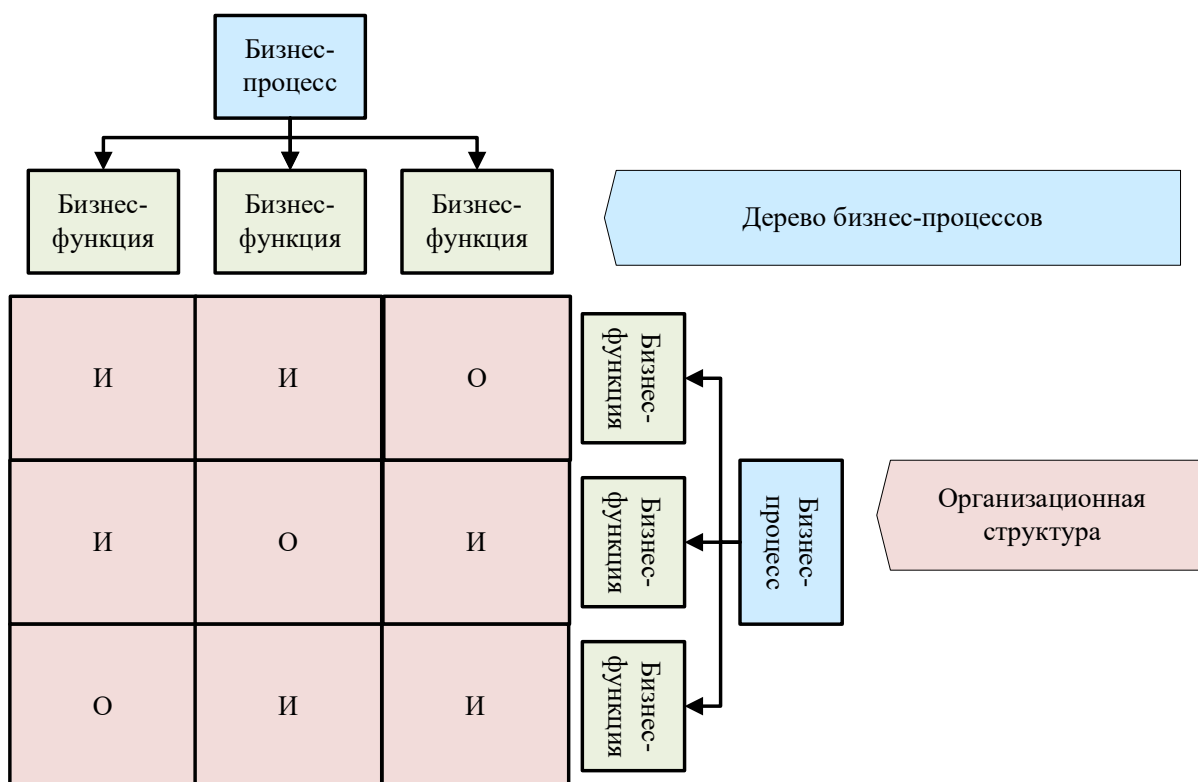


Рисунок 3.5. Распределение ответственности исполнителей БП

3.2. Модель реализации бизнес-процессов в рамках выбранной организационной структуры инжиниринговой компании

БП, представленный через алгоритмическую последовательность реализации его БФ является в работе базовым понятием. Каждая БФ в качестве параметров ее выполнения имеет соответствующие времена (возможно представленные случайными величинами), которые определяются параметрами квалификации исполнителей данной БФ. Также предполагается, что в рамках производственной деятельности ИК одновременно выполняется множество БП, которые используют подмножества одного множества исполнителей компании.

Таким образом, при формальном описании структуры управления компании верхний уровень структуры управления представляют БП, а нижний уровень — исполнители с указанием соответствующих должностей и уровней квалификации. Причем все исполнители имеют свое положение в ОС, а их количество может варьироваться. Таким образом, каждая БФ каждого БП привязана к некоторому элементу ОС.

Для реализации моделей используются сети массового обслуживания (СеМО), которые представляют собой взаимосвязанные системы массового обслуживания (СМО). СМО представляет собой математическую конструкцию, включающую, в общем случае, произвольное количество устройств (П) и поступающих на обслуживание заявок (З), представляющих бизнес-функции и бизнес-процессы, а также очереди (О), которые служат буферной зоной для ожидания обслуживания бизнес-функций, назначенных конкретным исполнителям (Рисунок 3.6).

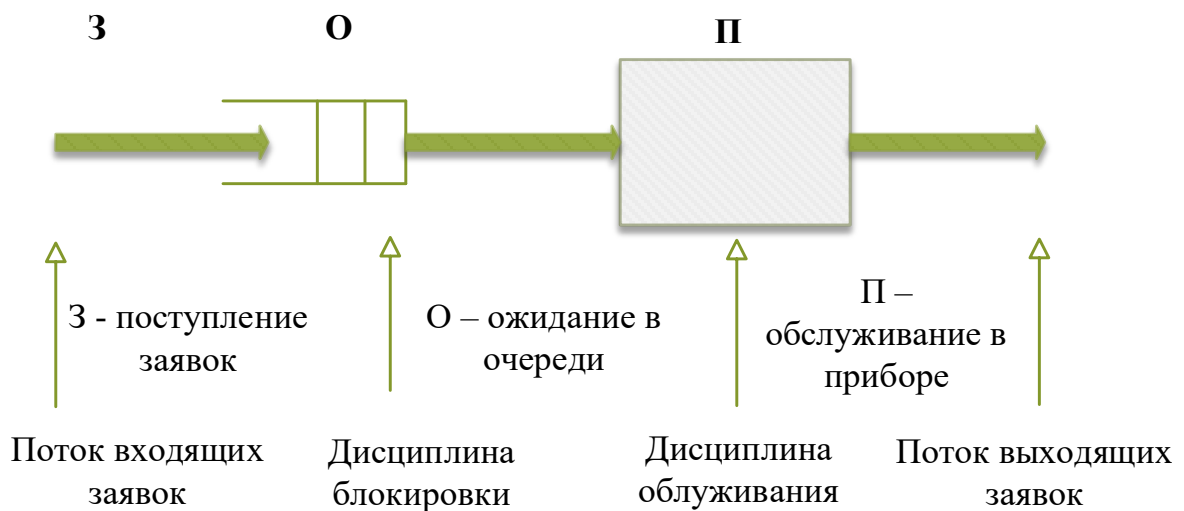


Рисунок 3.6. Система массового обслуживания

Запрос на выполнение определенной бизнес-функции (БФ) с заданным количеством исполнителей в рамках теории СМО представляет собой заявку. Все такие заявки образуют входной поток в систему обслуживания, то есть в инжиниринговую компанию со своей организационной структурой (Рисунок 3.7).

Времена реализации БФ являются случайными и зависят от квалификации исполнителей и их численного состава.

Граф, описывающий сеть массового обслуживания (СеМО), строится на основе формальной схемы организационной структуры инжиниринговой компании и алгоритмической структуры всех реализуемых БП. Вершины графа представляют собой отдельные СМО, а дуги соответствуют перемещению заявок между этими системами. В общем случае переходы между узлами СеМО могут

носить вероятностный характер. Путь перемещения заявок (БП) в СеМО описывается некоторым маршрутом.

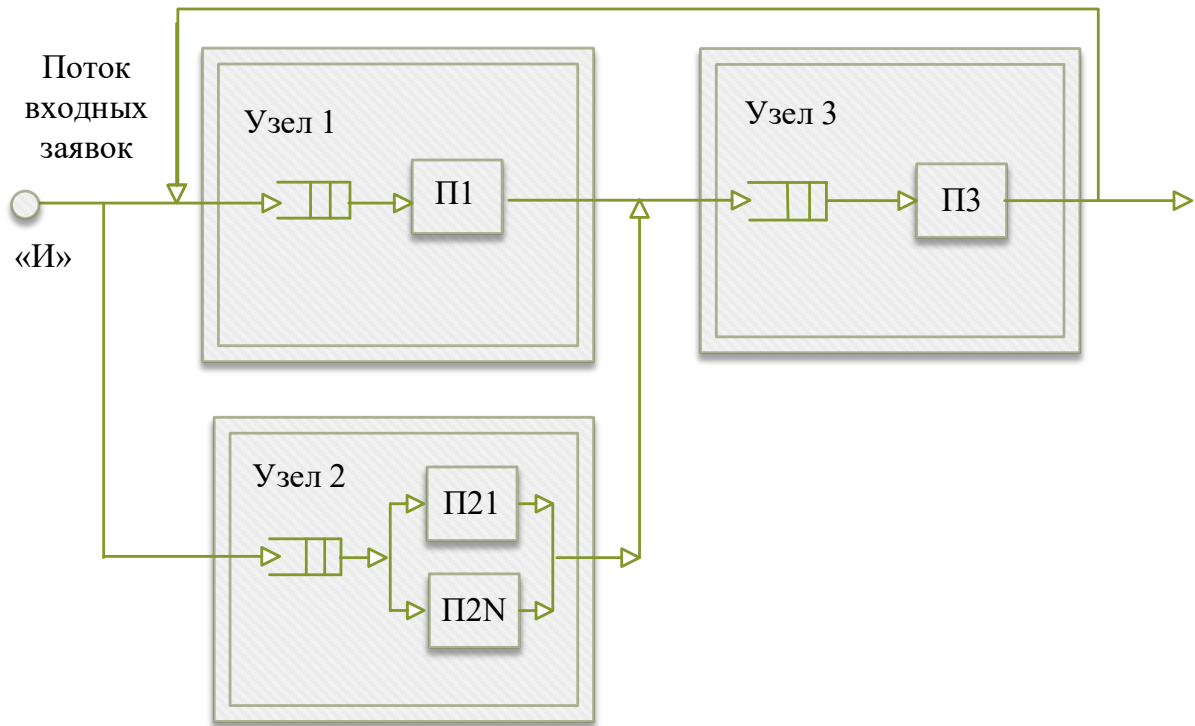


Рисунок 3.7. Сеть массового обслуживания

По количеству циркулирующих в сети заявок различают (Рисунок 3.9) разомкнутые и замкнутые СеМО. В разомкнутой СеМО (РСеМО) заявки на реализацию БП приходят независимо друг от друга и реализуют случайный поток событий (Рисунок 3.8.а). В замкнутой СеМО (ЗСеМО) имеет место некоторое заданное количество источников заявок и поступление очередной заявки приходит по мере обслуживания предыдущей из этого источника. Т. е. один заказчик постоянно реализует один БП (Рисунок 3.8.б).



Рисунок 3.8. Виды СеМО

Для моделирования СеМо используются как аналитические методы, так и имитационные. Имитационное моделирование реализации БП в рамках

выбранной ОС с параметризацией блоков вероятностными показателями на основе СеМО представляет собой наиболее адекватный подход к формированию ОС.

Имитационные модели могут быть реализованы при помощи языков программирования высокого уровня. Однако в силу большого объема такой реализации более целесообразным является использованием специализированных языков имитационного моделирования.

Языки имитационного моделирования имеются в распоряжении многих программно-методических комплексов, предназначенных для создания СМО. Таким образом, комплексы на базе языка GPSS можно применять в разных приложениях.

В диссертации для реализации имитационных моделей БП и ОС будем использовать язык имитационного моделирования GPSS, как наиболее классический вариант, который наиболее широко распространен для моделирования систем массового обслуживания.

3.3. Разработка компонентов имитационной модели БП в ОС в виде типовых элементарных блоков в системе моделирования GPSS-STUDIO

Моделирование реализации бизнес-процессов в виде СеМО в работе предлагается проводить с использованием формализмов типовых элементарных блоков (ТЭБ) инструментальной среды системы моделирования GPSS-STUDIO, которая разработана в России и представляет собой мощный программный инструмент системного анализа, в основе которого лежит ядро имитационного моделирования GPSS World Core.

В системе моделирования GPSS-STUDIO для каждого элемента описания БП можно реализовать соответствующий элементарный ТЭБ, представляющий собой фрагмент общей модели со своей собственной логикой. Каждый ТЭБ может иметь собственное графическое представление, которое позволяет выполнить визуализацию его свойств: «Общие»; «GPSS модель»; «GPSS объекты»; «Входы»; «Выходы»; «Параметры»; «Состояния». Задать

соответствующие входы и выходы ТЭБ можно как с помощью контекстного меню, так и с помощью окна «Свойства ТЭБ».

Рассмотрим основные операторы GPSS для реализации имитационной модели БП и ОС. Моделирование оператора **начала БП** реализуется оператором **GPSS GENERATE**. Моделирование оператора **завершения БП** реализуется через оператор **GPSS TERMINATE**. Для моделирования очереди ожидающих БП используются функции **QUEUE** и **DEPART**. Для постановки БП в очередь используется оператор **QUEUE**. Для удаления БП из очереди используется оператор **DEPART**. Для единственного исполнителя процесс начала обработки функции соответствующего БП моделируется оператором **GPSS SEIZE**. Для задания количества исполнителей используется оператор **STORAGE**. В данном случае для моделирования начала реализации БФ используется оператор **GPSS ENTER**. Для моделирования завершения бизнес-функции БП в многоканальном узле используется оператор **GPSS LEAVE**. Для моделирования освобождения БП данного узла <Исполнитель_1> используется оператор **GPSS RELEASE**. Последним оператором для моделирования работы узла (исполнителя) является оператор **GPSS ADVANCE**.

Моделирование начала выполнения БП в ОС реализуется на основе оператора **GENERATE** с указанием параметров распределения интервалов между поступлениями заявок (Рисунок 3.9).

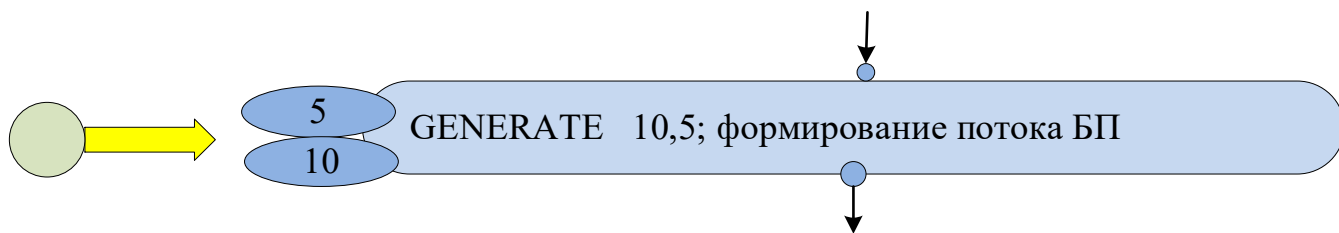


Рисунок 3.9. ТЭБ генерации бизнес-процесса

При моделировании будем полагать, что входной поток БП имеет пуассоновский характер, т. е. закон распределения интервалов между поступлениями БП экспоненциальный.

Функция распределения экспоненциального закона определяется соотношением $P(\xi < x) = \begin{cases} 0 & x < 0 \\ 1 - e^{-\lambda x} & x \geq 0 \end{cases}$, а плотность распределения $f(x) = \begin{cases} 0 & x < 0 \\ \lambda e^{-\lambda x} & x \geq 0 \end{cases}$. На графиках кривым синего цвета соответствует значение $\lambda = 1.5$, красного цвета — $\lambda = 1.0$, желтого цвета — $\lambda = 0.5$.

Моделирование завершения выполнения БП в ОС реализуется на основе оператора **TERMINATE** (Рисунок 3.10).

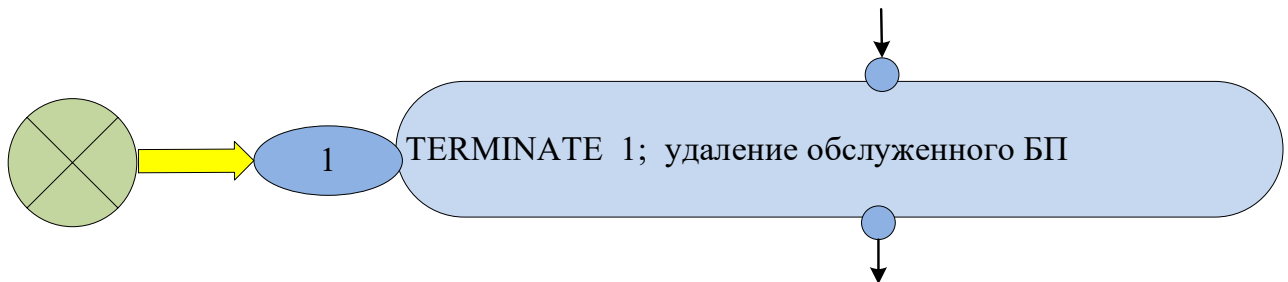


Рисунок 3.10. ТЭБ завершения бизнес-процесса

Пусть мы имеем элементарный бизнес-процесс, который состоит из единственной бизнес-функции (БФ) (Рисунок 3.11.а). При этом мы знаем параметры распределения случайного времени между моментами поступления заявок. Организационная структура также имеет вырожденный характер, то есть имеется единственный исполнитель. Такая ситуация возможна, когда в инжиниринговой компании имеется полная декомпозиция бизнес-процессов, когда за каждым бизнес-процессом закреплен единственный исполнитель, который ведет его от самого начала до завершения. В связи с этим нет смысла разбиения БП на БФ. Моделирование реализации каждого БП в ОС выполняется в следующей последовательности:

1. Моделирование инициации начала выполнения БП в ОС (GENERATE).
2. Реализация выполнения единственной функцией БП <Функция_1>, которая соответствует единственному исполнителю <Исполнитель_1>
3. Моделирование завершения выполнения БП в ОС (TERMINATE).

При переходе к формализации в виде СМО будет иметь место структура (Рисунок 3.11.б).

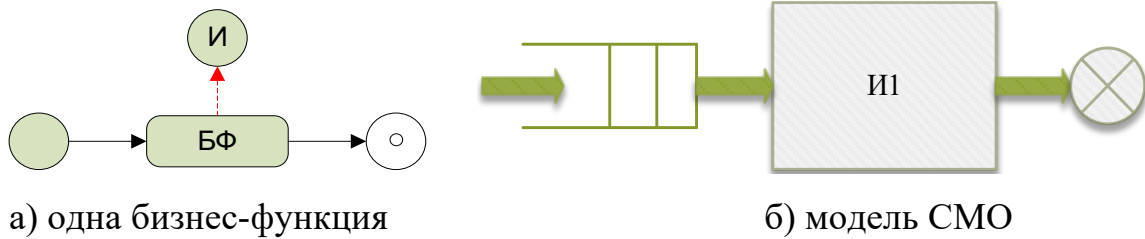


Рисунок 3.11. БП с одной БФ и одним исполнителем

Генерируется инициатор соответствующего БП, который передается в блок очереди <Очередь_1> исполнителя <Исполнитель_1>. Если очередь пуста и исполнитель свободен, то инициатор сразу передается в блок <Исполнитель_1>. Если исполнитель занят, то инициатор ждет его освобождения. Для данной бизнес-функции выполнена программная реализация соответствующего ТЭБ (Рисунок 3.12).

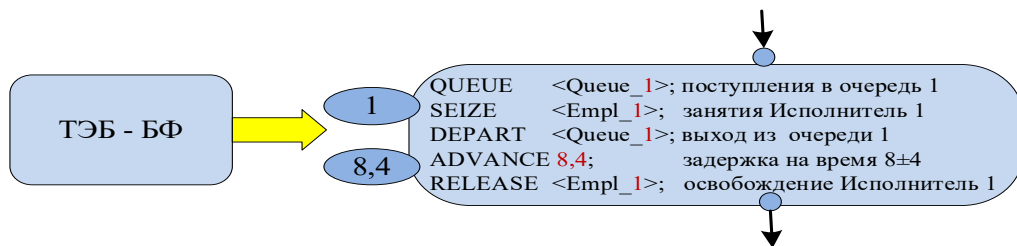


Рисунок 3.12. ТЭБ БФ с одним исполнителем

Будем полагать, что для реализации некоторой бизнес-функции требуется определенное количество исполнителей. Кроме того, время ее выполнения представляет случайное число с некоторым распределением. Организационная структура также имеет упрощенный характер, когда имеется одна группа исполнителей и все могут участвовать в реализации данной бизнес-функции (Рисунок 3.13).

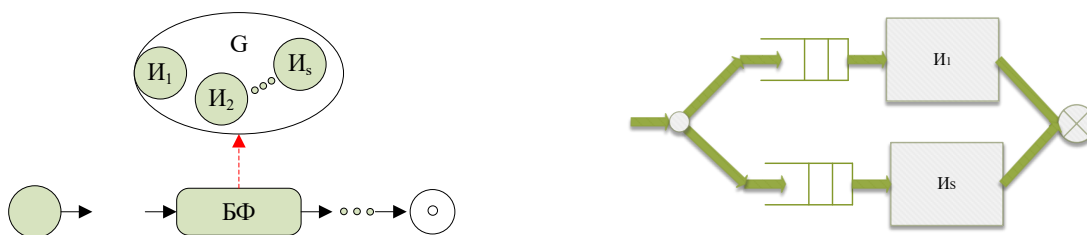


Рисунок 3.13. БП с одной БФ и одной группой исполнителей

В данной ситуации необходимо использовать три оператора GPSS, а именно, STORAGE, ENTER и LEAVE. Полагается, что для реализации бизнес-функции БП <Функция 1> необходимо задействовать некоторое количество сотрудников В. При этом параметр В должен быть меньше общего количества сотрудников в группе, т. е. В_{макс} <группа 1>. Соответствующий программный код GPSS-модели будет иметь вид (Рисунок 3.14), в котором очередь обозначена <Queue_1>, а исполнитель <Empl_1>.

```

Group1 STORAGE 10; задание числа узлов в многоканальном узле Группа 1
GENERATE 10,5; формирование потока БП
QUEUE Queue1; регистрация момента поступления заявки
ENTER Group1; попытка занять узла
DEPART Queue1; регистрация момента выхода
ADVANCE 99,2; задержка инициатора
LEAVE Group1; освобождение двух узлов многоканальной группы
TERMINATE 1; удаление обслуженной заявки
START 100000

```

Рисунок 3.14. Программа GPSS БП с одной бизнес-функцией
и одной группой исполнителей

Приведенные выше ТЭБ уже позволяют сформировать ряд моделей. Пусть имеем элементарный бизнес-процесс, который состоит из единственной БФ. Если весь БП сопровождается единственной неразличимой группой исполнителей, то его можно представить в виде единственной БФ. При этом мы знаем параметры распределения случайного времени между приходами БП.

Для бизнес-функции, которую реализуют множество исполнителей, также выполнена программная реализация соответствующего ТЭБ (Рисунок 3.15)

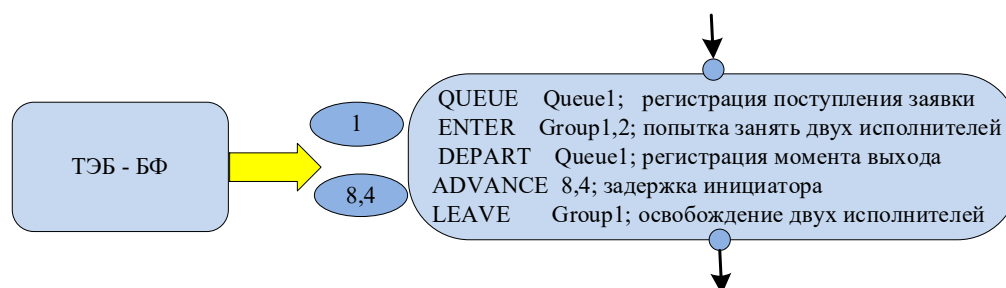


Рисунок 3.15. ТЭБ БФ с одним исполнителем

Далее можно расширить данную модель на множество БФ, когда они представляют линейный трек БП, т.е. которые состоят только из начала, последовательного набора функций и окончания БП. Каждая модель БП входит в описание всего процесса соответствующее количество раз. Кроме того, они реализуются параллельно, поэтому в некоторые временные интервалы они могут требовать одних тех же ресурсов R для каждого инициатора, что создает очереди к ним. Кроме того, имеют независимые группы исполнителей (Рисунок 3.16).

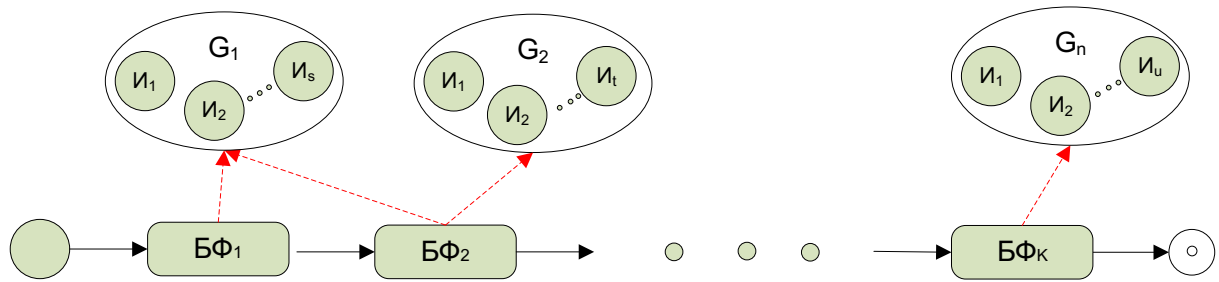


Рисунок 3.16. Линейная схема бизнес-процесса

Данная схема имеет более общий вид, но для ее программной реализации достаточно приведенных выше операторов GPSS. При этом соответствующая схема СеМО также будет представлять линейную последовательность многоканальных узлов (Рисунок 3.17).

