

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования "Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет"**

На правах рукописи

АБРАМОВ Иван Львович

**УСТОЙЧИВОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ В
ВЕРОЯТНОСТНЫХ УСЛОВИЯХ СТРОИТЕЛЬНОГО
ПРОИЗВОДСТВА**

Специальность 05.02.22 – Организация производства (строительство)

Д и с с е р т а ц и я
на соискание ученой степени
доктора технического наук

**Научный консультант –
доктор технических наук, профессор
А.А.ЛАПИДУС**

Москва - 2021

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 4 |
| ГЛАВА 1. ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ В ВЕРОЯТНОСТНЫХ УСЛОВИЯХ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА..... | 20 |
| § 1.1. АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ..... | 20 |
| § 1.2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ БАЗА ИССЛЕДОВАНИЯ..... | 31 |
| § 1.3. СТРУКТУРНО-ЛОГИЧЕСКАЯ ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ..... | 38 |
| ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 1..... | 47 |
| ГЛАВА 2. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ В ВЕРОЯТНОСТНЫХ УСЛОВИЯХ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА..... | 51 |
| § 2.1. ТЕОРИЯ АНАЛИЗА И ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ..... | 51 |
| § 2.2. СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОГО СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ..... | 60 |
| §2.3. РАЗРАБОТКА МЕТОДА КАЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОГО СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ..... | 69 |
| § 2.4. РАЗРАБОТКА МЕТОДА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ СРАВНИТЕЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ..... | 81 |
| СИНТЕТИЧЕСКИЙ ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ИНДИКАТОР УСТОЙЧИВОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ..... | 83 |
| БЛОЧНЫЕ СИНТЕТИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ 2 –ГО УРОВНЯ..... | 83 |
| ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 2..... | 91 |
| ГЛАВА 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ В ВЕРОЯТНОСТНЫХ УСЛОВИЯХ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА..... | 94 |
| § 3.1. КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ УСТОЙЧИВОГО СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ..... | 94 |
| § 3.2. МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОГО СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ..... | 104 |
| § 3.3. МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ОТНОСИТЕЛЬНО УСТАНОВЛЕННОЙ ЦЕЛИ..... | 116 |

| | |
|---|-----|
| ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 3. | 129 |
| ГЛАВА 4. ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ С ЦЕЛЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ В ВЕРОЯТНОСТНЫХ УСЛОВИЯХ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА.. | 135 |
| § 4.1. РАЗРАБОТКА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ..... | 135 |
| § 4.2. ОПТИМИЗАЦИЯ МОЩНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ..... | 149 |
| § 4.3. ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТНО-ПРОГРАММНЫХ ФОРМАТОВ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ И КООПЕРАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ..... | 161 |
| § 4.4. РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ЗА СЧЕТ СИСТЕМНО-ДИНАМИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ..... | 170 |
| ВЫВОДЫ ПО 4 ГЛАВЕ. | 186 |
| ГЛАВА 5. МЕТОДОЛОГИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ В ВЕРОЯТНОСТНЫХ УСЛОВИЯХ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА. РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ. | 191 |
| § 5.1. РАЗРАБОТКА МЕТОДОЛОГИИ..... | 191 |
| § 5.2. МЕТОДИКА ПЛАНИРОВАНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ УСТОЙЧИВОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ..... | 202 |
| § 5.3. ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ. ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ. | 223 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 231 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ..... | 237 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ..... | 259 |

ВВЕДЕНИЕ

Переход России к рыночной экономике в конце 90-х годов объективно предопределил развитие научных и практических школ в области экономики и юриспруденции бизнеса: открывались новые и развивались существующие учебные заведения и научные институты, в чем были заинтересованы государственные заказчики и бизнес структуры. К сожалению, развитию инженерно-технических направлений науки и профессионального образования внимания уделялось недостаточно. В результате, в настоящее время отмечается дефицит квалифицированных кадров и пробелы в теории организации и управления строительными предприятиями. Даже по таким важнейшим направлениям, как производственная мощность, специализация и кооперация в строительстве за последние 10-15 лет существенных исследований не проводилось, а применительно к вопросам устойчивости строительных предприятий не проводилось.

Не заслужено мало внимания уделено изучению организационно-технических аспектов устойчивости производственных систем в строительстве. Не разработаны система показателей устойчивости и методы регистрации потери устойчивости строительными предприятиями. Отсутствует общепринятое толкование понятия «устойчивость», применительно к производственным системам, а исследования методов количественной оценки устойчивости производственных систем не проводились.

Производственные системы в строительстве – это строительные предприятия, то есть юридические лица различных предусмотренных законодательством Российской Федерации организационно-правовых форм и форм собственности, основным видом деятельности которых является выполнение на основании договоров строительного подряда работ по строительству (реконструкции) зданий, сооружений или иных объектов, а также монтажных, пусконаладочных и иных неразрывно связанных со строительством работ, собственными силами и (или) силами привлечённых субподрядных организаций [0, 2].

Под устойчивостью производственных систем предлагается понимать их способность эффективно функционировать и своевременно выполнять обязательства в изменяющихся (вероятностных) условиях конкурентной среды и неопределенности производственной загрузки (объемов работ).

Устойчивость производственных систем в значительной степени зависит от стабильного и результативного функционирования строительного производства, которое достигается его эффективной организацией и управлением.

Именно строительное производство лежит в основе цикла создания прибавочного продукта, за счет реализации которого строительные предприятия производят выполнение своих обязательств, но именно организационно-технические аспекты обеспечения устойчивости производственной системы оказались не изученными.

Результативность строительного производства во многом определяют условия производственной деятельности. Помимо того, что на ход строительства все время воздействуют различные случайные факторы (технические, технологические, организационные, экономические, климатические), существенное негативное влияние на результаты строительного производства, а, следовательно, и на устойчивость производственной системы оказывают неконтролируемая вариабельность производственной загрузки, снижение потребительского спроса, неплатежеспособность заказчиков, рост цен на материалы и оборудование.

Основной причиной непланируемой вариабельности показателей, характеризующих производственную ситуацию - и, как следствие, вариацию результатов строительного производства, являются неопределенность и риски строительного производства.

Неопределенность – это условия функционирования производственной системы, поведение участников строительства и ситуации, не поддающиеся оценке, усложняющие выбор вариантов принятия решений. Если вероятность ожидаемого события неизвестна, оно может непредсказуемо развиваться и наступить, то есть имеет место неопределенность.

Риск - это оценка вероятности ожидаемого события. Производственная деятельность связана с риском отклонений от проведенных оценок и расчетов, неожиданного изменения ситуации. Риски строительного производства - сочетание вероятности и последствий наступления неблагоприятных событий.

Вероятностные условия строительного производства - это совокупность влияния последствий воздействия на ход строительства случайных факторов и влияния неопределенности условий и рисков строительного производства на

результаты производственной деятельности, а, следовательно, и на устойчивость производственной системы.

Таким образом, устойчивость производственной системы необходимо исследовать как многомерное эмерджентное состояние производственной системы, действующей в вероятностных условиях строительного производства.

Значимость проблемы обеспечения устойчивости производственных систем в современных условиях крайне велика. Производственные системы - строительные предприятия представляют собой первичное звено строительного комплекса страны. На строительных предприятиях создаются рабочие места, которые обеспечивают занятость трудоспособного населения и потребительский спрос. На строительных предприятиях производится строительная продукция, выполняются работы, оказываются услуги, потребителями которых являются миллионы граждан. Строительные предприятия являются налогоплательщиками в государственные и местные бюджеты. Следовательно, проблема выживаемости строительных предприятий на рынке – проблема устойчивости производственных систем актуальна не только для самих строительных предприятий, но и для всей строительной отрасли и Российской Федерации в целом.

Масштабность проблемы устойчивости производственных систем, значительно повысил кризис, разразившийся в 2014 году и усилившийся после введения секторальных санкций против Российской Федерации и карантинных мероприятий, введенных в процессе развития пандемии Covid-19. Вероятностные условия строительного производства, обусловленные традиционными и возникающими новыми рисками, многие из которых являются не предсказуемыми, проявляются трудно преодолимыми последствиями: не заключением запланированных и расторжением действующих контрактов, вследствие снижения инвестиционных возможностей государственных и частных заказчиков, а также потребительского спроса населения; срывом сроков строительства и «замораживанием» объектов, вследствие роста затрат на строительство и убыточности производственной деятельности. Результатом сложившейся ситуации явились массовые банкротства и уход с рынка значительного количества строительных предприятий.

На совещании по вопросам развития строительной отрасли Президент Российской Федерации указал, что строительство относится к ключевым, базовым отраслям, которые определяют динамику развития национальной экономики, обеспечивают занятость и доходы миллионов граждан. Было отмечено, что строительная отрасль в современных условиях переживает тяжелейший кризис и государство должно обеспечить ее поддержку с учетом того, что отрасль замыкает на себя большое количество предприятий: крупных, средних, малых компаний из смежных секторов, таких как производство стройматериалов, техники, металлургия, деревообработка, химия и других. Именно строительство, в настоящей ситуации общего падения ВВП должно явиться «локомотивом экономики страны», обеспечив рост промышленного производства.

Президент утвердил подготовленные Правительством по его поручению первоочередные меры поддержки строительной отрасли, а также обратился к руководителям предприятий и регионов и указал, что на местах обязательно надо учитывать специфику строительной отрасли, необходимость непрерывного режима работы, особенно на ключевых, жизненно важных объектах, принимать гибкие решения [171].

Таким образом, научная **проблема, исследованию которой посвящена диссертация – устойчивость производственных систем в вероятностных условиях строительного производства**, является теоретически не изученной, имеет высокую практическую актуальность и значимость для строительной отрасли, включающей в себя тысячи строительных предприятий, смежных и обеспечивающих строительство предприятий, на которых трудятся миллионы работников, и, соответственно, в целом для Российской Федерации. Разработанные в результате исследования научные, методологические подходы и принципы организации производства, созданные и примененные в ходе реализации результатов исследований методы мониторинга и оценки устойчивости, научно обоснованные организационно-технические мероприятия по обеспечению устойчивости качественно повысят уровень организации производственной деятельности строительных предприятий и будут способствовать ускорению их научно-технического прогресса.

Цель исследования – создание системы устойчивости строительных предприятий в вероятностных условиях строительного производства.

Объект исследования – производственная система - строительное предприятие.

Предмет исследования – методы качественной и количественной оценки устойчивости производственных систем, обеспечение устойчивости производственных систем в вероятностных условиях строительного производства.

Задачи исследования:

1. Исследование тенденций, определяющих развитие строительной отрасли, и проблем адаптации строительных предприятий к современным условиям и рискам.

2. Научное обоснование методологического подхода к анализу и оценке устойчивости производственных систем, разработка системы показателей оценки устойчивости.

3. Разработка метода качественной оценки устойчивости производственной системы.

4. Разработка методов количественной оценки устойчивости производственной системы.

5. Обоснование методологического подхода к обеспечению устойчивости производственных систем в вероятностных условиях строительного производства. Моделирование устойчивого состояния производственной системы.

6. Разработка метода обеспечения устойчивости производственной системы за счет системно-динамической оптимизации структуры.

7. Обобщение результатов исследования и разработка методологии обеспечения устойчивости производственной системы в вероятностных условиях строительного производства.

8. Разработка методики планирования организационно-технических мероприятий, обеспечивающих устойчивость производственной системы.

9. Реализация результатов исследования и оценка их экономической эффективности.

Методологической основой исследований являются: государственные и ведомственные нормативные правовые акты в области градостроительной деятельности, управления, организации и технологии строительства; научные труды и разработки отечественных ученых: Л.С. Андреева, Н.А. Асаула, Э.П. Головач, А.А. Демьянова, Р.Р. Казаряна, Л.М. Киевского, А.М. Кунина, А. А.

Лapidуса, Г.Н. Лапина, В.П. Морозова, Б.З. Мильнера, А.М. Нанасова, А.О. Недосекина, А.А. Петрова, Б.П. Рукина, Ю.И. Седых, И.М. Сыроежина, а также труды зарубежных ученых Г. Альбаха, И. Базовского, С. Бира, Д. Гараедаги, У. Деминга, Д. О'Коннор, Т. Саати, П. Сенге, Г. Слезингера, Д. Уилера и др.

Методические и практические подходы предполагают исследование существующих методов измерения синтетических категорий, методов, методик и практики в области управления и организации строительного производства, их систематизации, а также разработку методов оценки и обеспечения устойчивости производственной системы в вероятностных условиях строительного производства.

В процессе исследования применялись общенаучные (наблюдение, логика, системный анализ, синтез множественных суждений) и прикладные (теория вероятностей, статистического управления процессами, математической статистики, свертки и анализа данных, теории эксперимента, главных компонент, моделирования, теории рисков, линейного программирования) методы.

Исходную фактологическую и статистическую основу диссертации составили официальные материалы федеральных и региональных органов исполнительной власти, статистические данные Минстроя России, Росстата, Рейтингового агентства строительного комплекса (РАСК), Центра макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования (ЦМАКП), Центра раскрытия корпоративной информации (ЦРКИ), компании «Окна Медиа», статистическая отчетность строительных компаний ОАО "Можайский дорожник", ООО «Красстрой-сервис», ООО «МВ СТРОЙ», АО «Якутпромстрой» и др.

Обработка статистических данных производилась с применением программы обработки и анализа статистических данных VSTAT (Свидетельство Роспатента об официальной регистрации программ для ЭВМ № 9800678 от 27.11.1998 г.).

Основные научные результаты исследования:

Разработана методология обеспечения устойчивости производственной системы в вероятностных условиях строительного производства как совокупность знаний - теоретических обоснований, процедур, приёмов и методов науки, объединённых в единую конструктивную программу для

исследования проблемы устойчивости производственной системы и организации производственной деятельности, в том числе:

- обоснован методологический подход к организации мониторинга и оценки устойчивого состояния производственной системы статистическими методами, как эмерджентного свойства, на основе анализа вариации показателей результативности производственной деятельности;

- систематизирована и структурирована система показателей оценки устойчивости производственной системы и разработан метод качественной оценки устойчивости производственной системы;

- разработаны методы количественной оценки устойчивости производственной системы;

- предложена концептуальная модель устойчивого состояния производственной системы и определены параметры моделирования устойчивости производственной системы в вероятностных условиях строительного производства;

- разработаны рекомендации по обеспечению устойчивости производственной системы в вероятностных условиях строительного производства;

- разработан метод обеспечения устойчивости производственной системы за счет системно-динамической оптимизации структуры;

- разработана методика планирования организационно-технических мероприятий в целях обеспечения устойчивости производственной системы.

Научная новизна полученных результатов:

1. В диссертации обоснован методологический подход к исследованию устойчивости, предполагающий новый аспект регистрации устойчивого состояния производственной системы статистическими методами на основе оценок вариации показателей результативности производственной деятельности. Данный подход позволяет исследовать устойчивость как многомерное эмерджентное свойство, определяемое динамикой результатов производственной системы, что позволяет использовать их в качестве индикаторов устойчивого состояния. Предложенный подход отличается от традиционного инженерного подхода (управленческой установки) к повышению уровня устойчивости и надежности производственных систем, устанавливающих зависимости от некоторых факторов, а также методов, базирующихся на динамических нормативах. Он позволил разработать

оригинальный способ мониторинга и анализа устойчивого состояния производственных систем статистическими методами на основе оценок вариации показателей результатов производственной деятельности.

2. Разработан метод качественной оценки производственной системы, который базируется на принципах статистического управления, использования методов свертки и анализа данных, а также их представления в виде контрольных карт в целях наглядного графического представления результатов. Устойчивое состояние производственной системы предложено рассмотреть с точки зрения оценки её динамического равновесного функционирования как статистического процесса. Метод позволяет оценить в каком состоянии находится производственная система: устойчивом, неустойчивом, ближе к устойчивому, ближе к неустойчивому.

3. Количественную оценку устойчивости предложено выполнять по данным динамики и вариабельности результатов строительного производства. Для количественной оценки устойчивости разработаны оригинальные методы оценки сравнительной устойчивости производственных систем и собственной (вероятностной) устойчивости производственной системы.

Метод сравнительной количественной оценки устойчивости производственных систем основан на методологии синтеза интегральных индикаторов качества и методах статистического анализа данных (факторный анализ, метод главных компонент) и позволяет ранжировать строительные предприятия по величине интегрального индикатора устойчивости.

Метод количественной оценки собственной устойчивости производственной системы с использованием инструмента логистической регрессии решает задачу оценки величины пределов параметров строительного производства, необходимость изменения которых вызвана значительными вариациями показателей результативности строительного производства, и допустимых соотношений между шириной поля допуска и вариацией показателей при гарантированном сохранении устойчивого состояния производственной системы. Оценка собственной устойчивости производится по значению показателя вероятности потери устойчивости.

4. В целях моделирования устойчивого состояния производственной системы устойчивость предложено рассматривать как абстракцию эмерджентного свойства, изменяющегося в процессе строительного производства, в которой определяющие качественное состояние отношения и

взаимосвязи показателей рассмотрены и устанавливаются с учетом допустимых пределов вариации статистического процесса. Концептуальная модель устойчивости представлена в виде системы требований к устанавливаемым целям процесса (значениям прогнозируемых показателей). Особенностью моделирования является историческая основа данных оценки результатов деятельности производственной системы и контрольные карты, как инструмент аналитического исследования. В этом заключается принципиальное отличие от традиционного представления модели устойчивости в форме уравнений и (или) неравенств между переменными (факторами), характеризующими функционирование моделируемого показателя производственной системы.

Уровень устойчивости производственной системы определяется в результате анализа вариации прогнозных результатов строительного производства, что позволяет установить качественное состояние производственной системы и провести моделирование допустимых параметров динамики строительного производства и ее соответствия изменяемой структуре производственной системы.

5. Обоснован методологический подход к определению устойчивости производственной системы по цели, на основе которого предложено при моделировании строительного производства использовать вероятностные оценки качественного состояния как некий обобщенный критерий достижения целей в условиях неопределенности производственной загрузки. Это позволило разработать оригинальный метод моделирования устойчивости производственной системы относительно установленной цели. Количественный измеритель устойчивости производственной системы по цели определяется оценкой вероятности сохранения устойчивого состояния производственной системой в прогнозируемом периоде в результате достижения установленных рациональных и взаимоувязанных значений параметров строительного производства. Оценка устойчивости по цели при моделировании параметров устойчивого состояния производственной системы позволяет прогнозировать эффективность организационно-технических мероприятий, обеспечивающих достижение целей.

6. Разработаны рекомендации по обеспечению устойчивости производственной системы, включающие регламентацию порядка применения соответствующих результатам оценки устойчивости регулирующих воздействий организационно-технического характера для повышения

устойчивости или восстановления устойчивого состояния. На основе моделей устойчивого состояния производственной системы с применением математических методов теории планирования эксперимента предложен порядок расчета прогнозных значений показателей-индикаторов устойчивости, достижение которых требуется обеспечить и на основе данных расчетов определен порядок разработки организационно-технических мероприятий для их достижения и, соответственно, повышения устойчивости производственной системы или восстановления её устойчивого состояния; разработаны предложения по оптимизации собственной производственной мощности производственной системы, специализации и кооперации в вероятностных условиях строительного производства.

7. Для случаев, когда затраты ресурсов на обеспечение устойчивости велики и резервов недостаточно или, когда неуправляемые события изменяют условия строительного производства, вследствие чего сверх контрольных пределов меняется производственная загрузка, предложен метод обеспечения устойчивости производственной системы за счет системно-динамической оптимизации структуры. Особенностью метода является способ обеспечения устойчивости за счет планирования организационных и технических мероприятий, внедрение которых обеспечит формирование структуры производственной системы, которая по своим параметрам, количеству и составу материально-технических и трудовых ресурсов будет обеспечивать выполнение производственной программы с результатами, соответствующими моделируемыми значениями показателей-индикаторов устойчивости.

8. Получила развитие методология обеспечения устойчивости производственной системы в вероятностных условиях строительного производства как совокупность теоретических обоснований, процедур, приёмов и методов науки, объединённых в единую конструктивную программу и служащих средствами для исследования проблемы устойчивости производственной системы. Существующая методология исследования производственных систем дополнена разработанными соискателем теоретическими обоснованиями, методами и практической методикой. Методология исследования и оценки устойчивости производственной системы представлена комплексно и как наука о методах познания, и как учение об организации производственной деятельности.

Теоретическая ценность полученных результатов заключается в обобщении и дальнейшем развитии теории устойчивости производственных систем, в создании совокупности взаимосвязанных теоретически обоснованных методологических подходов, процедур, рекомендаций, методов и методики, обеспечивающих устойчивость производственной системы в вероятностных условиях строительного производства.

Практическая значимость полученных результатов состоит в том, что разработанные теоретические и методологические положения, выносимые на защиту, доведены до уровня прикладных алгоритмов, методик и рекомендаций в целях научного обоснования направлений деятельности по обеспечению устойчивости производственной системы и повышения эффективности организации строительного производства.