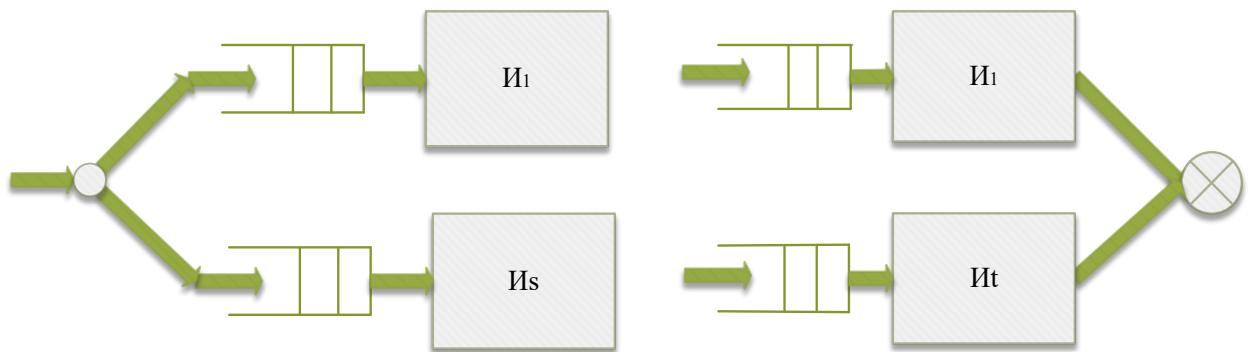


Рисунок 3.17. Реализация линейной схемы БП в виде СеМО

При создании такой структуры имитационной модели, т.е. структуры как с произвольным числом БФ, так и с произвольным числом групп исполнителей, имеющих различные уровни квалификации (соответственно различные времена выполнения соответствующих БФ), в диссертации было предложено формальное расширение операторов до параметризуемых блоков.

Программу предлагается разделить на следующие блоки, которые относятся ко всем реализуемым бизнес-функциям:

- GENERATE;
- STORAGE;
- TERMINATE
- и START.

Остальные операторы входят лишь во внутренние блоки, которые моделируют только соответствующую бизнес-функцию.

Так, операторы STORAGE для всех бизнес-функций предложено объединить в один параметризуемый блок <ОС>, который задает ОС в виде описания количественного состава всех имеющихся исполнителей всех групп, т. е. ОС $[K_1], [K_2], \dots, [K_i]$.

Предполагается, что ОС представляет собой совокупность i независимых групп, состоящих из соответствующего количества исполнителей K_i . Из остальных операторов предложено сформировать один параметризуемый блок <БФ>, в качестве параметров которого используются: G — идентификатор каждой группы, представленный в виде произвольной последовательности символов; S — число исполнителей определенной группы, необходимое для реализации данной бизнес-функции; T — случайное время выполнения данной БФ определенным составом исполнителей, задаваемое параметрами равномерного распределения. Формальная запись будет иметь вид **БФ-[Группа i], $[S]$, $[T]$** .

Таким образом, для моделирования структуры (Рисунок 3.17) реализация линейной модели в GPSS будет иметь вид (Рисунок 3.18).

В результате моделирования получена зависимость среднего времени реализации БП в ОС от показателей распределения интервалов прихода БП в ОС и распределения времени реализации БП [57]. Точность результата зависит от количества обработанных БП, которое задается в операторе START. Поскольку в данной ситуации, когда исполнитель выполняет один и тот же БП постоянно, можно использовать равномерное распределение, как для входного потока, так и для времени выполнения БП. Из диаграммы рассеяния зависимости среднего

времени пребывания в очереди виден достаточно регулярный характер зависимости (Рисунок 3.19).

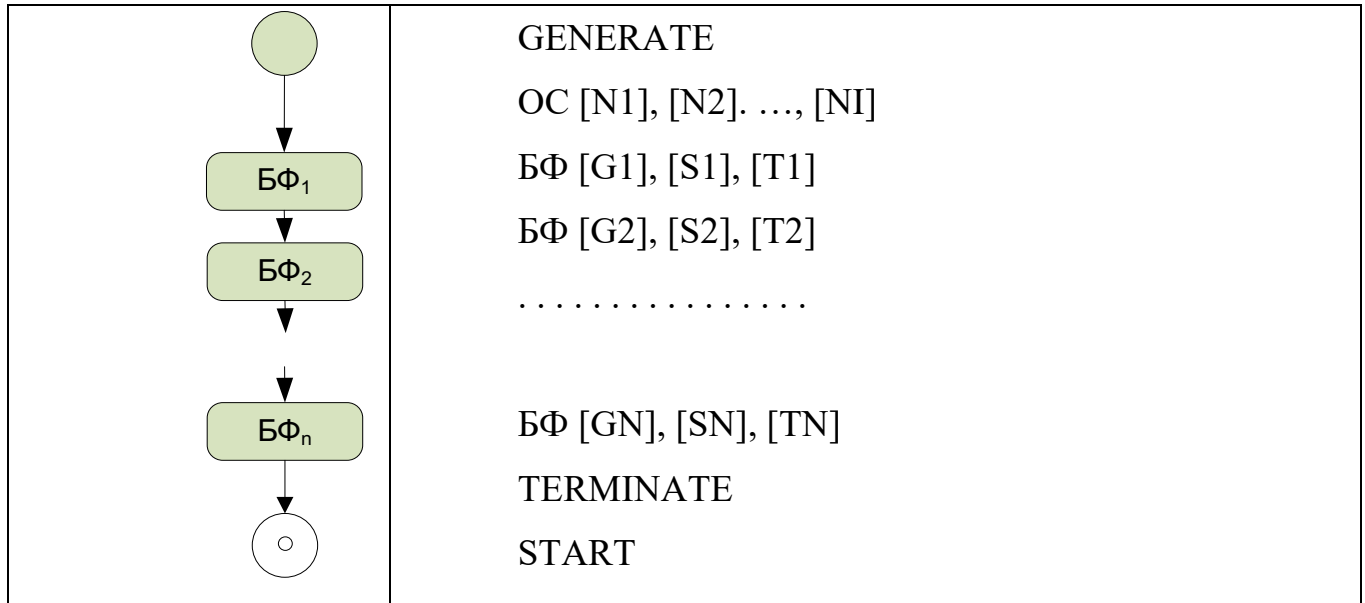


Рисунок 3.18. Реализация линейной модели в GPSS

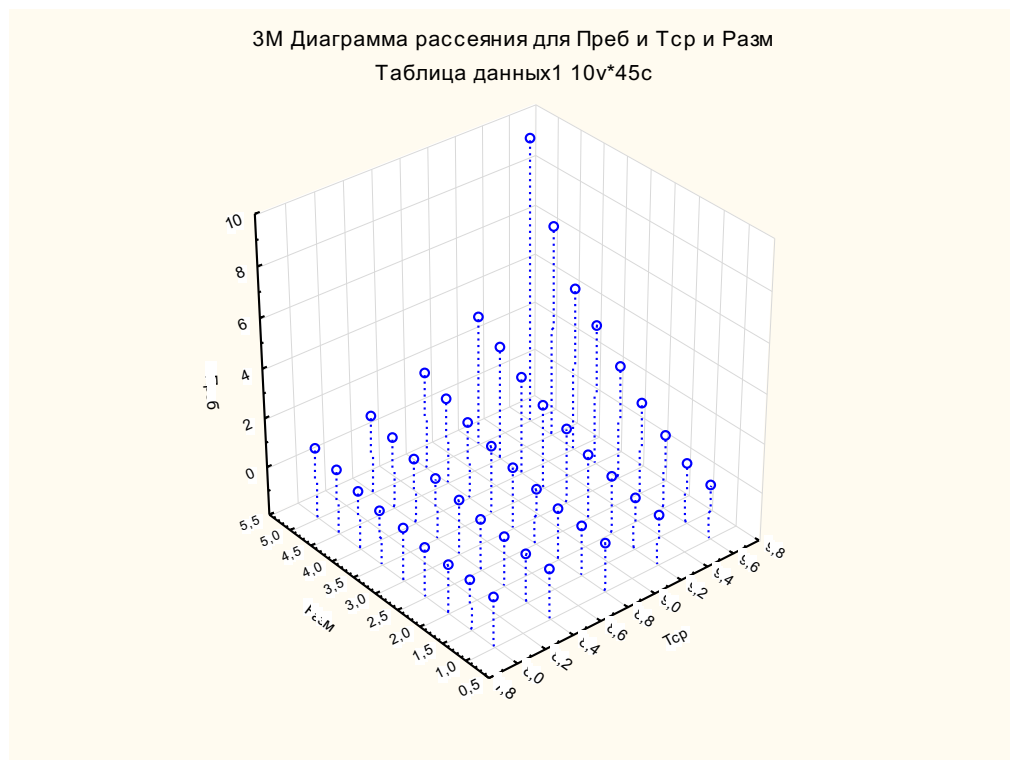


Рисунок 3.19. Диаграмма рассеяния зависимости среднего времени пребывания в очереди

Время пребывания в очереди ($T_{проб}$ — ось Z) естественным образом растет от среднего времени обслуживания ($T_{ср}$ — ось X). Однако видно, что оно растет и увеличением размаха равномерного распределения ($Разм$ — ось Y), хотя и

меньшей степени. Исходя из результатов моделирования построена квадратичная аппроксимация этой зависимости (Рисунок 3.20).

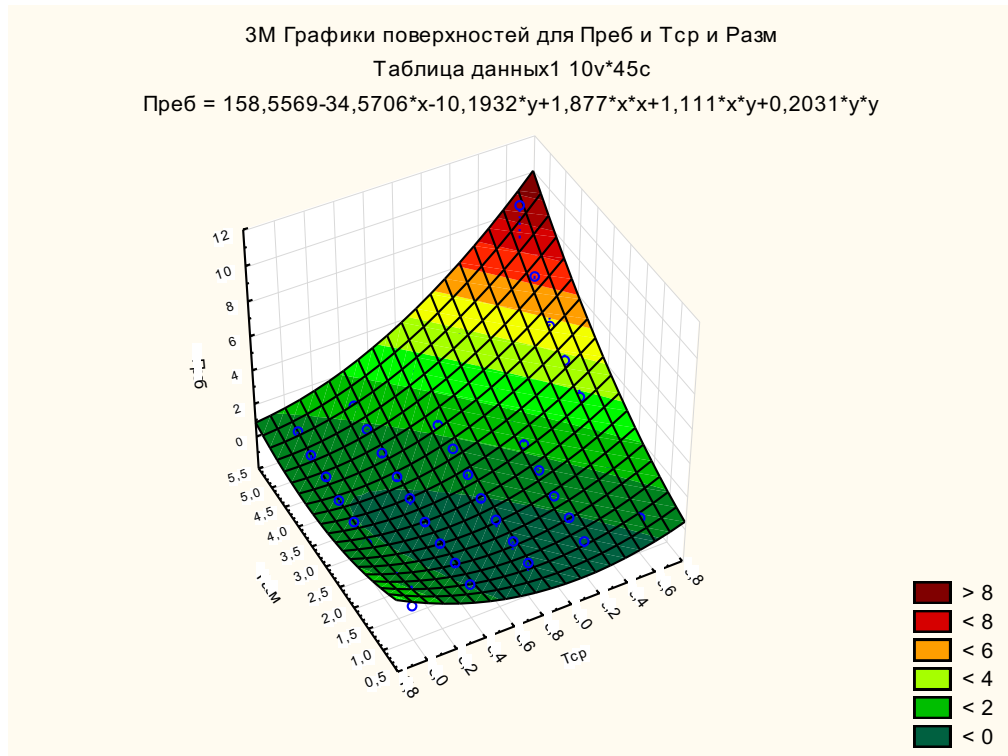


Рисунок 3.20. Квадратичная аппроксимация зависимости среднего времени пребывания

Если график рассеяния дает общую картину зависимости среднего времени реализации БП, то квадратичная аппроксимация позволяет для каждой пары значений $T_{ср}$ и $Разм$ определить среднее время реализации БП. Для этого нужно в формулу на рисунке 3.20 вместо x подставить значение $T_{ср}$, а вместо y подставить $Разм$. В результате расчета получим среднее значение времени реализации БП.

Она может быть использована в аналитических расчетах, когда требуется оценка длины очереди к каждому исполнителю, который ведет определенный БП. Если исполнителей множество, то такая модель позволяет выбрать количество, исполнителей, отвечающих некоторому критерию эффективности реализации совокупности БП.

При формировании транзактов кроме блока GENERATE можно использовать блок SPLIT, который создает не самостоятельные транзакты, а формирует определенное количество копий порождающего транзакта. Данная

функция описания БП реализуется на основе оператора **SPLIT**, для которого имеет место следующее описание:

SPLIT A,[B],

где: операнд A — представляет количество формируемых копий транзакта и задается либо положительным целым, либо именем (времена порождения всех копий регистрируются текущим значением системного времени),

операнд B — определяет блок передачи сгенерированных копий входящего транзакта, причем сам блок для каждой копии определяется отдельно (Рисунок 3.21).

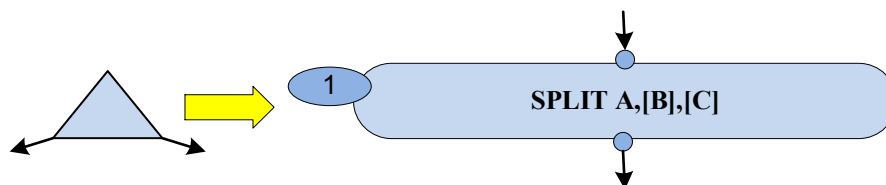


Рисунок 3.21. ТЭБ распараллеливания бизнес-процесса

С целью последующего объединения сгенерированных блоком **SPLIT** копий транзакта используется блок **ASSEMBLE**. В результате такого объединения из блока **ASSEMBLE** выходит всего один исходный транзакт, который породил все копии в блоке **SPLIT**.

Данная функция описания БП реализуется на основе оператора **ASSEMBLE**, для которого имеет место следующее описание:

ASSEMBLE A,

где единственный операнд A — определяет количество транзактов семейства, которые необходимо объединить в единственный выходной транзакт.

В блоке **ASSEMBLE** в процессе моделирования на основе сформированного списка синхронизации происходит одновременное объединение транзактов нескольких семейств. Список синхронизации определяется семействами первых вошедших в него транзактов (Рисунок 3.22).

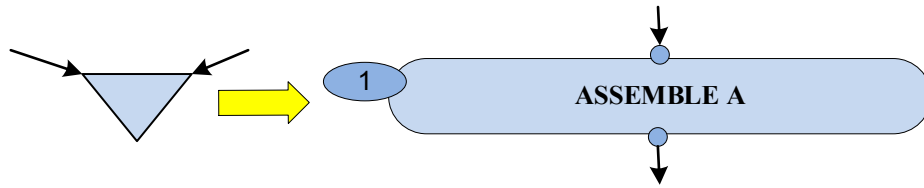


Рисунок 3.22. ТЭБ слияния бизнес-процесса

Общая концепция построения ТЭБ позволяет достаточно эффективно и оперативно создавать модели сложных бизнес-процессов. В результате реализации ТЭБ распараллеливания и слияния можно моделировать структуры, представленные на рисунке 3.23.

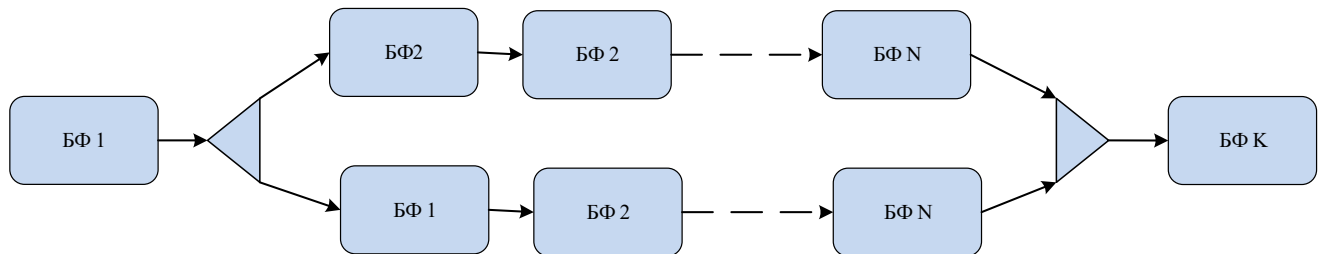


Рисунок 3.23. Распараллеленная структура бизнес-процесса

В данном случае (Рисунок 3.29) результатом моделирования была зависимость среднего времени реализации БП (T_{ob}) в ОС от показателей распределения интервалов прихода БП в ОС, показателей распределения времени реализации БФ1, но от общего количества сотрудников группы и необходимого количества сотрудников для выполнения данной функции. Переход на верхний и нижний уровень реализации БП осуществлялся по принципу очередности прихода и количеству БП на верхнем и нижнем уровнях.

В данном случае результатом моделирования была зависимость среднего времени реализации БП (T_{ob}) в ОС от показателей распределений интервалов прихода БП в ОС. В результате моделирования была получена зависимость распределения времени реализации БП от общего количества сотрудников, входящих в состав группы и необходимого количества сотрудников для выполнения данной функции. Средние интервалы между приходами заявок (T_{in}) на сопровождение БП варьировались от 9 до 10 часов. Количество сотрудников (N) варьировалось от 9 до 14 человек. Среднее время сопровождения БП в

среднем занимало порядка 10 часов. Кроме того, дополнительно рассчитывалось среднее значение очереди заявок (N_{ob}) на сопровождение БП. Результаты моделирования по оценке зависимости среднего времени и средней очереди на обслуживание БП от количества сотрудников и интервалов между поступлениями заявок на сопровождение БП приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Результаты моделирования [57]

| N | T_{in} | T_{ob} | N_{ob} | N | T_{in} | T_{ob} | N_{ob} |
|----|----------|----------|----------|----|----------|----------|----------|
| 9 | 9,2 | 455,92 | 50,57 | 12 | 9,2 | 93,76 | 9,59 |
| 9 | 9,4 | 660,51 | 68,72 | 12 | 9,4 | 96,08 | 9,90 |
| 9 | 9,6 | 465,41 | 47,97 | 12 | 9,6 | 99,19 | 9,93 |
| 9 | 9,8 | 185,87 | 18,07 | 12 | 9,8 | 95,42 | 9,75 |
| 9 | 10 | 242,34 | 23,72 | 12 | 10 | 97,63 | 9,42 |
| 10 | 9,2 | 124,65 | 12,62 | 13 | 9,2 | 95,90 | 10,31 |
| 10 | 9,4 | 293,57 | 31,64 | 13 | 9,4 | 93,23 | 9,63 |
| 10 | 9,6 | 144,61 | 14,73 | 13 | 9,6 | 93,18 | 9,45 |
| 10 | 9,8 | 138,28 | 13,77 | 13 | 9,8 | 91,79 | 9,03 |
| 10 | 10 | 128,03 | 12,32 | 13 | 10 | 95,33 | 9,59 |
| 11 | 9,2 | 106,66 | 11,24 | 14 | 9,2 | 88,77 | 9,26 |
| 11 | 9,4 | 100,62 | 9,98 | 14 | 9,4 | 93,68 | 9,78 |
| 11 | 9,6 | 115,43 | 12,00 | 14 | 9,6 | 96,15 | 9,74 |
| 11 | 9,8 | 129,60 | 13,41 | 14 | 9,8 | 90,99 | 9,10 |
| 11 | 10 | 112,75 | 11,00 | 14 | 10 | 91,50 | 8,89 |

В таблице 3.1 обозначено: T_{ob} — среднее время реализации БП, T_{in} — средние интервалы между приходами заявок, N — количество сотрудников, N_{ob} — среднее значение очереди заявок, под временем понимается среднее время реализации одного бизнес-процесса, очередь — это также средняя очередь, которая возникает при реализации БП.

Под временем понимается среднее время реализации одного БП. Очередь — это также средняя очередь, которая возникает при реализации БП.

Как видно из таблицы, разница существенная. Поэтому задача выбора количественного состава группы достаточно актуальна. Поле рассеяния результатов моделирования (Рисунок 3.24) также показывает существенное влияние этого фактора [57].

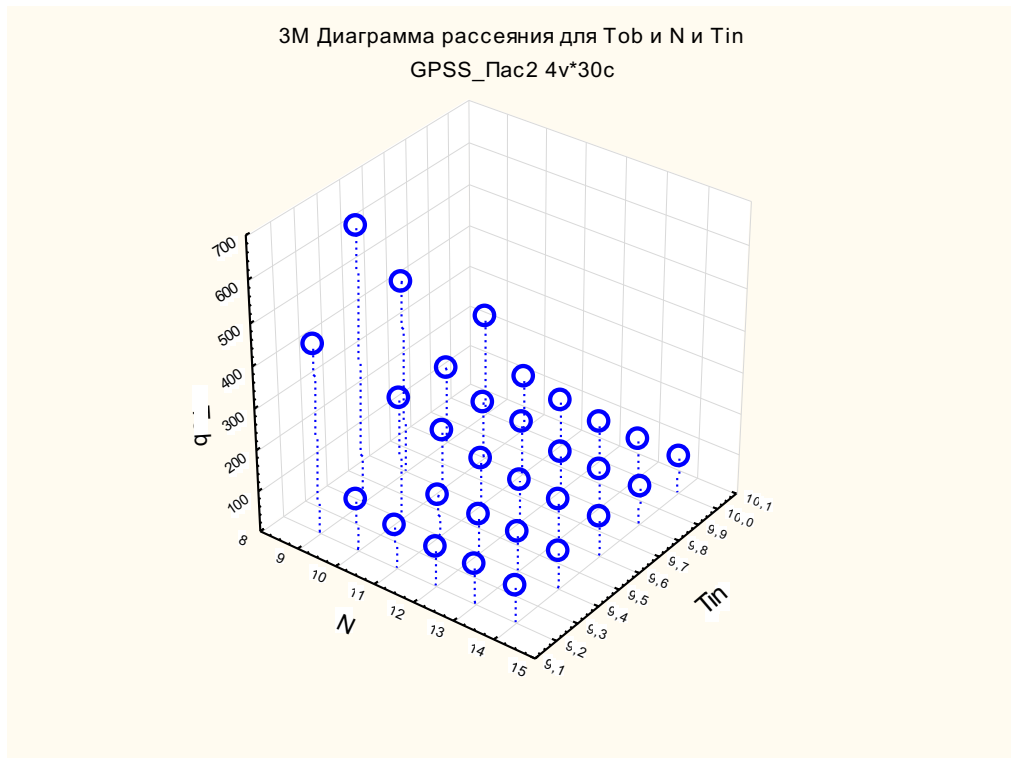


Рисунок 3.24. Поле рассеяние среднего времени пребывания в системе

На графике (Рисунок 3.25) приведены результаты моделирования по оценке среднего времени пребывания (T_{ob} — ось Z) в зависимости от количества исполнителей (N — ось X) и средних интервалов между приходами заявок на реализацию БП (T_{in} — ось Y) в виде диаграммы рассеяния.

Точки графика (X - Y - Z) показывают значение среднего времени реализации БП при всевозможных комбинациях количества исполнителей и среднего значения интервала между приходами заявок на реализацию БП.

Например, для количества сотрудников — 9 и среднем интервале — 10, среднее время реализации БП равно порядка 250. Для количества сотрудников — 14 и среднем интервале — 10 среднее время порядка 500.

Для этой зависимости также выполнена квадратичная аппроксимация [57] (Рисунок 3.25).

Из графика видно, что при увеличении количества сотрудников среднее время уменьшается, при уменьшении интервала между поступлениями заявок среднее время изменяется незначительно. Однако из таблицы можно заметить, что среднее время при уменьшении интервала увеличивается.