Результаты исследований реализованы в практической деятельности ООО «МВ СТРОЙ» (г. Москва), ГК «Красстрой», ООО «Красстрой-сервис» (г. Красноярск). Результаты исследования используются в учебном процессе при подготовке магистров по направлению 08.04.01 Строительство профиль «Технологии и организация строительства» в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы докладывались на 10 научных конференциях, в том числе международных.

Основные результаты диссертации опубликованы в 61 научной работе, из них 18 работ напечатаны 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 (Перечень рецензируемых научных изданий), и 14 работ - в журналах, индексируемых в международных реферативных базах Scopus, Web of Science и других. Получено свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2020666921, 17.12.2020, заявка № 2020619683 от 23.08.2020. «Программа моделирования различных стадий устойчивости строительного предприятия». Издана монография: Теоретические основы устойчивости строительных предприятий. - М.: Маска. 2019 - 128 с.

На защиту выносятся:

1. Метод качественной оценки устойчивого состояния производственной системы.
2. Метод количественной оценки сравнительной устойчивости производственной.
3. Метод количественной (вероятностной) оценки собственной устойчивости производственной системы.
4. Концептуальная модель устойчивого состояния производственной системы.
5. Метод моделирования устойчивости производственной системы относительно поставленной цели.
6. Метод обеспечения устойчивости производственной системы за счёт системно-динамической оптимизации структуры.
7. Методология обеспечения устойчивости производственной системы в вероятностных условиях строительного производства, включающая методику планирования организационно-технических мероприятий в целях обеспечения устойчивости производственной системы.
8. Экономическая эффективность внедрения результатов исследований.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка используемой литературы, приложений. Работа содержит 313 страниц машинописного текста, 19 рисунков, 17 таблиц. Список используемой литературы включает 195 наименований.

Во введении представлены: актуальность, цель и задачи исследования, объект и предмет исследования; основная идея диссертационной работы и методы исследования; научная новизна, научные положения, выносимые на защиту, теоретическая и практическая значимость полученных результатов; апробация результатов исследования, публикации соискателя по теме диссертации, структура и объем диссертационной работы.

В первой главе изложены результаты анализа условий и направлений развития строительной отрасли, представлена обобщенная оценка современных условий производственной деятельности строительных предприятий и рисков строительного производства. Обоснована практическая актуальность, значимость и масштабность задач исследования. Представлены результаты исследования существующей научной и методологической базы

устойчивости строительных систем. Выявлены противоречия между значимостью устойчивости строительных предприятий и нерешённостью задачи её обеспечения в теории. Произведена структурно-логическая постановка проблемы исследования.

Во второй главе произведено научное обоснование теоретических основ анализа и оценки устойчивости производственных систем в вероятностных условиях строительного производства.

Строительное предприятие рассмотрено соискателем с точки зрения системно-динамического подхода, как открытая самоорганизующаяся организационно-производственная система, способная поддерживать стабильное состояние и удерживать многомерное внутреннее свойство (качество) – устойчивость. Устойчивость исследована как многомерное эмерджентное свойство динамической системы - строительного предприятия, целью деятельности которого является производство строительной продукции.

Систематизирована и структурирована система показателей оценки устойчивости и на их основе разработаны методы качественной и количественной оценки устойчивости производственных систем в вероятностных условиях строительного производства.

Оценка качественного состояния выполнена статистическими методами с точки зрения соблюдения равновесного процесса функционирования производственной системы во времени. Анализ устойчивого состояния производственной системы выполняется на основе данных динамики основных и дополнительных показателей-индикаторов результативности строительного производства.

Количественную оценку устойчивости производственных систем предложено определять в виде латентного показателя синтетического интегрального индикатора качественного состояния устойчивости на основе структурно-функционального подхода и методологии измерения синтетических категорий качества. При этом для количественной оценки интегрального индикатора регистрируемыми значениями выступают показатели результативности деятельности производственной системы.

В третьей главе содержится концептуальная модель устойчивого состояния производственной системы, предложен методологический подход к моделированию устойчивого состояния производственной системы.

Равновесное устойчивое состояние производственной системы означает, что при различных внешних условиях она должна осуществлять свою деятельность так, чтобы её состояние не вышло за границу допустимых параметров, за которой нарушается эффективное функционирование. В соответствии с этим, динамика показателей результатов строительного производства рассмотрена соискателем в качестве предмета моделирования.

В целях упрощения практического применения и наглядности моделирования, предложено рассматривать устойчивость как некую абстракцию эмерджентного свойства, изменяющегося в процессе строительного производства, в которой определяющие качественное состояние отношения и взаимосвязи показателей рассмотрены и устанавливаются с учетом допустимых пределов их вариации.

На основе предложенного подхода разработаны методы моделирования количественной оценки вероятности устойчивого состояния производственной системы и моделирования устойчивости производственной системы относительно установленной цели в вероятностных условиях строительного производства.

Под показателем устойчивости достижения цели понимается вероятность ее достижения при сбалансированных параметрах функционирования производственной системы. Количественно показатель устойчивости достижения цели строительного предприятия определяется величиной плотности вероятности композиции законов распределения параметров по области цели.

Смысл управления устойчивостью заключается в ее повышении относительно поставленной цели.

Критерием эффективности управления выступает показатель устойчивости относительно поставленной цели как функции от установленных параметров строительного производства.

В четвертой главе изложены рекомендации по обеспечению устойчивости производственной системы, и на их основе разработан метод обеспечения устойчивости производственной системы за счёт системно-динамической оптимизации её структуры.

Рекомендации по обеспечению устойчивости производственной системы включают порядок разработки организационно-технических мероприятий по обеспечению устойчивости в вероятностных условиях

строительного производства, в том числе, расчета прогнозных значений показателей-индикаторов устойчивости, достижение которых требуется обеспечить. Значения показателей-индикаторов устойчивости рассчитываются на основе моделей устойчивого состояния производственной системы с применением математических методов теории планирования эксперимента.

Далее разработаны предложения по оптимизации собственной производственной мощности, произведено обоснование проектно-программных форматов специализации и кооперации, и на их основе разработан метод обеспечения устойчивости производственной системы за счёт системно-динамической оптимизации её организационной и производственной структур.

Суть метода заключается в разработке порядка расчета рациональных значений параметров организационной и производственной структур, количества и состава материально-технических и трудовых ресурсов, необходимых и достаточных для выполнения производственной программы с прогнозируемыми результатами, соответствующими моделируемыми значениям показателей-индикаторов устойчивости для любых значений производственной загрузки. Метод разработан на основе системно - комплексного подхода с учетом фактора времени, необходимого для подготовки и внедрения организационных и технических мероприятий по обеспечению устойчивости.

В пятой главе в результате синтеза полученных научных результатов разработаны методология обеспечения устойчивости производственных систем в вероятностных условиях строительного производства и методика планирования организационно-технических мероприятий в целях обеспечения устойчивости производственных систем, а также представлены результаты внедрения проведенных исследований. Произведена оценка их экономической эффективности.

Методология рассматривается комплексно и как наука о методах научного познания, и как учение об организации производственной деятельности, то есть как методология исследования, оценки и обеспечения устойчивости производственных систем в вероятностных условиях строительного производства.

Разработанная методика включает три основных раздела:

1. Мониторинг и оценка устойчивости производственной системы;
2. Анализ результатов оценки устойчивости производственной системы.

Разработка организационно-технических мероприятий, обеспечивающих устойчивость производственной системы;

3. Прогнозирование устойчивости производственной системы и планирование перспективных организационно-технических мероприятий по её обеспечению в условиях неопределенности.

Представлены отчетные материалы о внедрении результатов исследования и произведена оценка их экономической эффективности.

В заключении подведены итоги диссертационного исследования, изложена логика исследования и доказана правомерность выдвинутой соискателем гипотезы: устойчивость производственной системы достигается путем реорганизации организационной и производственной структур в соответствии с изменениями производственной загрузки и другими последствиями вероятностных условий строительного производства, требуемые значения параметров которых рассчитываются с использованием высоко-адаптивных системно-динамических моделей устойчивого состояния. Сформулированы общие выводы, отражающие научную новизну, теоретическую значимость и практическую ценность полученных результатов. Изложены предложения по практическому использованию результатов исследований и определены направления дальнейших исследований.

Приложения к диссертации содержат использованный статистический материал, результаты промежуточных расчетов, справочные материалы, а также сведения об использовании результатов диссертационных исследований в ряде строительных организаций и пример результатов их внедрения.

Диссертационное исследование соответствует паспорту специальности 05.02.22 «Организация производства (строительство)» по п.п. 1, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12.

Глава 1. Особенности функционирования производственной системы в вероятностных условиях строительного производства

§ 1.1. Анализ деятельности производственных систем в современных условиях

Понятия «строительное предприятие» и «строительное производство» в законодательстве Российской Федерации отсутствуют.

Термин «предприятие» является составной частью предусмотренного законодательством [2] понятия «унитарное предприятие», однако данное понятие подразумевает лишь определённые организационно-правовые формы юридических лиц, созданных государственными или муниципальными структурами.

Что же касается «строительного производства», то подобное понятие встречалось ранее в нормативно-технических документах:

«Строительное производство – выполнение комплекса подготовительных и основных строительного-монтажных работ при возведении и реконструкции, техническом перевооружении, капитальном ремонте всех типов зданий и сооружений в любых климатических зонах» [167];

«Производство строительное – совокупность производственных процессов, выполняемых непосредственно на строительной площадке, включая строительного-монтажные и специальные работы в подготовительный и основной период строительства».

Однако в данный момент оно содержится в словаре-справочнике, привязанном к недействующему документу.

Под строительным производством, для целей настоящей работы понимается совокупность производственных процессов, выполняемых непосредственно на строительной площадке, по строительству (реконструкции) зданий (в том числе жилых домов), сооружений или иных объектов, включая монтажные, пусконаладочные и иные неразрывно связанные со строительством объекты работы в подготовительный и основной период строительства, выполняемые собственными силами строительного предприятия и (или) силами привлечённых субподрядных организаций [14].

Строительное предприятие представляет собой сложную полиструктурную динамичную систему, обладающую способностью

претерпевать изменения, переходить из одного качественного состояния в другое, оставаясь в то же время системой благодаря таким свойствам, как [73]:

- управляемость – допустимость временного изменения процессов функционирования под влиянием управляющих воздействий;
- гибкость – возможность производственной системы приспосабливаться к изменяющимся условиям внешней среды;
- долговременность – способность производственной системы функционировать в течение длительного времени;
- результативность – способность получать эффект, создавать нужную потребителю продукцию;
- устойчивость – качественная характеристика, проявляемая в возможности производственной системы поддерживать необходимый уровень результативности.

Свойство «управляемость» характеризует строительное предприятие, как саморегулируемую систему, которая способна приспосабливаться к внутренним и внешним изменениям. Однако саморегуляция производственной системы может осуществляться до определенных пределов, соответствующих стоящим целям и задачам, организационным принципам её построения.

Производственная система «строительное предприятие» функционирует в вероятностных условиях строительного производства, при значительной продолжительности производственного цикла, большой и меняющейся номенклатуре строительной продукции, изменений применяемых технологий.

С позиции теории систем деятельность строительного предприятия можно рассматривать как единую сложную систему, которая состоит из сети подчиненных менее сложных подсистем – коллектива людей, материальных и финансовых средств, связанных между собой причинно-следственными взаимоотношениями и управляемых на основе получаемой и передаваемой информации, с целью получения конечного продукта. Каждая из перечисленных подсистем также имеет признаки системы, но не обладает обособленностью, присущей самостоятельным системам. Сущность функционирования производственной системы в данном случае сводится к движению информации, энергии и материалов, связанному с переработкой определенных входов (строительные материалы, оборудование, инструменты, финансовые средства) для получения желаемых (объекты, работы, услуги). Исследуемая производственная система состоит из управляемой и

управляющей подсистем, соединенными между собой каналами передачи информации.

Управляющая подсистема представляет собой совокупность структуры аппарата управления строительного предприятия и методов управления, реализуемых управленческим персоналом с помощью технических средств, для обеспечения эффективного функционирования строительного производства.

В качестве управляемой подсистемы выступает строительное производство.

Главная цель производственной системы «строительное предприятие» – создание и реализация строительной продукции в различных условиях для выполнения обязательств по налогообложению перед государством; договорам и контрактам перед заказчиками, субподрядчиками и поставщиками; по получению стабильной прибыли в интересах собственников и по социальным и материальным обязательствам перед трудовым коллективом. Любое предприятие должно своевременно выполнять свои обязательства перед бюджетом, заказчиками, работниками и поставщиками материальных ресурсов, только тогда оно будет являться устойчивым.

В создании строительной продукции (объектов строительства, строительного-монтажных работ и услуг) принимают участие все подсистемы системы управления строительным предприятием. Однако, первичным и основным источником результата является строительное производство в ходе функционирования которого создается и реализуется строительная продукция. Следовательно, свойство «устойчивость производственной системы» оценивается именно способностью поддерживать необходимый уровень результативности, чтобы своевременно выполнять обязательства, в значительной степени зависит от долговременного стабильно эффективного функционирования управляемой подсистемы – строительного производства. Долговременное результативное функционирование строительного производства зависит от его организации и обеспечивается системой управления, кооперацией с другими производственными системами, внутренними резервами и возможностью приспосабливаться к изменяющимся условиям производственной деятельности (гибкостью системы)[73].

Основной причиной непланируемой вариабельности показателей, характеризующих производственную ситуацию - условия производственной деятельности строительного предприятия и, как следствие, вариацию

результатов строительного производства, являются неопределенность и риски строительного производства.

Кроме этого, само строительное производство характеризуется: многообразием хозяйственных связей; зависимостью от географических и климатических условий; значительной продолжительностью подготовительного и основного периодов; необходимостью создания временной инфраструктуры; сложностью, разнообразием, индивидуальным характером и территориальным закреплением создаваемой строительной продукции; материалоемкостью; капиталоемкостью. Данные особенности предполагают значительную степень вероятности получения как потерь, так и выгод в процессе функционирования, то есть наличие рисков строительного производства.

Риск - это оценка вероятности ожидаемого события. Производственная деятельность связана с риском отклонений от проведенных оценок и расчетов, неожиданного изменения ситуации. Риски строительного производства - сочетание вероятности и последствий наступления неблагоприятных событий.

Внутренние риски являются производной от уровня организации и технологии строительного производства, а также от технологического оснащения, производительности труда и представляют собой опасность потерь в процессе производства работ.

Внешние риски не зависят от организации строительного производства. На их уровень влияют многие неуправляемые факторы (демографические, географические, социальные и климатические).

Большинство внутренних рисков считается управляемыми. В этом случае при разработке организационно-технических мероприятий предусматриваются меры по уклонению от таких рисков и/или снижению их негативного влияния на результаты строительного производства.

Внешние риски считаются не управляемыми. Для снижения негативного влияния таких рисков разрабатываются мероприятия компенсационного характера либо вероятность наступления таких рисков событий игнорируется (табл. 1.1.1).

Таблица 1.1.1.

Методы управления рисками строительного производства

| | | | Методы управления рисками строительного производства | | | |
|--|------------------|-------------------|--|---|--|---|
| | | | Диверсификация рисков | Уклонение от рисков | Компенсация рисков | Локализация рисков |
| | | | - распределение рисков между участниками строительного производства или во времени | - разработка мероприятий, для снижения или исключения негативного влияния рисков событий. | - создание резервов: финансовых, материальных, информационных. | - определение видов деятельности с целью исключения негативного влияния наступления рисков события на результаты в целом. |
| Виды рисков строительного производства | Внешние риски | Не прогнозируемые | - | - | + | - |
| | | Прогнозируемые | + | - | + | - |
| | Внутренние риски | + | + | + | + | |

Вместе с тем, последствия внешних рисков могут являться причиной значительных изменений производственной загрузки, вследствие срыва действующих и/или не заключения планируемых контрактов и, соответственно потери устойчивости.

Сведения, опубликованные Росстатом, свидетельствуют о том, что за период с 2015 по 2020 гг. в Российской Федерации количество строительных предприятий увеличивалось (рис. 1.1.1). Анализ динамики деловой активности строительных предприятий с 2015 по 2020 гг. показал рост зависимости предприятий от дестабилизирующих внешних и внутренних факторов.

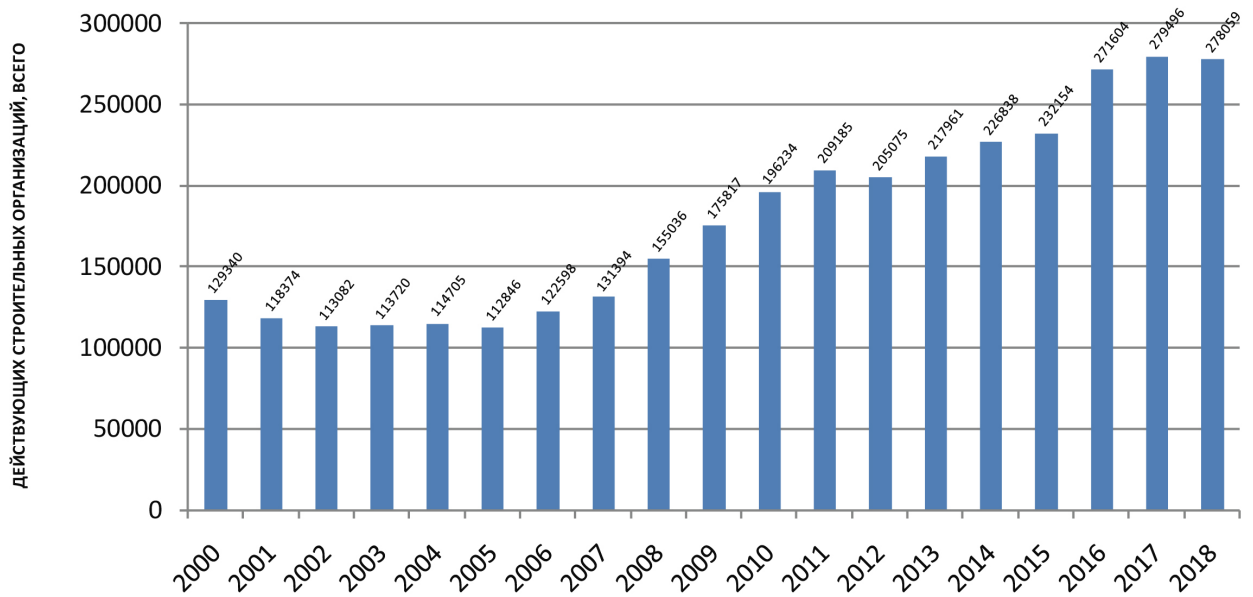
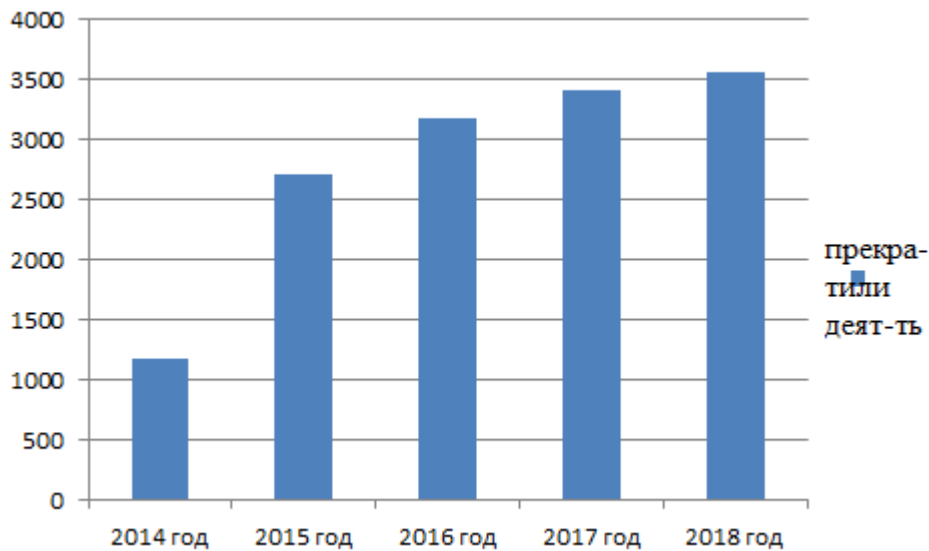


Рис. 1.1.1. Число действующих строительных предприятий в Российской Федерации.

Многие строительные предприятия, считавшиеся устойчивыми производственными единицами строительной отрасли, в условиях кризиса оказались неустойчивыми к негативным воздействиям внешней среды, что объясняет спад в росте их количества в 2017-2020 годах (рис. 1.1.2) [172, 175, 176].



| 2014 год | 2015 год | 2016 год | 2017 год | 2018 год |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1184 | 2713 | 3183 | 3420 | 3570 |

Рис. 1.1.2. Строительные предприятия, прекратившие деятельность в 2014-2018 годах, ед. (данные исследования РАСК)

Из представленных на рис. 1.1.2 данных следует, что с 2014 по 2020 год количество строительных предприятий, прекративших свою деятельность, увеличилось в три раза. Наибольший рост отмечен в период с 2014 по 2015 год. Очевидно, что российский строительный рынок так и не восстановился после разрушительного кризиса 2014 года. К нему добавились негативные последствия, связанные с пандемией коронавируса Covid-19.

Рост количества строительных предприятий (с замедлением тенденции в последние годы) вместе с увеличением количества прекративших свою деятельность свидетельствует о том, что многие из них столкнувшись с последствиями неопределенности условий производственной деятельности и внешней среды при планировании и реализации инвестиционно-строительных проектов, не смогли организовать строительное производство и наладить эффективное управление.

Наиболее негативное влияние на результаты строительного производства оказывает неконтролируемая вариабельность производственной загрузки вследствие снижения потребительского спроса, неплатежеспособности заказчиков, высокой конкуренции, роста цен на материалы и оборудование, обуславливающих снижение рентабельности строительного производства.

Данные выводы подтверждает опрос руководителей 6 тысяч строительных компаний, проведенный Росстатом в марте 2018 года, который показал, что 34% жалуются на недостаток заказов, а загрузка мощностей упала с 64% до 59%. Кроме того, с 27% до 32% выросла доля тех, кто столкнулся с неплатежеспособностью заказчиков.

В 2019-2020 годах тенденция продолжилась - по данным Минстроя России, российские застройщики стали реже обращаться за разрешениями. С учетом того, что строительный цикл составляет два-три года - Минстрой России признает, что это может привести к уменьшению объемов через два-три года.

На фоне начавшегося кризиса из-за пандемии COVID-19 в марте 2020 г. экспертами и далее прогнозируется резкое уменьшение спроса и многие региональные строительные компании будут вынуждены уйти с рынка [65].

Выборочное изучение деловой активности строительных предприятий в I квартале 2020 г., в которых обследовались 6 тыс. строительных предприятий, различных по численности работающих и формам собственности, в том числе

4,4 тыс. субъектов малого предпринимательства, показало следующие результаты.

В I квартале 2020 г. руководители 72% строительных предприятий оценили экономическую ситуацию в строительстве как "удовлетворительную", 17% – как "неудовлетворительную" и 11% – как "благоприятную".

Баланс оценок ситуации в строительстве, рассчитанный как разница между процентом положительных и процентом отрицательных ответов респондентов, представлен в табл. 1.1.2.

Таблица 1.1.2

Оценки основных показателей деятельности строительных предприятий
баланс оценок, в процентах

| | I квартал 2020г. по сравнению с IV кварталом 2019г. | | II квартал 2020г. по сравнению с I кварталом 2020г. (прогноз) | |
|---|---|---|---|---|
| | Всего по строительным организациям | в том числе по субъектам малого предпринимательства | Всего по строительным организациям | в том числе по субъектам малого предпринимательства |
| Объем работ, выполняемых по виду деятельности "Строительство" | -21 | -29 | 20 | 16 |
| Число заключенных договоров | -17 | -27 | 14 | 13 |
| Численность занятых | -19 | -21 | 10 | 6 |
| Обеспеченность собственными ресурсами | -13 | -14 | 4 | 7 |
| Просроченная кредиторская задолженность | -10 | -7 | -7 | -6 |
| Просроченная дебиторская задолженность | -8 | -5 | -6 | -4 |
| Цены на строительные-монтажные работы | 45 | 44 | 45 | 45 |
| Собственная конкурентная позиция | -8 | -14 | 1 | 3 |

Средняя обеспеченность заказами в I квартале 2020 г. по сравнению с IV кварталом 2019 г. составила 7 месяцев, а среди субъектов малого предпринимательства средняя обеспеченность заказами составила 4 месяца (табл. 1.1.3); доля предприятий, у которых производственная программа соответствовала "нормальному" уровню, составила 56%; доля тех, кто оценил ее "ниже нормального" уровня – 42%.; доля предприятий, у которых отмечено увеличение объема работ, выполняемых по виду деятельности «Строительство», составила 17%, доля предприятий, у которых зафиксировано

его уменьшение - 38% (в IV квартале 2019 года 29% и 25%). Баланс оценок изменения этого показателя в I квартале 2020 г. составил (-21%) против (+4 %) IV квартала 2019 года. Среди субъектов малого предпринимательства 12% руководителей отметили увеличение объема работ, выполняемых по виду деятельности «Строительство», на уменьшение указали 41% (рис. 1.1.3) [73, 154].

Таблица 1.1.3

Распределение строительных предприятий по уровню обеспеченности заказами в I квартале 2020 года

доля предприятий в % к их количеству

| | Уровень обеспеченности заказами, месяцев: | | | | | | | Средний уровень, месяцев |
|---|---|-----|-----|-----|-------|-------|------------|--------------------------|
| | Менее 1 | 1-3 | 4-6 | 7-9 | 10-12 | 13-15 | 16 и более | |
| По всем строительным организациям | 13 | 26 | 20 | 8 | 19 | 2 | 12 | 7 |
| в том числе: по субъектам малого предпринимательства | 20 | 38 | 19 | 7 | 11 | 2 | 3 | 4 |

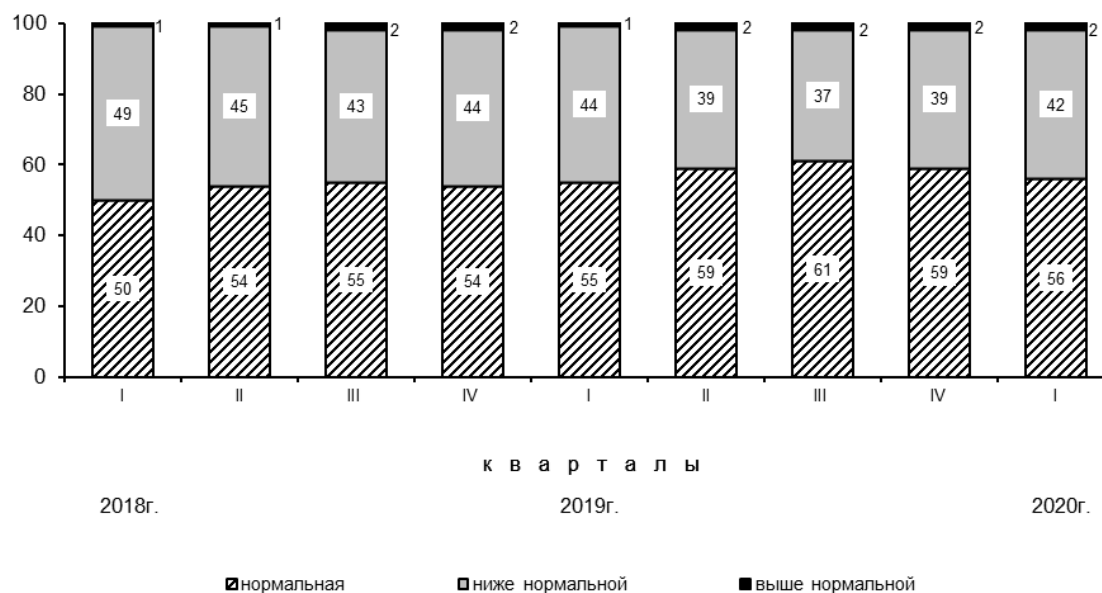


Рис.1.1.3. Оценка производственной программы (доля строительных предприятий в % к их общему количеству)

Во II квартале 2020 г. доля предприятий, у которых прогнозируется увеличение объема работ, больше удельного веса тех, кто предполагает его уменьшение; ожидается, что баланс оценок изменения показателя составит

(20%). Согласно прогнозу, увеличение физического объема работ ожидают 36% руководителей предприятий, уменьшение – 16% руководителей (рис.1.1.4).

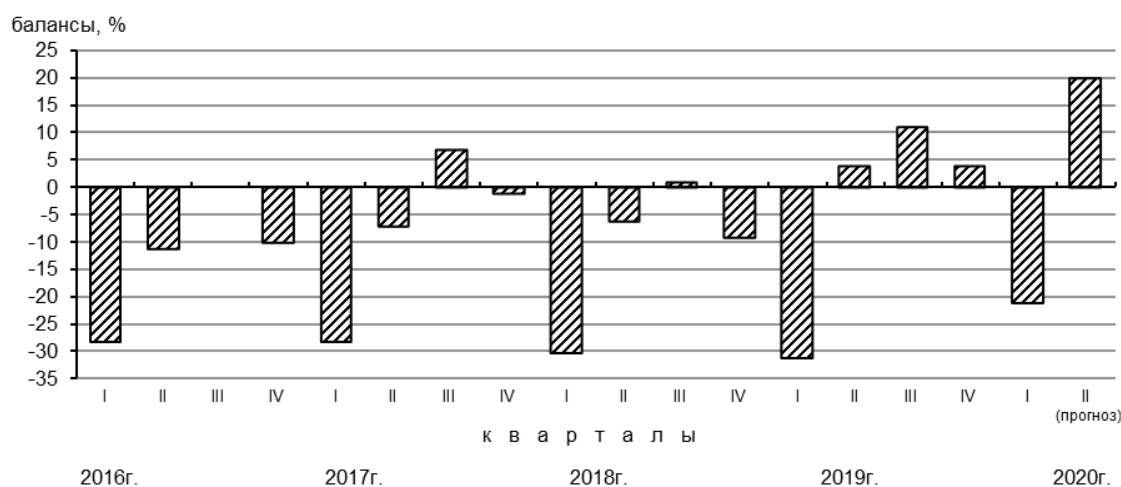


Рис. 1.1.4. Динамика оценок выполняемых объемов СМР, %.

Средний уровень загрузки производственных мощностей в I квартале 2020 г. по сравнению с IV кварталом 2019 г. уменьшился с 62% до 60%. При этом 17% предприятий имели уровень загрузки не более 30%, 12% организаций - свыше 90%. Среди субъектов малого предпринимательства, средний уровень загрузки производственных мощностей составил 52% (табл. 1.1.6).

Таблица 1.1.6

Распределение строительных предприятий по оценке уровня использования производственных мощностей в I квартале 2020 года
доля предприятий в % к их количеству

| | Уровень использования производственных мощностей, % | | | | | | | | |
|---|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|--------------------|
| | Не более 30 | 31-40 | 41-50 | 51-60 | 61-70 | 71-80 | 81-90 | Свыше 90 | Средний уровень, % |
| По всем строительным предприятиям | 17 | 6 | 6 | 16 | 14 | 16 | 12 | 12 | 60 |
| в том числе: по субъектам малого предпринимательства | 24 | 9 | 8 | 17 | 11 | 14 | 10 | 7 | 52 |

Оценивая обеспеченность строительных предприятий производственными мощностями относительно спроса на строительные работы в ближайшие 12 месяцев, руководители 84% строительных предприятий отметили, что их будет "достаточно", 7% – "более чем достаточно", 9% – "недостаточно".

В I квартале 2020 г. баланс оценок изменения численности занятых в строительстве составил (-19%) против (-11%) в IV квартале 2019 года. Во II квартале 2020 года не ожидают снижения численности занятых 62% респондентов, 24% респондентов предполагают ее увеличение.

На низком уровне находится портфель заказов, баланс оценок изменения по данному показателю составил (-40). У малых строительных предприятий баланс по данному показателю составил (-55).

28% опрошенных руководителей отметили, что недостаток заказов на работы является основным фактором, сдерживающим деятельность строительных предприятий, а среди руководителей субъектов малого предпринимательства указали данный фактор как основной 38%.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что строительные предприятия и строительная отрасль в целом функционируют в условиях глубокого кризиса. Кризис в строительной отрасли носит не локальный, а системный характер, строительные предприятия работают в условиях неопределенности и значительной вариабельности производственной загрузки из-за воздействия последствий неуправляемых внешних рисков.

Большое и растущее количество ушедших с рынка и обанкротившихся строительных предприятий свидетельствует о том, что эффективные механизмы обеспечения устойчивости производственной системы, соответствующие современным условиям, в практике строительного производства не применяются. Следовательно, задачи разработки и внедрения методов и методик совершенствования организации и управления строительным производством в целях обеспечения устойчивости производственных систем являются актуальными и востребованными.

Значимость и масштабность проблемы подтверждают решения по поддержке строительной отрасли, разработанные Правительством Российской Федерации и утвержденные Президентом Российской Федерации на совещании по вопросам развития строительной отрасли 16 апреля 2020 года [128, 133].

Президент Российской Федерации отмечал, что строительная отрасль остается одной из самых проблемных среди базовых видов производственной деятельности. В строительной отрасли и в смежных со строительными предприятиями компаниях работают миллионы граждан и еще большее количество людей являются потребителями строительной продукции. Поэтому проблемы строительной отрасли являются государственными. Государство

должно всячески стимулировать отрасль, однако и участники строительного процесса со своей стороны должны предпринимать меры, которые позволят им «удержаться на плаву».

Таким образом, вопросы повышения выживаемости строительных предприятий на российском рынке – вопросы обеспечения устойчивости производственной системы являются практически значимыми и актуальными, как для строительных предприятий, так и для строительной отрасли в целом.

§ 1.2. Методологическая база исследования

Понятие «устойчивость» широко используется в технической и в экономической литературе и является достаточно многоплановым. Так, например, определение данного понятия приводится в 33 Государственных стандартах Российской Федерации (ГОСТ) по различным отраслям техники. ГОСТ 26883–86 [6] содержит следующее определение: «Устойчивость изделия к внешним воздействующим факторам – свойство изделия сохранять работоспособное состояние во время действия на него определенного внешнего воздействующего фактора в пределах заданных значений». ГОСТ 53111–2008 [8] определяет устойчивость функционирования сети электросвязи как: «Способность сети электросвязи выполнять свои функции при выходе из строя части элементов сети в результате воздействия дестабилизирующих факторов».

Таким образом, понятие «устойчивость» в области инженерных знаний можно считать устоявшимся и нормативно определенным.

Применительно к задачам экономики, организации и технологии строительного производства нормативного или единого общепринятого определения данного понятия нет.

В большинстве научных трудов и справочно-методических разработках рассматриваются финансовые и экономические аспекты проблемы повышения устойчивости предприятий. Так, например, в работах [30, 55, 94, 110, 113, 117, 123] приводятся определения понятий:

«устойчивость предприятия» – финансовое состояние предприятия, хозяйственная деятельность которого обеспечивает в нормальных условиях выполнение всех его обязательств перед работниками, другими организациями и государством, благодаря достаточным доходам и соответствию доходов расходам;

«финансовая устойчивость предприятия» – характеристика уровня риска деятельности предприятия с точки зрения сбалансированности или превышения доходов над расходами;

«абсолютная финансовая устойчивость компании (предприятия) – ситуация, при которой собственные оборотные средства предприятия полностью обеспечивают формирование запасов и осуществление любых необходимых видов затрат (на ближайшую перспективу).

Экономическая устойчивость предприятия означает достижение экономического состояния, которое обеспечит его эффективное функционирование и развитие под воздействием внешних факторов, влияющих на объемы производства, снижение затрат и увеличение нормы прибыли.

Исследованию проблемы повышения финансовой и экономической устойчивости предприятий посвящены работы [34, 55, 94, 110, 113, 117, 123 и др.].

Монография [94] посвящена исследованию проблемы завышенного предпринимательского риска и совершенствованию методов оценки экономической устойчивости предприятия и влияния на устойчивость предпринимательского риска. В работе [104] рассмотрены теоретические и методологические подходы к определению устойчивости в строительстве: начиная устойчивостью проекта и заканчивая устойчивостью отрасли. Предложены авторские подходы к определению степени устойчивости инвестиционного проекта, строительного предприятия и отрасли в целом.

Автор работы [110] рассматривает оптимизационные модели управления ограниченными ресурсами в логистических системах – промышленных предприятиях, транспортных компаниях и др. В данных работах обосновывается, что эффективность функционирования данных систем во многом зависит от того, насколько рационально использованы ограниченные ресурсы такого вида, как производственный аппарат предприятия, трудовые ресурсы, транспортные средства и т. д. В [80] рассмотрены различные подходы управления такими ресурсами как для детерминированных моделей, так и для ситуаций, когда ряд параметров моделей не задан точно. В этом случае предлагается оценивать устойчивость с учетом динамического подхода. Однако данный подход применялся в исследованиях устойчивости только транспортных компаний.

В проанализированных работах основная часть исследований направлена на оценку влияния мероприятий, повышающих экономическую устойчивость. Акцент сделан на исследование устойчивости управляющих подсистем. Исследованию устойчивости производственных процессов, влиянию организации строительного производства и управления предприятиями внимания не уделено. В качестве показателей оценки устойчивости используются показатели рентабельности предприятия. Попытки количественной оценки устойчивости и оценки устойчивости, как эмерджентного свойства производственной системы, в проанализированных работах не нашли отражения.

Проблемам оценки показателей устойчивости посвящены работы ученых [25,30,50,123,130,171]

В работе [50] автор определяет организационную устойчивость строительного предприятия как способность системы противостоять действию сил, стремящихся вывести ее из состояния равновесия, утверждает, что система находится в состоянии равновесия, когда стабильными остаются такие показатели, как выработка, численность, фондоотдача, объемы работ, прибыль.

В работе автор предлагает с помощью системы дифференциальных уравнений вычислять точку равновесия и вероятные циклические колебания в системе. Точками потери устойчивости автором считается падение всех показателей, характеризующих систему.

В работе [50] содержится следующий вывод: «Основными показателями, определяющими надежность и устойчивость производственной системы, являются: прибыль, норма прибыли, фондоотдача (или обратная ей величина фондоемкость) и производительность труда. Достижение этими показателями некоторой критической величины способно привести предприятие в состояние неустойчивости, преодолеть которое без качественных изменений в форме и структуре становится невозможным».

В работе [94] устойчивость рассматривается как экономическая величина, где устойчивость наделена такими свойствами, как многофакторность, латентность, неаддитивность, эмерджентность, нормативность, неоднозначность и интерпретация. Ученый впервые вводит понятия «моментной экономической устойчивости предприятия» и «динамической устойчивости процесса экономического развития предприятия».

Под моментной экономической устойчивостью предприятия понимается как способность системы к экономической деятельности в условиях неопределенности возмущающих воздействий среды. [170].

Следует отметить что в работе автор не приводит описания способов измерения количественных показателей устойчивости предприятия.

В работе [94] показатели экономической устойчивости разделены на категории. Автором предлагается с помощью коэффициентов устойчивости каждой категории показателей определять суммарный коэффициент экономической устойчивости, при этом не учитывается варибельность показателей и игнорируется нарушается эмерджентность системы.

В работах [53,54]. отмечается, что предприятие представляет собой кибернетический организм.

Вопросам типологии видов и классификации показателей устойчивости организаций посвящено значительное количество исследований [50,56,94,123,169 и др.]. В большинстве прикладных работ классификация показателей обобщает накопленный опыт резервирования устойчивого развития предприятий. На взгляд соискателя, наиболее полно и подробно показатели устойчивости предприятий рассмотрены [50] и [168].

Объективная оценка устойчивого состояния производственной системы не может базироваться на произвольном, пусть даже очень широком, наборе показателей. Наиболее целесообразным является формирование обоснованного профессионального набора данных для решения поставленных исследовательских задач.

В ряде работ устойчивость рассматривается как условие существования организационной системы. Степень такой устойчивости определяется как степень жизнеспособности системы [91].

В исследованиях [94,101] вводится понятие экономико-организационная устойчивость строительного предприятия, под которым понимается состояния, при котором достигаются максимальные экономические показатели в результате рационального сочетания экономических, организационных и инновационных решений.

Научные труды [14, 87] обосновывают необходимость оценки влияния параметров организационной структуры управляемой подсистемы (соответственно – строительного и промышленного производства) на устойчивость. Автор работы [123] формулирует определение организационно-

экономической устойчивости военно-строительного предприятия, как «способность обеспечения и поддержания такого организационного состояния, при котором достигается его эффективное функционирование и развитие в установленных пределах на основе полного и рационального использования потенциала военно-предприятия в рыночных условиях».

Важным, на наш взгляд, научным результатом, полученным в работах [14, 87] является обоснование высокой степени влияния на организационно-экономическую устойчивость предприятий структуры управления и разработка организационных моделей управляющих подсистем. Однако, вопросы зависимости параметров организационной структуры управляемой подсистемы – строительного производства с устойчивостью не рассматриваются.

Результаты анализа существующих исследований по проектированию организационных структур управления [11, 19, 21, 22, 50, 72, 73, 79, 95 и др.] позволяют сделать вывод, что применительно к строительным предприятиям вопросы проектирования и совершенствования организационной структуры строительного производства и определения рациональной численности линейного управленческого персонала исследованы в недостаточной степени. Отдельные работы, посвященные решению научно-практических задач [19, 73], выполнялись в 80-е годы прошлого столетия.