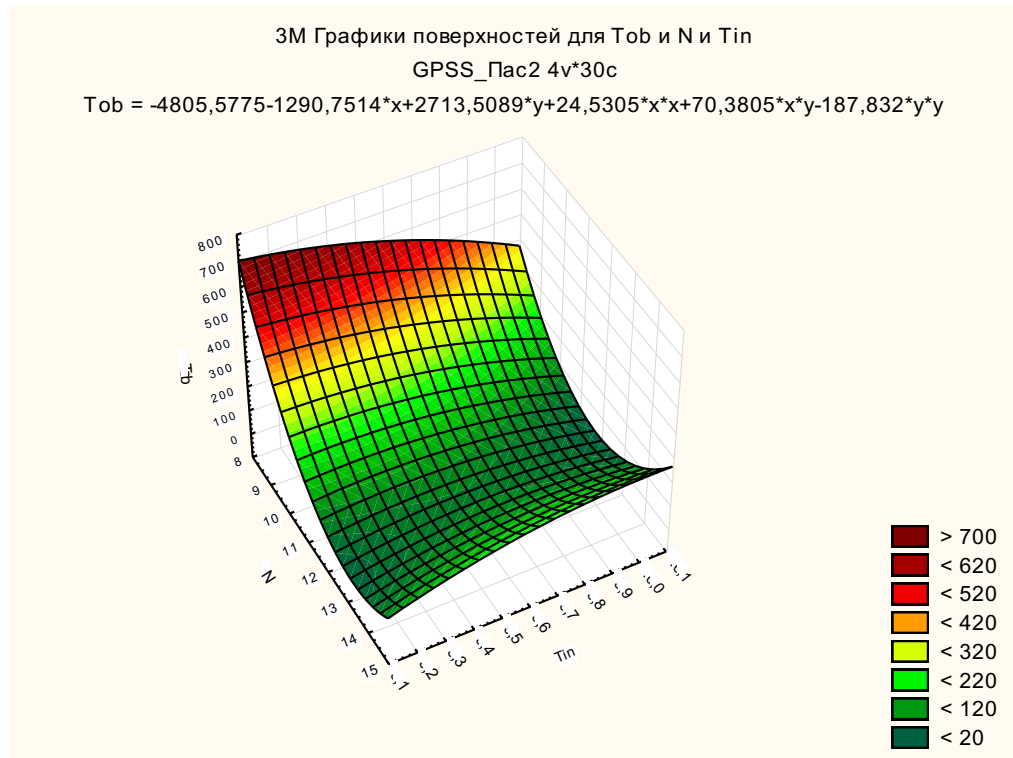


Рисунок 3.25. Квадратичная аппроксимация среднего времени пребывания
в системе

Если график рассеяния (Рисунок 3.25) дает общую картину зависимости среднего времени реализации БП, то квадратичная аппроксимация позволяет для каждой пары значений интервала поступления и количества сотрудников определить среднее время реализации БП. Для этого нужно использовать формулу (Рисунок 3.26), где вместо x подставить значение N (количество сотрудников), а вместо y подставить T_{in} (средний интервал):

$$T_{ob} = -4805,5775 - 1290,7514 * N + 2713,5089 * T_{in} + 24,5305 * N * N + 70,3805 * N * T_{in} - 187,832 * T_{in} * T_{in}.$$

В результате расчета получим среднее значение времени реализации БП.

А для визуализации зависимости средней очереди построен контурный график [57] (Рисунок 3.26).

При снижении интервала потока заявок к 94 единицам количество БП в очереди существенно возрастает.

Контурный график, аналогично квадратичной аппроксимации служит для более точного расчета значений исследуемой функции.

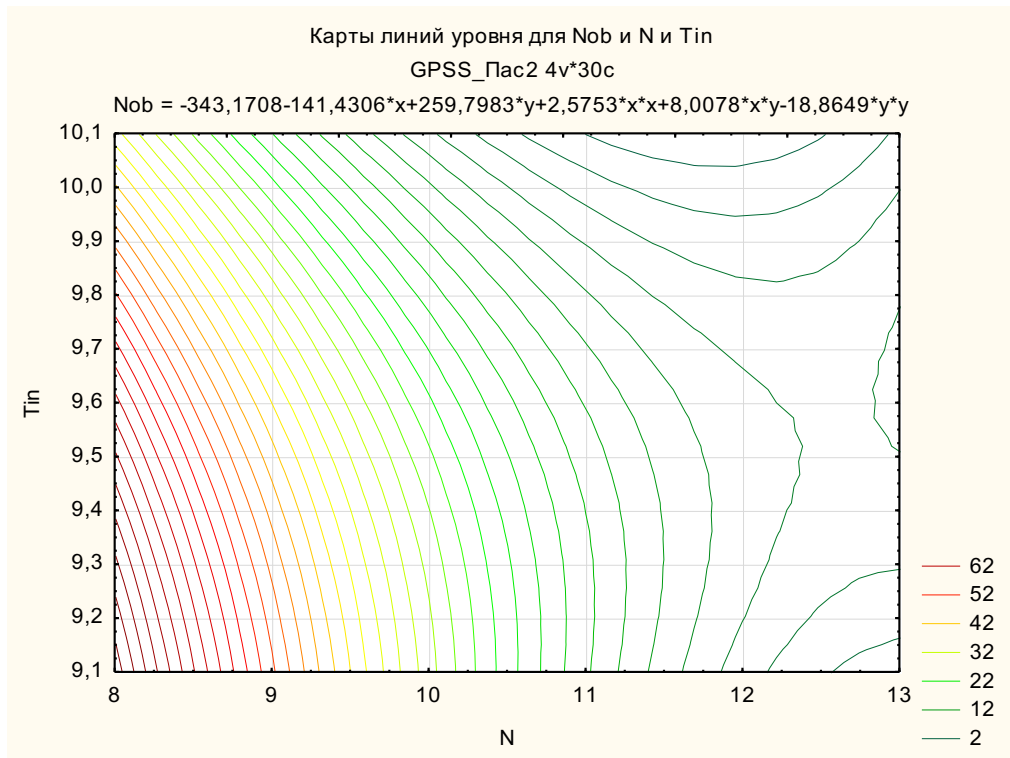


Рисунок 3.26. График линий уровня для средней очереди

На рисунке 3.27 графически приведены значения средней очереди БП. Получить численное значение для каждой пары можно также на основе подстановки соответствующих значений числа сотрудников и среднего интервала в формулу квадратичной аппроксимации, приведенной на рисунке 3.27:

$$N_{ob} = -343,1708 - 141,4306 * N + 259,7983 * T_{in} + 2,5753 * N * N + 8,0078 * N * T_{in} - 18,8649 * T_{in} * T_{in}.$$

Из графика видно, что средняя очередь практически не меняется в интервале от 11 до 15 сотрудников.

В результате предложенного подхода к моделированию БП в ОС можно рассчитать необходимое количество сотрудников группы для реализации БП при временных ограничениях. Кроме того, имеет место множество возможных расширений этих моделей: для связной структуры и множества линейных БП, для множества различных БП с линейной структурой, для произвольной алгоритмической структуры БП.

3.4. Методика проектирования организационной структуры инжиниринговой компании

Проектирование организационной структуры инжиниринговой компании — это комплексный и многоэтапный процесс. Важно постоянно адаптировать структуры и процессы под изменения в бизнес-среде, чтобы компания могла достаточно быстро реагировать на вызовы и использовать новые возможности.

Проектирование организационной структуры — это стратегически важный шаг для любой компании, стремящейся к успеху и устойчивому развитию. Правильно организованные процессы, четкие роли и определенные стандарты помогут компании эффективно достигать своих целей, адаптироваться к изменениям и обеспечивать высокое качество услуг. Создание гибкой и динамичной структуры не только улучшит внутреннюю эффективность, но и позволит лучше обслуживать клиентов, что в конечном итоге приведет к росту бизнеса. Предложенная методика включает совокупность взаимосвязанных этапов (Рисунок 3.27).

Этап 1. Анализ целей и задач компании

Перед тем как разработать организационную структуру, необходимо провести тщательный анализ целей и задач компании. Этот этап закладывает основу для всех последующих действий и решений, направленных на создание эффективной организационной структуры. В первую очередь выполняется определение миссии компании, то есть определение проблем, решаемых ИК и определение ее места на рынке, определение краткосрочных и стратегических целей деятельности и результатов, которые необходимо достичь в течение следующих 5–10 лет. Для более глубокого понимания внутренней и внешней среды, влияющей на деятельность компании, необходимо провести SWOT-анализ. Этот инструмент помогает выявить: сильные стороны (Strengths), слабые стороны (Weaknesses), возможности (Opportunities), угрозы (Threats).

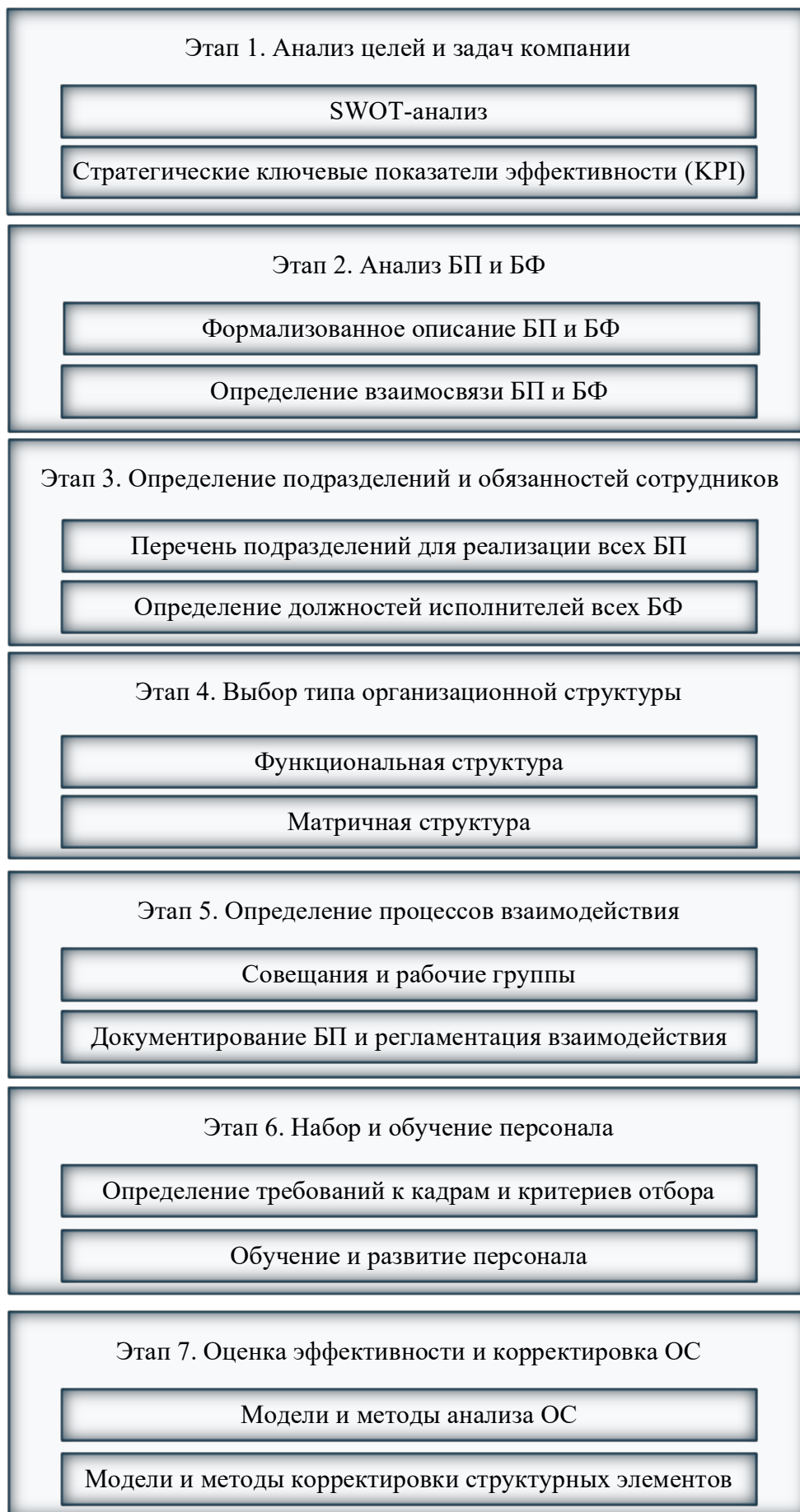


Рисунок 3.27. Методика формирования ОС инжиниринговой компании

Этап анализа целей и задач компании играет важную роль в формировании организационной структуры и стратегического планирования. Четкое понимание миссии, видения, краткосрочных и долгосрочных целей, а также оценка внешней среды через SWOT-анализ помогает создать гибкую и адаптируемую организацию, способную эффективно реагировать на вызовы и возможности на рынке, что является основой для успешного и устойчивого развития компании.

На этапе анализа целей и задач компании должны быть определены стратегические показатели эффективности (KPI), выполнение которых в последующем необходимо контролировать. По каждому стратегическому показателю нужно определить целевое значение, как на весь период стратегического планирования, так и на ближайший период промежуточного контроля (обычно на год). Для проведения стратегического контроля по каждому показателю должна быть собрана информация о его фактическом выполнении, рассчитаны отклонения, индексы выполнения, а также определена степень достижения стратегических целей.

Этап 2. Анализ бизнес-процессов и бизнес-функций

На данном этапе определяются бизнес-процессы и бизнес-функции, необходимые для достижения поставленных целей: проектирование, экспертное сопровождение проектов, мониторинг и выполнение строительных работ, контроль за качеством и т. д. На этом этапе важно определить, какие БП и БФ необходимы для достижения поставленных целей, а также как они соотносятся друг с другом. Например, БП проектирования включает в себя ряд БФ: создание детальных проектных решений, которые должны соответствовать установленным требованиям и ожиданиям; разработка спецификаций и детальных чертежей, на основании которых будут производиться строительные работы; проведение инженерных расчетов для оценки проектных решений и их жизнеспособности; учет потенциальных рисков и разработка решений для снижения этих рисков.

Анализ БП и БФ позволяет компании четко определить, каким образом различные компоненты ее работы связаны друг с другом и как они могут быть оптимизированы для достижения стратегических целей. Этот этап является

основой для дальнейшей разработки организационной структуры, способствующей эффективной реализации всех указанных процессов и функций.

Выполняется формальное описание БП компании в соответствие с используемыми символами графического описания БП, а именно начала БП, реализации БФ, завершения БП, а также символов ветвления при возникновении альтернативных путей исполнения процесса. Также можно использовать символы разделения и слияния отдельных треков БФ при возможности их параллельного выполнении. Формируется описание всех БП ИК. Содержанием основных БП ИК является выполнение следующих БФ:

О1. Инициация проекта

О1.1. Определение потребности и анализ рынка

О1.2. Разработка функциональных требований и градостроительная подготовка

О1.2.1. Получение градостроительного плана земельного участка

О1.2.2. Оформление разрешенного использования земельного участка

О1.3. Разработка концепции проекта (местоположение, размер, функциональное назначение, инвестиционная привлекательность)

О1.4. Сбор исходных данных для проектирования

О1.5. Определение источников финансирования проекта

О2. Разработка технико-экономического обоснования (ТЭО)

О2.1. Определение целей и задач строительства

О2.2. Сбор необходимой информации для составления ТЭО (земельный участок, коммуникации, инфраструктура и т. д.)

О2.3. Разработка концепции проекта, основных технических решений и требований

О2.3. Разработка бизнес-плана (описание проекта, финансовая модель, маркетинговая стратегии и т. д.)

О2.3.1. Оценка затрат на строительство (рабочая сила, материалы и оборудование)

О3.2.2. Расчет экономических показателей проекта (срок окупаемости, рентабельность, прибыль и т. д.)

О2.4. Оценка затрат, рисков и мер по их снижению

О2.5. Составление ТЭО (анализ экономической эффективности, финансовые показатели, оценка рисков и т. д.)

О2.6. Согласование и утверждение ТЭО

О3. Проведение инженерных изысканий

О3.1. Определение целей, задач и основных параметров

О3.2. Сбор и анализ имеющейся информации о территории, включая данные изысканий прошлых лет (геодезические, геологические, гидрометеорологические, экологические, инженерно-геотехнические данные)

О3.3. Получение технического задания. Планирование и подготовка инженерных изысканий:

О3.3.1. Разработка и утверждение программы для проведения инженерных изысканий.

О3.3.2. Определение методов и технологий для осуществления инженерных изысканий.

О3.3.3. Подготовка необходимых документов, инструментов и оборудования.

О3.3.4. Получение разрешения на выполнение изыскательских работ.

О3.3.5. Проведение рекогносцировочного обследования участка и предварительная оценка инженерно-геологических условий.

О3.4. Контроль проведения инженерных изысканий в ходе полевых работ

О3.4.1. Геодезические измерения, топографическая съемка

О3.4.2. Геологические, гидрогеологические и геотехнические исследования. Бурение и отбор кернов (может быть несколько бригад одновременно)

О3.5. Передача полученных образцов в лабораторию. Анализ данных об участке в лаборатории (лабораторные испытания образцов грунтов и других материалов)

О3.6. Проверка контрольно-измерительного оборудования

О3.6.1. Составление графика поверки контрольно-измерительного оборудования

О3.6.2. Проведение поверки и ремонта

О3.6.3. Контроль выполнения графика поверки и ремонта

О3.6.4. Хранение контрольно-измерительного оборудования

О3.6.5. Выдача оборудования изыскательским партиям

О3.7. Камеральные работы

О3.7.1. Камеральная обработка (камеральная группа) и анализ полученных данных инженерных изысканий

О3.7.2. Составление отчетов и рекомендаций

О3.8. Согласование и утверждение результатов инженерных изысканий

О3.8.1. Предоставление заказчику итоговых отчетов, заключений и рекомендаций

О3.8.2. Направление материалов на экспертизу (или передача на проверку эксперту при экспертном сопровождении) и получение положительного заключения экспертизы

О3.8.3. Передача исходных данных для последующего проектирования

О4. Разработка комплекта проектной документации

О4.1. Взаимодействие с заказчиками

О4.1.1. Формирование требований к проектной продукции и анализ возможностей их выполнения

О4.1.2. Заключение контрактов на проектирование

О4.1.3. Контроль за ходом проектирования

О4.2. Организационно-технологическая подготовка проектирования

О4.2.1. Составление календарного плана процесса проектирования

О4.2.2. Определение потребностей в ресурсах (исполнителей, технических и программных средств)

О4.2.3. Анализ проектов-аналогов

О4.3. Формирование бюджета проекта

О4.4. Формирование и выдача заданий на выполнение проектных работ

О4.5. Выполнение проектных работ

О4.5.1. Подготовка архитектурно-строительной части проекта (чертежи, планы, разрезы, фасады здания, спецификации материалов и конструкций)

О4.5.2. Проектирование инженерных систем (отопление, вентиляция, водоснабжение, канализация, электроснабжение, слаботочные системы и т. п.)

О4.5.3. Разработка организационно-технологической документации (календарного плана, графиков поставки материалов и оборудования, схем движения техники и рабочих)

О4.5.4. Экологическое и противопожарное обоснование проекта, учет требований по охране труда и безопасности производства работ

О4.6. Оперативный контроль выполнения проектных работ

О4.7. Анализ проблем и подведение итогов проекта

О4.7.1. Оценка работоспособности проекта в предполагаемых условиях эксплуатации

О4.7.2. Оценка безопасности и экологичности проекта

О4.7.3. Соответствие стандартам и нормативно-технической документации

О4.7.4. Оценка соответствия существующей практики строительного производства

О4.8. Расчет финансовых результатов проекта

О4.8.1. Расчет стоимости строительства объекта на основании проектных решений, стоимости материалов и затрат на выполнение работ

О4.8.2. Определение источников финансирования, механизмов привлечения инвестиций, формирование бюджета проекта

О4.9. Хранение проектной документации

О4.9.1. Размещение проектной документации в архиве

О4.9.2. Выдача проектной документации производственным подразделениям

О4.9.3. Учет проектной документации

О4.9.4. Размножение проектной документации

О5. Организация экспертизы проектной документации

О5.1. Подбор экспертной организации

О5.2. Подготовка материалов для прохождения экспертизы

О5.2.1. Подача заявки на проведение экспертизы

О5.2.2. Передача материалов для проведения экспертизы (техническое задание, чертежи, расчеты, спецификации и т. д.)

О5.3. Экспертный анализ проектной документации на предмет соответствия требованиям строительных норм и правил, нормативно-технической документации, а также экономической обоснованности и технической реализуемости проекта

О5.3.1. Анализ замечаний экспертизы

О5.3.2. Разработка плана устранения замечаний

О5.3.3. Контроль качества внесенных исправлений

О5.4. Передача заключения заказчику

О5.5. Авторский надзор

О5.5.1. Заключение договора на проведение авторского надзора

О5.5.2. Проведение авторского надзора

О5.5.3. Внесение изменений в проектную документацию и их утверждение

О5.5.4. Анализ изменений по результатам авторского надзора

О6. Закупка материалов и оборудования

О6.1. Определение потребностей в материально-технических ресурсах

О6.1.1. Подготовка прогнозов цен на материалы и оборудование на период

О6.1.2. Планирование закупок материалов и оборудования

О6.2. Разработка спецификации (требования к материалам и оборудованию, их количество, качество, технические характеристики и т. д.)

О6.3. Выбор поставщиков и согласование стоимости

О6.3.1. Анализ рынка поставщиков

О6.3.2. Выявление возможных условий работы с поставщиками

О6.3.3. Оценка надежности поставщиков

О6.3.4. Проведение конкурсного отбора поставщиков

О6.4. Заключение договоров с поставщиками

О6.4.1. Подготовка договора с поставщиками

О6.4.2. Юридический аудит договора с поставщиками

О6.4.3. Подписание договора с поставщиками

О6.5. Оперативное управление поставками материалов и оборудования

О6.5.1. Формирование графика поставок на период и контроль оплаты

О6.5.2. Организация доставки от поставщиков и входной контроль материалов и оборудования

О6.6. Приемка, хранение и передача материалов и оборудования со склада снабжения в подразделения

О6.6.1. Приемка ресурсов от поставщиков

О6.6.2. Размещение и хранение ресурсов на складе снабжения

О6.6.3. Передача ресурсов со склада снабжения по требованиям

О6.7. Оценка поставщиков

О6.7.1. Анализ регулярности поставок для оценки поставщиков

О6.7.2. Анализ качества материалов и оборудования для оценки поставщиков

О6.7.3. Уточнение критериев отбора поставщиков

О7. Технический контроль за строительно-монтажными работами

О7.1. Проверка соответствия работ проектной документации

О7.2. Проверка соответствия характеристик материалов требованиям проекта и стандартов

О7.3. Проверка соблюдения технологии строительства

О7.4. Проведение испытаний и измерений (контрольные замеры, испытания строительных конструкций и оборудования)

О7.5. Контроль хода СМР

О7.5.1. Контроль подготовительных работ

О7.5.2. Контроль нулевого цикла работ

О7.5.3. Контроль строительно-монтажных работ

О7.5.4. Контроль прокладки сетей

О7.5.6. Контроль отделочных работ

О7.6. Составление отчетов, сбор и анализ информации о ходе строительства, выявление и устранение возможных проблем и несоответствий.

О7.7. Мониторинг и оценка качества строительства

О8. Участие во вводе объекта в эксплуатацию

О8.1. Проведение экспертизы объекта

О8.2. Получение заключения о соответствии требованиям технических регламентов и проектной документации

О8.3. Оформление акта ввода в эксплуатацию

О8.4. Регистрация объекта в государственных органах

Описание БФ и БП может быть продолжено с увеличением степени детализации.

Этап 3. Определение подразделений и обязанностей сотрудников

Определение подразделений и обязанностей сотрудников в компании создает основу для эффективного управления, координации и взаимодействия между различными БП. Создание четкой организационной структуры с надежным распределением ролей исполнителей позволяет компании быстрее реагировать на изменения в рыночной среде, оптимизировать внутренние процессы и достигать стратегических целей. Каждый департамент и роль в рамках компании имеют свои обязанности и ответственность, что способствует формированию командной работы и повышению общей эффективности БП. Определение ключевых ролей и подразделений включает в себя:

- высшее руководство: генеральный директор, заместитель генерального директора, финансовый директор, технический директор — специалисты, которые принимают стратегические решения;
- менеджеры проектов: начальники департаментов и отделов, ответственные за планирование, исполнение и закрытие проектов, а также управление командами;
- инженеры и технические специалисты: основные исполнители работ по проектированию, разработке и внедрению решений;

- эксперты: обеспечение соблюдения стандартов и контроля качества на всех этапах процессов;
- специалисты по работе с клиентами: управление отношениями с клиентами, ведение переговоров и продажа услуг.

На этапе определения ключевых ролей и подразделений в компании важно сформировать структуру, которая будет способствовать эффективному взаимодействию между различными БФ и обеспечивать успешное выполнение поставленных задач. Наличие четкой организационной структуры позволяет не только оптимизировать процессы, но и создать условия для увеличения производительности, повышения мотивации сотрудников и достижения стратегических целей.

Перечень необходимых департаментов включает в себя отдел архитектурно-строительного проектирования, инженерных изысканий, строительно-монтажных и пуско-наладочных работ, комплектации и логистики, бизнес-планирования и моделирования жизненного цикла, финансового инжиниринга и ТЭО, офисного сопровождения и внешних коммуникаций.