В работе [50] вводится понятие организационной надежности и устойчивости (ОНУ) производственных систем в строительстве (ПСС). Под ОНУ понимается способность ПСС противостоять действию внешних и внутренних деструктивных факторов, стремящихся вывести ее из состояния равновесия. Понятие устойчивости в данной работе предлагается равным образом относить и к структуре, и к функциям системы, при этом устойчивость структуры, по мнению автора, является приоритетной. Автор заключает, что возможность сохранения и повышения ОНУ выше у систем, обладающих компенсаторами внутренних и внешних возмущений и предлагает метод управления устойчивостью предприятий на основе вероятностно-функциональной модели мобилизации резервов роста устойчивости за счет системных факторов организации, технологии, управления производством. В данной модели автор объединяет показатели организационной и экономической устойчивости, доходности предприятия, его инвестиционной активности.

Таким образом, в данной работе акцент сделан также на управляющую подсистему строительного предприятия и экономические показатели инвестиционной активности и результатов производственной деятельности. Классификация рисков, методики их выявления и определения разработаны применительно к экономической ситуации конца 20 века в условиях перехода к рыночной экономике. Требуется дальнейшая разработка связей элементов ОНУ с технологией производства и финансовой устойчивостью предприятий, совершенствование механизмов оценки эффективности механизмов внедрения нововведений в строительное производство.

Таким образом, результаты проведенного анализа и изучения теоретических основ исследования устойчивости производственной системы показывают, что нормативные правовые или, хотя бы общепризнанные научно-методические труды по теме настоящего исследования (обобщенно приведены в табл. 1.2.1), разработаны в недостаточной, с научной точки зрения, степени, а научных разработок, посвященных исследованию организационно-технических аспектов устойчивости производственных систем, вообще отсутствуют.

Основная часть проанализированных научных исследований и нормативных документов посвящена вопросам финансовой и экономической устойчивости. Проблема оценки и обеспечения устойчивости производственных систем путем оптимизации ресурсного потенциала и кооперирования, организационных и производственных структур с учетом вероятностного характера строительного производства, не исследована и требует глубокой проработки поставленных научных задач.

В результате анализа научных исследований можно сделать вывод, что полного представления об устойчивости производственной системы до сих пор не существует.

Отсутствует даже общепринятое толкование понятия «устойчивость производственной системы». Не разработаны система показателей устойчивости, методы качественной и количественной оценки, мониторинга и регистрации потери устойчивости, применительно к производственным системам.

Перечень работ, посвященных исследованию устойчивости строительных предприятий (СП)

| № п/п | Основные направления исследования | Работы |
|-------|---|--|
| 1 | Исследование проблемы финансовой устойчивости СП | [33, 81, 77 и др.] |
| 2 | Исследование проблемы экономической устойчивости СП | [62, 104, 14, 87, 80и др.]. |
| 3 | Исследование проблемы организационно-экономической устойчивости СП | [14, 87, 132]. |
| 4 | Исследование проблем проектирования организационных структур управления СП | [11, 19, 21, 22, 50, 72, 73, 79, 95 и др.] |
| 5 | Исследование проблем проектирования организационной структуры производственных подразделений и численности линейного управленческого персонала СП | [19, 73] |
| 6 | Исследование проблемы организационно-технической устойчивости СП | Не обнаружено |

В работах [145, 148 и др.] авторы подтверждают мнение, что в науке пока не существует общепринятого методического подхода к определению показателей, характеризующих эталонный уровень устойчивости предприятий. Например, многие ученые [14, 62, 104, 80, 148 и др.] считают, что устойчивость в основном рассматривается как экономическая характеристика деятельности предприятия, которую необходимо фиксировать только в случае выхода организации за грань банкротства.

В тоже время соискатель согласен с авторами работ [64, 117, 148, 183 и др.], сравнивающих строительные предприятия с динамической кибернетической системой. Также мы считаем важным научным результатом обоснование высокой степени влияния на организационно-экономическую устойчивость предприятий структуры управления и разработки организационных моделей управляющих подсистем [177,40].

Представляется, что необходимо исследовать устойчивость строительного предприятия как многомерное эмерджентное состояние

производственной динамической системы, действующей в вероятностных условиях строительного производства.

По нашему мнению, строительное предприятие следует рассматривать как сложную производственно-динамическую систему, основным признаком которой является способность достигать равновесие в условиях воздействия внешней среды. Нами предлагается исследовать устойчивость строительного предприятия как многомерное эмерджентное свойство организационно-производственной динамической системы, цель деятельности которой заключается в производстве строительной продукции.

Таким образом, результаты изучения и анализа методологической базы исследования устойчивости производственной системы позволяют считать, что избранная тема диссертационного исследования актуальна и требует теоретического обоснования, которое необходимо начать со структурно-логической постановки проблемы исследования.

§ 1.3. Структурно-логическая постановка проблемы исследования

Теоретический этап научного исследования начинается с постановки научной проблемы. Научная проблема - это осознание противоречий изучаемого объекта и, прежде всего, противоречий между полученными в ходе исследования фактами и существующими теоретическими знаниями.

Формулировка проблемы происходит на основе выявленных в ходе анализа противоречий, заключающихся в несогласованности, несоответствии между какими-либо противоположностями, несоответствии между желаемым (например, с точки зрения теории) и действительным.

В результате анализа особенностей организации производственной деятельности строительных предприятий в современных условиях и результатов существующих исследований в области устойчивости производственных систем выявлены противоречия, которые могут быть сформулированы следующим образом.

1. Научные исследования, посвященные проблемам моделирования устойчивости строительных предприятий и оценке стратегии их развития, как производственной системы, в настоящее время не получили должной проработки [97]. Так, например, ни в одной из проанализированных научных

работ по вопросам устойчивости предприятий и управленческих систем не содержится показателей оценки устойчивости, а также методов их качественного и количественного измерения.

Разработка методов повышения эффективности управленческих систем в течении многих лет шло по пути постоянного увеличения количества факторов, которые фигурировали в разрабатываемых моделях, одновременно усложняя их. Учитывая, что строительное предприятие, как система, сложнее, практически любого промышленного предприятия и представляет собой систему, функционирующую в вероятностных условиях природных рисков, рисков рассредоточенного строительства, значительной продолжительности производственного цикла, часто меняющейся номенклатуры строительной продукции, объективно возникла необходимость использование иной оценочной категории, нежели чем категория, которая использовалась ранее.

2. Вопросы организации управляемой подсистемы – строительного производства и её влияния на устойчивость производственной системы ранее не рассматривались. Более того, результаты анализа существующих исследований по теме настоящей работы позволяют сделать вывод, что применительно к строительным предприятиям вопросы проектирования и совершенствования организационных и производственных структур строительных предприятий, определения рациональной производственной мощности, специализации и кооперации в современных условиях исследованы в недостаточной степени. Отдельные работы, посвященные решению данных научно-практических задач, выполнялись в 80-90-е годы прошлого века и использование результатов исследований по рассматриваемой проблеме требует адаптации к современным условиям.

3. В исследованиях, посвященных проблемам, связанным с устойчивостью производственной системы, методы оценки производственной мощности и их сбалансированности с производственной загрузкой, методы совершенствования организационных структур, оценки эффективности специализации и кооперации рассматриваются в условиях статично фиксированного момента (например, начала периода планирования). Вопросы производственной устойчивости строительных систем, их ресурсного потенциала и кооперации, организационных структур производственных подразделений и методов их динамического построения, обусловленных

влиянием случайных факторов, рисками строительного производства и условиями неопределенности, не изучены и требуют глубокой проработки[99].

На основе оценки специфики производственной деятельности строительных предприятий в современных условиях и результатов существующих исследований может быть произведена постановка проблемы исследования.

Принципы постановки проблемы:

- в содержании проблемы должна быть четко выражена цель исследования;
- проблема должна быть актуальной для строительных предприятий в современных условиях;
- проблема должна быть органично включена в общий комплекс проблем исследований;
- результат исследования проблемы должен быть экономически и социально эффективным.

С учетом изложенных принципов производится формулирование проблемы исследований:

1. Выделение проблемного тезиса.

Основным проблемным тезисом является отсутствие разработанных методологии и практических рекомендаций по обеспечению устойчивости строительных систем в условиях неопределенности.

2. Развертывание проблемного тезиса с указанием направлений и форм реализации.

Методологический подход к решению проблемы исследования заключается в дополнении системного подхода, заключающегося в изучении строительного предприятия, как сложной производственной системы комплексным, предполагающим изучение и управляющей подсистемы, и управляемой подсистемы – строительного производства, как комплекса взаимосвязанных элементов (организационная структура, производственно-технические, технологические, трудовые и материальные ресурсы, специализация, кооперация и др.) с учетом его динамичности и неопределенности.

Поскольку исследуемая проблема предполагает оценку влияния на устойчивость строительных систем в современных условиях результатов строительного производства и неопределенности (наряду с другими

случайными факторами) [97], наиболее соответствующим решаемым задачам соискатель считает сформулированное в процессе диссертационных исследований и представленное во Введении определение понятия «устойчивость производственной системы».

Системная проблемная модель предусматривает: анализ симптомов проблемы и выявления причин возникновения проблемы; анализ причин; оценку возможных негативных последствий, разработку мероприятий по их минимизации и планируемых результатов, то есть логическую цепь: симптомы → мероприятия → результаты (рис. 1.3.1). Данный подход позволил сформулировать основную гипотезу исследования. В качестве основной гипотезы исследования определено следующее:

устойчивость производственной системы может быть обеспечена путем системно-динамической адаптации её структуры (организационной и производственной) к изменениям производственной загрузки и другим последствиям воздействия случайных факторов, неопределенности условий и рисков строительного производства за счет сохранения необходимого минимума перманентной составляющей работников, рациональной величины собственной производственно-технической, технологической и ресурсной базы, рациональной специализации, а также кооперации, позволяющих получать необходимые для выполнения всех обязательств результаты строительного производства. При этом под обеспечением устойчивости производственной системы понимается приведение её организационно-технического состояния к уровню, требуемому для достижения запланированных результатов строительного производства и соответствующих рациональным значениям параметров устойчивости[12].

Данный подход позволит учитывать вероятностные условия, вероятностный характер и динамичность строительного производства, а также закономерности взаимосвязи организации строительного производства с обеспечением устойчивости производственной системы.

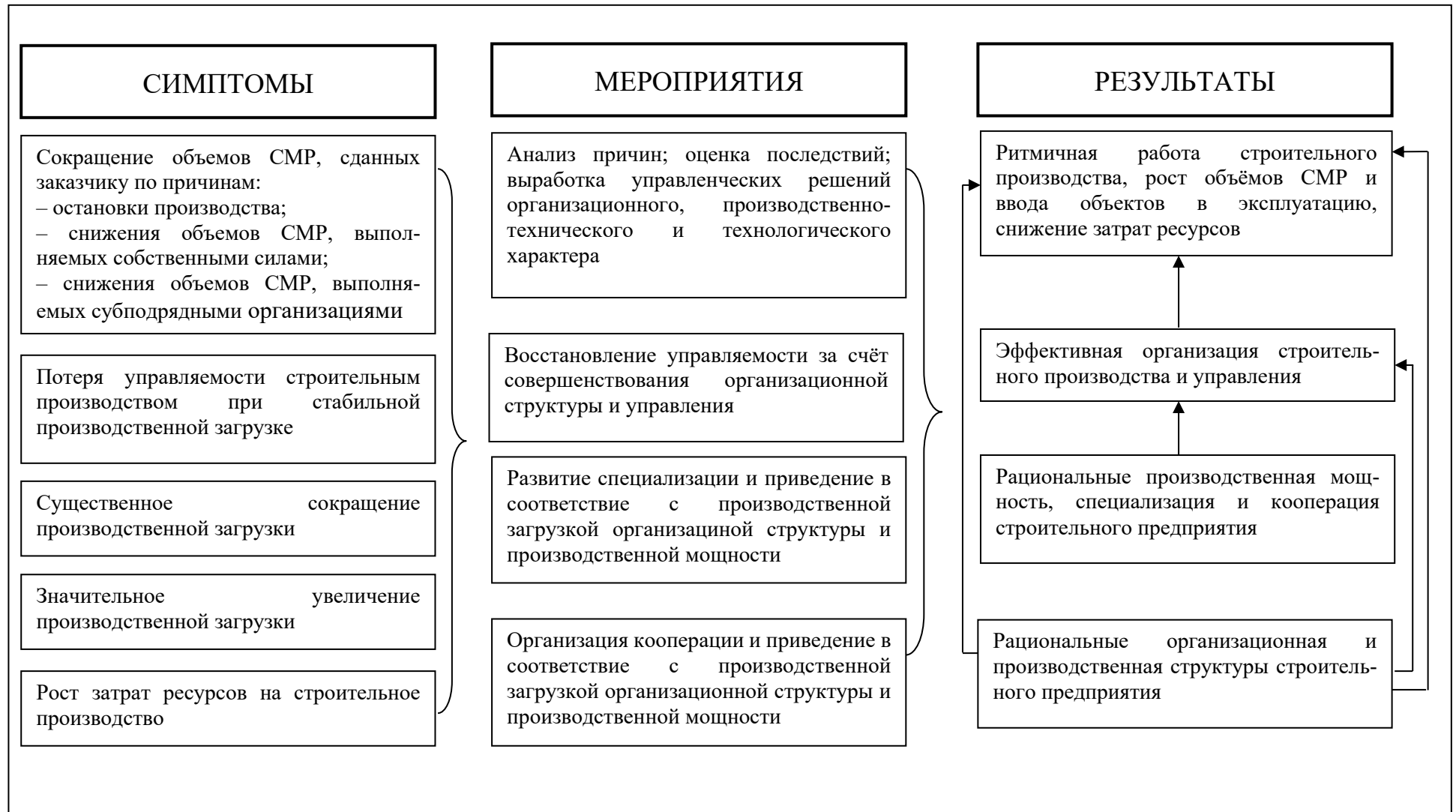


Рис. 1.3.1. Системная модель проблемы исследования

Следовательно, устойчивость производственной системы в вероятностных условиях строительного производства может быть обеспечена путем теоретического обоснования и разработки методов формирования рациональной системно-динамической структуры (организационной и производственной) на основе адаптивных моделей, и создания методики планирования организационно-технических мероприятий, обеспечивающих устойчивость, для практической реализации.

Таким образом, основная идея диссертационного исследования заключается в последовательной реализации следующих этапов:

- теоретическом обосновании способов оценки устойчивости;
- исследовании методов количественного измерения показателей устойчивости, в том числе – формирования синтетического интегрального показателя устойчивости;
- разработке методов качественной и количественной оценки устойчивого состояния строительного предприятия;
- исследовании научных принципов обеспечения устойчивости и моделирование устойчивого состояния производственной системы в вероятностных условиях строительного производства;
- разработки метода системно-динамической оптимизации структуры производственной системы, обеспечивающих её адаптивность к изменениям производственной загрузки и результаты строительного производства, необходимые для устойчивости;
- формирование методологии устойчивости производственной системы в вероятностных условиях строительного производства;
- разработка методики планирования организационно-технических мероприятий, обеспечивающих устойчивость производственной системы.

3. Установление условий и ограничений в реализации проблемы.

Деятельность строительных систем предполагается исследовать в условиях динамики процесса строительного производства. Рассматривая строительное предприятие как организационную систему, функционирующую в условиях воздействия случайных факторов, неопределенности и рисков, которые выступают как угрозы несвоевременного получения результата строительства, предполагается получить новые знания, позволяющие вырабатывать научно-обоснованные управленческие решения, направленные на формирование согласованного динамического целого в виде

производственной системы «строительное предприятие» и его части – строительного производства, а также партнеров по кооперации[12,97].

Принимая во внимание, что все модели, по определению, есть результат упрощения, для качественной и количественной оценки устойчивости производственной системы предполагаются оригинальные научно-обоснованные способы мониторинга и диагностики рациональности, с точки зрения обеспечения устойчивости, параметров технического уровня, ресурсной оснащенности, организационной структуры, специализации и кооперации в вероятностных условиях строительного производства, в первую очередь – неопределенности производственной загрузки. Устойчивость производственной системы при этом рассматривается как динамичное состояние, при котором достигаются не только поставленные цели по вводу в действие строительных объектов, но эффективное, с точки зрения выполнения своих обязательств, функционирование самого строительного предприятия.

4. Установление периода реализации результатов исследования проблемы.

Исследование проблемы и ее реализация осуществляются в соответствии с задачами исследований. Полученные промежуточные результаты публикуются в виде научных статей и монографий, а также докладываются научной общественности на научных конференциях и семинарах. Внедрение результатов диссертационного исследования производится в ряде строительномонтажных предприятий Москвы и Московской области.

5. Полная формулировка проблемы.

Схема структурно-логической постановки проблемы исследования представлена на рис. 1.3.2.

В результате последовательной реализации процедур:

- экспозиции установления ценностных, содержательных и генетических связей данной проблемы с другими проблемами;

- актуализации – приведения доводов в пользу реальности проблемы, ее постановки и решения;

- компроментации – выдвижения сколь угодно большого числа возражений против проблемы;

- демонстрации – наглядного отображения реализации проблемы, производится формулировка **проблемы диссертационного исследования:**

«Устойчивость производственных систем в вероятностных условиях строительного производства».

Решение научной проблемы в предлагаемой постановке расширит представления о системном мышлении в области управления строительным предприятием как единым целым. Позволит понять и измерить динамику производственных ситуаций, определить правила установления равновесия между производственной загрузкой и структурой производственной системы (организационной и производственной). Позволит исследовать процессы оптимизации производственной мощности, специализации и кооперации в их увязке с оценкой устойчивости, сформировать инструментарий циклического развития и целевой мобильности структур управления на основе системно-динамического моделирования, и устанавливать рациональные параметры производственных компонент строительного предприятия с точки зрения обеспечения его устойчивости.

Поставленная, таким образом, научная проблема имеет важное производственное, экономическое и социальное значение. Полученные в результате исследования новые знания о свойствах понятия «устойчивости производственных систем в вероятностных условиях строительного производства», методах её качественной и количественной оценки; научно-методическое обоснование принимаемых технических, организационных и управленческих решений с целью обеспечения устойчивости качественно повысят уровень организации строительного производства, стимулируют ускорение научно-технического развития строительных предприятий и строительной отрасли в целом.



Рисунок 1.3.2. Структурно-логическая постановка проблемы исследования

Выводы по главе 1

1. Строительное предприятие представляет собой сложную систему, функционирующую в вероятностных условиях рассредоточенного строительства, при значительной продолжительности производственного цикла, большой и часто меняющейся номенклатуре строительной продукции, изменении технологии строительного производства. Как система, строительное предприятие сложнее, практически любого промышленного предприятия.

Для строительных предприятий, как для любой сложной производственной системы, основной целеполагающей идеей является гомеостаз, т.е. достижение равновесия со средой как ключевой элемент выживания., поэтому их устойчивость является важнейшей оценочной категорией в условиях современного строительства. Строительные предприятия являются первичным производственным звеном строительной отрасли и основным налогоплательщиком в региональные и федеральный бюджеты, максимизация выживаемости строительных предприятий – устойчивости производственной системы в вероятностных условиях строительного производства актуальна как для самих строительных предприятий, так для строительной отрасли в целом.

Глубокий кризис, который носит системный характер, и в условиях которого на современном этапе функционирует строительная отрасль, а также пандемия Covid-19 только обострили проблему выживаемости строительных предприятий – устойчивости производственной системы в вероятностных условиях строительного производства. Значительное количество строительных предприятий были вынуждены закрываться и уйти со строительного рынка, многие строительные компании обанкротились. Государство ищет пути стимулирования строительной отрасли, как «локомотива экономики страны», чтобы стимулировать рост строительного производства. Однако, без целенаправленной работы самих строительных предприятий по обеспечению собственной устойчивости решение проблемы выживаемости на рынке и стабильного эффективного функционирования невозможно.

2. Строительное предприятие состоит из управляемой и управляющей подсистем, соединенными между собой каналами передачи информации. В качестве управляемой подсистемы предприятия выступает строительное производство, в ходе функционирования которого реализуется строительная продукция. Следовательно, устойчивость производственной системы - его

функциональное равновесие и способность своевременно выполнять свои обязательства в значительной степени зависит от стабильно эффективного функционирования его управляемой подсистемы – строительного производства, стабильность и результативность которого зависит как от его организации, так и от эффективности работы управляющей подсистемы - аппарата управления строительного предприятия.

Результаты проведенного анализа и изучения теоретических основ исследования устойчивости производственных систем показывают, что нормативные правовые или, хотя бы общепризнанные научно-методические труды по теме настоящего исследования, разработаны в недостаточной, с научной точки зрения, степени. Вопросы производственных аспектов обеспечения устойчивости строительных предприятий – через оптимизацию их ресурсного потенциала, специализации и кооперирования, организационных структур низовых производственных подразделений и разработку методов их динамического построения в вероятностных условиях строительного производства, не исследованы и требуют глубокой проработки. Организационно-технологические аспекты устойчивости в строительстве ранее практически не рассматривались. Практически отсутствуют исследования, посвященные определению показателей устойчивости производственной системы, их качественному и количественному измерению. Следовательно, тема диссертационного исследования научно и практически актуальна.

3. Методологической базой диссертационного исследования являются результаты, содержащиеся в научных трудах в области исследований экономической и организационной устойчивости строительных предприятий, оценки и совершенствования организационных структур строительных предприятий и их производственных подразделений.

Важным научным результатом проведенных ранее исследований является обоснование высокой степени влияния на устойчивость производственной системы, как уровня организации управляемой подсистемы – строительного производства, так и структуры управления и разработки организационных моделей управляющей подсистемы.

Рассматривая строительное предприятие как сложную производственно-динамическую систему, основным признаком которой является способность достигать равновесие в условиях воздействия на строительное производство

случайных факторов и внешней среды - неопределенности, предлагается исследовать устойчивость как многомерное эмерджентное свойство организационно-производственной динамической системы, цель деятельности которой заключается в производстве строительной продукции.

4. Методологический подход к исследованию устойчивости производственной системы обладает научной новизной и заключается в дополнении системного подхода к изучению строительного предприятия, как сложной производственной системы, комплексным, предполагающим изучение и управляющей подсистемы, и управляемой подсистемы – строительного производства, как комплекса взаимосвязанных элементов (организационная структура, производственно-технические, технологические, трудовые и материальные ресурсы, специализация, кооперация и др.) с учетом его динамичности и вероятностного характера. Строительное производство, функционирующее в вероятностных условиях, рассматриваемых как угроза эффективности, исследуется в динамике производственного процесса с целью научного обоснования управленческих решений, направленных на формирование согласованного динамического целого и организационной, и технологической его частей.

Предложенный соискателем подход позволяет с учетом динамики производственных ситуаций, установить правила обеспечения равновесия между меняющейся производственной нагрузкой производственной системы и её организационной и производственной структурами; определить организационно-технологические механизмы качественной и количественной оценки устойчивости и управления устойчивостью производственной системы; исследовать процессы специализации и кооперации в их увязке с оценкой устойчивости, сформировать инструментальную мобильности совершенствования организационных и производственных структур на основе системно-динамического моделирования и устанавливать рациональные параметры производственной подсистемы с точки зрения обеспечения устойчивости.

5. Проблема исследования формулируется как «устойчивость производственной системы в вероятностных условиях строительного производства».

Сформулированная, таким образом, научная проблема имеет важное производственное, экономическое и социальное значение для строительных

предприятий и строительной отрасли в целом, предложенный методологический подход к исследованию проблемы обладает научной новизной.

Полученные в результате исследования новые знания о свойствах и характере изменения устойчивости производственных систем в вероятностных условиях строительного производства (в первую очередь, производственной загрузки), научное обоснование принимаемых технических, организационных и управленческих решений внесут значительный вклад в развитие строительной науки, качественно повысят уровень организации и управления производственной деятельности строительных предприятий, простимулируют ускорение их научно-технического прогресса.

Глава 2. Методы оценки устойчивости производственной системы в вероятностных условиях строительного производства.

§ 2.1. Теория анализа и оценки устойчивости производственных систем.

Большинство современных исследователей утверждают, что целостной научной разработки теоретических основ и практических методик определения устойчивости производственной системы нет. Анализ научных трудов по проблеме устойчивости предприятий выявил две основных причины этому.

Первая: исторически устойчивость рассматривалась в качестве экономической характеристики предприятий в целях предотвращения их банкротства. При этом научный поиск был направлен на оценку влияния мероприятий, повышающих экономическую устойчивость, чаще всего – как элемента надежности [45, 46, 65, 68, 84, 110]. Повышение уровня устойчивости рассматривалось в качестве важнейшей управленческой установки, и, наряду с экономической эффективностью, формулировала цели функционирования и развития предприятий. Управление устойчивостью базировалось на моделях, устанавливающих зависимости между показателями эффективности и неким набором организационно-технологических и иных факторов.

Вторая – попытки количественной оценки устойчивости, как эмерджентного качества предприятия, не увенчались успехом. Как отмечал Дж. Гараедаги [179], внимание классической науки сосредоточено на независимых переменных. Она полагает, что целое - это не что иное, как сумма частей, тогда как эмерджентные свойства возникают только в результате взаимодействия элементов системы. Кроме того, математический аппарат используемый в исследованиях зачастую был малоубедителен [135, 137] или, наоборот, избыточно сложен и громоздок [50].

Соискатель рассматривает строительное предприятие с точки зрения системно-динамического подхода, как открытую самоорганизующуюся организационно-производственную систему, способную поддерживать стабильное состояние, удерживать определяющее системное многомерное внутреннее свойство (качество) – устойчивость.

Устойчивость строительного предприятия рассматривается соискателем с одной стороны, как устойчивость целого, необходимое условие существования системы, способность сохранять свое системное качество во взаимодействиях со средой. В философии степень такой устойчивости означает степень

жизнеспособности системы (гомеостаза), ее способности сохраняться [138]. С другой стороны, целостность устойчивости складывается из многомерности оценок. Как утверждается в [28], многомерность является одним из наиболее действенных принципов системного мышления, суть которого заключается в способности видеть дополняющие друг друга тенденции в прямо противоположных явлениях и создавать одно целое из несоединимых частей.

Исследование устойчивости строительного предприятия, как качественной характеристики или свойства сложной динамической производственной системы потребовали от соискателя поиска научных методов, отличных от детерминистских. В отличие от известных работ, в которых устойчивость трактуется как объективно существующее и меняющееся во времени и пространстве количественно измеримое свойство предприятия, которое характеризуется многофакторностью, латентностью, эмерджентностью и другими чертами, автор полагает, что не следует придавать особое значение динамике самого показателя устойчивости. Важно то, что устойчивость – есть свойство динамической организационно - производственной системы. Такой подход согласуется с мнением П. Сенге [94], который отмечал, что «обычные методы прогнозирования, планирования и анализа не пригодны для работы с динамической сложностью. С детальной сложностью мы сталкиваемся, когда нужно соединить много разных элементов, как в случае сборки машины, или нужно управлять запасами в большом магазине розничной торговли. Но ни одна из этих ситуаций не представляется сложной в смысле динамики и развития. Динамически сложной задачей является ситуация, когда ближайшие и отдаленные последствия какого-то действия оказываются принципиально различными.... Установление равновесия между расширением производственных мощностей и ростом сбыта является проблемой динамики.... Динамическими проблемами являются повышение качества, снижение расходов и надежное удовлетворение требований потребителей».

Таким образом, устойчивость в настоящей работе исследуется как многомерное эмерджентное свойство строительного предприятия, рассматриваемого как динамическая производственная система, смысл деятельности которой является производство строительной продукции.

Успех деятельности строительного предприятия является результатом взаимодействия основных процессов: строительного производства, организации и

управления строительным производством. Все остальные функциональные составляющие деятельности строительного предприятия (экономические, структурные, кадровые и др.) рассмотрены автором в качестве производных от основных функциональных процессов. В этом первая особенность и новизна настоящей работы.

Вторая особенность работы заключается в методическом подходе к исследованию устойчивого состояния строительного предприятия, как производственной системы. Предложено рассмотреть устойчивость с точки зрения статистического мышления – более широкой концепции в сравнении с инженерным подходом к управлению устойчивым состоянием или надежностью строительного предприятия. Основные положения концепции статистического подхода применительно к исследованию устойчивости производственной системы «строительное предприятие» заключаются в следующем. Результаты деятельности производственной системы можно представить в виде нескольких рядов данных, каждый из которых может быть рассмотрен как статистический процесс. Естественная вариация данных результирующих показателей может быть оценена. Как правило, колебания показателей устойчивой производственной системы не превышают пределов отклонения плюс-минус три среднеквадратических отклонения от средних значений. Избыточная вариабельность данных свидетельствует о возможной потере управляемости в результате воздействия особых (внешних) причины возможной потери устойчивости производственной системой. Общая методология статистического управления процессами [101, 105] разработана для улучшения производственных процессов в промышленности. Соискателем впервые разработаны способы мониторинга, методы и методики статистической регистрации и количественной оценки устойчивого состояния производственной системы «строительное предприятие», базирующиеся на методологии статистического управления процессами.

Оценка и управление устойчивостью производственной системы в контексте парадигмы статистического мышления базируется на данных динамики вариабельности результатов строительного производства сквозь призму оценочных показателей производственной, организационной, технической и других видов деятельности производственной системы. Под управлением устойчивостью понимается систематическая работа, направленная на

обеспечение сбалансированных результатов производственной, организационной, технической и других видов деятельности производственной системы за счет пошагового согласования величин расчетных оценочных показателей результативности таким образом, чтобы не допустить их излишней вариабельности. То есть, для обеспечения устойчивого состояния производственной системы важно обеспечить статистическую предсказуемость результатов деятельности будущего периода в установленных разумных пределах (допусках). Разумеется, результаты могут быть достигнуты только в сфере строительного производства организационными, техническими и технологическими экономически целесообразными методами, «...выявляя и ликвидируя причины вариабельности, не меняя основу процесса» [7].

На основании вышеизложенного, следует следующее.

Оценка состояния устойчивости производственной системы может быть осуществлена статистическими методами на основании оценок результативности деятельности. Оценочные показатели результативности деятельности показывают временную (в динамике) вариабельность, и это позволяет использовать их в качестве индикаторов для изменения устойчивого состояния производственной системы.

Устойчивая производственная система демонстрирует стабильные вариационные характеристики результатов деятельности во времени. Вариация показателей не выходит за установленные границы, и отражает изменения, присущие собственно процессу строительного производства.

Неустойчивость производственной системы сопровождается избыточной вариацией производственных результатов, и вызывается, как правило, внешними факторами.

Устойчивым состояние производственной системы можно называть тогда, когда, используя прошлый опыт, можно с достаточной степенью спрогнозировать его поведение в будущем.

Для производственной системы оценка устойчивости характеризуется состояниями:

- устойчивым, когда все или определяющее большинство оценочных показателей результативности демонстрируют статистическую управляемость и их значения не выходят за контрольные пределы;

- состояние потери устойчивости, когда значительная часть (большинство) оценочных показателей потеряли статистическую управляемость.

Наиболее сложными случаями оценки является пороговые состояния (близкое к пороговому) устойчивости производственной системы. Для дифференциации состояния производственной системы по степени близости к пороговому состоянию потери устойчивости соискателем разработаны правила и методы вероятностной оценки запаса устойчивости (гомеостаза).

При исследовании устойчивого состояния производственной системы, способом мониторинга и регистрации вариабельности оценочных показателей строительного производства помимо численных методов свертки данных, соискателем предложено использовать их наглядное графическое представление в виде специального вида контрольных карт. Контрольные карты представляют собой графики динамики оценочных показателей результатов строительного производства во времени с отмеченными на них контрольными пределами, для фиксации выхода статистического процесса из состояния управляемости, что является признаком потери устойчивости.

Инструментарий контрольных карт не ставит задачей поиск модели процесса, и не определяет его количественных характеристик, но с помощью карт и размещенных на них данных решается, можно ли использовать статистику для прогнозирования того, что произойдет в будущем, либо проанализировать расчетное (ожидаемое) значение на соответствие вариабельности рассматриваемого процесса. На практике что методы статистического управления разработаны и нашли широкое применение для предприятий промышленности. Методология статистического управления строительством практически не разработана. В настоящей диссертационной работе соискателем впервые применены методы и инструментарий статистических оценок применительно к процессу строительного производства, в том числе - в целях исследования эмерджентного свойства и качественной характеристики производственной системы «устойчивость».

В соответствии с принятым в исследовании подходом, автором разработан метод статистической регистрации устойчивого (неустойчивого) состояния производственной системы. Эмерджентное свойство «устойчивость» предложено оценивать по динамике вариабельности оценочных показателей результативности. Устойчивым состояние производственной системы

признается в случае способности сохранять длительное время управляемое состояние основных производственных процессов, которые оцениваются на основе расчетных оценочных параметров допустимых статистических отклонений. В случае потери устойчивости производственной системой статистическими методами регистрируется избыточная вариабельность показателей - индикаторов результативности, сигнализирующих о разбалансировании производственных процессов. Как правило, потеря устойчивости происходит под действием внешних причин, не присущих самому процессу строительного производства, негативное влияние которых не может быть компенсировано в полной мере за счет внутренних резервов производственной системы.

Детально предложенный соискателем способ регистрации устойчивого (неустойчивого) состояния производственной системы рассмотрен в следующем параграфе диссертационной работы.

Рассматривая устойчивость производственной системы как её эмерджентное свойство, автором исследованы и обоснованы методы его количественной оценки.

В отличие от технических систем, когда их состояние может быть описано только качественно, то есть, техническая система может быть устойчива или же неустойчива, промежуточного состояния не существует, для организационных систем возможно определение степени или же количественной оценки их устойчивого состояния. Это обстоятельство определяется тем, что организационно-производственные структуры имеют много инструментов и резервов самоорганизации. Как утверждается в [72], предпринимательские способности в широком смысле можно трактовать как выгодные свойства организационной структуры производственного процесса. Также известно, что инвестирование в новые производственные мощности и процессы влияет на качество и надежность предприятий в течение десяти и более лет [94].

Сложность количественной оценки эмерджентных свойств или категорий качества, таких как устойчивость производственной системы, определяется тем, что они одновременно являются синтетическими (комплексными) показателями, объединяющие в себе различные стороны явления и не поддающимися непосредственному измерению, т.е. латентными. Практикам строительства оценка устойчивого состояния производственной системы исключительно важна.

Помимо ответа на вопрос: устойчиво ли вообще состояние конкретного предприятия, интересно сравнить его состояние с похожими предприятиями по региону, а также оценить степень устойчивости. Таким образом, соискателем предложено осуществлять количественные оценки устойчивого состояния производственной системы по двум направлениям: сравнительная устойчивость и собственная устойчивость. В [34] отмечается, что методология построения и интерпретация оценок качества должна быть специфицирована под конкретный тип задач и прикладных целей исследования. Определение величины собственной устойчивости востребовано, в первую очередь, для оценки возможности (вероятности) достижения установленных целей, а также для оценки риска потери им устойчивого состояния в вероятностных условиях строительного производства. Это представляется вполне не только возможным, но и корректным, ведь еще С. Бир отмечал, что организации, по сути - кибернетические организмы, основной целеполагающей идеей которых является гомеостаз, т.е. достижение равновесия со средой, как ключевой элемент их выживания. В его работе [15] отмечается, что «... актуальность проблемы измерения категорий качества существенна, поскольку количественное их представление является целевыми функциями в управлении социально-экономическими системами».

Количественную оценку состояния собственной устойчивости строительного предприятия как организационно-производственной системы, соискателем предложено определять вероятностным способом на основании построения моделей бинарного выбора и по результатам анализа устойчивости предприятия относительно поставленной цели. Результатом исследования устойчивого состояния с использованием моделей бинарного выбора выступает моделируемая функция, представляющая собой вероятность наступления события потери устойчивости в интервале от нуля до единицы.

Под показателем устойчивости функционирования производственной системы относительно поставленной цели, соискателем, в соответствии с методологией организационного управления [72], предложено понимать вероятностную оценку ее достижения, количественно определяемую интегралом от композиции законов распределения параметров (допустимых значений показателей результативности) производственной системы по установленной цели (2.1.1):

$$P((X_1, \dots, X_n) \in D) = \int_{\langle D \rangle} \dots \int f(x_1, \dots, x_n) dx_1, \dots, dx_n \quad (2.1.1)$$

где: D – область цели строительного предприятия, x_1, \dots, x_n – параметры цели строительного предприятия (показатели результативности), $f(x_1, \dots, x_n)$ – композиция законов распределения параметров установленной цели.

Определение величины собственной устойчивости востребовано, в первую очередь, для оценки возможности (вероятности) достижения установленных целей, а также для оценки риска потери им устойчивого состояния. Оценка величины собственной устойчивости, выполненная двумя предложенными методами, по мнению автора, является наиболее адекватной характеристикой качественного состояния производственной системы как объекта исследования. Дополнительным преимуществом разработанных методов выступает их единая информационная основа статистических характеристик показателей – индикаторов результативности строительного производства.

Помимо собственных интересов строительного предприятия в вопросах поиска путей выживания и развития в условиях рисков и неопределенности, существует потребность государственных структур, банков, инвесторов и заказчиков строительства в достаточно простом и объективном инструментарии для сравнения качественного состояния строительных предприятий. Метод определения сравнительной устойчивости производственных систем разработан соискателем в соответствии с методологией построения интегральных индикаторов для измерения синтетических категорий качества жизни [68, 141]. Автор полагает, что в отличие от известного метода экспертных оценок, интегральная оценка устойчивости в виде синтетической многомерной характеристики эмерджентного свойства является более предпочтительной. Широко распространенные методы экспертной оценки не лишены субъективизма и требуют скрупулёзного исполнения процедур подбора и отбора экспертов по компетентности и опыту работы. Также сложно обеспечить должный уровень согласованности мнений экспертов по предлагаемой проблеме.

Процедуру построения единственного интегрального индикатора количественно характеризующего сравнительную устойчивость производственных систем соискателем предложено выполнить в соответствии с рекомендациями и математическим инструментарием приведенными в [69]. Величина интегрального индикатора определяется как многомерная итоговая

характеристика измерения стандартных количественных оценочных показателей, достаточно полно ее определяющих с точки зрения их вариабельности и веса в составе интегрального показателя.

В общем виде количественная оценка сравнительной устойчивости производственных систем, как многомерная характеристика, может быть сформирована в виде показателя Z :

$$Z = F(X, b^j(t)) + \varepsilon(X), \quad (2.1.2)$$

где: X – вектор частных критериев, определяющих устойчивость производственной системы; $b^j(t)$ – вектор статистических характеристик (вариабельности) устойчивости j по времени t ; $\varepsilon(X)$ – величина случайной погрешности.

Изложенные в настоящем параграфе теоретические основы исследования устойчивости определяют сущность, содержание, способы измерения и методы количественной оценки эмерджентного свойства (качества) производственной системы.

Несомненным преимуществом исследования является возможность использования единой для всех предложенных методов информационной базы данных о результативности строительного производства, фиксируемых статистической и управленческой отчетностью. Однако, таких оценочных технико-экономических показателей может быть достаточно много, что затрудняет выбор наиболее информативных. Например, в [137] рассмотрено 48 показателей. Понятно, что анализ вариабельности большого количества показателей нецелесообразен без структурирования и некоторого возможного их агрегирования так, чтобы сформировать некоторый набор показателей, которые в достаточной степени смогут не только зафиксировать качественное состояние производственной системы, но также позволят выявить причины потери устойчивости. С точки зрения системного подхода и статистического мышления, с учетом предложенных методологических подходов и методов исследования устойчивости соискателем определены общие требования к оценочным показателям и критериям устойчивости производственной системы.

Первое. Показатели - индикаторы и критерии, используемые для качественной стороны и количественной оценки устойчивости должны быть едиными для исследования как собственной, так и сравнительной устойчивости производственных систем.

Второе. Показателей должно быть достаточно для всесторонней оценки многомерного эмерджентного свойства. Тем не менее, их количество должно быть ограничено для удобства практического применения. Показатели следует группировать по смысловым и причинно-следственным блокам, например, в соответствии с принципами Парето.

Третье. Показатели должны соотноситься с системой показателей, принятой для оценки результатов деятельности производственной системы, основываться на действующем порядке учета и отчетности. Необходимо избегать использование новых смысловых неадаптированных к строительной системе показателей.

Четвертое. В целях обеспечения статистического подхода к измерению синтетической категории качества и снижения общей дисперсии выборки рекомендуется использовать относительные показатели, приведенные к мощностным характеристикам производственной системы.

Пятое. Основу системы показателей должны составлять показатели производственного и технического состояния производственной системы и организационно-управленческих процессов, поскольку именно они определяют устойчивость как характеристику качественного состояния строительного предприятия как организационно-производственной системы.

§ 2.2. Система показателей оценки устойчивого состояния производственной системы.

Для разработки способов, методов и инструментария для мониторинга и регистрации признаков потери устойчивости, качественной и количественной оценки устойчивого состояния производственной системы, совершенствования методов организации и управления строительным производством в целях обеспечения устойчивости производственной системы необходимым и целесообразным является формирование обоснованного профессионального набора данных.

Таким образом, исследование устойчивости производственной системы потребовало систематизации оценочных показателей: с точки зрения их применения в качестве индикаторов результативности деятельности, с одной стороны, и критериев для количественной оценки устойчивости, с другой. При

этом соискателю удалось соблюсти единство черт (свойств) индикаторов и критериев в показателях системы оценки устойчивости производственной системы и требования к ним, приведенные в предыдущем параграфе работы.