При описании БП предполагается описание БФ исполнителей, имеющих должности в инжиниринговой компании:

- генеральный директор — отвечает за результаты работы инжиниринговой компании. Отвечает за развитие компании и достижение стратегических целей. Утверждает планы, бюджеты, организационную структуру и кадровый состав. Обеспечивает соблюдение законодательства и внутренних регламентов. Представляет интересы компании во взаимодействии с внешними организациями;
- заместитель генерального директора — отвечает за БП, выполняемые в подчиненных подразделениях. Координирует работу руководителей отделов, распределяет задачи и ресурсы. Контролирует достижение плановых показателей своего направления. Вносит предложения по совершенствованию деятельности компании;

- начальник отдела — отвечает за реализацию БП в своем подразделении. Формирует планы работы, распределяет задачи между сотрудниками. Контролирует сроки, качество и эффективность выполняемых работ. Взаимодействует с другими отделами, согласовывает совместные действия. Анализирует проблемы, вносит предложения по улучшению БП;

- инженер — лицо, ответственное за разработку основных технических решений и требований. Разрабатывает основные технические решения и требования к проекту. Производит расчеты, выбор оборудования, материалов и технологий. Участвует в технических совещаниях, консультирует другие подразделения. Контролирует соблюдение технических норм и стандартов. Вносит предложения по улучшению технических решений;

- проектировщик — ответственен за подготовку архитектурно-строительной части проекта, а также разработку инженерных систем и организационно-технологической документации. Он создает чертежи, схемы, планы и другую проектную документацию. Проектировщик также занимается проектированием инженерных систем, таких как электроснабжение и водоснабжение. В его обязанности входит составление организационно-технологической документации, включая план организации строительных работ (ПОС) и план подготовки работ (ППР). Проектировщик взаимодействует с другими специалистами и согласовывает проектные решения;

- эксперт — проводит анализ документации и решений на соответствие действующим нормам и требованиям. Выявляет технические и технологические риски, дает оценку эффективности. Готовит заключения, предложения по корректировке проектных решений;

- менеджер — лицо, ответственное за сбор необходимой информации, согласование и утверждение результатов, анализ проблем и подведение итогов. Координирует взаимодействие между различными подразделениями и специалистами. Анализирует возникающие проблемы, оценивает ход выполнения работ. Готовит отчетность, презентации, подводит итоги реализации проектов. Вносит предложения по повышению эффективности управления;

- экономист — отвечает за разработку бизнес-плана компании, финансового прогнозирования и бюджетирования. Рассчитывает плановые и фактические затраты по проектам, анализирует экономическую эффективность. Проводит калькулирование себестоимости услуг, формирует ценовую политику. Оценивает финансовое состояние компании, разрабатывает меры по оптимизации финансовых потоков. Участвует в подготовке отчетности, обосновывает управленческие решения на основе экономического анализа;

- системотехник — отвечает за автоматизацию и информатизацию деятельности компании. Отвечает за автоматизацию и информатизацию деятельности компании. Разрабатывает концепцию и архитектуру информационных систем. Осуществляет внедрение, администрирование и сопровождение программного обеспечения. Интегрирует различные информационные системы и сервисы. Обеспечивает бесперебойную работу IT-инфраструктуры, проводит мониторинг и устранение сбоев. Консультирует пользователей, обучает персонал работе с внедряемыми системами;

- программист — отвечает за разработку и эксплуатацию программного обеспечения. Проектирует, кодирует, тестирует и отлаживает программные модули и компоненты. Осуществляет доработку и модификацию существующих информационных систем. Участвует во внедрении новых программных решений, обеспечивает их интеграцию. Осуществляет техническую поддержку и сопровождение используемого программного обеспечения. Разрабатывает техническую документацию, регламенты и инструкции по работе с системами;

- бухгалтер — отвечает за ведение бухгалтерского и налогового учета в компании. Осуществляет учет активов, обязательств, финансовых и хозяйственных операций. Формирует бухгалтерскую и налоговую отчетность, обеспечивает ее своевременное представление. Контролирует правильность расчетов с контрагентами, персоналом, бюджетом. Участвует в инвентаризации имущества, анализирует финансовое состояние компании. Обеспечивает соблюдение требований законодательства в учетной политике компании;

- **кладовщик** — материально ответственное лицо, отвечающее за прием, выдачу и хранение ТМЦ, а также за их сохранность. Организует учет и документооборот по движению ТМЦ на складе. Обеспечивает сохранность, надлежащие условия хранения и рациональное размещение ТМЦ. Осуществляет инвентаризацию, выявляет и предотвращает порчу, недостачу или хищение ценностей. Ведет складской учет, готовит отчетность и предоставляет данные о наличии и движении ТМЦ. Контролирует соблюдение норм расхода;

- **экспедитор** — отвечает за доставку ТМЦ на склад компании. Организует своевременный забор грузов у поставщиков и перевозку их в компанию. Контролирует комплектность, целостность и сохранность грузов при транспортировке. Оформляет необходимую транспортную и сопроводительную документацию. Взаимодействует с логистическими службами поставщиков и перевозчиков. Отслеживает движение грузов, оперативно реагирует на возникающие проблемы. Ведет учет и отчетность по осуществленным доставкам;

- **логист** — лицо, ответственное за организацию поставок и оценку поставщиков. Отвечает за организацию и управление поставками товаров, сырья, материалов в компанию. Анализирует потребности в материально-технических ресурсах, планирует закупки. Осуществляет поиск и оценку поставщиков, проводит переговоры и заключает договоры. Организует логистические процессы: маршрутизацию, складирование, транспортировку. Контролирует сроки и качество поставок, взаимодействует с экспедиторами и кладовщиками. Анализирует и оптимизирует логистические затраты, повышает эффективность цепочек поставок;

- **метролог** — отвечает за контроль и поверку контрольно-измерительного оборудования. Отвечает за организацию метрологического обеспечения деятельности компании. Осуществляет контроль и поверку средств измерений, используемых в компании. Разрабатывает и внедряет систему метрологического контроля, ведет соответствующую документацию. Проводит калибровку, аттестацию и поверку измерительного оборудования. Обеспечивает соответствие средств измерений требованиям нормативных документов.

Консультирует персонал по вопросам метрологии, участвует в обучении и аттестации;

- лаборант — отвечает за проведение лабораторных исследований, анализ и обработку полученных данных. Осуществляет отбор и подготовку проб, выполняет качественные и количественные анализы. Ведет документацию по лабораторным работам, оформляет протоколы и заключения. Обеспечивает поддержание лабораторного оборудования в исправном состоянии. Участвует в разработке методик и стандартов для проведения лабораторного контроля. Взаимодействует с другими отделами, предоставляет аналитическую информацию;

- геодезист — отвечает за геологические, геодезические работы и иные работы, необходимость в проведение которых может возникнуть в процессе проведения инженерно-строительных изысканий, в соответствии с утвержденной программой работ. Выполняет топографическую съемку местности, создает планы и карты участка изысканий. Определяет пространственные координаты, высоты, уклоны и другие геометрические характеристики земной поверхности. Проводит геодезические измерения для уточнения границ земельных участков. Устанавливает постоянные геодезические знаки и реперы для дальнейших наблюдений;

- геолог — отвечает за инженерно-геологические исследования. Изучает геологическое строение и состав грунтов на участке. Определяет физико-механические свойства грунтов, наличие и состав подземных вод. Выявляет опасные геологические процессы, такие как оползни, карст, суффозия. Составляет геологические разрезы, карты и заключения о инженерно-геологических условиях;

- эколог — отвечает за экологическую безопасность. Оценивает состояние окружающей среды на участке изысканий. Выявляет источники загрязнения, анализирует пробы почв, грунтовых и поверхностных вод. Определяет степень техногенной нагрузки, наличие опасных для здоровья

веществ. Разрабатывает рекомендации по охране окружающей среды и рациональному природопользованию;

- гидрометеоролог — оценивает гидрометеорологическую среду участка. Изучает климатические условия, режим поверхностных и подземных вод на участке. Проводит наблюдения за осадками, ветрами, снежным покровом, уровнями воды. Оценивает возможность опасных гидрометеорологических явлений (паводки, затопления, заморозки). Прогнозирует влияние природных факторов на объекты строительства;

- геотехник — отвечает за устойчивость оснований и фундаментов. Выполняет расчеты оснований и фундаментов проектируемых сооружений. Разрабатывает рекомендации по укреплению грунтов, водопонижению, осушению. Оценивает устойчивость склонов, откосов, берегов водоемов. Проводит лабораторные испытания грунтов для определения их свойств;

- контролер — осуществляет технический контроль за ходом и качеством строительно-монтажных работ. Проверяет соответствие выполняемых работ проектной документации и нормативным требованиям. Контролирует применение строительных материалов, изделий и конструкций. Осуществляет визуальный, инструментальный и лабораторный контроль на объекте. Выявляет отклонения и нарушения, фиксирует их в документации, контролирует устранение. Ведет исполнительную документацию, составляет акты и отчеты по результатам контроля. Взаимодействует с представителями подрядных организаций, участвует в приемке работ;

- технолог — осуществляет проверку соблюдения технологии и порядка производства строительно-монтажных работ. Контролирует применение технологических регламентов, стандартов и норм. Разрабатывает технологические карты, инструкции и другую нормативную документацию. Выявляет отклонения от технологических требований, анализирует причины и принимает меры по их устранению. Участвует в приемке выполненных работ, оценивает их соответствие технологическим требованиям. Взаимодействует с производственными

подразделениями, консультирует персонал по технологическим вопросам. Вносит предложения по совершенствованию технологических процессов;

- секретарь — координирует общую работу и взаимодействие между структурными подразделениями. Обеспечивает коммуникацию с внешними организациями и клиентами. Планирует и организует проведение совещаний, встреч, переговоров. Ведет делопроизводство: принимает, регистрирует и распределяет входящую документацию. Осуществляет контроль исполнения поручений, подготавливает справки и отчеты. Поддерживает актуальность и порядок в документационных системах. Выполняет вспомогательные административные функции;

- делопроизводитель — отвечает за ведение и организацию документооборота в компании. Принимает, регистрирует, систематизирует и учитывает входящую и исходящую документацию. Формирует и ведет номенклатуру дел, обеспечивает сохранность документов. Осуществляет контроль за сроками исполнения документов, движением документопотоков. Консультирует сотрудников по вопросам делопроизводства и документационного обеспечения. Взаимодействует с архивом, осуществляет подготовку документов к архивному хранению.

Все необходимые экспертные, юридические и финансовые консультации ИК получает по договорам справочно-консультационного обслуживания или договорам аутсорсинга, заключенным со сторонними организациями соответствующего профиля.

Этап 4. Выбор типа организационной структуры

В общем, существует множество основных типов организационных структур, которые различаются по способу распределения ответственности. Ответственность может быть разделена по функциям, то есть по узкоспециализированным видам деятельности. В этом случае речь идет о функциональных организационных структурах. Ответственность может быть распределена по результатам, то есть по продуктам или бизнес-процессам. В этом случае используются структуры, ориентированные на достижения результатов. К

таким структурам относятся проектные, процессные, дивизиональные структуры. Также существует комбинированный подход, при котором ответственность распределяется одновременно как по функциям, так и по результатам. В этом случае образуются матричные типы организационных структур, для которых характерно двойное подчинение (Рисунок 3.28).

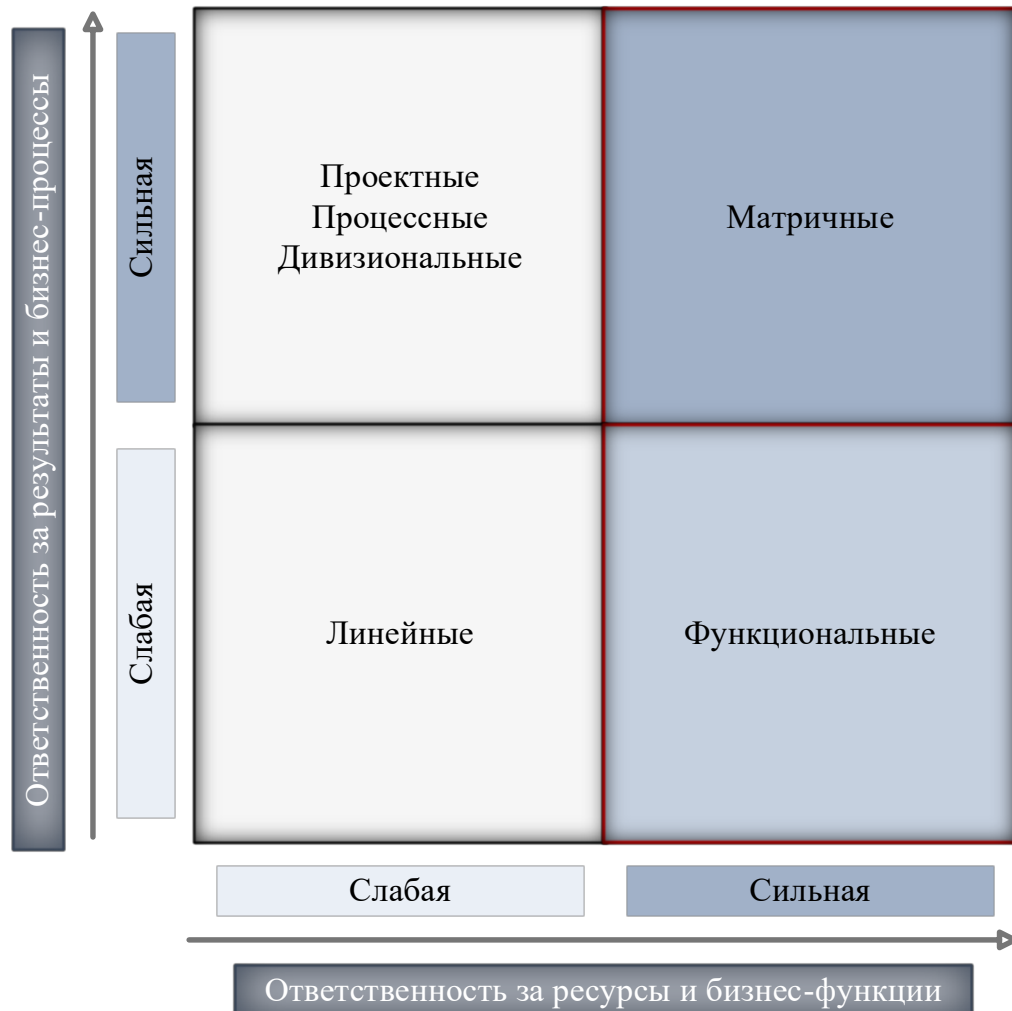


Рисунок 3.28. Выбор типа организационной структуры

В зависимости от специфики и масштабов компании выбирается тип организационной структуры:

- функциональная структура, в которой работники группируются по функциям (например, проектирование, изыскания, строительство). Подходит для небольших компаний с ограниченным количеством проектов;
- матричная структура, в которой работники подчиняются как функциональным менеджерам, так и менеджерам проектов. Подходит при наличии большого числа проектов.

При выборе функциональной структуры подразделения организуются по функциональным направлениям (например, проектирование, изыскания, строительство), тогда как при выборе матричной структуры существует возможность взаимодействия подразделений между собой и обмена ресурсами.

Этап 5. Определение процессов взаимодействия

Определение процессов взаимодействия между подразделениями ИК представляет собой важный шаг, направленный на улучшение коммуникации, повышение эффективности взаимодействия и оптимизацию рабочих процессов. Правильно организованные механизмы взаимодействия позволяют не только оперативно решать возникающие задачи, но и избегать конфликтов, связанных с недопониманием или отсутствием информации. При создании процессов взаимодействия необходимо:

1. Проводить регулярные совещания для поддержания открытой и продуктивной коммуникации между различными подразделениями компании. Такой подход позволяет не только обсуждать выполнение текущих проектов, но и выявлять проблемы на ранних стадиях, находить пути их решения и предотвращать накопление вопросов, которые могут значительно затруднить процесс работы. Установить четкий график проведения совещаний (еженедельно, раз в две недели или ежемесячно), чтобы все участники могли заранее подготовиться и запланировать свое время и определить формат обсуждений (очные, дистанционные, или смешанные) в зависимости от необходимости и доступности сотрудников. В ходе совещания вести протокол и обеспечить его доступность для всех заинтересованных лиц.

2. Формировать совместные рабочие группы из сотрудников разных отделов для объединения различных навыков и перспектив решения сложных и многофункциональных задач. Это способствует более креативному подходу, а также помогает сотрудникам лучше понять работу друг друга. Определить цели рабочей группы, а также задачи, которые она должна решить. Это поможет участникам сосредоточиться на результате. Подобрать участников на основании их опыта и навыков, необходимых для выполнения конкретной задачи, а не только

на основе их должностей. Установить графики регулярных отчетов о ходе выполнения задач для обеспечения прозрачности и подотчетности участников. По завершении работы рабочей группы провести анализ достигнутых результатов и недостатков, чтобы улучшить процесс взаимодействия в будущем.

3. Документировать БП и регламентировать взаимодействия (обмен информацией, передача задач, отчетность и сотрудничество), что позволяет создать понятную структуру для работы и обеспечить привлечение новых сотрудников в рабочие процессы. Установите процедуру периодического пересмотра и обновления внутренней документации. Бизнес-среда меняется, и важно, чтобы регламенты оставались актуальными. Проведите обучающие сессии для сотрудников, чтобы ознакомить их с новыми процессами и обеспечить их понимание и согласие.

4. Обеспечить возможность внутренних электронных коммуникаций (электронная почта, внутренние чаты) для официальных сообщений, командировок, рассылок и т. д.

5. Создать механизмы для получения обратной связи (анонимные опросы и анкеты, обмен мнениями и т. д.).

Установление эффективной системы коммуникации в рамках организации способствует успешной работе всей команды и улучшению общих результатов компании. Поддержание грамотной коммуникационной структуры помогает устранить барьеры между подразделениями, повысить мотивацию сотрудников и обеспечить высокую степень вовлеченности. Правильное внедрение внутренних коммуникаций, получение обратной связи и внедрение системы отчетности помогают создать единую корпоративную культуру, основанную на взаимопонимании и сотрудничестве. В конечном итоге это способствует повышению эффективности работы и удовлетворенности сотрудников.

Этап 6. Набор и обучение персонала

Этап набора и обучения персонала — это не одноразовая задача, а непрерывный процесс. Инвестирование в развитие сотрудников в долгосрочной перспективе приносит значительные дивиденды для компании, обеспечивая не

только высокую производительность, но и создание крепкого, сплоченного коллектива. Подходящий набор кадров и правильные методы обучения помогут установить прочные основы для вашей организации и создадут основу для ее успешного развития. Набор и обучение персонала — важные процессы для обеспечения эффективной работы организации и достижения стратегических целей.

Для каждой должности в компании необходимо четко определить требования и навыки, которые будут необходимы для успешного выполнения задач. Профиль специалиста должен содержать информацию о необходимых профессиональных знаниях, навыках и опыте работы, а также об обязанностях и ответственности, что поможет в процессе подбора и станет основой для оценки кандидатов. В профилях должны быть отражены личные качества, которые необходимы для корпоративной культуры вашей компании. Это поможет находить кандидатов, которые впишутся в коллектив.

Подбор персонала должен быть систематизированным и последовательным. Прежде всего, необходимо определить места поиска кандидатов (онлайн-платформы (например, LinkedIn и HeadHunter), университеты, кадровые агентства и т. д.). Установить четкие критерии для оценки кандидатов — это может быть уровень образования, опыт работы, знание языков и других специфических навыков. Подготовить структурированные интервью, где вопросы будут соответствовать требованиям позиции. Структурированные интервью помогают обеспечить объективность при оценке кандидатов. Включить в процесс оценки тестовые задания или практические задания, чтобы проверить реальные навыки соискателей в условиях, приближенных к рабочим.

Обучение и развитие персонала должны быть направлены не только на адаптацию новых сотрудников, но и на постоянное повышение квалификации.

Для новых сотрудников нужно создать специальные программы, которые помогут им быстрее интегрироваться в коллектив и понять корпоративные ценности. Разработать регулярные курсы по профессиональным знаниям, чтобы сотрудники были в курсе новых технологий и методов работы (например, это

могут быть тренинги по новым инжиниринговым технологиям или стандартам качества).

Организовать постоянно действующие семинары и вебинары с приглашенными экспертами из отрасли для обучения новым инструментам и технологиям. Внедрить онлайн-платформы для самостоятельного обучения, где сотрудники смогут изучать материалы в любое время. Организовать кросс-функциональное обучение позволяет лучше понимать работу смежных специалистов и помогает в создании более эффективной команды. Реализовать ротацию среди сотрудников, что способствует расширению их профессионального опыта и повышению ценности их вклада.

Этап 7. Оценка эффективности и корректировка структуры

Организационная структура должна быть динамичной и изменяться в зависимости от условий внешней среды. Процесс оценки и корректировки структуры должен быть цикличным и включать в себя несколько ключевых элементов: установление KPI, сбор обратной связи и корректировка структуры для адаптации к изменениям. Рассмотрим каждый из этих элементов подробно:

1. Определение ключевых показателей эффективности (KPI — Key Performance Indicators) — это количественные и качественные меры, которые помогают организациям оценивать, насколько эффективно они достигают своих ключевых бизнес-целей. KPI могут быть как стратегическими, так и оперативными, и их цель — обеспечить руководство информацией для принятия решений, основанных на фактических данных. Ключевые показатели эффективности (KPI) служат основным инструментом для мониторинга продуктивности и достижения стратегических целей (финансовые, операционные, целевые показатели и т. д.).

2. Регулярное получение обратной связи от сотрудников является критически важным для понимания работы организационной структуры и немаловажно для ее улучшения. Для этого можно использовать регулярные анонимные опросы среди сотрудников, чтобы собрать их мнения по поводу текущей структуры, взаимодействия между отделами, а также возникающих

проблем и недочетов. Организовывать встречи и обсуждения как на уровне команд, так и всей компании для открытого обсуждения текущих проблем и предложений по улучшению структуры.

3. Корректировка структурных элементов на основе собранных данных о КРІ и обратной связи от сотрудников проведите о результативности каждого подразделения и всей компании. Прежде всего необходимо выделить подразделения, работающие неэффективно для внесения изменений (пересмотр ролей, изменение численности, оптимизация процессов или ликвидация).

Для этих подразделений оценить возможность трансформации подграфа управления подграфа управления верхнего уровня технологического графа (Рисунок 3.29).

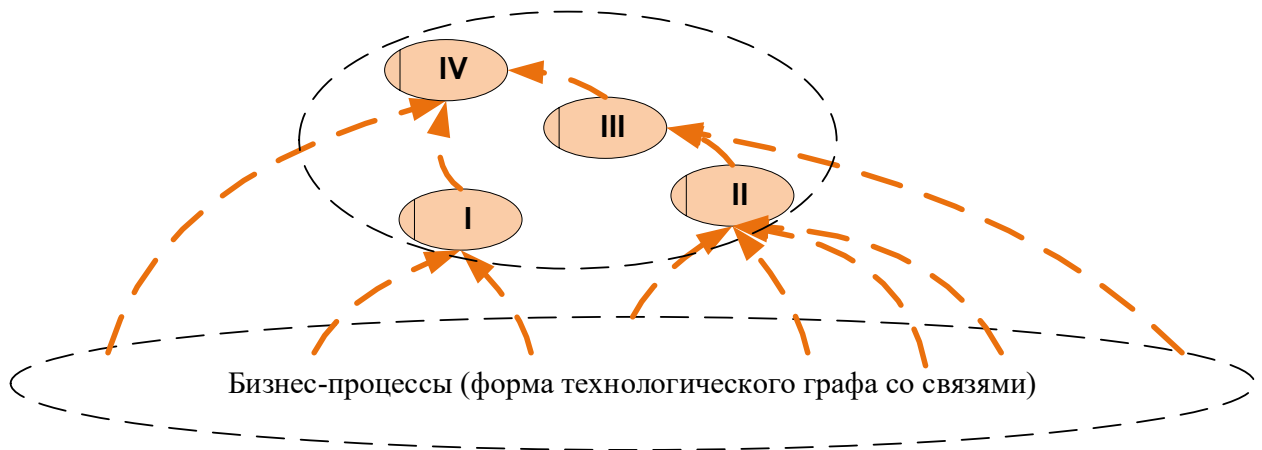


Рисунок 3.29. Построение первичного графа ОС

Подграф управления верхнего уровня ОС имеет связи со всеми БП и представляет собой надстройку над технологическим графом, где «верхним» узлам соответствуют руководители структурных подразделений инжиниринговой компании. Определяется состав необходимых функциональных подразделений. Формируется список оценок показателей взаимосвязи между подразделениями компании и даются количественные значения параметров взаимодействия между подразделениями с использованием системы критериев, определенных в п.1.4.

Выполняется оценка показателей взаимосвязи между подразделениями компании и определяется число вершин подграфа управления верхнего уровня организационной структуры инжиниринговой компании в зависимости от характеристик реализуемых инвестиционно-строительных проектов с

использованием разработанного эвристического алгоритма синтеза ОС, который позволяет определить примерное число узлов подграфа управления верхнего уровня. Формируется некоторый «эталонный» поток объема информации и материальных ресурсов, приходящихся на каждый узел. Далее за счет расширения графа организации последовательным добавлением узлов добиваются максимальной близости эталонного потока L и соответствующего контролируемого потока. Эта процедура выполняется до момента, пока затраты на содержание ОС продолжают снижаться. Осуществляется распределение полномочий, ответственности и взаимодействия между различными подразделениями.

Реорганизация ОС осуществляется на основе показателей интенсивности и установленной иерархии технологического графа. Производится распределение исполнителей по проектам на основании решения задачи «о назначениях» или «транспортной задачи». После чего формируется новое штатное расписание, определяются необходимые должности и их функции, формируется система оплаты труда и мотивации. Вносятся изменения в положения о подразделениях, в систему коммуникаций и документооборота.

С использованием энтропийного подхода определяется наиболее подходящий тип ОС. Если инжиниринговая компания выполняет один или несколько проектов, то для нее более подходящей является функциональная структура. При увеличении количества проектов и их сложности целесообразен переход к матричной структуре. Функциональная ОС дает возможность высшему руководству лучше контролировать все процессы в своей организации, избегая при этом потенциальной возможности принятия противоречивых решений как это возможно в матричной ОС. Функциональная ОС требует меньше расходов на собственное функционирование, но не обеспечивает эффективного распределения и возможности оперативного перераспределения работ между исполнителями. Матричная ОС лишена отмеченного недостатка, повышает устойчивость за счет дополнительных связей, обеспечивающих дублирование функций и участие одного исполнителя в реализации нескольких проектов.