Решение проблемы структуризации и количественной оптимизации набора показателей оценки устойчивости найдено автором в рассмотрении строительного производства в качестве главной функции производственной системы. В соответствии с принципом первичности производства и вторичности по отношению к нему системы управления, устойчивость строительного производства предложено оценивать показателями технического, технологического и организационного состояния. Управленческие и экономические показатели предлагается рассмотреть сквозь призму обеспечения рационального устойчивого состояния основных компонентов строительного производства – строительных машин и механизмов, организационно-технологических процессов, затрат труда.

С учетом вышеизложенного, система показателей устойчивости производственной системы объединяет следующие группы показателей:

1. Показатели выполнения производственных обязательств;
2. Показатели технического состояния строительного производства;
3. Показатели организационно-технологического состояния строительного производства;
4. Показатели состояния организации труда и трудовых процессов.

В дальнейшем показатели оценки производственной результативности будут именоваться основными оценочными показателями устойчивости производственной системы. К основным оценочным показателям предложено относить: валовые и удельные показатели (в расчете на одного работника) объемов выполненных строительно-монтажных работ собственными силами и по генподряду, уровень кооперации, выработку и прибыль, уровень соблюдения нормативных (договорных) сроков строительства объектов. Примерный состав и способы измерения основных показателей приведен в табл. 2.1.1.

Дополнительные оценочные показатели отражают причинно-следственные связи динамики строительного производства. По отношению к основным оценочным показателям они дополняют свойство устойчивости оценками технического и организационного состояния производственных процессов, состояния управляющей подсистемы и экономических результатов

производственной деятельности. Примерный состав и способы измерения дополнительных оценочных показателей приведены в табл. 2.1.2.

Показатели экономического характера могут включаться в состав как основных, так и дополнительных показателей. Они применяются для оценки качества (взаимоувязки) показателей организационного и технического состояния производственной системы. Основными из них являются прибыль на одного работника и себестоимость СМР.

Перечни основных и дополнительных оценочных показателей не рассматриваются автором в качестве исчерпывающих. Необходимый (достаточный) состав оценочных показателей определяется их динамикой и вариабельностью, позволяющих с уверенностью констатировать состояние производственной системы. Например, если все основные оценочные показатели статистически управляемы, то есть их вариация не превышает допустимые пределы, вряд ли имеет смысл рассматривать подробно дополнительные показатели на предмет потери устойчивости. Задача детального рассмотрения вариации дополнительных показателей оценки устойчивого состояния возникает для обеспечения их сбалансированности при обнаружении негативного влияния внешних причин.

Рассмотрим предложенные оценочные показатели устойчивости производственной системы подробнее.

Так как основной функцией производственной системы является: выполнение работ по строительству объектов, монтажных, пусконаладочных и иных неразрывно связанных со строящимися объектами работ, собственными силами и (или) силами привлечённых субподрядчиков, в качестве производственных обязательств и обязательств перед заказчиками рассматриваются следующие:

Таблица 2.1.1

Основные оценочные показатели, рекомендуемые для оценки устойчивого состояния производственной системы

| № п/п | Наименование показателя | Ед. изм. | Используется в качестве | | Расчетная формула |
|-------|---|-----------|-------------------------|--------------------|--------------------------|
| | | | индикатора | критерия (фактора) | |
| 1. | Объем выполненных СМР* собственными силами: - всего; | Тыс. руб. | + | - | Q_{cc} |
| | | | + | + | $K_1 = \frac{Q_{cc}}{N}$ |

| № п/п | Наименование показателя | Ед. изм. | Используется в качестве | | Расчетная формула |
|-------|--|--------------------------------------|-------------------------|--------------------|--|
| | | | индикатора | критерия (фактора) | |
| | - в расчете на одного работника (K_1) | Тыс. руб. на 1 раб. | | | |
| 2. | Объем выполненных СМР* по генподряду: - всего; - в расчете на одного работника (K_2) | Тыс. руб. Тыс. руб. на 1 раб. | + + | - + | $Q_{гп}$ $K_2 = \frac{Q_{гп}}{N}$ |
| 3. | Уровень соответствия производственной загрузки потенциалу строительного предприятия (K_3) | - | + | + | $K_3 = \frac{Q_{пл}}{Q_{гп}}$ |
| 4. | Уровень соблюдения нормативных (договорных) сроков строительства объектов (выполнения работ по договорам) – K_4 | - | + | + | $K_4 = \frac{\sum_{i=1}^m \frac{T_{\phi i} * Q_{гп i}}{T_{н i}}}{\sum_{i=1}^m Q_{гп i}}$ |
| 5. | Стоимость основных производственных фондов: - всего; - в расчете на одного работника (K_5) - в расчете на объем СМР (K_6) | Тыс. руб. на 1 раб. - - | + + + | - + + | ОПФ $K_5 = \frac{ОПФ}{N}$ $K_6 = \frac{ОПФ}{Q_{гп}}$ |
| 6. | Прибыль на одного работника ($\Pi_{раб}$) | Тыс. руб. на 1 раб. | + | + | $\Pi_{раб} = \frac{\Pi}{N}$ |

*) Показатели также целесообразно определять в сопоставимых ценах с использованием соответствующих коэффициентов пересчета.

В таблице 2.1.1 использованы условные обозначения показателей:

$Q_{сс}$ – объем СМР выполненный собственными силами в отчетном периоде, тыс. рублей;

N – Среднесписочная численность работников в отчетном периоде, чел.

$Q_{гп}$ – объем СМР выполненный по генподряду в отчетном периоде, тыс. рублей;

Π – фактическая прибыль строительного предприятия в отчетном периоде, тыс. рублей;

$T_{\phi i}$ и $T_{н i}$ - соответственно фактическая и нормативная (договорная) продолжительность строительства объектов и выполнение сдаточных объемов работ по внешнему субподряду, принятых заказчиком в отчетном периоде, $i \in (1, m)$, мес.

Таблица 2.1.2

**Дополнительные оценочные показатели, рекомендуемые для оценки
устойчивого состояния производственной системы**

| № п/п | Наименование показателя | Ед. изм. | Используется в качестве | | Расчетная формула |
|---|---|---------------------|-------------------------|--------------------|--|
| | | | индикатора | критерия (фактора) | |
| Показатели технического состояния строительного производства | | | | | |
| 1. | Коэффициент соответствия среднего разряда рабочих среднему разряду работ (для рабочих) | - | + | + | $K_{cp} = P_{cp,px} / P_{cp,pt}$ |
| 2. | Механовооруженность труда | - | + | + | $M_{в.т} = \frac{MM}{N}$ |
| 3. | Средний возраст строительных машин и оборудования | лет | + | - | $T_{cp} = \frac{\sum Ki \times Ti}{K}$ |
| 4. | Удельный вес активной части основных производственных фондов | - | + | + | $K_o = \frac{OP\Phi_n}{OP\Phi}$ |
| 5. | Уровень физического износа активной части основных производственных фондов | - | + | + | $K_{изн} = \frac{Io\Phi}{OP\Phi_n}$ |
| Показатели организации строительного производства | | | | | |
| 6. | Уровень кооперации | - | + | + | $U_{кп} = Q_{сп} / Q_{гп}$ |
| 7. | Уровень кооперирования | - | + | + | $U_k = 1 - \frac{Q_{сп}}{Q_{гп}} \times \frac{N_{сп}}{N_{пр}}$ |
| 8. | Выработка на одного рабочего | Тыс. руб. на 1 раб. | + | + | $V_{раб} = Q_{cc} / N_{раб}$ |
| 9. | Численность аппарата управления и численность линейного персонала, в расчете к объему выполненных СМР по генподряду | - | + | + | $K_{ауп} = \frac{N_{ауп} + N_{лп}}{Q_{гп}}$ |
| Экономические показатели производственной деятельности | | | | | |
| 10. | Удельный вес фактически начисленной заработной платы рабочих (ЗП) в объеме выполненных СМР | - | + | - | $K_{зп} = \frac{ЗП}{Q_{cc}}$ |
| 11. | Удельный вес стоимости материалов и оборудования ($C_{мат}$), в объеме выполненных СМР | - | + | - | $K_{мат} = \frac{C_{мат}}{Q_{cc}}$ |
| 12. | Удельный вес стоимости эксплуатации машин и механизмов ($C_{мм}$) в объеме выполненных СМР | - | + | - | $K_{мм} = \frac{C_{мм}}{Q_{cc}}$ |
| 13. | Удельный вес накладных расходов (НР) в объеме выполненных СМР | - | + | - | $K_{нр} = \frac{C_{мм}}{Q_{cc}}$ |

В таблице 2.1.2 использованы следующие условные обозначения:

$R_{\text{ср.рх}}$ - средний разряд рабочих;

$R_{\text{ср.рт}}$ - средний разряд выполняемых работ;

ММ – балансовая стоимость основных строительных машин, механизмов и оборудования, тыс. руб.

$Q_{\text{сс}}$ – объем СМР выполненный собственными силами в отчетном периоде, тыс. рублей;

N_p – среднесписочная численность рабочих в отчетном периоде, чел.;

$Q_{\text{гп}}$ – объем СМР выполненный по генподряду в отчетном периоде, тыс. рублей;

$Q_{\text{сп}}$ – объем СМР, выполненный специализированными подразделениями строительного предприятия в отчетном периоде, тыс. рублей;

П – фактическая прибыль строительного предприятия в отчетном периоде, тыс. рублей.

- выполнение запланированных и принятых заказчиком объемов строительного-монтажных работ по генподряду и собственными силами;

- выполнение плана ввода объектов в эксплуатацию по объемам и срокам.

Помимо обязательств перед заказчиками (генподрядчиками) строительные предприятия имеют производственные обязательства перед субподрядчиками, поставщиками и другими смежниками, заключающиеся в организации условий для производства ими работ (оказании услуг), своевременной приемке и оплате, выполненных ими работ (оказанных услуг).

Обязательства производственной системы «строительное предприятие» перед государством заключаются в своевременной оплате налогов, отчислений и сборов, а также в выполнении требований законодательства в области капитального строительства и трудового законодательства.

Обязательства перед трудовым коллективом заключаются в создании и обеспечении условий труда в соответствии с требованиями законодательства в области капитального строительства и трудового законодательства, а также в своевременной выплате заработной платы.

Обязательства перед собственниками заключаются в обеспечении выполнения обязательств перед всеми участниками инвестиционно-строительного процесса и обеспечении получения установленной величины прибыли по результатам производственно-хозяйственной деятельности.

Возможность выполнения обязательств производственной системы «строительное предприятие» обеспечивается производственными результатами, фиксируемыми показателями выполненных объемов строительного-монтажных работ собственными силами $Q_{\text{сс}}$ и по генподряду $Q_{\text{гп}}$, в том числе – в расчете на одного работника - K_1 и K_2 (здесь и далее по тексту – в соответствии с обозначениями в таблицах 2.2.1 и 2.2.2). Исследование динамики валовых показателей выполнения объемов работ необходимо проводить в сопоставимых

ценах, для чего должно применять инфляционные коэффициенты. Также весьма информативным является показатель соответствия производственной загрузки потенциалу строительного предприятия K_3 .

Выбор этих показателей производственной деятельности строительных предприятий может быть проиллюстрирован данными Росстата [140]. Например, в [140] приведены следующие данные: средний уровень использования производственных мощностей в строительных предприятиях со средней численностью работников от 101 до 250 чел. составлял (поквартально):

- в 2016 году: от 57% до 63%;
- в 2017 году: от 62% до 65%;
- в 2018 году: от 58% до 61%.

В качестве факторов, ограничивающих производственную деятельность строительных предприятий, на недостаток заказов на работы указали 31 % организаций. Только 22% строительных предприятий демонстрировали рост данного показателя, а 47% респондентов сохранились объемы работ на уровне I квартала 2017 г.

В [120] отмечается, что по мнению руководителей строительных предприятий, выявленных в результате проведенного опроса, во II квартале 2017 г. в отрасли наблюдаются серьезные внешние и внутренние проблемы. К внешним проблемам, в первую очередь, необходимо отнести сохраняющийся крайне низкий совокупный спрос на услуги строительных предприятий со стороны основных инвесторов – государства, частного корпоративного сектора и населения.

Выполнение плана ввода объектов в эксплуатацию по объемам и срокам предложено оценивать показателем соблюдения нормативных (договорных) сроков строительства объектов (выполнения работ по договорам) - K_4 . Этот показатель имеет значимость как индикатор и фактор оценки устойчивой деятельности подрядных строительных предприятий. По данным Счетной палаты России [135], стоимость незавершенного строительства и брошенных без консервации строек составляет 2,5 трлн рублей. В 2017 году число зданий и сооружений, находящихся в незавершенном строительстве составляло более 86,8 тысяч единиц. В том числе – законсервированных - 11776 единиц.

Стоимость основных производственных фондов (всего, в сопоставимых ценах), в расчете на одного работника K_5 и в расчете на объем СМР K_6 позволяют

оценить состояние материально-технической базы строительного производства и производственной системы в целом. На качественном уровне этот показатель целесообразно рассматривать совместно с дополнительными оценочными показателями технического состояния строительного производства, некоторые из которых приведены в табл. 2.2.2. Несмотря на общий рост стоимости основных фондов, их износ остается практически неизменным на уровне 48-50%. При этом возрастает удельный вес полностью изношенных машин. В 2017 году по данным Росстата он составил 26,4%. В особенности изношен парк бульдозеров- 47,6%, кранов башенных – 40,7%, кранов на гусеничном ходу- 57,0%, скреперов – 74,7%.

По данным, приведенным в [120] в I квартале 2017 г. рентабельность подрядных работ по виду экономической деятельности «Строительство» была самой низкой среди базовых отраслей экономики (2,5%). Доля убыточных предприятий в строительстве (прибыль минус убыток) превышала среднее значение по экономике в целом и составила 20,0%. Наиболее рентабельными являются предприятия, выполняющие специализированные строительные и монтажные работы, тогда как строительство зданий и инженерных сооружений продемонстрировало (в совокупности) отрицательный финансовый результат. Такой разброс в данных по рентабельности строительных предприятий потребовал учета показателя уровня прибыльности при оценке устойчивости в качестве одного из основных.

Подход соискателя к обоснованию состава дополнительных показателей оценки устойчивого состояния производственной системы состоит в их профессиональном отборе в соответствии со спецификой, целями и основными результатами деятельности. В табл. 2.2.2 приведен рекомендуемый состав оценочных показателей, которые могут быть использованы для анализа и оценок устойчивости. Например, для детального исследования причин динамики рентабельности строительного предприятия в контексте исследования устойчивого состояния производственной системы целесообразно рассмотреть дополнительные оценочные показатели в виде оценок (динамики) удельных весов элементов затрат себестоимости строительства (заработной платы, материальных затрат, стоимости затрат эксплуатации машин и механизмов, накладных расходов), являющимися экономическими результатами производственной деятельности.

Также следует отметить, что сокращение портфеля заказов негативным образом сказывается на состоянии строительного рынка труда. Исходя из оценок респондентов [120], в отрасли ускорилась интенсивность сокращения численности занятых. Доля предприятий, сокращавших численность работающих составила 27%, тогда как численность сотрудников увеличилась только в 16% организаций. При этом потребность в квалифицированных работниках в 2017 году составила 180 тыс. человек.

Уровень производственной загрузки рассматривается в качестве некоей внешней причины (неопределенности), влияющей на которую строительному предприятию затруднительно. Помимо общеэкономических проблем системного характера на устойчивое состояние производственной системы оказывают влияние высокий износ основных фондов и низкая производительность труда. Известно, что последний показатель зависит от механовооруженности труда и квалификации работников, специализацией строительных работ. Такие показатели также могут быть использованы в качестве дополнительных для оценки производственной системы.

Согласно Обзора состояния делового климата в строительном секторе России и г. Москвы во II квартале 2017 года (Центр конъюнктурных исследований Института статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ), в период достаточно продолжительного спада большинство строительных предприятий абсолютно разумно в целях сокращения издержек оптимизировало численность занятых и, как минимум, не форсировало обновление собственных основных фондов и закупок строительных машин и механизмов. В обзоре также указывается, что в настоящее время отмечается череда банкротств подрядных организаций. Опросы свидетельствуют, что доля строительных предприятий, находящихся в предбанкротном состоянии, сохраняется на уровне несколько меньшем 20%, что, несомненно, является последствием потери устойчивости. По мнению соискателя, такое заключение подчеркивает актуальность диссертационной работы и правильность подхода к оценочным показателям устойчивости производственной системы.

§2.3. Разработка метода качественной оценки устойчивого состояния производственной системы.

Разработанный соискателем метод оценки устойчивого состояния производственной системы базируется на принципах статистического мышления. Инженерная концепция своевременного предупреждения о возможной потере устойчивости предприятием заключается в мониторинге и регистрации избыточной вариабельности показателей-индикаторов процессов строительного производства и анализе величины отклонений от средних показателей за ряд лет. Теоретические основы решения проблемы изложены в [16, 101, 105], однако не нашли должного применения в исследованиях отечественных ученых по проблемам устойчивости и сохранения гомеостаза производственных систем. В большинстве отечественных исследований проблемы организационно-технологической надежности и устойчивости производственной системы анализируются экспертными методами с использованием в качестве иллюстрации итоговых статистических показателей результатов деятельности производственной системы, региона или строительной отрасли в целом. Соискателем предложено рассмотреть устойчивое состояние с точки зрения оценки динамического равновесного функционирования производственной системы как процесса.

Статистическое управление процессами это образ научного мышления, подкрепленный методами свертки и анализа данных, а также их представления в виде контрольных карт. Общие меры положения и рассеяния данных известны из курса математической статистики. К мерам положения относят среднее (\bar{X}), медиану (Me), к мерам рассеяния – размах (R), стандартное отклонение (σ), дисперсию и некоторые другие характеристики статистических выборок. Не останавливаясь на формулах вычисления статистик, заметим, что даже самые простые из них могут быть использованы для мониторинга и регистрации устойчивого (неустойчивого) состояния строительного предприятия, как производственной системы.

В качестве инструмента индуктивного предсказания развития процесса соискателем предложены адаптированные для этих целей контрольные карты в виде графиков значений мер положения и рассеяния значений показателей – индикаторов результативности функционирования производственной системы. Цель контрольных карт – обнаружить неестественные (особые) изменения в

данных анализируемого процесса, исключая при этом, изменчивость, обусловленную набором разнообразных внутрисистемных (обычных) причин постоянно присутствующих в процессе деятельности производственной системы. Предполагается, что вариация процесса за счет обычных причин управляема, невелика и малозначима. Для регистрации неестественной (избыточной) вариации задаются контрольные пределы и правила установления потери статистической управляемости. Считается, что избыточная вариабельность процесса порождена особыми неслучайными причинами и свидетельствует о возможной потере устойчивости производственной системой.

Анализ устойчивого состояния производственной системы предлагается на основе статистического анализа динамики основных и дополнительных показателей-индикаторов результативности строительного производства, отражаемых в квартальных и годовых отчетах. Статистический анализ рассматривает вариацию таких данных как вариацию от одной точки к другой. Краткосрочная вариация для последовательности индивидуальных значений показателя - индикатора оценивается с помощью расчета среднего значения скользящего размаха (\overline{mR}). Считается, что карта средних скользящих размахов отслеживает вариацию данных от периода к периоду. Долгосрочная вариация определяется последовательностью значений данных X . Контрольная карта, построенная для последовательности индивидуальных значений, носит название $X\overline{mR}$ -карты.

При относительной простоте построения контрольных карт, такой инструмент мониторинга оказывается наглядным и эффективным средством анализа. Способность контрольных карт фиксировать потерю статистической управляемости определили выбор их в качестве инструмента мониторинга в разработанном соискателем методе оценки устойчивого состояния строительного предприятия.

Метод качественной оценки собственной устойчивости строительного предприятия включает следующие этапы:

Подготовка исходных данных показателей-индикаторов результативности строительного производства и их свертка;

Расчет значений контрольных пределов и построение контрольных карт для показателей-индикаторов результативности строительного производства.

Анализ статистической управляемости процесса на основе данных контрольных карт. Поиск и устранение особых (внешних) причин излишней вариации показателей.

Оценка возможностей статистически неуправляемых процессов. Допуски работоспособности процесса при организации строительного производства в расчетном периоде.

Анализ полученных результатов и формирование итогового заключения о прогнозном состоянии устойчивости производственной системы.

Рассмотрим содержание этапов разработанного метода качественной оценки собственной устойчивости производственной системы.

1. Подготовка исходных данных.

Целью сбора исходных данных является их корректное формирование для исследования устойчивого состояния производственной системы.

Общие требования и состав основных и дополнительных показателей, рекомендуемых для анализа и оценки устойчивого состояния производственной системы изложены в предыдущем параграфе диссертационной работы. Тем не менее, в силу специфики организации строительного производства и особенностей целеуказания производственной системы состав рекомендуемых показателей может быть изменен или расширен другими дополнительными показателями. Такие показатели должны удовлетворять следующим условиям:

- они должны подтверждаться статистическими и управленческими отчетами строительного предприятия;
- они должны быть понятны специалистам и иметь количественную оценку;
- их можно интерпретировать в контексте исходных данных.

2. Расчет значений контрольных пределов и построение контрольных карт.

Анализ периодически собираемых данных результатов деятельности строительного предприятия выполняется с использованием $\bar{X}mR$ -карт.

Для визуального анализа вариабельности исследуемого процесса строится карта индивидуальных значений и скользящих размахов.

Для $\bar{X}mR$ -карты границы (контрольные пределы вариабельности данных) рассчитывают по следующим формулам:

- для верхней ($UNPLx$) и нижней ($LNPLx$) границ карты средних:

$$UNPL_X = \bar{X} + \frac{3 \cdot \overline{mR}}{d_2} \quad (2.3.1)$$

$$LNPL_X = \bar{X} - \frac{3 \cdot \overline{mR}}{d_2} \quad (2.3.2)$$

- центральная линия карты средних (CL_x) соответствует среднему значению по выборке.

- для верхней границы карты размахов (UCL_R):

$$UCL_R = D_4 \overline{mR} \quad (2.2.3)$$

– центральная линия карты размахов (CL_R):

$$CL_R = \overline{mR} \quad (2.2.4)$$

- нижняя граница карты размахов отсутствует.

где: \overline{mR} – средний скользящий размах;
 d_2 и D_4 – множители коррекции смещения (статистические константы). Значения множителей табулированы и приведены, например, в [80], таблицы A1 и A2.

В качестве примера, в табл. 2.3.1 приведены результаты расчета значений вариационных характеристик некоторых результатов деятельности ОАО «Можайский дорожник» за 2012-2017 годы (Приложение №4).

Данные заимствованы из открытых источников, размещенных на сайте Центра раскрытия корпоративной информации (e-disclosure.ru), в том числе:

- годовых отчетов по результатам работы предприятия, утвержденные общим собранием акционеров ОАО "Можайский дорожник" за 2011-2017 годы;
- бухгалтерской (финансовой) отчетности ОАО "Можайский дорожник" за 2011-2017 годы.

Некоторые данные результатов деятельности этого строительного предприятия в 2017 году, демонстрируют значительную вариацию по сравнению со средними величинами предыдущих годов. Расчеты мер положения и рассеяния, а также контрольные карты, построенные для показателя ХЗ «Объем незавершенного производства» (рис. 2.3.1) свидетельствуют о потере статистической управляемости процесса, устойчивость производственной системы ставится под сомнение.

Статистические оценки показателей результативности деятельности строительного предприятия ОАО "Можайский дорожник" за 2012-2017 гг.

Таблица 2.3.1.

| Наименование показателя | значение X | размах mR | верхняя граница размаха UCLR | верхний предел UNPLx | нижний предел LNPLx | заключение |
|---|------------|-----------|------------------------------|----------------------|---------------------|--|
| X1 - объем выполненных СМР, всего | | | | | | |
| Среднее значение за 2012-2016 гг., тыс. руб. | 883 317 | 139 432 | 455 665 | 1 254 207 | 512 427 | Значения 2017г. находятся в допустимых пределах |
| 2017 г., тыс. руб. | 755 947 | 325 320 | - | - | - | |
| X2 - объем выполненных СМР, принятый и оплаченный заказчиком | | | | | | |
| Среднее значение за 2012-2016 гг., тыс. руб. | 856 133 | 135 275 | 442 078 | 1 215 964 | 496 302 | Значения 2017г. близки к пределам, но находятся в зоне допустимых значений |
| 2017 г., тыс. руб. | 584 179 | 428 925 | - | - | - | |
| X3 - объем незавершенного производства | | | | | | |
| Среднее значение за 2012-2016 гг., тыс. руб. | 27 184 | 23 064 | 75 373 | 88 534 | -34 166 | Значения 2017г. превышают границы верхних пределов |
| 2017 г., тыс. руб. | 171 768 | 103 605 | - | - | - | |
| X4 - выработка | | | | | | |
| Среднее значение за 2012-2016 гг., тыс. руб./ раб. | 2 620 | 250 | 817 | 3 285 | 1 955 | Значение размаха 2017г. близко к верхнему пределу, но находятся в зоне допустимых значений |
| 2017 г., тыс. руб./раб. | 2 346 | 771 | - | - | - | |

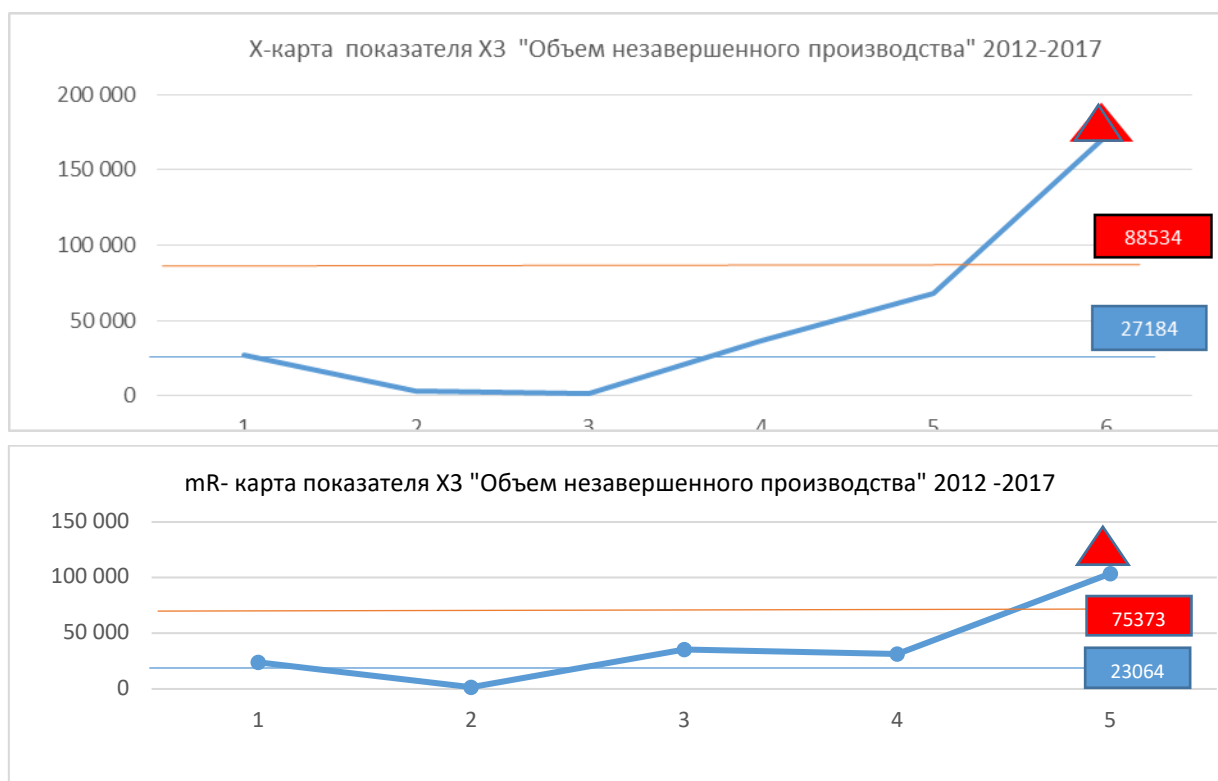


Рис. 2.3.1. X- и mR-карты для показателя «Объем незавершенного производства».

3. Анализ статистической управляемости процесса на основе динамики показателей результативности строительного производства.

Построение и анализ контрольных карт для оценки состояния устойчивости производственной системы в первую очередь выполняется по данным основных оценочных показателей. В случае фиксации избыточной вариабельности одного или нескольких основных показателей переходят к анализу диспропорций и установлению причин их возникновения по данным дополнительных показателей.

Анализ статистической управляемости данных результативности строительного производства заключается в регистрации случаев избыточной вариации, как результата воздействия на процесс неслучайных (как правило, внешних по отношению к строительному предприятию). До тех пор, пока данные остаются в пределах трех сигм и варьируют относительно центральной линии случайным образом, можно быть уверенным, что процесс стабилен и управляем (регулируем) в обычном режиме строительного производства.

\bar{X} - карта показывает, где находится среднее процесса и какова его стабильность.

С помощью \overline{mR} - карты выявляют нежелательную вариацию показателей-индикаторов. Она служит индикатором изменчивости исследуемых процессов и выступает как мера состоятельности и однородности исследуемых процессов. Если \overline{mR} – карта показывает, что вариации показателей-индикаторов не выходят за контрольную границу, это означает, что процесс остается в статистически управляемом состоянии.

Если \overline{mR} -карта показывает, что процесс вышел из управляемого состояния или уровень вариабельности на \overline{mR} -карте постоянно возрастает, то это может означать, что на процесс воздействовали некоторые внешние причины, влияние которых не удалось компенсировать за счет внутренних резервов устойчивости производственной системы.

На \bar{X} -карты также могут повлиять условия, при которых процесс вышел из состояния статистической управляемости по \overline{mR} -карте. Однако, возможность интерпретировать размахи или средние значения показателей -индикаторов процесса строительного производства зависит от оценки их изменчивости, поэтому \overline{mR} -карту рекомендуется анализировать первой.

Для анализа статистической управляемости процесса рекомендуется придерживаться следующего порядка:

Сбор, подготовка и первичный анализ данных. Расчет средних и размахов.

Построение \overline{mR} -карт. Сопоставляют нанесенные точки скользящих размахов с контрольными границами, выделяют точки вне границ, необычные структуры или тренды. Для каждого сигнала о наличии неслучайной причины в значениях размаха проводят анализ данных показателей - индикаторов, чтобы определить наличие воздействия на процесс особых причин. Проводят корректирующие действия по исключению возможных ошибок измерения, исключаются или учитываются воздействия на показатель-индикатор особых неслучайных причин. Пересчитывают значения и повторно строят \overline{mR} -карту.

Построение \bar{X} -карты. Корректировка данных с учетом исключения воздействия особых причин. При коррекции первоначальных данных корректируют значения контрольных границ для показателей - индикаторов процесса строительного производства.

Анализ управляемости (стабильности) процесса на соответствие четырем правилам:

выход одной точки за контрольные пределы;

выход хотя бы двух из трех последовательных точек, лежащих по одну сторону от центральной линии, за двухсигмовые пределы;

выход по меньшей мере четырех из пяти последовательных точек, лежащих по одну сторону от центральной линии, за пределы одной сигмы;

расположение по меньшей мере восьми последовательных точек по одну сторону от центральной линии.

Если все правила соблюдены, делается вывод об управляемом, статистически устойчивом поведении процесса. В противном случае - осуществляется оценка возможностей статистически неуправляемых процессов.

4. Оценка возможностей статистически неуправляемых процессов. Допуски работоспособности процесса.

Фиксация признаков потери управляемости контрольными картами не обязательно является основанием для утверждения о потере устойчивости производственной системой в ближайшей перспективе. Возможности процесса определяются полной изменчивостью (разбросом процесса), обусловленной

обычными причинами, т.е. минимальной изменчивостью, которая остается после устранения негативного воздействия неслучайных причин.

Исследуемый процесс, статистически характеризуемый набором показателей результативности строительного производства необходимо привести в условно-управляемое состояние. Для этого удаляют все значения, выходящие за контрольные пределы и пересчитывают контрольные пределы значений и средний скользящий размах, пока процесс не достигнет условно устойчивого управляемого состояния.

Возможности процесса определяют индексом возможностей процесса PCI :

$$PCI = \frac{UNPL_X - LNPL_X}{HPS}, \quad (2.3.5)$$

где: $LNPL_X$ - верхнее предельно допустимое значение контролируемого показателя-индикатора; $UNPL_X$ - нижнее предельно допустимое значение контролируемого показателя-индикатора; HPS – гипотетическая область разброса пересчитанных для устойчивого процесса данных, определяемых по формуле 2.2.6:

$$HPS = \frac{6\overline{mR}}{d_2} \quad (2.3.6)$$

При расчетном значении PCI меньше 1,0 возможности процесса неприемлемы. При PCI равном 1,0 возможности процесса находится в пограничном состоянии.

Для практического использования, в качестве приемлемого значения для оценки устойчивости процесса строительного производства автором предложено использовать $PCI = 1,33$. Это значение определено эмпирически, поскольку всегда есть некоторые вариации в выборках, и не существует процессов, которые всегда находятся в статистически управляемом состоянии [101].

Определим возможности процесса управляемости незавершенным производством ОАО «Можайский дорожник» по данным для показателя Х4 «Выработка». Величина гипотетической области разброса данных HPS с учетом величины множителя коррекции смещения $d_2 = 2,052$ определенного по данным табл. А1 [105] для $n=4$:

$$HPS = \frac{6\overline{mR}}{d_2} = \frac{6 \cdot 250}{2,052} = 731 \quad (2.3.7)$$

$$PCI = \frac{UNPL_X - LNPL_X}{HPS} = \frac{3285 - 1955}{731} = 1,819 > 1,33 \quad (2.3.8)$$

Расчетное значение индекса возможностей процесса $PCI = 2,062$ свидетельствует о хороших внутренних возможностях для управления значениями выработки.

5. Анализ результатов статистической оценки и формирование итогового заключения о состоянии устойчивости производственной системы.

Поскольку процесс строительного производства является мультипроцессом, при формировании итогового заключения об устойчивости текущего состояния производственной системы необходимо дать заключение об устойчивом управляемом поведении каждого из основных показателей - индикаторов.

Возможны два случая: первый - когда все основные оценочные показатели указывают на устойчивое управляемое поведение процесса и случай, когда хотя бы один из набора основных показателей индицирует неустойчивость процесса.

В первом случае процесс внутрисистемно - управляемый, поэтому и демонстрирует статистическую устойчивость оценочных показателей - индикаторов, что характеризует общее устойчивое состояние производственной системы.

Для определения состояния устойчивости производственной системы в случаях, когда хотя бы один из основных показателей сигнализирует о потере управляемости, выполняют оценку их работоспособности с расчетами индексов PCI. Оценка устойчивости производственной системы предлагает итерационное проведение и анализ статистических оценок вариабельности показателей - индикаторов результативности процессов строительного производства.

Первая итерация исследует статистическую управляемость процесса по данным основного набора показателей - индикаторов (Рис. 2.3.2). Если по результатам корректировки значений показателей оценки процесса за счет ошибок в данных и (или) устранения негативного влияния на процесс особых неслучайных причин, процесс не удастся привести в управляемое состояние, переходят к следующей итерации - статистическому исследованию процесса на основе рассмотрения вариации дополнительных показателей - индикаторов,

частично объясняющих состояние основного индикатора, вариационные характеристики которого продемонстрировали неуправляемое состояние.

Вторая итерация исследования статистической управляемости процесса предполагает построение контрольных карт для дополнительных показателей процесса и анализ устойчивости процесса.

В случае установления неуправляемого состояния процесса по дополнительным показателям, выполняют оценку работоспособности процесса по значению показателей PCI и переходят к окончательной оценке состояния собственной устойчивости строительного предприятия (Рис. 2.3.3). Итоговое решение о состоянии устойчивости строительного предприятия принимается в соответствии с данными табл. 2.3.2.

Таблица 2.3.2.

Параметры статистических оценок данных о результативности строительного производства для заключения об устойчивости строительного предприятия.

| Заключение об устойчивости строительного предприятия | Статистические оценки процесса строительного производства (по данным вариабельности показателей-индикаторов) | | |
|--|---|---|-----------------------------------|
| | Основной набор показателей | Дополнительные показатели | Оценка работоспособности процесса |
| Устойчивое | все показатели фиксируют устойчивое управляемое состояние | не требуется | не требуется |
| Ближе к устойчивому | не менее 75% фиксируют устойчивое управляемое состояние | дополнительные показатели фиксируют устойчивое управляемое состояние | не требуется |
| Ближе к неустойчивому | более 50% показателей фиксируют устойчивое управляемое состояние | не все дополнительные показатели фиксируют устойчивое управляемое состояние | PCI >1,33 |
| Неустойчивое | менее 50% показателей фиксируют устойчивое управляемое состояние | Оценки выполняются в целях поиска причин неустойчивости | |

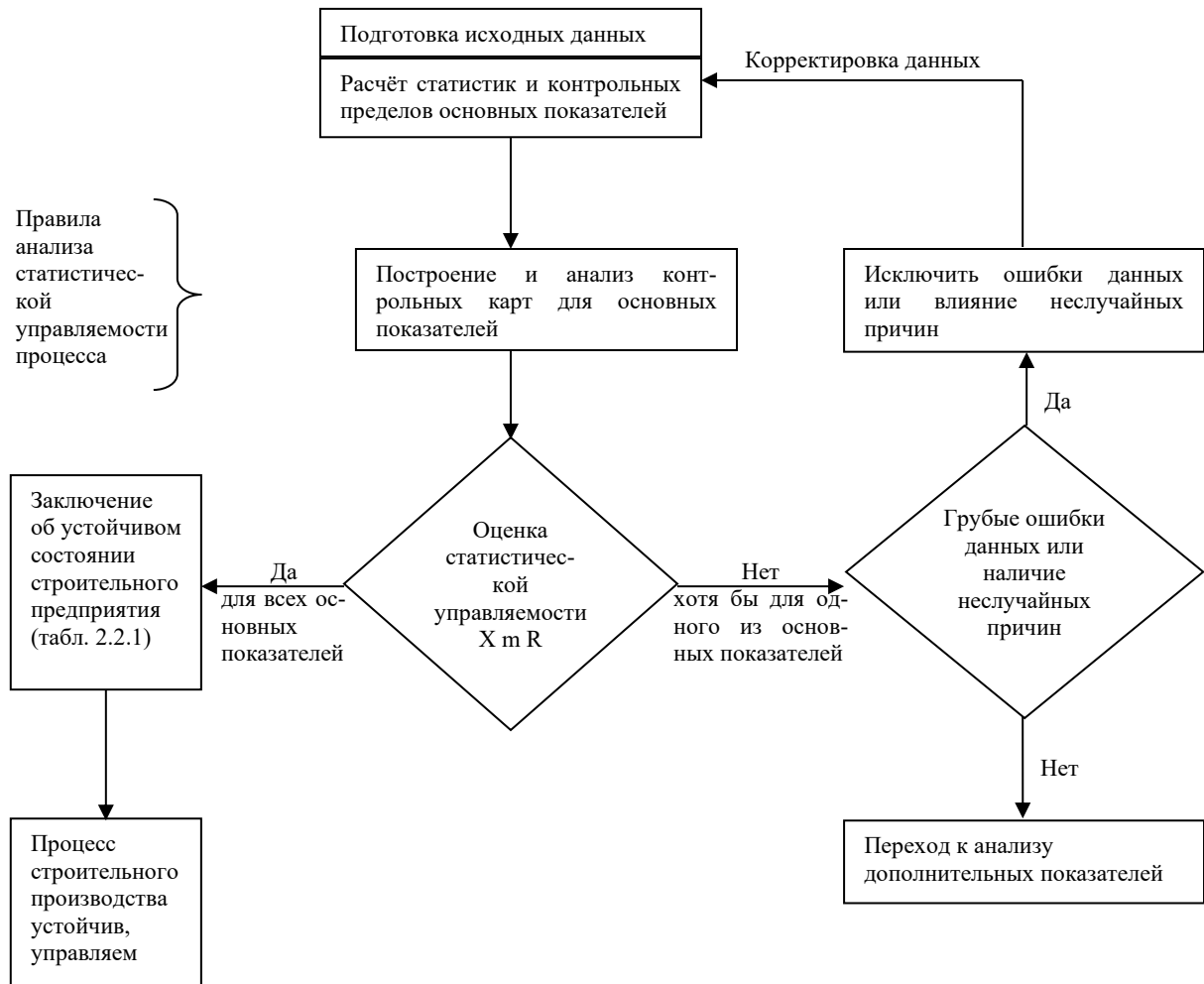


Рис. 2.3.2. Алгоритм исследования устойчивости производственной системы. 1-я итерация.