Для уточнения численного состава подразделений проводится моделирование БП компании с использованием семейства разработанных GPSS-моделей с использованием системы макросов в виде элементарных ТЭБ (типовых элементарных блоков) инструментальной среды системы моделирования GPSS-STUDIO. В общем случае для каждого элемента описания БП можно реализовать соответствующий элементарный ТЭБ. Каждый ТЭБ может иметь собственное графическое представление, которое позволяет выполнить визуализацию его свойств с помощью задания функционала «GPSS модель»; «GPSS объекты»; «Входы»; «Выходы»; «Параметры»; «Состояния» и другие.

По результатам моделирования определяется количественный состав исполнителей для каждой БФ и зависимости времени реализации отдельных БФ от количественного состава исполнителей. Выявляются «узкие места» и возможности для оптимизации. После чего выполняется перераспределение кадрового состава за БФ. В случае ограниченного кадрового состава решается задача оптимизации времени реализации БП на основе перераспределения количественного состава исполнителей, закреплённых за каждой БФ каждого БП.

Следует отметить, что предложенная методика позволяет результативно решать проблему выбора типа ОС, а также глубины необходимой оптимизации с учетом специфики инжиниринговой деятельности, масштабов компании, ее стратегических приоритетов и ключевых компетенций при формировании наилучшего варианта организационной структуры.

Формирование эффективной организационной структуры — это динамический процесс, требующий постоянной оценки и готовности к изменениям. Опыт показывает, что компании, способные быстро адаптироваться к новым условиям, имеют лучшие шансы на успешное развитие. Правильная структурная организация позволяет не только повысить продуктивность, но и улучшить внутреннюю коммуникацию, а также создать необходимую гибкость для оперативного реагирования на изменения в рынке и требования клиентов. Поэтому важно не только установить начальные KPI и собирать обратную связь, но и активно использовать эти данные для постоянного улучшения организационной структуры.

Выводы по главе 3

1. Рассмотрены подходы к формированию организационной структуры через моделирование бизнес-процессов, так как полагается, что базовым аспектом формирования организационной структуры являются модели бизнес-процессов, реализуемых инжиниринговой компанией, которые представляют собой основу для решения задач оптимизации организационной структуры.

2. Сделан вывод о необходимости разработки инструментария, обеспечивающего возможность формирования организационной структуры, оценки ее эффективности и определения направлений ее трансформации, в качестве которого обосновано использование аппарата имитационного моделирования. Показано, что наиболее адекватными моделями описания бизнес-процессов и организационной структуры являются модели, основанные на концепции имитационного моделирования в виде сетей массового обслуживания, блоки которых формально описываются стохастическими зависимостями.

3. Рассмотрены основные операторы системы имитационного моделирования GPSS и предложена модель преобразования формальных описаний бизнес-процессов в GPSS-модель, представленную в виде алгоритмической структуры типовых элементарных блоков.

4. Предложена методика проектирования организационной структуры инжиниринговой компании, основанная на методах моделирования бизнес-процессов, которые позволяют оценивать соответствие организационной структуры реальным условиям функционирования инжиниринговой компании. Методика состоит в последовательном выполнении 7 этапов, обеспечивающих выбор типа ОС и определение количественного состава исполнителей подразделений на основании моделирования бизнес-процессов.

ГЛАВА 4. ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В ИНЖИНИРИНГОВОЙ КОМПАНИИ

4.1. Описание основных бизнес-процессов инжиниринговой компании АО «Мосинжпроект»

Практическое внедрение результатов диссертационного исследования было выполнено в инжиниринговой компании АО «Мосинжпроект», которая является одной из ведущих строительных организаций в России, специализирующихся на проектировании, строительстве и эксплуатации различных объектов инфраструктуры. На верхнем уровне ОС располагается управляющая компания, которая отвечает за стратегическое руководство, координацию всех направлений деятельности, контроль за выполнением поставленных задач, а также за финансовую и административную поддержку. Управляющая компания АО «Мосинжпроект» осуществляет руководство несколькими дочерними компаниями, которые специализируются на различных аспектах строительной деятельности, таких как: проектирование (архитектурное, инженерное), строительство (жилищное, гражданское, инфраструктурное), эксплуатация и управление недвижимостью, инжиниринг и консалтинг. Каждая дочерняя компания содержит функциональные подразделения, отвечающие за конкретные направления работы, такие как: отдел проектирования, строительный отдел, отдел закупок, финансовый отдел, юридический отдел, маркетинговый отдел, управление проектами. К числу вспомогательных подразделений относятся служба безопасности, отдел кадров, IT-отдел.

Инжиниринговая компания, входящая в состав АО «Мосинжпроект», осуществляет деятельность по сопровождению инвестиционно-строительных проектов на всех этапах жизненного цикла, заканчивая этапом строительного производства. К числу основных БП инжиниринговой компании АО «Мосинжпроект» относятся: инициация проекта (O1); разработка технико-экономического обоснования и задания на проектирование (O2); проведение инженерных изысканий (O3); разработка комплекта проектной документации (O4); организация экспертизы проектной документации (O5); закупка материалов

и оборудования (О6); технический контроль за строительными работами (О7); участие во вводе объекта в эксплуатацию (О8).

К числу процессов управления относятся БП инвестиционного планирования (расчет необходимых затрат), а также организация и планирование работ подготовительного этапа и строительными работами.

К числу БП развития относятся анализ деятельности и подготовка аналитических и отчетных материалов.

К числу вспомогательных БП относятся: подготовка тендеров и договоров; ведение бухгалтерского и налогового учета; управление кадрами и трудовыми отношениями. Таким образом модель БП инжиниринговой компании АО «Мосинжпроект» представляет собой совокупность всех выделенных БП (Рисунок 4.1).

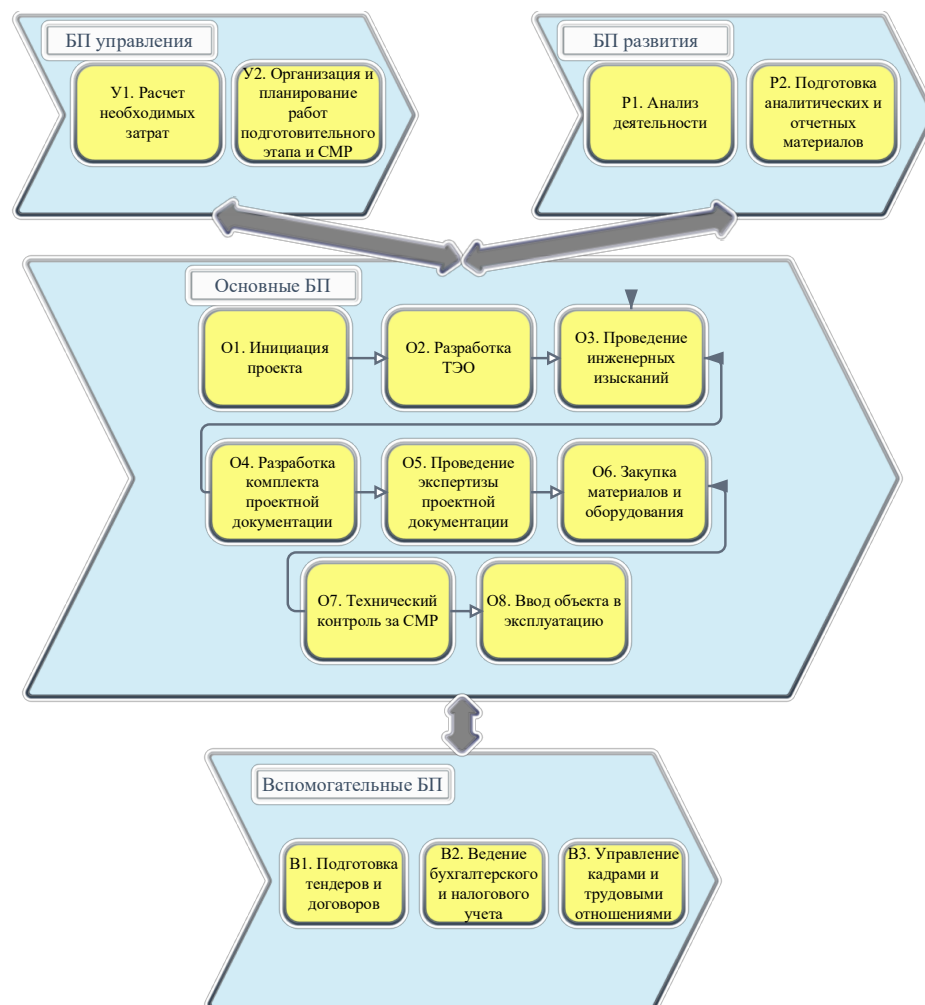


Рисунок 4.1. БП инжиниринговой компании АО «Мосинжпроект»

4.2. Модель выбора типа организационной структуры на примере инжиниринговой компании АО «Мосинжпроект»

В настоящее время инжиниринговая компания АО «Мосинжпроект» имеет функциональную ОС (Рисунок 4.2).

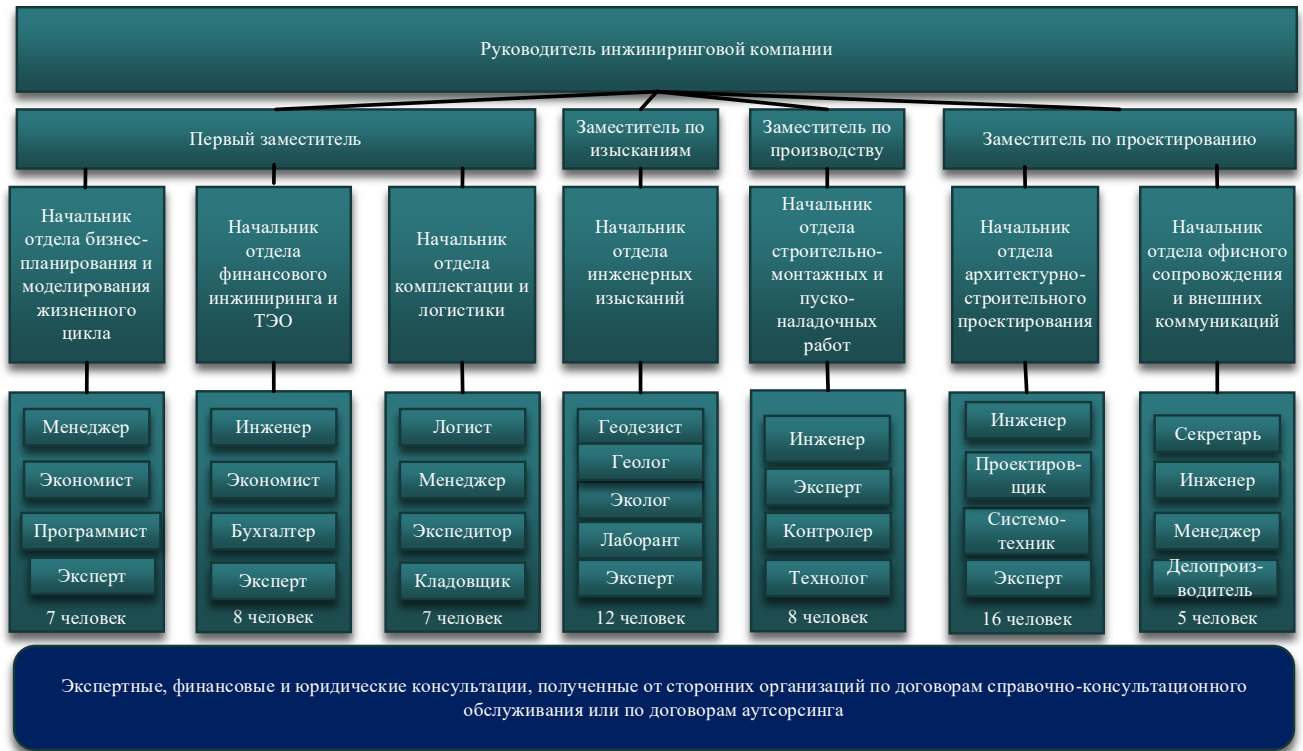


Рисунок 4.2. Функциональная ОС инжиниринговой компании АО «Мосинжпроект»

В соответствии с 4 шагом методики (раздел 3.4) в качестве наиболее перспективных ОС для инжиниринговой компании следует рассматривать функциональную и матричную структуру (Рисунок 4.3). В данном случае обе структуры имеют одинаковое количество уровней иерархии управления, перечень подразделений и исполнителей, но отличаются количеством связей. Для оценки ОС с точки зрения эффективности реализации инвестиционно-строительных проектов воспользуемся методологией организационно-управленческого инжиниринга и внесем изменения в ОС, на основании анализа состава и структуры подразделений и распределения ответственности между ними.

Существует широкий спектр количественных показателей, которые можно использовать для оценки эффективности ОС, в том числе, показатель энтропии,

который позволяет оценить степень устойчивости той или иной ОС, получить количественную оценку, на основании которой можно сделать выбор типа ОС.

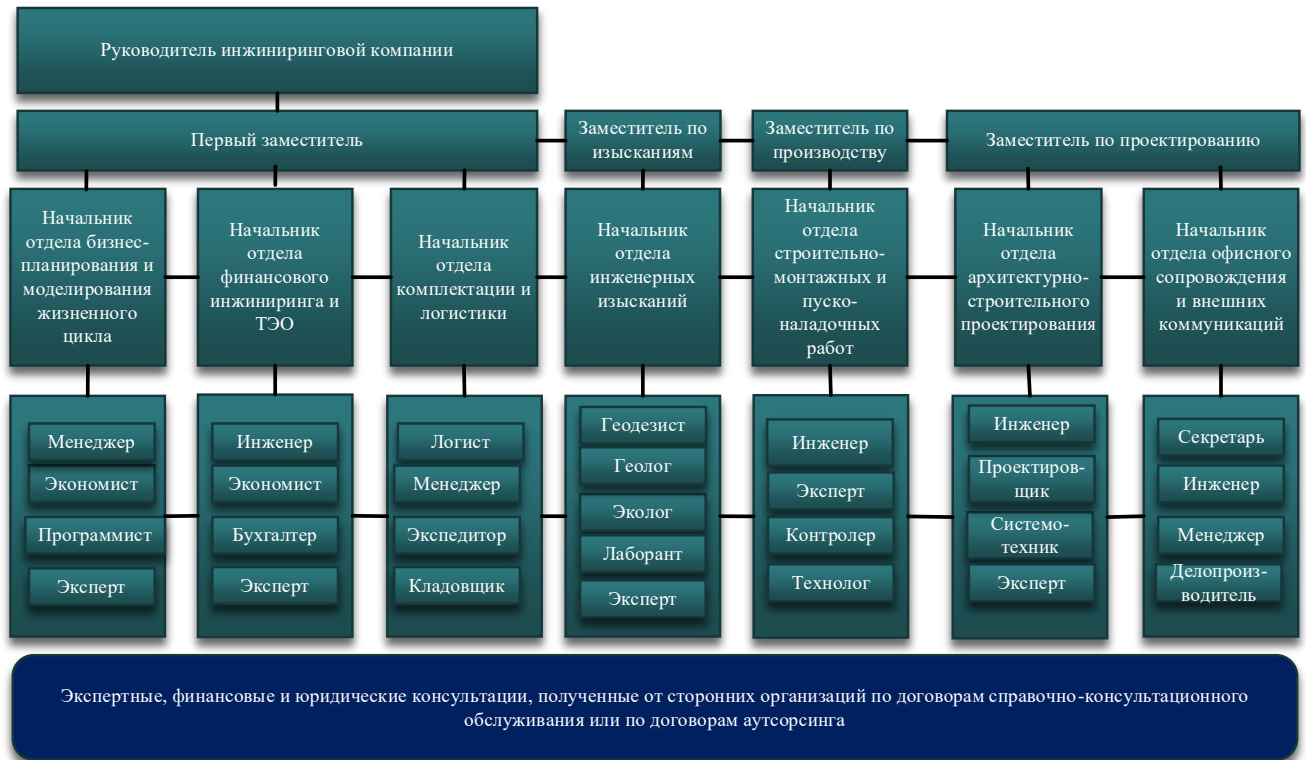


Рисунок 4.3. Матричная ОС инжиниринговой компании АО «Мосинжпроект»

Пусть ОС содержит L уровней иерархии управления и на каждом уровне $l, l = 1, \dots, L$ находится P_l подразделений. Тогда общее количество подразделений ОС P определяется как [60]:

$$P = \sum_{l=1}^L P_l. \quad (4.1)$$

На основе формулы для расчета информационной энтропии Шеннона [93] определим формулы для измерения сложности ОС в зависимости от ее функционального назначения.

Введем понятие межуровневой энтропии $E_{му}$, которая позволяет оценить эффективность количества связей между подразделениями соседних уровней. Так как граф ОС является связанным, то количество узлов соответствует количеству связей между подразделениями разных уровней. Тогда величина межуровневой энтропии определяется как [60]:

$$E_{\text{мy}} = - \sum_{l=1}^L P_l * \log_2 \left(\frac{P_l}{P} \right). \quad (4.2)$$

Обозначим количество связей между подразделениями g -го уровня как P_{lg} , $g = 1, \dots, G$. Тогда внутриуровневая энтропия $E_{\text{вy}}$ может быть вычислена как [60]:

$$E_{\text{вy}} = - \sum_{l=1}^L \sum_{g=1}^G N_{lg} * \log_2 \left(\frac{P_{lg}}{P_l} \right). \quad (4.3)$$

Естественно, что $E_{\text{вy}}$ будет максимальна для матричной ОС.

Общая энтропия ОС определяется суммой:

$$E = E_{\text{мy}} + E_{\text{вy}}. \quad (4.4)$$

Общее количество вариантов организационных структур весьма велико. Поэтому можно говорить о синтезе не оптимальной, а рациональной структуры.

Каждая из ОС, приведенных на рисунках 1 и 2 содержит четыре уровня иерархии управления L . Результаты расчетов для функциональной ОС (Таблица 4.1) и матричной ОС (Таблица 4.2) показывают, что матричная ОС обладает большей энтропией, а, следовательно, и большей устойчивостью за счет дополнительных связей, обеспечивающих дублирование функций и участие одного исполнителя в реализации нескольких проектов [60].

Таблица 4.1. Результаты расчетов для функциональной ОС

| L | NI | Nlm | Емy | Евy | Е |
|--------------|-----------|------------|------------|------------|----------|
| 1 | 1 | 0 | 4,238 | 0 | 4,238 |
| 2 | 4 | 0 | 8,992 | 0 | 8,992 |
| 3 | 7 | 0 | 10,094 | 0 | 10,094 |
| 4 | 7 | 0 | 10,094 | 0 | 10,094 |
| Сумма | 19 | 0 | 34,418 | 0 | 34,418 |

Таблица 4.2. Результаты расчетов для матричной ОС

| L | NI | Nlm | Емy | Евy | Е |
|--------------|-----------|------------|------------|------------|----------|
| 1 | 1 | 0 | 4,238 | 0 | 4,238 |
| 2 | 4 | 3 | 8,992 | 4,755 | 13,747 |
| 3 | 7 | 6 | 10,094 | 5,142 | 15,236 |
| 4 | 7 | 6 | 10,094 | 5,142 | 15,236 |
| Сумма | 19 | 15 | 34,418 | 15,039 | 49,457 |

Внутриуровневая энтропия отражает степень горизонтальной интеграции, которая соединяет разрозненных исполнителей в межпроектные команды, объединяя их навыки и знания. Высокий уровень горизонтальной интеграция создает большую прозрачность внутри организации.

Межуровневая энтропия отражает степень вертикальной интеграции, то есть связанность уровней иерархии ОС. Можно утверждать, что чем больше уровней иерархии, тем сложнее осуществлять процессы управления и распределения средств между подразделениями.

Таким образом, если инжиниринговая компания выполняет один или несколько проектов, то для нее более подходящей является функциональная структура. При увеличении количества проектов и их сложности целесообразен переход к матричной структуре. Функциональная ОС дает возможность высшему руководству лучше контролировать все процессы в своей организации, избегая при этом потенциальной возможности принятия противоречивых решений в матричной ОС.

Функциональная ОС требует меньше расходов на собственное функционирование, но не обеспечивает эффективного распределения и возможности оперативного перераспределения работ между исполнителями [54]. Матричная ОС лишена отмеченного недостатка, повышает устойчивость за счет дополнительных связей, обеспечивающих дублирование функций и участие одного исполнителя в реализации нескольких проектов, но требует больших по сравнению с функциональной ОС затрат на свое содержание.

Энтропийный подход можно использовать и для оценки энтропии организационной структуры при изменении количества сотрудников в подразделении. Привлечение сотрудников одного подразделения для выполнения работ в другом подразделении приводит к формированию коллектива со смешанной квалификацией, и энтропия такого подразделения может быть определена как:

$$E_{\text{см}} = - \sum_{k=1}^K p_k * \log_2(p_k), \quad (4.5)$$

где p_k — отношение привлеченных в подразделение сотрудников к общему числу сотрудников подразделения k .

Тогда энтропия организационной структуры при формировании коллективов со смешанной квалификацией по всем подразделениям определяется как:

$$E_{\text{см}} = - \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^K p_{ik} * \log_2(p_{ik}). \quad (4.6)$$

Если сотрудник подразделения переводится в другое подразделение в ходе выполнения определенного этапа проекта, то энтропия его подразделения уменьшается, но одновременно увеличивается энтропия подразделения, куда он переведен, то есть изменение энтропии i -го подразделения составит:

$$\Delta E_i = \log_2 \left(\frac{p_i^2}{p_i^1} \right), \quad (4.7)$$

где: p_i^1, p_i^2 — количество сотрудников в подразделении i до перевода и после перевода, соответственно. Если общее количество сотрудников подразделения увеличивается, то энтропия этого подразделения возрастает и, наоборот, при уменьшении численности сотрудников энтропия подразделения уменьшается.

Тогда для всей ОС справедливо выражение для определения изменения энтропии всех подразделений:

$$\Delta E = \sum_{i=1}^N \log_2 \left(\frac{p_i^2}{p_i^1} \right). \quad (4.8)$$

Как изменение общей численности сотрудников, так и их перевод из одного подразделения в другое оказывают влияние на энтропию ИК, что можно записать как:

$$E_{\text{изм}} = E_{\text{см}} + \Delta E. \quad (4.9)$$

Современный инжиниринговый бизнес немыслим без матричной структуры, так как она позволяет достигать высокой финансовой эффективности.

Большинство российских проектных, изыскательских и инжиниринговых компаний по-прежнему используют функциональную схему и неохотно переходят к матричной модели. Однако эксперты оценивают, что переход на матричную структуру мог бы увеличить заработную плату инженеров на 50-100 % при прочих равных условиях, за счет более эффективного использования ключевых специалистов.

4.3. Формальное описание типовых элементарных блоков имитационной модели

Выполнено формальное описание программных блоков (в терминологии GPSS — ТЭБ), предложенных в диссертации для моделирования произвольной схемы БП.

В результате, базисными элементами для создания обобщенной модели БП являются элементарные блоки. Это обусловлено тем, что ТЭБ обладают своей логикой и только в них разрабатываются фрагменты модели, реализующие эту логику, а композитные блоки являются каркасом и связующими элементами. Совместное сочетание композитных и элементарных ТЭБ формируют интегрированную модель конструируемой модели реализации БП.

Рассмотрим основные операторы GPSS для реализации имитационной модели БП и ОС. Форматы приведенных далее операторов будут направлены на моделирование равномерно-распределенных промежутков времени, хотя система GPSS имеет достаточное количество датчиков для моделирования различных распределений, таких как экспоненциальное, Эрланга, Гамма, Бетта и других.

Моделирование оператора **начала БП** реализуется через оператор GPSS:

GENERATE [A],[B],[C],[D],[E] (ГЕНЕРИРОВАТЬ),

который моделирует вход инициатора БП в систему моделирования. Причем порождение входа БП в систему для реализации выполняется через случайно заданные промежутки времени.

Операнд А представляет собой средний интервал между сгенерированными инициаторами, а операнд В — представляет собой величину полуинтервала. Остальные операторы обеспечивают дополнительные функции этого оператора.

Моделирование оператора **завершения БП** реализуется через оператор GPSS:

TERMINATE [A] ЗАВЕРШИТЬ,

который предназначен для удаления БП из системы, т. е. удаления инициатора, соответствующего данному БП.

Операнд А определяет степень уменьшения счетчика завершений, который является целым положительным числом.

Далее рассматриваются функции GPSS, связанные с реализацией бизнес-функций БП.

Как отмечалось выше, для реализации каждой БФ имеется ограниченное количество исполнителей. В связи с этим, если все исполнители заняты реализацией БФ других БП, то данный БП с соответствующий БФ ожидает его обработки, или встает в очередь. Кроме того, далее будем рассматривать очереди типа FIFO, т. е. БП обслуживаются по мере их поступления.

Для моделирования очереди ожидающих БП используются функции QUEUE и DEPART.

Для постановки БП в очередь используется оператор:

QUEUE A,[B] (СТАТЬ В ОЧЕРЕДЬ),

который организует занесение инициатора соответствующего БП в определенную очередь, соответствующую группе исполнителей, реализующих данную функцию. При этом основной статистической функцией этого оператора является регистрация статистики моментов поступлений каждого инициатора в эту очередь. Значение системного параметра величины очереди увеличивается на единицу.

Операнд А определяет идентификатор очереди (число или имя), соответствующий идентификатору группы исполнителей, а операнд В определяет число, на которое увеличивается очередь при поступлении данного БП.

Для удаления БП из очереди используется оператор:

DEPART A,[B] (ПОКИНУТЬ ОЧЕРЕДЬ),

который удаляет из нее инициатор, соответствующий текущему БП. При этом также изменяется параметр, который отвечает за статистику очереди. Счетчик соответствующей очереди уменьшается, а сам момент времени фиксируется для оценки времени ожидания данного БП в данной очереди группы исполнителей.

Операнд А представляет идентификатор (число или имя) очереди соответствующей группы исполнителей, а В — число, на которое уменьшится длина очереди.

Далее рассматриваются два типа операторов, первые для моделирования группы исполнителей из единственного сотрудника, вторые — для произвольного количества исполнителей, входящих в состав группы.

Для единственного исполнителя процесс начала обработки функции соответствующего БП моделируется оператором GPSS:

SEIZE A (ЗАНЯТЬ),

который моделирует занятие инициатором соответствующего узла (исполнителя функции).

Единственный операнд А представляет идентификатор (число или имя) соответствующего исполнителя организационной структуры.

В результате, если некоторому БП необходимо выполнения функции, соответствующей исполнителю <Исполнитель_1>, который занят обработкой функции другого БП, то он встает в очередь, которая соответствует данному исполнителю и находится в ней до завышения обработки всех БП, поступивших к данному исполнителю до текущего БП.

Для моделирования освобождения БП данного узла <Исполнитель_1> используется оператор GPSS:

RELEASE A (ОСВОБОДИТЬ),

который реализует механизм удаления инициатора соответствующему БП.

Единственным операндом является А, который определяет идентификатор (число или имя) освобождаемого узла.

Последним оператором для моделирования работы узла (исполнителя) является оператор GPSS:

ADVANCE [A],[B] (ЗАДЕРЖАТЬ),

который определяет случайное время реализации исполнителем данной функции БП.

Операнд А задает среднее время выполнения функции БП исполнителем, а В — представляет величину полуинтервала.

Пусть имеем элементарный БП, который состоит из единственной функции. При этом мы знаем параметры распределения случайного времени между приходами БП. ОС также имеет упрощенный характер, когда имеется одна группа исполнителей и все могут участвовать в реализации данной БФ. В данной ситуации необходимо использовать три оператора GPSS, а именно, STORAGE, ENTER и LEAVE.

Для задания количества исполнителей используется оператор STORAGE, который имеет формат:

<A> STORAGE [B].

Операнд А определяет идентификатор группы сотрудников. Операнд В задает общее количество сотрудников в группе.

В данном случае для моделирования начала реализации БФ используется оператор GPSS:

ENTER A,[B] (ВОЙТИ),

который реализует вход соответствующего инициатора в многоканальный узел. Первый операнд А определяет идентификатор группы исполнителей (число или имя) многоканального узла, а операнд В задает необходимое число компонентов многоканального узла (количества исполнителей, которые сопровождают данную бизнес-функцию).

Для моделирования завершения бизнес-функции БП в многоканальном узле используется оператор GPSS:

LEAVE A,[B] (ВЫЙТИ),

который моделирует выход соответствующего инициатора БП из многоканального узла (группы исполнителей). Оператор также имеет два операнда. А определяет идентификатор (число или имя) многоканального узла (группа исполнителей), а операнд В число освобождаемых компонентов многоканального узла (т. е. освобождаемых сотрудников).

При формировании транзактов, кроме блока GENERATE можно использовать блок SPLIT, который создает не самостоятельные транзакты, а формирует определенное количество копий порождающего транзакта.

Для блока SPLIT имеет место следующее описание:

SPLIT A,[B],[C],

в котором A — представляет количество формируемых копий транзакта и задается либо положительным целым, либо именем (времени порождения всех копий регистрируются текущим значением системного времени), B — определяет блок передачи сгенерированных копий входящего транзакта, причем сам блок для каждой копии определяется отдельно.

С целью последующего объединения сгенерированных блоком SPLIT всех копий транзакта используется блок ASSEMBLE. В результате такого объединения из блока ASSEMBLE выходит всего один исходный транзакт, который породил все копии в блоке SPLIT.

Для блока ASSEMBLE имеет место следующее описание:

ASSEMBLE A,

в котором единственный операнд A — определяет количество транзактов семейства, которые необходимо объединить в единственный выходной транзакт.

В блоке ASSEMBLE в процессе моделирования на основе сформированного списка синхронизации происходит одновременное объединение транзактов нескольких семейств. Список синхронизации определяется семействами первых вошедших в него транзактов.

4.4. Результаты оптимизации организационной структуры инжиниринговой компании АО «Мосинжпроект» на основе предложенной методики

Для демонстрации работоспособности предложенных в диссертации моделей и алгоритма рассмотрим 7 этап «Оценка эффективности и корректировка ОС» общей методики формирования ОС инжиниринговой компании.

В дочерней инжиниринговой компании АО «Мосинжпроект» имеет место функциональная ОС (Рисунок 4.3). В соответствии с утвержденным штатным расписанием дочерней инжиниринговой компании АО «Мосинжпроект» в отделе бизнес-планирования и моделирования жизненного цикла работает 7 сотрудников. В отделе финансового инжиниринга и ТЭО работает 8 человек. В отделе комплектации и логистики задействовано 7 человек. Отдел инженерных изысканий укомплектован 12 специалистами, участвующих в организации и проведении инженерных изысканий. Отдел строительно-монтажных и пуско-наладочных работ объединяет 8 специалистов. Наибольшая штатная численность в отделе архитектурно-строительного проектирования — 16 человек, так как инжиниринговая компания значительную часть проектных работ и работ по согласованию выполняет своими силами. В отделе офисного сопровождения и внешних коммуникаций работает 5 человек. Общая штатная численность составляет 75 человек.

В 2024 году по сравнению с 2023 годом количество выполняемых проектов увеличилось, что поставило вопрос о необходимости роста компании и привлечения новых сотрудников. В связи с этим было принято решение оценить эффективность текущей ОС и, в случае необходимости, внести изменения в ОС. В ходе внедрения результатов настоящего диссертационного исследования с использованием, предложенного в разделе 3 алгоритма синтеза ОС, был получен технологический граф с четырьмя вершинами подграфа верхнего уровня (Рисунок 4.6), вместо пяти вершин исходного графа ОС.

Таким образом, было предложено вместо двух заместителей директора по инжиниринговым изысканиям и проектированию ввести должность одного заместителя директора по проектно-изыскательским работам (Рисунок 4.7). Тем самым сократить затраты на содержание персонала управления с сохранением всех функций, реализуемых дочерней инжиниринговой компанией АО «Мосинжпроект».

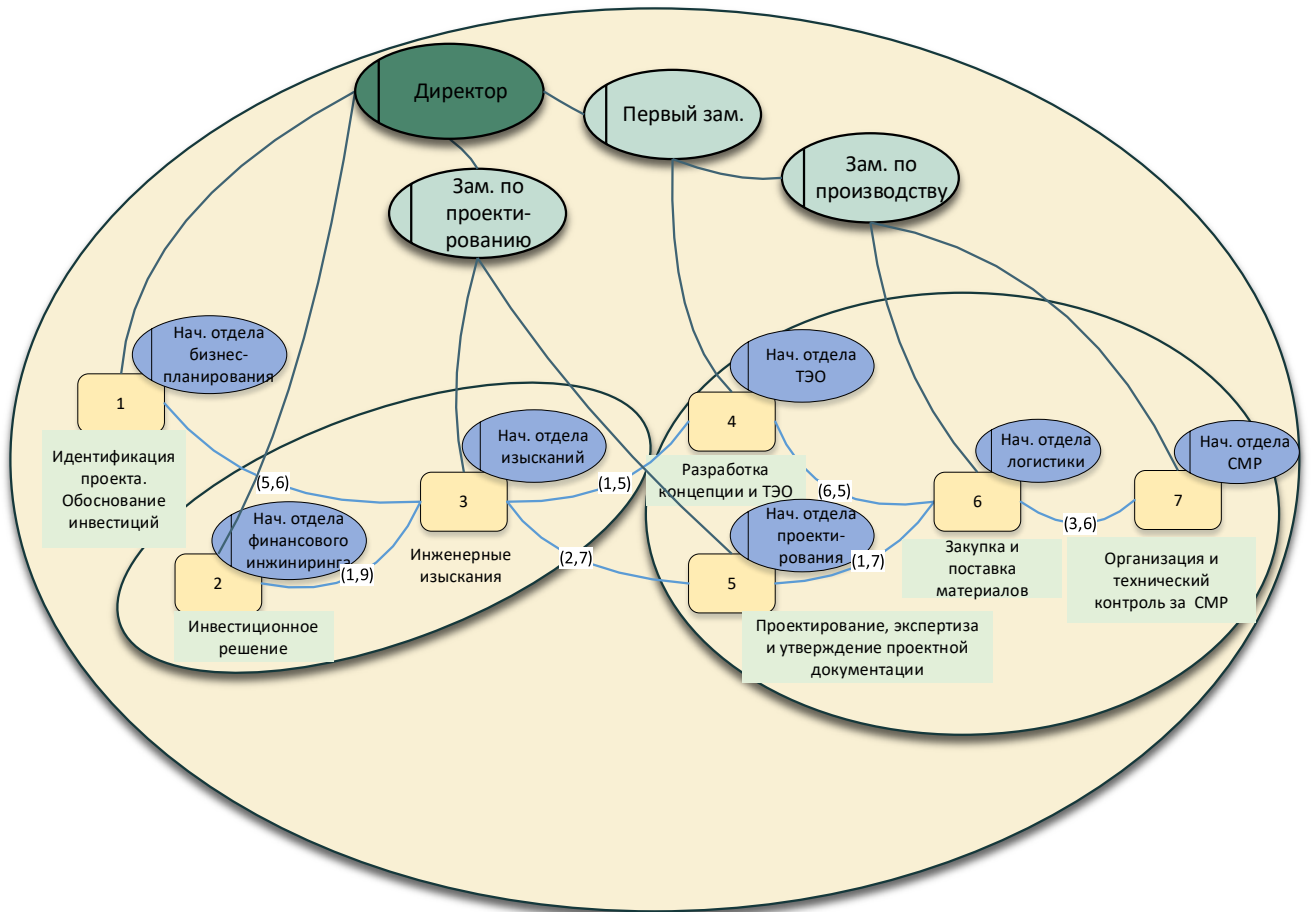


Рисунок 4.6. Результат работы алгоритма синтеза организационной структуры

Общее количество сотрудников $Ч_{ппп} = 75$, общее количество руководителей $Ч_p = 12$. Если исходной ОС соответствовал показатель удельного веса руководителей в составе ОС $K_{12} = \frac{Ч_p}{Ч_{ппп}} = \frac{12}{75} = 0,16$, то в реорганизованной ОС $K_{12} = \frac{Ч_p}{Ч_{ппп}} = \frac{11}{74} = 0,149$, что меньше нормативного значения 0,15.

Помимо уменьшения численности управленческого персонала еще одной статьей снижения затрат на содержание персонала является возможность перемещения сотрудников из одного подразделения в другое, например экспертов после завершения этапа инженерных изысканий можно направить для экспертизы ходы строительных работ. Такой перевод производится при условии увеличения общей энтропии, определяемой в п. 4.2.

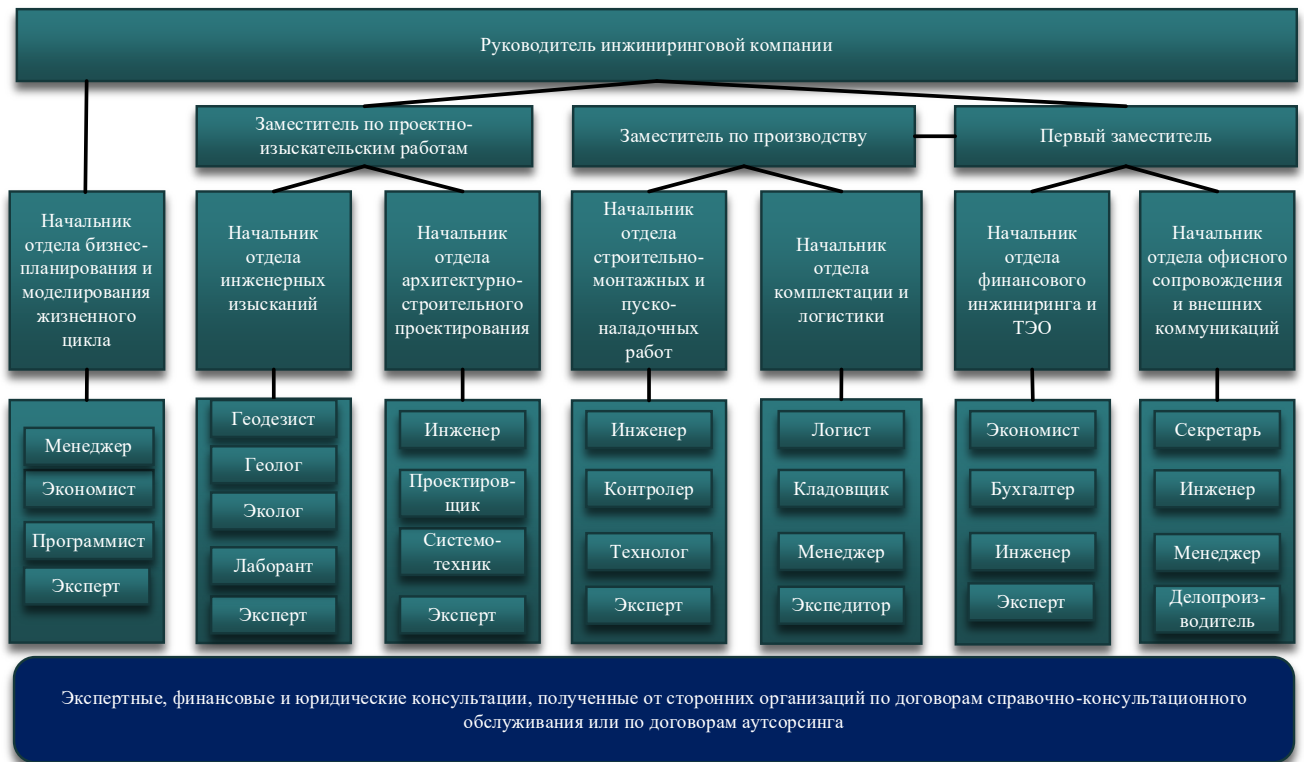


Рисунок 4.7. Существующая ОС дочерней инженеринговой компании

АО «Мосинжпроект»

Анализ показал, что после завершения инженерных изысканий и проектирования 3 специалиста по инженерным изысканиям из отдела инженерных изысканий и 4 проектировщика из отдела архитектурно-строительного проектирования могут быть переведены в отдел строительного-монтажных и пуско-наладочных работ в качестве консультантов и контролеров, что позволит отказаться от привлечения 7 сторонних специалистов.

Тогда $\Delta E = 0,123$, так как $\Delta E_{ии} = \log_2 \frac{10}{12} = -0,269$, $\Delta E_{пр} = \log_2 \frac{14}{16} = -0,193$, а $\Delta E_{смр} = \log_2 \frac{12}{8} = 0,585$ и $\Delta E = 0,123$.

Энтропия организационной структуры при формировании коллективов со смешанной квалификацией $E_{см} = E_{см}^{ии} + E_{см}^{пр} + E_{см}^{смр} = 0 + 0 + E_{см}^{смр}$.

$$E_{см}^{смр} = - \left[\frac{2}{10} \log_2 \left(\frac{2}{10} \right) + \frac{2}{12} \log_2 \left(\frac{2}{12} \right) \right] = 0,464 + 0,430 = 0,894.$$

Суммарное изменение энтропии составило:

$$E_{изм} = E_{см}^{смр} + \Delta E = 0,894 + 0,123 = 1,017.$$

Так как сотрудники могут быть подключены к выполнению отдельных этапов проекта или к параллельному проекту (и возможно не к одному), то это позволяет существенно сократить сроки производства работ при снижении стоимости, повышении качества, минимизации ошибок, оптимизации затрат на координацию и коммуникации. Такая возможность наиболее легко реализуется в матричной структуре с развитыми горизонтальными связями и обеспечивает хорошую координацию и взаимодействие подразделений компании, а также повышение гибкости и адаптивности.

Поэтому была рекомендована матричная ОС (Рисунок 4.8).

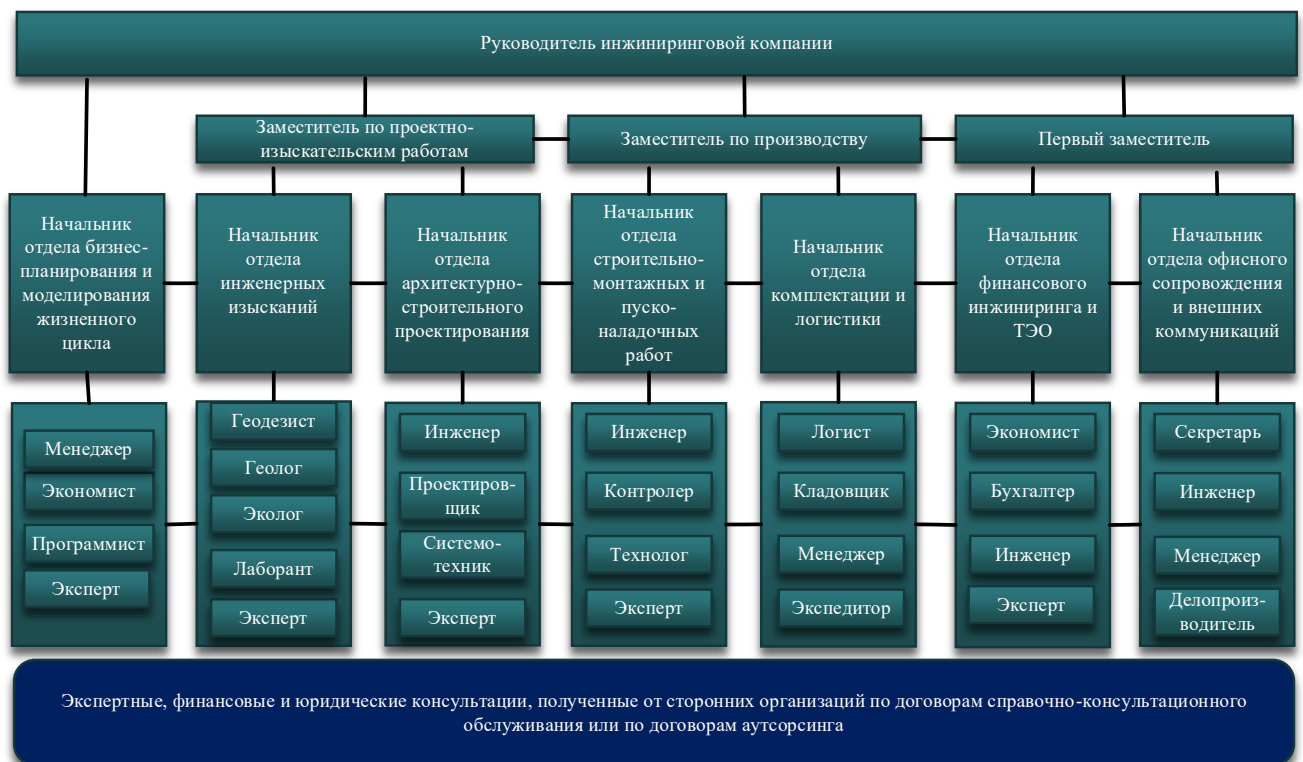


Рисунок 4.8. Рекомендованная ОС дочерней инженеринговой компании
АО «Мосинжпроект»

Третьим источником повышения экономической эффективности организационной структуры является оптимизация БП компании, устранение лишних и неэффективных процедур, сокращение времени на выполнение операций и определение оптимального количества исполнителей.

Для оценки количества исполнителей, необходимых для реализации БП «ОЗ. Проведение инженерных изысканий» была разработана GPSS-модель,

позволяющая варьировать всеми количественными переменными времени реализации выделенных БФ в зависимости от количества исполнителей. Для данной модели количество варьируемых переменных достаточно велико. Проведение инженерных изысканий с привлечением экспертов позволяет выбрать оптимальное место для размещения объекта недвижимости и помогает принять наиболее эффективное решение при проектировании. Поэтому в рамках исследования проведена оценка влияния факторов для реализации трех БФ, входящих в состав БП «ОЗ. Проведение инженерных изысканий»: (G1, T1) — ОЗ.2. Сбор и анализ исходных данных (геологические, гидрологические, экологические данные); (G2, T2) — ОЗ.4. Контроль проведения инженерных изысканий в ходе полевых работ; (G3, T3) — ОЗ.7. Камеральные работы.

В качестве факторов были выбраны количественные составы каждой группы (G1, G2 и G3) и их производительность в минутах (T1, T2 и T3).

Для этой шести факторной модели был сформирован дробный факторный план 2^{6-3} [58] (Таблица 4.3).

Таблица 4.3. Дробный факторный план 2^{6-3}

| Планир. план | План: 2^{6-3} план (Таблица данных 2) | | | | | |
|-----------------|---|----|----|----|----|----|
| | A | B | C | D | E | F |
| 7 | -1 | 1 | 1 | -1 | -1 | 1 |
| 4 | 1 | 1 | -1 | 1 | -1 | -1 |
| 3 | -1 | 1 | -1 | -1 | 1 | -1 |
| 2 | 1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1 |
| 5 | -1 | -1 | 1 | 1 | -1 | -1 |
| 6 | 1 | -1 | 1 | -1 | 1 | -1 |
| 1 | -1 | -1 | -1 | 1 | 1 | 1 |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Для этого плана реальные значения варьируемых переменных представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4. Значения переменных дробного факторного плана

| | G1 | T1 | G2 | T3 | G3 | T3 |
|------|----|-----|----|-----|----|------|
| База | 8 | 700 | 10 | 800 | 12 | 900 |
| 1 | 7 | 800 | 11 | 700 | 11 | 1000 |
| 2 | 9 | 800 | 9 | 900 | 11 | 800 |
| 3 | 7 | 800 | 9 | 700 | 13 | 800 |
| 4 | 9 | 600 | 9 | 700 | 11 | 1000 |

| | | | | | | |
|---|---|-----|----|-----|----|------|
| 5 | 7 | 600 | 11 | 900 | 11 | 800 |
| 6 | 9 | 600 | 11 | 700 | 13 | 800 |
| 7 | 7 | 600 | 9 | 900 | 13 | 1000 |
| 8 | 9 | 800 | 11 | 900 | 13 | 1000 |

По результатам проведенного моделирования в GPSS, в рамках которого оцениваются показатели эксперимента, приведенные на рисунке 4.9, получены их числовые оценки [58] (Таблица 4.5).

| Имя / номер | Макс. содержимое очереди за период моделирования | Текущее содержимое очереди | Общее кол-во входов тран. в очередь | Общее кол-во входов тран. в очередь с нулевым временем ожидания | Ср. значение содержимого очереди | Ср. время пребывания одного транзакта в очереди | Ср. время пребывания одного транзакта в очереди без учета 'нулевых' входов | Кол-во тран., ожидающих выполнения спец. условия |
|-------------|--|----------------------------|-------------------------------------|---|----------------------------------|---|--|--|
| SYST | 57 | 37 | 1037 | 0 | 32.327 | 3338.987 | 3338.987 | 0 |
| QUEUE1 | 20 | 10 | 1037 | 439 | 2.753 | 284.367 | 493.124 | 0 |
| QUEUE2 | 23 | 0 | 1018 | 564 | 2.571 | 270.537 | 606.622 | 0 |
| QUEUE3 | 19 | 1 | 1013 | 732 | 1.142 | 120.771 | 435.378 | 0 |

Рисунок 4.9. Реализация линейной модели в GPSS

Таблица 4.5. Числовые оценки переменных дробного факторного плана

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-----|-----|------|---|---------|----------|----------|---|
| 37 | 24 | 1024 | 0 | 23,886 | 2592,172 | 2592,172 | 0 |
| 190 | 188 | 1188 | 0 | 106,209 | 10753,82 | 10753,82 | 0 |
| 102 | 78 | 1078 | 0 | 69,831 | 7076,32 | 7076,32 | 0 |
| 144 | 122 | 1122 | 0 | 83,451 | 8622,867 | 8622,867 | 0 |
| 59 | 38 | 1038 | 0 | 29,924 | 2986,482 | 2986,482 | 0 |
| 52 | 31 | 1031 | 0 | 27,108 | 2795,652 | 2795,652 | 0 |
| 42 | 24 | 1024 | 0 | 21,155 | 2173,486 | 2173,486 | 0 |
| 62 | 37 | 1037 | 0 | 34,848 | 3646,187 | 3646,187 | 0 |
| 57 | 37 | 1037 | 0 | 32,327 | 3338,987 | 3338,987 | 0 |

В качестве результата влияния факторов на время обслуживания наиболее информативной является Парето диаграмма (Рисунок 4.10).

Из рисунка 4.10 следует, что наиболее значимо время реализации работ по первой группе сотрудников G1, затем численность третьей группы G3 и, наконец, второй группы G2. Размер столбца Парето-диаграммы соответствует уровню значимости соответствующего фактора, который учитывает, как его коэффициент в модели множественной регрессии, так и дисперсию фактора.



Рисунок 4.10. Парето-диаграмма результатов реализации линейной модели в GPSS

При анализе результатов моделирования на основании сформированного факторного плана в пакете Statistica помимо Парето-диаграммы имеет место множество форм визуализации полученных данных, которые помогают при исследовании поведения полученной зависимости. Так еще одним вариантом представления полученных результатов является куб, вершины которого взвешиваются численными значениями исследуемых факторов (Рисунок 4.11).

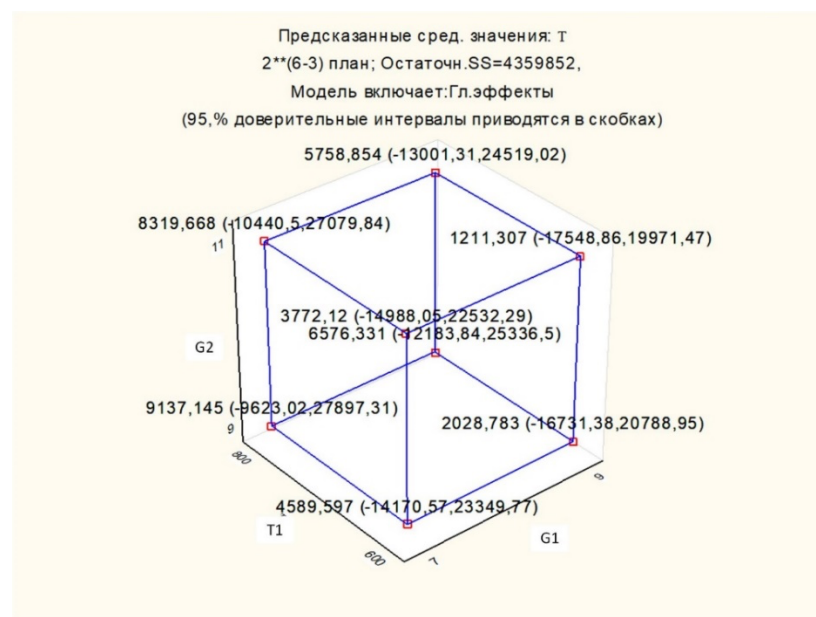


Рисунок 4.11. Визуализация результатов реализации линейной модели в GPSS

Так, на рисунке по осям X-Y-Z соответственно выбраны факторы T1, G1 и G2, которые соответствуют среднему времени и количеству сотрудников для сбора и анализа имеющейся информации о территории, включая данные изысканий прошлых лет и количеством сотрудников для сбора и анализа имеющейся информации о территории, включая данные изысканий прошлых лет и количеством сотрудников для контроля проведения инженерных изысканий в ходе полевых работ.

Из рисунка видно, что время реализации БП (в условных единицах) существенно уменьшается с 8319 единиц до 2028 при изменении всех трех факторов. Для отдельного фактора, например снижения количества сотрудников во второй группе с 11 до 9 время повышается с 8319 до 9137, а при уменьшении количества сотрудников первой группы с 9 до 7 время повышается с 2028 до 4589. Таким образом, помимо значимости факторов возможна оценка абсолютных значений интегрального критерия.

Сравнительный анализ числовых значений при различных комбинациях выполняется на основе моделей дисперсионного анализа (Рисунок 4.12).

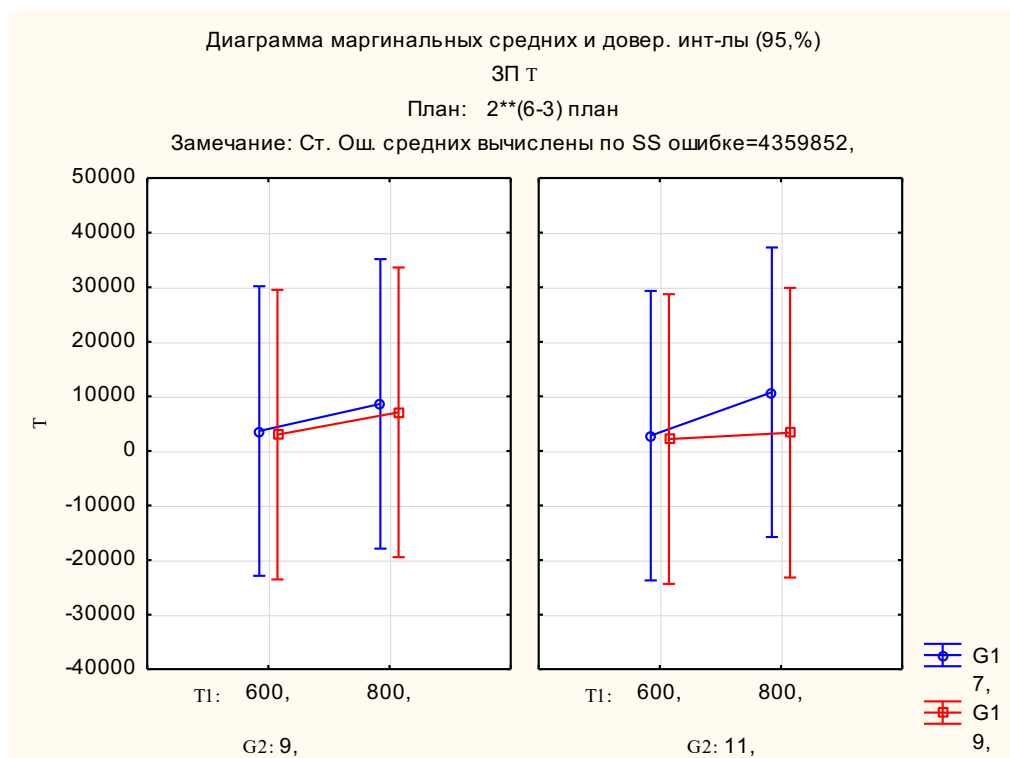


Рисунок 4.12. Результаты дисперсионного анализа линейной модели в GPSS

Диаграмма размаха показывает интервалы размаха исследуемого показателя при вариации различными факторами.

Если ранее было показано существенное изменения критерия в зависимости от количества сотрудников первой группы G1, то, как видно из диаграммы имеющиеся различия критерия при вариации количеством сотрудников второй группы G2 на уровнях 9 и 11 практически несущественны. Для более детального анализа различий имеется возможность использования всего спектра методов дисперсионного анализа, например методов Тьюки, Шеффе или других [18].

В результате предложенного подхода к моделированию БП в ОС можно рассчитать необходимое количество сотрудников каждой группы для реализации БП при временных ограничениях. Кроме того, имеет место множество возможных расширений этих моделей:

- для связной структуры и линейных БП;
- для множества различных БП с линейной структурой;
- для произвольной алгоритмической структуры БП и связной ОС.

Таким образом, увеличение количества исполнителей в целом влияет на нормативные сроки сокращая сроки производства работ при повышении качества, минимизации ошибок при проектировании и строительстве. Сотрудники инжиниринговой компании могут быть подключены к параллельному проекту (и возможно не одному).

Выводы по главе 4

1. Выполнено формальное описание основных бизнес-процессов инжиниринговой компании на примере инжиниринговой компании АО «Мосинжпроект», включая описание всех бизнес-функций и распределения зон ответственности по должностям.

2. Проанализированы функциональная и матричная ОС и даны рекомендации по выбору типа ОС на основании расчета показателя энтропии, который позволяет оценить степень устойчивости ОС, получить количественную оценку, на основании которой можно сделать выбор типа ОС. Сделан вывод о том, что если инжиниринговая компания выполняет один или два проекта, то для нее

более подходящей является функциональная структура. При увеличении количества проектов и их сложности целесообразен переход к матричной структуре. Выбор ОС зависит как от эффективности распределения исполнителей, так и от расходов на функционирование.

3. Разработано семейство моделей реализации бизнес-процессов в рамках выбранной организационной структуры с параметризацией типовых элементарных блоков вероятностными показателями на основе сетей массового обслуживания, позволяющих определить необходимое количество сотрудников для реализации бизнес-процессов при временных ограничениях.

4. На основе формализованного описания бизнес-процессов и их программной реализации проведена серия имитационных экспериментов по анализу эффективности организационной структуры и даны рекомендации по численному составу сотрудников. Показано, что если в инжиниринговой компании одновременно выполняется множество бизнес-процессов, в которых могут быть задействованы одни и те же исполнители, то значительное влияние на эффективность выполнения всего множества бизнес-процессов оказывает распределение исполнителей.

5. Выполнено практическое внедрение разработанной методики в инжиниринговой компании АО «Мосинжпроект». Принято решение с целью сокращения затрат на содержание персонала управления провести реорганизацию организационной структуры с сокращением должности заместителя директора по инженерным изысканиям и передачей его функций заместителю директора по проектированию (должность заменена на заместителя директора по ПИР) с сокращением затрат на содержание персонала управления. Приведены результаты оптимизации организационной структуры на основе предложенной методики и показано, что в результате предложенного подхода к моделированию бизнес-процессов в организационной структуре можно рассчитать необходимое количество сотрудников каждой группы для реализации бизнес-процессов при временных ограничениях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. С позиций системного подхода проведен анализ особенностей инжиниринга при реализации инвестиционно-строительных проектов, а также соответствующих методов и моделей формирования организационных структур инжиниринговых компаний. Рассмотрены принципы формирования организационных структур и их базовые типы, основные организационно-технологические решения по проектированию организационных структур и их оптимизации на основе показателей интенсивности взаимодействия подразделений.

2. Для количественной оценки эффективности организационной структуры использовано понятие технологического графа и предложена модель реорганизации организационных структур на основе показателей интенсивности и иерархии технологического графа. Выполнена формальная постановка задачи разработки модели управления технологическими связями, а также формального описания организационных связей между подразделениями инжиниринговой компании. Предложен алгоритм синтеза организационной структуры инжиниринговой компании, позволяющий оценивать соответствие организационной структуры реальным условиям функционирования инжиниринговой компании при изменении количества выполняемых проектов.

3. Разработаны формальные модели взаимосвязи бизнес-процессов и организационной структуры в зависимости от характеристик реализуемых инвестиционно-строительных проектов с учетом количественных оценок взаимосвязи между подразделениями. Сформированы основные соотношения для оценки эффективности матричной и функциональной структуры на основании расчета показателя энтропии, который позволяет оценить степень устойчивости ОС, получить количественную оценку, на основании которой можно сделать выбор типа ОС. Предложена модель выбора типа организационной структуры на основании решения оптимизационной задачи о назначениях.

4. Рассмотрены подходы к формированию организационной структуры через моделирование бизнес-процессов, которые представляют собой основу для решения задач оптимизации организационной структуры. Выполнено описание бизнес-процессов через алгоритмическую последовательность его бизнес-функций в виде сетей массового обслуживания. Рассмотрены основные операторы системы имитационного моделирования GPSS и предложена модель преобразования описаний бизнес-процессов в алгоритмическую структуру типовых элементарных блоков.

5. Разработано семейство моделей реализации бизнес-процессов инжиниринговой компании, что позволило выполнить моделирование для различных типов организационных структур с целью определения количества сотрудников, необходимых для реализации бизнес-процессов при временных ограничениях. Проведенные исследования показали, что необходимо продолжить работы по возможному расширению разработанных моделей для связной структуры и линейных бизнес-процессов, для множества различных бизнес-процессов с линейной структурой, а также для произвольной алгоритмической структуры бизнес-процессов.

6. Предложена методика проектирования организационной структуры инжиниринговой компании, которая позволяет оценивать соответствие организационной структуры реальным условиям функционирования инжиниринговой компании. Методика состоит в последовательном выполнении этапов, обеспечивающих выбор типа ОС и определение количественного состава исполнителей подразделений на основании моделирования бизнес-процессов.

7. Выполнено практическое внедрение разработанной методики в дочерней инжиниринговой компании АО «Мосинжпроект». Принято решение с целью сокращения затрат на содержание персонала управления провести реорганизацию организационной структуры с сокращением должности заместителя директора по инженерным изысканиям и передачей его функций заместителю директора по проектированию (должность заменена на заместителя директора по ПИР), отказаться от привлечения семи новых сотрудников за счет

привлечения собственных временно не занятых сотрудников из других отделов. Приведены результаты оптимизации организационной структуры на основе предложенной методики.

Рекомендации, перспективы дальнейшей разработки темы. Полученные результаты дают основания полагать, что настоящая тема исследования имеет широкие перспективы для дальнейшей разработки. В рамках расширения исследований целесообразно выполнить разработку методов формирования адаптивных организационных структур (в зависимости от изменений проектной среды, рынка и технологий). С учетом полученных апробированных методик, отдельным перспективным направлением может являться моделирование и оптимизация организационных структур с использованием методов и средств искусственного интеллекта, разработка механизмов масштабирования имитационных моделей на группы проектов, а также оценка влияния изменений в организационной структуре на ресурсные показатели, сроки и качество реализации проектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамс, Р. Бизнес-план на 100%. Стратегия и тактика эффективного бизнеса / Р. Абрамс. — М.: Альпина Паблишер, 2019. — 496 с. — ISBN 978-5-9614-3327-2.
2. Адлер, Ю. П., Маркова, Е. В., Грановский, О. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. — М.: Наука, 1976. — 279 с.
3. Алиев, Т. И. Основы моделирования дискретных систем / Т. И. Алиев. — СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. — 363 с.
4. Андерсен, Б. Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования / Бьерн Андерсен; [пер. с англ. С. В. Ариничева]. — Изд. 5-е. — М.: Стандарты и качество. 2008. — 271 с. ISBN 5-94938-012-6.
5. Асаул, А. Н. Формирование и оценка эффективности организационной структуры управления в компаниях инвестиционно-строительной сферы / А. Н. Асаул, Н. А. Асаул, А. В. Симонов; под ред. засл. строителя РФ, д-ра экон. наук, проф. А.Н. Асаула. — СПб.: ГАСУ. — 2009. — 258 с.
6. Байбурин, А.Х., Кочарин, Н.В. Методы инноваций в строительстве. — М.: Лань, 2018. — 164 с.
7. Байбурин, А.Х., Головнев, С.Г. Формирование системы показателей качества в строительстве// Известия вузов. Строительство, 1999. - № 8. - С. 57–60.
8. Барабаш, М. С. Программные комплексы САПФИР и ЛИРА-САПР — основа отечественных BIM-технологий /М. С. Барабаш, О. И. Палиенко, Д. В. Медведенко. 2-е изд. М.: Юрайт, 2013. — 366 с.
9. Баринов, В. А. Организационное проектирование / В. А. Баринов. — М.: ИНФРА-М. 2019. — 384 с. ISBN 978-5-16-010992-3.
10. Беляева, С. А. Роль планирования в процессе управления инновационными проектами // Организатор производства. 2015. № 4. С. 84-87.
11. Бовтеев, С. В. Современные методы планирования и контроля инвестиционно-строительных проектов / С. В. Бовтеев // Управление проектами:

идеи, ценности, решения. Материалы I Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 188–194.

12. Буга, А. В. Инжиниринг и бизнес. Проблемы взаимодействия в управлении организационным развитием субъекта хозяйствования / А. В. Буга, Т. В. Данилова, А. А. Куприн [и др.]. — СПб: Центр научно-производственных технологий. «Астерион». 2020. — 282 с. ISBN 978-5-00045-895-2.

13. Верзух, Э. Управление проектами: Ускоренный курс по программе MBA/ Пер. с англ. Москва: Диалектика, 2010. — 191 с.

14. Верюжский, Ю. В. Компьютерные технологии проектирования железобетонных конструкций / Ю. В. Верюжский, В. И. Колчунов, М. С. Барабаш, Ю. В. Гензерский. — Киев: НАУ, 2006. — 808 с.

15. Веселовский, М. Я. Совершенствование механизмов повышения инновационной активности промышленных предприятий / М. Я. Веселовский, В. Я. Вилисов, С. В. Банк [и др.]; под ред. М. Я. Веселовского, И. В. Кировой. — М.: Научный консультант, 2017. — 302 с. ISBN 978-5-9908932-9-0.

16. Волков А. А., Петрова С. Н. [и др.]. Информационные системы и технологии в строительстве. М.: МГСУ, 2015. — 424 с.

17. Газарян, Р. К. Оценка уровня организационно-технологической надежности функционирования строительных промышленных предприятий / Р. К. Газарян, В. О. Чулков, К. П. Грабовый, К. Ю. Кулаков // Вестник МГСУ. 2012. №3. С. 218-222.

18. Гареев, И. Ф., Рожков, В. Л., Котдусова, А. Г. Основные тенденции развития инвестиционно-строительного комплекса // Российское предпринимательство. 2015. Т. 16. № 19. С. 3149-3158.

19. Гассман, О. Бизнес-модели: 55 лучших шаблонов / Оливер Гассман, Каролин Франкенбергер, Микаэла Шик; Пер. с англ. — М.: Альпина Паблишер, 2019. — 432 с. ISBN: 978-5-9614-4314-1.

20. Гинзбург, А. В. Информационная модель жизненного цикла строительного объекта / А. В. Гинзбург // Промышленное и гражданское строительство. 2016. №9. С. 61-65.

21. Гинзбург, А. В. Организационно-технологическая надежность строительных систем / А. В. Гинзбург // Вестник МГСУ. 2010. №4. С. 251-255.
22. Голдратт, Э. М. Цель: процесс непрерывного улучшения / Э. М. Голдратт, Дж. Кокс; Пер. с англ. М.: Попурри, 2020. — 400 с. ISBN 978-985-15-1554-3.
23. Гольштейн Е. Г. Выпуклое программирование. Элементы теории. М.: Красанд, 2010. — 72 с. ISBN 978-5-396-00164-0.
24. ГОСТ Р 54869-2011. Проектный менеджмент. Требования к управлению проектом. Официальное издание. Утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22.12.2011 г. № 1582-ст и введен в действие с 01.09.2012 г. — М.: Стандартиформ, 2011. — 10 с.
25. ГОСТ Р 21.1001-2009 Система проектной документации для строительства. Общие положения.
26. ГОСТ Р 21.1101-2009 Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации.
27. ГОСТ Р 21.1002-2008 СПДС. Нормоконтроль проектной и рабочей документации.
28. ГОСТ 3.1130-93. Единая система технологической документации. Общие требования к формам и бланкам документов.
29. ГОСТ 57306-2016. Инжиниринг. Терминология и основные понятия в области инжиниринга. — М.: Стандартиформ, 2016. — 10 с.
30. ГОСТ 58179-2018. Инжиниринг в строительстве. Термины и определения. — М.: Стандартиформ, 2018. — 16 с.
31. Дафт, Р. Организационная теория и дизайн / Р. Дафт, Дж. Мерфи, Х. Уилмотт. — СПб: Питер, 2013. — 640 с. ISBN: 978-5-496-00063-5.
32. Детмер, У. Теория ограничений Голдратта: системный подход к непрерывному совершенствованию / У. Детмер; пер. с англ. [У. Саламатова]. — 5-е изд. М.: Альпина Паблишер, 2013. — 443 с. ISBN 978-5-9614-0889-8.

33. Девятков, В. В., Девятков, Т. В., Федотов, М. В. Имитационные исследования в среде моделирования GPSS STUDIO. Учебное пособие. — М.: Вузовский учебник, 2018. — 283 с.
34. Дорожкин, В. Р. Ценообразование и управление стоимостью в строительстве / В. Р. Дорожкин. Воронеж: издат. им. Е. А. Болховитинова, 2003. — 328 с.
35. Елизарьева, М. С. Эффективные конкурентные стратегии: новая конкурентная стратегия на основе инновационного превосходства // Научный журнал. 2016. № 8 (9). С. 42-44.
36. Зеленцов, Л. Б. Управление проектной деятельностью в строительстве на основе цифровых технологий: монография / Л. Б. Зеленцов, Л. Д. Маилян; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Донской государственный технический университет". - Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2021. - 143 с. ISBN 978-5-7890-1881-1.
37. Зеленцов, Л. Б., Маилян, Л.Д., Шогенов, М.С. Инжиниринговые технологии управления инвестиционно-строительными проектами //Инженерный вестник Дона. 2018. №2 (2018). С.100-112.
38. Каплан, Р., Нортон, Д. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию. ЗАО «Олимп-Бизнес», М.: 2003. — 214 с.
39. Катценбах, Дж., Смит, Дуглас К. Командный подход. Создание высокоэффективной организации. Нью-Йорк. 2018. — 376 с.
40. Катков, В. Формирование организационной культуры на промышленном предприятии / В. Катков // Управление персоналом. 2014. №2. С. 66-70.
41. Кесаев, С. А. Становление рынка инжиниринга в современной России: проблемы, прогнозы, перспективы // Вестник Университета (Государственный университет управления). 2014. № 4. С. 117-120.
42. Котлер, Ф. Маркетинг и менеджмент / Ф. Котлер, К. Л. Келлер; [пер. с англ. В. Кузин]. 15-е изд. — СПб: Питер, 2018. — 844 с. ISBN: 978-5-4461-0422-2.

43. Корбут А. А., Финкельштейн Ю. Ю. Дискретное программирование. — М.: Наука, 1969. — 368 с.
44. Коуэн, О. Основы Теории Ограничений / О. Коуэн, Е. Федурко. — Таллин: toсExpert, 2017. — 354 с. ISBN: 978-9949-9148-1-4.
45. Лapidус, А. А. Декомпозиция производственно-логистических процессов в строительстве / А. А. Лapidус, Г. Б. Сафарян // Наука и бизнес: пути развития. 2019. №1. С. 53-56.
46. Лapidус, А. А. Потенциал эффективности организационно-технологических решений при строительстве крупных промышленных комплексов / А. А. Лapidус, А. Ю. Мищенко // Перспективы науки. 2018. №12. С. 10-14.
47. Лapidус, А. А. Потенциал эффективности организационно-технологических решений строительного объекта // Вестник МГСУ. 2014. № 1. С. 175-180.
48. Лapidус, А. А., Сайдаев, Х. Л-А. Влияние параметров формирования организационной структуры строительной компании на обобщенный показатель экологической нагрузки // Технология и организация строительного производства. 2012. № 1. С. 50-52.
49. Лapidус, А. А., Абрамов, И. Л., Кузьмина, Т. К., Абрамова, А. И. Устойчивость деятельности строительных организаций в условиях возникновения факторов риска // Промышленное и гражданское строительство. 2023. № 11. С. 97-104. <https://doi.org/10.33622/0869-7019.2023.11.97-104>.
50. Лapidус, А. А., Макаров, А. Н. и др. Строительный контроль в промышленном и гражданском строительстве. — М.: НИУ МГСУ, 2023. — 64 с.
51. Месарович, М. Теория иерархических многоуровневых систем: пер. с англ. / М. Месарович, Д. Мако, И. Такахара. — М.: Мир, 1973. — 344 с.
52. Минцберг, Г. Структура в кулаке: создание эффективной организации / Пер. с англ. под ред. Ю. Н. Каптуревского. — СПб.: Питер, 2004. — 512 с.: ил. — (Серия «Деловой бестселлер»). 18ВМ 5-469-00256-Х.

53. Морозенко, А. А. Матрица проекта — основа оптимальной организационной структуры инвестиционно-строительного проекта / А. А. Морозенко // Промышленное и гражданское строительство. 2015. №7. С. 49-51.

54. Морозенко, А. А. Рефлексно-адаптивная модель организации организационной структуры инвестиционно-строительных проектов / А. А. Морозенко // Научно-технический вестник Поволжья. 2013. №3. С. 209-213.

55. Морозенко, А. А. Аналитический расчет надежности участников инвестиционно-строительных проектов как элементов организационной структуры / А. А. Морозенко, И. Е. Воронков // Вестник МГСУ. 2016. №11. С. 105-113.

56. Никаноров, С. П. Теоретико-системные конструкты для концептуального анализа и проектирования. — М.: Концепт, 2006. — 312 с.

57. Новиков, Д. А. Теория управления организационными системами. 2-е изд. — М.: Физматлит, 2007. — 584 с. ISBN 5-89502-766-0.

58. Остервальдер, А. Построение бизнес-моделей. Настольная книга стратега и новатора / А. Остервальдер, Ив Пинье; пер. с англ. М. Кульневой. — М.: Альпина Паблишер, 2019. — 288 с. ISBN 978-5-9614-1844-6.

59. Пасканый, В. И., Лapidус, А. А. Совершенствование организационной структуры инжиниринговой компании // Строительное производство. 2023. №3. С.2-8. DOI: 10.54950/26585340_2023_3_2.

60. Пасканый, В. И. Анализ организационной структуры инжиниринговой компании с использованием имитационного моделирования // Строительное производство. 2023. №4 С. 140-145. DOI: 10.54950/26585340_2023_4_140.

61. Пасканый, В. И., Лapidус, А. А. Роль инжиниринговой компании при реализации инвестиционно-строительного проекта // Промышленное и гражданское строительство. 2024. №1. С. 52-58. DOI: 10.33622/0869-7019.2024.01.52-58.

62. Пасканый, В. И. Выбор типа организационной структуры инжиниринговой компании // Строительное производство. 2024. №1 С. 8-12. DOI: 10.54950/26585340_2024_1_8.

63. Пасканый, В. И. Синтез организационной структуры инжиниринговой компании по критерию стоимости // Промышленное и гражданское строительство. 2024. №5. С. 68-73. DOI: 10.33622/0869-7019.2024.05.68-73.

64. Петров, К. Н. Как разработать бизнес-план. 69 готовых бизнес-планов / К. Н. Петров. — М.: Вильямс, 2018. — 320 с. ISBN 978-5-6040044-1-8.

65. Поршнев, А. Г. Управление организацией / Под ред. А. Г. Поршнева, З. П. Румянцевой, Н. А. Саломатина. М.: ИНФРА-М, 2005. — 669 с.

66. Подиновский, В. В. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач / В. В. Подиновский, В. Д. Ногин. — М.: Наука, 1982. — 254 с.

67. Пригожин, А. И. Методы развития организаций. Организации: природа. Цели. Стадии развития. Патологии. Профессия консультанта по управлению. Организационная диагностика. Методы выработки решений. Методы решения управленческих задач. Управленческое консультирование нововведений / А. И. Пригожин. — Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: URSS, 2017. — 842 с. ISBN 978-5-9710-4093-4.

68. Сборщиков, С. Б., Лазарева, Н. В., Жаров, Я. В. Структура и состав системотехнической модели устойчивого развития инвестиционно-строительной деятельности // Вестник МГСУ. 2014. № 2. С. 210-218.

69. Сборщиков, С. Б., Лазарева, Н. В., Жаров, Я. В. Математическое описание информационного взаимодействия в инвестиционно-строительной деятельности // Вестник МГСУ. 2014. № 5. С. 170-175.

70. Смирнов, Э. А. Основы теории организации [Текст] / Э. А. Смирнов. — М.: ИНФРА-ДАНА, 2011. — 520 с.

71. СП 48.13330.2011. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. Официальное издание. Утв. приказом Министерства

регионального развития Российской Федерации (Минрегион РФ) от 27.12.2010 г. № 781 и введен в действие с 20.05.2011 г. Изд. официальное. М.: 2010. — 22 с.

72. СНиП 2.01.07-85. Нормы проектирования. Нагрузки и воздействия: [Введен в действие с 01-01-1987]. — Г.: ЦИТП Госстроя СССР, 1987. — 48 с.

73. Среда имитационного моделирования GPSS STUDIO. Руководство пользователя. Общество с ограниченной ответственностью «Элина-Компьютер». Казань. 2018. — 551с.

74. Теличенко, В. И., Лapidус, А. А., Морозенко, А. А. и др. Информационное моделирование технологий и бизнес-процессов в строительстве. М.: АСВ, 2008. — 145 с. ISBN 978-5-93093-572-1.

75. Тельнов, Ю. Ф. Инжиниринг предприятия и управление бизнес-процессами. Методология и технология. Учебное пособие / Ю. Ф. Тельнов, И. Г. Федоров. М.: Юнити-Дана, 2018. — 207 с. ISBN 978-5-238-02622-0.

76. Троцкий, М., Груча, Б., Огонек, К.: Управление проектами. — М.: Финансы и статистика, 2006. — 23с.

77. Туркин, Д. А., Колесников, Н. И., Бурмистров, А. Е. Современные методы и механизмы реализации стратегии развития компаний //Экономика и управление: проблемы, решения. 2016. № 6. С.154-159.

78. Фасхиев, Х. Системный подход к управлению инновационной деятельностью предприятия //Проблемы теории и практики управления. 2015. № 4. С. 44-53.

79. Феллер, В. Введение в теорию вероятностей и ее приложение. Т.1. М.: RUGRAM, 2013. — 511с.

80. Цветков, А. В. Корпоративная стандартизация бизнеса: справочное пособие / А. В. Цветков [и др.]; под общ. ред. А. В. Цветкова и В. Д. Шапиро. — М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2011. — 560 с.

81. Цветков, А. В. Управление конкурентоспособностью в инвестиционно-строительном бизнесе: справ. пособие / А. В. Цветков [и др.]; под ред. А. В. Цветкова, В. Д. Шапиро. — М.: Омега-Л, 2013. — 486 с.

82. Чижова Е. Н. Теория организации и системный анализ [Текст] / Е. Н. Чижова. — М.: Экономика, 2007. — 253 с.
83. Шапиро, В. Д. и др. Управление проектами. СПб.: «ДваТри», 2012. — 610 с.
84. Хелдман, К. Профессиональное управление проектами: [пер. с англ.] / К. Хелдман. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. — 728 с.
85. Шевлякова, Е. М. Организационное проектирование производственных систем: учеб.-метод. пособие / Е. М. Шевлякова, С. С. Никитина. — Тольятти: ТГУ, 2008. — 43 с.
86. Шубин, А. В. Моделирование организационной структуры промышленного предприятия / А. В. Шубин, Б. И. Герасимов, А. П. Романов; под ред. Б. И. Герасимова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования «Тамб. гос. техн. ун-т». — Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2005. — 134 с.
87. Akanbi, L.A., Oyedele, L.O., Omoteso, K., Bilal, M., Akinade, O.O., Ajayi, A.O., Davila Delgado, J.M., Owolabi, H.A. Disassembly and deconstruction analytics system (D-DAS) for construction in a circular economy. *J. Clean. Prod.* 2019. Vol. 223, pp. 386-396. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.172>.
88. Archer-Brown, C., Kietzmann, J. Strategic knowledge management and enterprise social media. *J. Knowl. Manag.* 2018. Vol. 22, pp. 1288-1309.
89. Awan, U., Sroufe, R., Shahbaz, M. Industry 4.0 and the circular economy: a literature review and recommendations for future research. *Bus. Strategy and the Environ.* 2021. Vol.30(4), pp.2038-2060. <https://doi.org/10.1002/bse.2731>.
90. Ballesteros-Perez, P., Sanz-Ablanedo, E.A., Lucko, G., Pastor-Fernandez, A., Otero-Mateo, M., Contreras-Samper, J.P. Forecasting accuracy of in-progress activity duration and cost estimates. *Journal of Construction Engineering and Management.* 2020. Vol.146(9), 04020104.
91. Barrena-Martínez, J., Cricelli, L., Ferrándiz, E., Greco, M., Grimaldi, M. Joint forces: Towards an integration of intellectual capital theory and the open innovation paradigm. *J. Bus. Res.* 2020. Vol. 112, pp. 261-270.

92. Beierle, C., Finthammer, M., Kern-Isberner, G. Relational probabilistic conditionals and their instantiations under maximum entropy semantics for first-order knowledge bases, *Entropy* 17 (2) (2015) 852-865.
93. Bican, P.M., Guderian, C.C., Ringbeck, A.K. Managing knowledge in open innovation processes: An intellectual property perspective. *J. Knowl. Manag.* 2017. Vol. 21, pp. 1384-1405.
94. Bogers, M., Chesbrough, H., Moedas, C. Open Innovation: Research, Practices, and Policies. *Calif. Manag. Rev.* 2018. Vol. 60, pp. 5-16.
95. Bovteev, S. V. Construction work tasks duration: new method of estimation and quality control / S. Bovteev, S. Kanyukova, V. Okrepilov, A. Rezvaia // *Journal of Applied Engineering Science*. – 2016. – V. 14. – № 1. – P. 121–127.
96. Cagno, E., Neri, A., Negri, M., Bassani, C.A., Lampertico, T. The role of digital technologies in operationalizing the circular economy transition: a systematic literature review. *Appl. Sci.* 2021. Vol. 11(8), 11083328. <https://doi.org/10.3390/app11083328>.
97. Chen, X., Chang-Richards, A.Y., Pelosi, A., et al. Implementation of technologies in the construction industry: a systematic review [Внедрение технологий в строительной отрасли: систематический обзор] // *Eng. Constr. Archit. Manag.* 2022. Vol. 29, pp. 3181-3209. <https://doi.org/10.1108/ECAM-02-2021-0172>.
98. Chan, P.W. Briefing: industry 4.0 in construction: radical transformation or restricted agenda? In: *Proceedings of the Institution of Civil Engineers — Management, Procurement and Law*. 2020. Vol.173, pp. 141-144. <https://doi.org/10.1680/jmapl.20.00036>.
99. Caldas, L.R., Silva, M.V., Silva, V.P., Carvalho, M.T.M., Toledo Filho, R.D. How different tools contribute to climate change mitigation in a circular building environment? — a systematic literature review. *Sustainability*. 2022. Vol. 14 (7), 14073759. <https://doi.org/10.3390/su14073759>.
100. Chappell, D. and Dewey, T.G. Defining the entropy of hierarchical organizations, *Complexity, Governance & Networks*. 2014. Vol. 1(2), pp. 41-56.

101. Charef, R., Emmitt, S., 2021. Uses of building information modelling for overcoming barriers to a circular economy. *J. Clean. Prod.* 2021. Vol. 285, 124854. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124854>.
102. Chen, X., Chang-Richards, A.Y., Pelosi, A., et al. Implementation of technologies in the construction industry: a systematic review. *Eng. Constr. Archit. Manag.* 2022. Vol. 29, pp. 3181-3209. <https://doi.org/10.1108/ECAM-02-2021-0172>.
103. Chen, L., Pan, W. Review fuzzy multi-criteria decision-making in construction management using a network approach. *Appl. Soft Comput.* 2021. Vol. 102, pp. 107103. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2021.107103>.
104. Cooper, ACG., Lioté, L., Colomer, Chloé. We need to talk about engineering policy. *Technology in Society.* 2023, 102196. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102196>.
105. Dani, A.A., Roy, K., Masood, R., Fang, Z., Lim, J.B. A comparative study on the life cycle assessment of New Zealand residential buildings, *Buildings.* 2022. Vol. 12(1): 50. <https://doi.org/10.3390/buildings12010050>.
106. Dellnitz, A., Rödder, W. An entropy-based framework to analyze structural power and power alliances in social networks, *Nat. Sci. Rep.* 2020. Vol. 10(1), pp. 1-12.
107. Dijkman, R.M., Adan, I., Peters, S.P.F. Advanced queueing models for quantitative business process analysis, in: *Proceedings — 44th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications, SEAA 2018, 2018*, pp. 260-267.
108. Galbraith, J.K. *Designing Organizations: Strategy, Structure, and Process at the Business Unit and Enterprise Levels.* John Wiley & Sons, 2014. — 352p.
109. Galbraith, J.K. *The Anatomy of Power,* Houghton Mifflin, 1983. — 206p. ISBN 039534400X, 9780395344002.
110. Gao, Y., Bao, R., Pan, Z., et al. Mechanical equipment health management method based on improved intuitionistic fuzzy entropy and case reasoning technology, *Eng. Appl. Artif. Intell.* 2022. Vol. 116 (2022), pp. 105372.
111. Garyaeva, V.V., Garyaev, N. A. Integrated assessment of the technical condition of the housing projects on the basis of computer technology. *Computing in*

Civil and Building Engineering, 2014, pp. 1336-1343.
<https://doi.org/10.1061/9780784413616.166>.

112. Ginzburg, A., Ryzhkova, A. Accounting "pure" risks in early stage of investment in construction projects with energy efficient technologies in use. *Applied Mechanics and Materials*, 2014. Vol. 672-674, pp. 2221-2224.

113. Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N.M.P., Hultink, E.J., 2017. The circular economy — A new sustainability paradigm? *J. Clean. Prod.* 2017. Vol. 143, pp. 757-768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>.

114. Ginzburg, A., Kachanov, S. Methodology for building automated systems for monitoring engineering (load bearing) structures, and natural hazards to ensure comprehensive safety of buildings and constructions. *International Journal of Applied Engineering Research*, 2016. Vol. 11, no. 3, pp. 1660-1665.

115. Grefen, P., Brouns, N., Ludwig, H., Serral, E. Co-location specification for IoT-aware collaborative business processes. In: Cappiello, C., Ruiz, M. (Eds.), *Information Systems Engineering in Responsible Information Systems*. Springer International Publishing, Cham. 2019. pp. 120-132.

116. Gyamfi, S., Sein, Y.Y. Determinants of Sustainable Open Innovations—A Firm-Level Capacity Analysis. *Sustainability*. 2021 Vol. 13, 9088.

117. Gupta, R. Kumar, S. Intuitionistic fuzzy scale-invariant entropy with correlation coefficients-based VIKOR approach for multi-criteria decision-making, *Granul. Comput.* 2022. Vol. 7 (1), pp. 77-93.

118. Honic, M., Kovacic, I., Aschenbrenner, P., Ragossnig, A. Material passports for the end-of-life stage of buildings: challenges and potentials. *J. Clean. Prod.* 2021. Vol. 319, 128702. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128702>.

119. Honic, M., Kovacic, I., Rechberger, H. Improving the recycling potential of buildings through Material Passports (MP): an Austrian case study. *J. Clean. Prod.* 2019. Vol. 217, pp. 787-797. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.212>.

120. Iacovidou, E., Purnell, P., Lim, M.K. The use of smart technologies in enabling construction components reuse: a viable method or a problem creating

solution? J. Environ. Manag. 2018. Vol. 216, pp. 214-223.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.04.093>.

121. Ingemarsdotter, E., Kambanou, M.L., Jamsin, E., Sakao, T., Balkenende, R., 2021. Challenges and solutions in condition-based maintenance implementation — A multiple case study. J. Clean. Prod. 2021. Vol. 296, 126420.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126420>.

122. Jari, A.J., Bhangale, P.P. To study critical factors necessary for a successful construction project, Int. J. Innovative Technol. Explor. Eng. 2013. Vol.2(5), pp. 331-335.

123. Kabanov, V.N. Organizational and technological reliability of the construction process. Magazine of Civil Engineering. 2018. Vol. 1(77), pp. 59-67.

124. Kasabreh, N.S.S., Tarawneh, S.A. Investigating the impact of contractor's performance on the success of Jordanian residential construction projects, International journal of construction management. 2021. Vol. 21(5), pp. 468-475.

125. Khadim, N., Agliata, R., Marino, A., Thaheem, M.J., Mollo, L. Critical review of nano and micro-level building circularity indicators and frameworks. J. Clean. Prod. 2022. Vol. 357, 131859. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131859>.

126. Kretschmer, T., Khashabi, P. Digital Transformation and Organization Design: An Integrated Approach. California Management Review. 2020. Vol. 62, pp. 86-104. <https://doi.org/10.1177/0008125620940296>.

127. Koren, I., Rinker, F., Meixner, K., Matevska, J., Walter, J. Challenges and opportunities of develops in cyber-physical production systems engineering. In: Proceedings of the IEEE Sixth International Conference on Industrial Cyber-Physical Systems (ICPS). 2023, pp. 1-6.

128. Koutamanis, A., van Reijn, B., van Bueren, E. Urban mining and buildings: a review of possibilities and limitations. Resour. Conserv. Recycl. 2018. Vol. 138, pp. 32-39. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.06.024>.

129. Kristoffersen, E., Blomsma, F., Mikalef, P., Li, J. The smart circular economy: a digital-enabled circular strategies framework for manufacturing companies. J. Bus. Res. 2020. Vol. 120, pp. 241-261. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.07.044>.

130. Li, C.Z., Chen, Z., Xue, F., Kong, X.T.R., Xiao, B., Lai, X., Zhao, Y., 2021. A blockchain and IoT-based smart product-service system for the sustainability of prefabricated housing construction. *J. Clean. Prod.* 2021. Vol. 286, 125391. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125391>.
131. Lo, C., Wang, C., Chen, Y.-C. The Mediating Role of Intellectual Capital in Open Innovation in the Service Industries. *Sustainability*. 2020, Vol.12, 5220.
132. Maliha, M.N., Abu Aisheh, Y.I., Tayeh, B.A., Almalki, A. Safety barriers identification, classification, and ways to improve safety performance in the architecture, engineering, and construction (AEC) industry: review study, *Sustainability*. 2021. Vol. 13 (6), 3316.
133. March, J. G., Guetzkow, H., Simon, H. *Organizations*. New York: John Wiley & Sons, 1958. — 262 p.
134. Michelfelder, D.P., Doorn, N. eds., *The Routledge Handbook of the Philosophy of Engineering*, Routledge Handbooks, 2022. — 792 p.
135. Morgan, G. *Images of Organization*. SAGE Publications, 1997. — 485 p. ISBN0761906312, 9780761906315.
136. Newell, M., Grashina, M. *The project Management Question and Answer Book*. AMACOM, NY, USA. 2003. — 240 p.
137. Putnik, G.D., Pinheiro, P., Varela, L., et. all. Self-organization in open and very large and complex design and manufacturing networks through entropy and power law distribution. *CIRP Annals — Manufacturing Technology*. 2024. Vol. 73, pp. 337-340.
138. Rosa, P., Sassanelli, C., Urbinati, A., Chiaroni, D., Terzi, S. Assessing relations between Circular Economy and Industry 4.0: a systematic literature review. *Int. J. Prod. Res.* 2019. Vol. 58(6), pp. 1662-1687. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1680896>.
139. Shen, L. Project feasibility study: the key to successful implementation of sustainable and socially responsible construction management practice // *Journal of Cleaner Production*. 2010. Vol.18(3), pp. 254-259.

140. Sinenko, S.A., Doroshin, I.N. Economical Aspects of the Cost Regulation for the Construction of Buildings. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2021. Vol. 1079(5), 052066.

141. Stashevskaya, N.A. et. al. Organizational and economic feasibility of construction projects through the perfection of construction scheduling. International Journal of Advanced and Applied Sciences. 2017. Vol. 4(10), pp. 20-25.

142. Tan, T., Mills, G., Papadonikolaki, E., Liu, Z. Combining multi-criteria decision making (MCDM) methods with building information modelling (BIM): a review. Autom. Constr. 2021. Vol. 121. P. 103451. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103451>.

143. Tiwari, A., Lohani, Q.D. Proposed intuitionistic fuzzy entropy measure along with novel multi-criteria sorting techniques, IEEE Access. 2022. Vol. 11, pp. 7630-7656.

144. Thao, N.X., Chou, S.Y. Novel similarity measures, entropy of intuitionistic fuzzy sets and their application in software quality evaluation, Soft Comput. 2022, pp. 1-12.

145. Thomas, Ng.S., Fan, R. Y. C., Wong, J. M. W. An econometric model for forecasting private construction investment in Hong Kong //Construction Management and Economics. 2011. Vol. 29(5), pp. 519-534.

146. Tu, Y., Zhou, X., Gang, J., et. al. Hierarchical supplier selection optimization with multiple items in large-scale construction projects. J. Infrastruct. Syst. 2017. Vol. 23(3), pp. 04017003. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)IS.1943-555X.0000356](https://doi.org/10.1061/(ASCE)IS.1943-555X.0000356).

147. Utama, W., Chan, A., Zahoor, H., Gao, R., Jumas, D. Making decision toward overseas construction projects. Eng. Constr. Archit. Manag. 2019. Vol. 26 (2), pp. 285-302. <https://doi.org/10.1108/ecam-01-2018-0016>.

148. Vle, J.; Branco, M.C., Ribeiro, J. A Relational Approach to the Creation and Deterioration of Intellectual. Int. J. Transp. Econ. 2018. Vol. 45, pp. 176-202.

149. Verma, R. On intuitionistic fuzzy order- α divergence and entropy measures with MABAC method for multiple attribute group decision-making, *J. Intell. Fuzzy Systems* 40 (1) (2021) 1191-1217.

150. Verma, R., Merigó, J.M. On sharma-mittal's entropy under intuitionistic fuzzy environment, *Cybern. Syst.* 52 (6) (2021) 498-521.

151. Volkov, A. General information models of intelligent building control systems: basic concepts, determination and the reasoning. *Applied Mechanics and Materials*, 2014. Vol. 838-841, pp. 2973-2976.

152. Volkov, A., Chulkov, V., Kazarya, R., Gazaryan, R. Cycle reorganization as model of dynamics change and development norm in every living and artificial beings. *Applied Mechanics and Materials*, 2014, vol. 584-586, pp. 2685-2688.

153. Volkov, A., Sedov, A., Chelyshkov, P. Usage of building information modelling for evaluation of energy efficiency. *Applied Mechanics and Materials*, 2013, vol. 409-410, pp. 630-633.

154. Xue, X., Zhang, R., Wang, L., et al. Collaborative innovation in construction project: A social network perspective. *KSCE J. Civ. Eng.* 2017. Vol. 22, pp. 417-427.

155. Więckowski, J. Kizielewicz, B. Shekhovtsov, A. Sałabun, W. How do the criteria affect sustainable supplier evaluation? — A case study using multi-criteria decision analysis methods in a fuzzy environment, *J. Eng. Manag. Syst. Eng.* 2023. Vol2 (1), pp. 37-52.

156. Zhang, J.P., Hu, Z.Z. BIM-and 4D-based integrated solution of analysis and management for conflicts and structural safety problems during construction: 1. Principles and methodologies // *Automation in construction*. 2011. Vol. 20(2), pp. 155-166.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Документы о внедрении результатов диссертации



**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
(АО «Мосинжпроект»)**

Юридический адрес:
Сверчков пер., д. 4/1, стр.1, Москва, 101000
Фактический адрес:
Холынский б-р, д.10, Москва, 125252
тел: (495) 225-19-40; факс: (495) 899-04-66
E-mail: info@mosinzhproekt.ru;
http://www.mosinzhproekt.ru
ОГРН 1107746614436

Генеральному директору
Ассоциации СРО «Центризыскания»
П.А. Павлову

от 01.07.2024 № 1-894-40759/2024

на № №61 от 21.05.2024

О рассмотрении диссертационной работы

Уважаемый Петр Андреевич!

АО «Мосинжпроект» рассмотрело Ваше обращение о возможности внедрения результатов диссертационной работы Пасканного Владимира Ивановича не тему «Проектирование организационных структур инжиниринговых компаний на этапах реализации инвестиционно-строительного проекта» по специальности 2.1.7-Технология и организация строительства, представляющей собой модель количественной оценки эффективности организационной структуры и алгоритм синтеза организационной структуры, а также энтропийную модель, обеспечивающую выбор типа организационной структуры инжиниринговой компании в зависимости от характеристик реализуемых инвестиционно-строительных проектов, в т.ч. крупных градостроительных проектов на территории г. Москвы, и имитационные GPSS-модели оценки эффективности кадрового наполнения, используемые при реинжиниринге организационной структуры в организации.

Считаем, что результаты диссертации представляют несомненный практический интерес для повышения эффективности организационных структур инжиниринговых компаний.

С уважением,

Заместитель генерального директора
по реализации крупных градостроительных проектов

А.В. Антипов

Дружина Д.И.
(495) 225-19-40 доб. 8498

Рисунок А.1 Письмо АО «Мосинжпроект» о внедрении результатов диссертационной работы Пасканного В.И.



ООО «Центргеопроектстрой»

123154, Москва, вн.тер.г. муниципальный округ Хорошево-Мневники, ул. Маршал Тухачевского, д.20, стр.2, помещ. 2/1

ОГРН 1167746158910 ИНН 7724352987 / КПП 773401001

Тел.: 8 (903) 735-15-53 Эл. почта: info@cgpstroy.ru Сайт: www.cgpstroy.ru

г. Москва

«31» мая 2024 г.

АКТ О ВНЕДРЕНИИ

результатов диссертации Пасканного Владимира Ивановича на тему: «Проектирование организационных структур инжиниринговых компаний на этапах реализации инвестиционно-строительного проекта» по специальности 2.1.7 - Технология и организация строительства

Настоящий акт составлен в том, что основные результаты диссертационной работы Пасканного В.И. заключаются в разработке:

- оригинальной модели комплексного анализа организационной структуры инжиниринговой компанией на этапах жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта на основе статистической оценки текущей ситуации;
- новой постановки задачи выбора типа организационной структуры инжиниринговой компании на основании решения оптимизационной задачи о назначении, обеспечивающей наиболее эффективное распределение исполнителей;
- формального описания бизнес-процессов, согласованного с сетями массового обслуживания и инструментальными средствами системы моделирования GPSS;
- методики и алгоритма формирования оптимального развития организационной структуры, которые позволяют оценивать ее соответствие реальным условиям функционирования инжиниринговой компании.

Их использование в нашей организации позволяет получить конкретные числовые значения обоснованной численности персонала разных подразделений, включая возможность ликвидации некоторых из них и повысить экономическую эффективность функционирования нашей компании.

Генеральный директор



Егоров В. Е.

Рисунок А.2 Акт ООО «Центргеопроектстрой» о внедрении результатов диссертации Пасканного В.И.



ООО ИРСК «Эвклид»

129085, Москва, Проспект Мира, д. 95 стр. 1
ИНН 7724901002, КПП 771701001
ОГРН 5137746148887

Тел.: +7 495 723-55-88
Эл. почта: info@euklid.ru
Сайт: www.euklid.ru

г. Москва

«16» января 2024 г.

Акт

о внедрении результатов диссертационной работы Пасканного Владимира Ивановича

на тему «Проектирование организационных структур инжиниринговых компаний
на этапах реализации инвестиционно-строительного проекта» по специальности
2.1.7 - Технология и организация строительства

Мы, нижеподписавшиеся, генеральный директор Павлова Мария Викторовна, первый заместитель генерального директора Павлов Петр Андреевич, заместитель генерального директора Стрельцов Александр Валерьевич, составили настоящий акт в том, что разработанная в диссертации методика формирования организационной структуры используется в нашей организации.

Несомненный практический интерес представляет разработанные в диссертации Пасканного В.И. имитационные модели бизнес-процессов в виде типовых элементарных блоков в системе GPSS-STUDIO, что позволяет выполнить моделирование для различных типов организационных структур и провести сравнительный анализ эффективности нескольких вариантов реализации бизнес-процессов компании в зависимости от количественного состава подразделений.

Генеральный директор
Павлова Мария Викторовна

Первый заместитель генерального директора
Павлов Петр Андреевич

Заместитель генерального директора
Стрельцов Александр Валерьевич



Рисунок А.3 Акт ООО ИРСК «Эвклид» о внедрении результатов диссертационной работы Пасканного В.И.