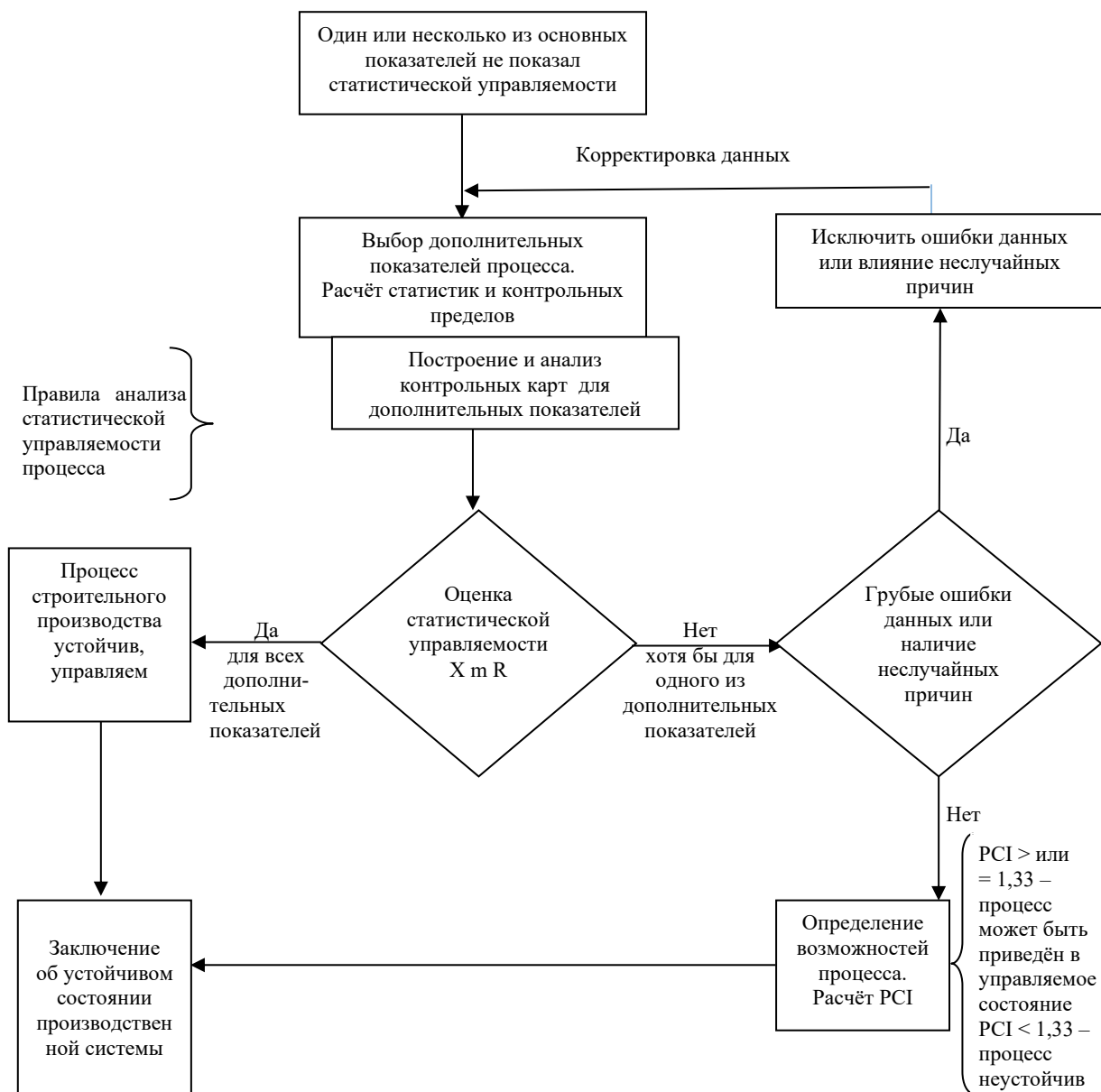


Рис. 2.3.3. Алгоритм исследования устойчивости производственной системы. 2-я итерация.

§ 2.4. Разработка метода количественной оценки сравнительной устойчивости производственных систем.

В профессиональной деятельности заказчиков (инвесторов) строительства перманентной задачей является выбор исполнителя. Проблема состоит в отсутствии единого обобщающего критерия для оценки и упорядочения потенциальных исполнителей инвестиционных проектов. Строительные предприятия также заинтересованы в оценках своей конкурентоспособности на рынке предоставления услуг, определении направлений развития организационно-технической структуры для повышения эффективности инвестиционной политики. Традиционно в исследовательской и практической работе сведение некоторого множества частных оценок, как количественных, так и качественных, к одному или нескольким обобщающим показателям проводилось на основе специально разработанных моделей методами балльной оценки, ранжирования, попарных сравнений, регрессионного анализа. Общими недостатками методов считают необходимость охвата большого количества измеряемых показателей, дублирование в них информации. Кроме того, соискатель считает недостатком отсутствие лаконичного наглядного представления моделируемой категории и предлагает применять для упомянутых выше задач латентный интегральный показатель качественного состояния производственной системы - устойчивость. Действительно, если (как показано в предыдущем параграфе) имеется возможность оценки устойчивого состояния производственной системы по данным динамики результативности строительного производства, что мешает получить оценки сравнительной устойчивости нескольких производственных систем? Для решения такой задачи соискателем разработан метод количественной оценки сравнительной устойчивости производственных систем.

Показатель количественной оценки сравнительной устойчивости производственных систем предложено определять в виде латентного показателя синтетического интегрального индикатора (ИИ) качественного состояния устойчивости производственной системы (УПС).

Методология измерения синтетических категорий качества [22, 21, 43] различает структурно-функциональный и субъективистский подходы к измерению латентных показателей, различающихся, помимо объекта анализа, информационной основой оценок. Соискатель придерживается

объективистского, структурно-функционального подхода, предполагающего использование статистических показателей для измерения латентного ИИ УПС, в отличие от субъективистских экспертных оценок различных аспектов устойчивости производственной системы.

Для измерения (количественной оценки) ИИ УПС регистрируемыми значениями выступают показатели результативности деятельности производственной системы, в том числе: строительного производства и экономические, показатели организационного и технического состояния производства и труда.

Пусть $X(1), X(2), \dots, X(p)$ - набор статистически регистрируемых значений показателей результативности, которые могут быть интерпретированы как частные критерии этой синтетической категории ИИ УПС. Предполагается, что структура связей между этими частными критериями такова, что задача построения единственного интегрального показателя, достаточно информативно характеризующего анализируемую синтетическую категорию, имеет удовлетворительное решение. Тогда количественная оценка синтезируемого показателя «устойчивость производственной системы» *ИИ УПС* определяется как взвешенная сумма определяющих исходных показателей:

$$\text{ИИ УПС} = \sum_{j=1}^p W_j \times X_j, \quad (2.4.1)$$

где: X_j ($j = 1, 2, \dots, p$) - показатели результативности (частные критерии); W_j ($j=1, 2, \dots, p$) - веса каждого из частных критериев.

Частных критериев, характеризующих устойчивость производственной системы может быть достаточно много. Их состав устанавливается по результатам профессионально - экспертного анализа представительности, информативности и доступности получения достоверной информации, для описания моделируемого синтетического показателя ИИ УПС.

Для решения поставленной задачи, по мнению соискателя, наилучшим является последовательное применение метода главных компонент. Особенности этого математико-статистического метода являются возможность сведения нескольких частных критериальных показателей к единому интегральному на основе их максимальной информативности. Предлагаемый соискателем методический подход к измерению синтетических

интегральных индикаторов основанный на свертках статистически регистрируемых объективных показателей результативности деятельности производственной системы иллюстрирует Рис. 2.4.1.

Реализация разработанного соискателем метода количественной оценки сравнительной устойчивости производственных систем предусматривает два этапа:

1. Формирование информационной базы;
2. Методология построения интегральных индикаторов.



Рис. 2.4.1. Иерархическая схема (модель) показателей, частных критериев и синтетических показателей – индикаторов устойчивости производственной системы.

1. Информационная база.

В целях корректности измерения ИИ УСП, при формировании информационной базы для количественной оценки устойчивости следует выполнить структуризацию производственных систем.

Выбор производственных систем, в целях обеспечения сравнимости полученных количественных оценок, ограничивается территорией (региона) их деятельности, спецификой и мощностными параметрами производственных систем. По мнению соискателя, в рамках одного региона измерение сравнительной устойчивости разумно выполнять дифференцировано для предприятий:

Общестроительных (генподрядных), производственной мощностью:

- 400-1000 млн. руб. в год;
- 1000-3000 млн. руб. в год;
- более 3000 млн. руб. в год.

Специализированных монтажных, дорожных и др. – в соответствии с видами строительства.

Требования по технологии и организации строительного производства, уровню специализации и кооперирования, экономическому состоянию, форме собственности не накладываются, поскольку это и определяет дифференциацию оценок ИИ УПС. Отобранные для анализа производственные системы должны находиться в устойчивом состоянии, проверка которого выполняется в соответствии с порядком, приведенным в § 2.2 настоящей работы.

Наполнение базы данными показателей результативности деятельности производственных систем, для которых осуществляется количественная оценка устойчивости выполняется с учетом следующих соображений.

Устойчивость, как качественная категория строительного предприятия, интегрирует в себе свойства гомеостаза организационно-производственной системы, такие как:

Способность функционировать в условиях воздействия внешней среды, выполнять производственную программу, достигать поставленные цели - производственная устойчивость;

Способность воспроизводить основные производственные средства, обеспечивать техническое и технологическое развитие – техническая устойчивость;

Способность поддерживать и совершенствовать организационно-производственную структуру, численность и качественный состав персонала – организационная устойчивость;

Способность обеспечивать получение добавочной стоимости, снижать издержки и обеспечивать рентабельность производства – экономическая устойчивость.

Каждый из компонентов гомеостаза может быть декомпозирован до показателей результативности деятельности производственной системы, имеющих количественную оценку, подтвержденную статистической и управленческой отчетностью.

Априорный состав показателей определяется на основе перечней основных и дополнительных показателей, рекомендуемых для оценки устойчивого состояния производственной системы (табл. 2.2.1 и 2.2.2.) и спецификой его производственной деятельности. В целях нивелирования абсолютных величин используемых показателей следует использовать относительные (приведенные к единице мощности) показатели или показатели, определенные в расчете на одного работника.

Апостериорный состав определяется в результате профессионального отбора с учетом качества данных априорного состава показателей. Выбору подлежат наиболее информативные (вариабельные) показатели, прямо характеризующие некоторую качественную сторону в деятельности производственной системы. При отборе показателей в качестве частных критериев оценки ИИ применяют статистические методы отбора [7]. Парные множественные сравнения корреляций однородных показателей результативности позволяют (при необходимости) восстановить значения исключенных из априорного набора показателей на основании регрессионных моделей.

На основании вышеизложенного, соискатель полагает, что в исходный набор критериев для построения интегрального синтетического показателя устойчивости следует включить следующие:

X_1 - объемы выполненных СМР собственными силами и по генподряду в расчете на одного работника;

X_2 - уровень соответствия производственной загрузки потенциалу производственной системы;

X_3 - уровень соблюдения договорных сроков строительства;

X_4 - стоимость основных производственных фондов в расчете на одного работника и в расчете на 1 млн. рублей СМР;

X_5 - удельный вес активной части производственных фондов;

X_6 - средний возраст основных машин и механизмов;

X_7 - уровень износа основных производственных фондов;

X_8 - уровень кооперирования;

X_9 - уровень специализации работ;

X_{10} - себестоимость СМР;

X_{11} - прибыль в расчете на одного работника;

X_{12} - удельный вес накладных расходов в себестоимости СМР.

Способы оценки показателей апостериорного набора критериев приведены в таблицах 2.2.1 и 2.2.2.

2. Методология построения интегральных индикаторов устойчивости производственной системы.

Построение ИИ УПС выполняется в несколько этапов.

Унификация шкал измерения показателей апостериорного набора критериев.

Поскольку ИИ УПС представляет собой численную характеристику, наиболее разумным использовать для этого 10-балльную шкалу. Значения критериев, так же, как и показатели результативности, измерены в различных единицах, что недопустимо для процедур свертки данных.

Формулы стандартизации данных апостериорного набора критериев ИИ УСП в зависимости от типа связи X_i с УСП (монотонно-возрастающая, монотонно-убывающая, с оптимальным значением) приведены в табл. 2.4.1.

Таблица 2.4.1.

Формулы стандартизации данных апостериорного набора критериев

| Тип связи критерия с УСП | Расчетная формула для определения стандартизованного значения критерия | Критерии количественной оценки УСП |
|--------------------------|--|------------------------------------|
| монотонно-возрастающая | $\tilde{X} = \frac{(X - X_{\min})}{(X_{\max} - X_{\min})} \times 10$ | $X_1, X_3, X_4, X_5, X_{11}$ |
| монотонно-убывающая | $\tilde{X} = \frac{(X_{\max} - X)}{(X_{\max} - X_{\min})} \times 10$ | $X_6, X_7, X_{10}, X_{12},$ |
| с оптимальным значением | $\tilde{X} = \left\{ 1 - \frac{ X - X_{\text{опт}} }{\max\{(X_{\max} - X_{\text{опт}}), (X_{\text{опт}} - X_{\min})\}} \right\} \times 10$ | X_2, X_8, X_9 |

В табл. 2.4.1.: \tilde{x} – стандартизированное значение критерия по 10-балльной шкале; X_{\max} , X_{\min} , $X_{\text{опт}}$ – соответственно максимальное, минимальное, оптимальное значения критериев по выборке.

Определение числа блочных ИИ второго уровня.

Математико-статистические методы статистические методы позволяют учесть в составе ИИ УПС все, даже слабо коррелированные критерии. Общее число апостериорных показателей, характеризующих устойчивость строительного предприятия может быть достаточно велико (в нашем примере – 12 критериев). Они характеризуют различные аспекты анализируемой синтетической категории, слабо коррелированы между собой и, вероятно, некоторые из них также слабо коррелированы с моделируемым ИИ УПС.

Для удобства анализа, лаконизма модели и наглядности ее представления, осуществляется процедура сжатия статистической информации таким образом, чтобы не допустить существенной потери ее информативности. Теория статистического анализа допускает решение задач обработки многомерных наблюдений за счет исследования признаков и включение в модель критериев, которые обнаруживают наибольшую информативность. Задача снижения размерности признакового пространства решается с использованием метода главных компонент. Разбиение анализируемого набора частных критериев – приведенных к унифицированной системе измерения на несколько относительно однородных непересекающихся групп (блоков), определяется, согласно рекомендациям, приведенным в [2], двумя требованиями. Во-первых, они должны характеризовать какой-либо определенный аспект анализируемого свойства устойчивость производственной системы. Во-вторых, иметь относительно высокий уровень взаимной коррелированности.

Для определения числа блоков M_0 , на которые целесообразно разбить набор частных критериев по данным, полученным для всех исследуемых производственных систем рассчитывается число первых m главных компонент, удовлетворяющих условию:

$$M_0 = \min \left\{ m \text{ таких, что } \frac{\lambda_1 + \dots + \lambda_m}{\lambda_1 + \dots + \lambda_p} \geq Z \right\}, \quad (2.4.2)$$

где: λ – собственные значения ковариационной матрицы векторов унифицированных частных критериев, расположенные в порядке убывания; Z – метрика, принимаемая на основе профессиональных знаний исследуемой области, определяющая задаваемый пороговый уровень первых главных компонент, позволяющая задать опорную точку зрения, для

вынесения решения о том, сколько последних главных компонент можно без особого ущерба для объяснения суммарной дисперсии признаков изъять из последующего рассмотрения, сократив тем самым размерность исследуемого пространства. Рекомендуемые значения Z варьируются от 0,55 до 0,7.

Согласно расчетам по 2.4.2 получают значение $M_0 > 1$, а именно: количество блочных интегральных показателей. Также определяется состав частных критериев, влияние которых на интегральное качество устойчивость объединено в данном блочном показателе.

Соискатель согласен с мнением исследователей [5, 6] о необходимости веских причин для задания повышенного порога объяснения включения критериального признака в модель. Рекомендуется установить значение для Z на уровне 0,55. В случаях, когда расчетная величина $M_0 > 1$, проводится разбиение отобранных по условию 2.4.2 частных критериев количественной оценки ИИ УПС на несколько непересекающихся (в профессиональном аспекте) групп критериев, формирующих информационную основу блочных ИИ второго уровня.

3. Определение количественных значений ИИ второго уровня (блочных ИИ).

Значение интегрального индикатора $ИИ_j$ для M_j – го блока, определяется линейной комбинацией значений, отобранных в блок q частных критериев по формуле:

$$ИИ_j = \sum_{q=1}^{\rho} l_q^2 (M_j) * \tilde{x}^q, \quad (2.4.3)$$

где: \tilde{x}^q - значение собственного вектора ковариационной матрицы частных критериев; l_q – собственный вектор матрицы, соответствующий наибольшему собственному числу этой матрицы; l_q^2 – определяет веса (из условия $\sum_{q=1}^{\rho} l_q^2 = 1$) и свидетельствуют о сравнительной значимости частных критериев в смысле их влияния на блочный ИИ.

4. Определение значения сводного синтетического ИИ УПС.

Значение сводного синтетического интегрального индикатора ИИ УПС для каждого i – го строительного предприятия (сравнительная устойчивость) определяется по следующей процедуре.

Вычисляется взвешенное евклидово расстояние ρ_i до эталона (10;10; ... 10) в N - пространстве блочных индикаторов 2 - го уровня:

$$\rho_i = \sqrt{\sum_{j=1}^{m_0} \hat{S}_i * (\text{ИИ} - 10)^2}, \quad (2.4.4)$$

где: \hat{S}_i - нормированные неотрицательные веса каждого блока согласно выборочным дисперсиям из условия $\sum_{\rho=1}^{m_0} \hat{S}_i = 1$.

Численное значение сводного синтетического интегрального индикатора устойчивость строительного предприятия определяется по формуле:

$$\text{ИИ УПС}_i = 10 - \rho_i, \quad (2.4.5)$$

Интерпретация полученных результатов.

Полученные в результате построения значения сводного синтетического индикатора ИИ УПС_i является количественной оценкой устойчивости для i -го строительного предприятия, полученной в сравнении с другими предприятиями региона, отобранными для анализа предложений на рынке строительных услуг и решения иных задач. Оценки сравнительной устойчивости производственных систем получены в результате объективистского подхода к измерению синтетических латентных категорий качества и не содержат результатов субъективных мнений. Оценки выполняются для конкретного периода (года) t и требуют пересмотра в соответствии с полученными новыми результатами деятельности строительных предприятий. Динамика сравнительной устойчивости позволяет оценить состояние гомеостаза строительного предприятия как организационно-производственной системы, а также выявить «узкие места» и направления совершенствования деятельности за счет возможности детализировать анализируемое свойство в разрезе блочных индикаторов и частных критериев.

Смысловое и целевое назначения полученных результатов, представленных настоящим параграфе диссертационной работы, состоит в разработке методического подхода к определению количественной оценки состояния устойчивости на основе представления сжатой информации по результативности деятельности производственной системы. В том числе:

- обоснования способа определения состава и структуры предикторов устойчивого состояния производственной системы;
- метода количественной интегральной оценки устойчивости, как качественного состояния производственной системы;

- порядка определения численных значений показателей и параметров характеристик исследуемого эмерджентного свойства устойчивость.

Выводы по главе 2.

1. Анализ теоретических и научно-практических работ подтвердил мнение научного сообщества о том, что целостной разработки теоретических основ и практических методик количественной оценки эмерджентного свойства «устойчивость производственной системы» не разработано. Управление устойчивым состоянием строительных предприятий традиционно рассматривается сквозь призму прикладных целей исследования некоего набора организационно-технологических, экономических и других факторов, определяющих деятельность предприятия. Попытки количественной оценки устойчивости, как эмерджентного качества предприятия, не увенчались успехом.

Динамическая сложность эмерджентного свойства производственной системы - «устойчивость» потребовала от соискателя исследования аспектов устойчивости процесса строительного производства с точки зрения системного и статистического мышления, определившего методологический подход к определению устойчивости производственной системы. Теоретические и практические результаты получены в соответствии с объективистской теорией измерения качества и общей методологией измерения синтетических категорий с применением методов системного анализа, структуризации и классификации технико-экономической информации, экономико-статистических методов исследования.

2. Установлено, что устойчивая производственная система демонстрирует стабильные вариационные характеристики результатов деятельности во времени. Напротив, потеря устойчивого состояния сопровождается избыточной вариацией ряда показателей, как правило, в результате воздействия внешних причин.

Исследование аспектов динамики вариации результатов деятельности и строительного производства позволило соискателю теоретически обосновать способы мониторинга и регистрации потери производственной системой устойчивого состояния. Для регистрации качественного состояния производственной системы предлагается применять статистические методы фиксации оценки избыточной вариации показателей – индикаторов: результатов производственной деятельности, технической и технологической оснащенности строительного производства, организации и управления строительством.

3. Исследование устойчивости производственной системы потребовало систематизации оценочных показателей с точки зрения их применения в качестве индикаторов потери устойчивого состояния и критериев количественной оценки устойчивости. Решение проблемы структуризации и количественной оптимизации набора показателей найдено в соответствии с принципом первичности строительного производства и вторичности по отношению к нему системы управления. Соискателем определены составы основных оценочных показателей и дополнительных показателей, отражающих причинно-следственные связи динамики строительного производства.

Разработанный соискателем оригинальный метод мониторинга, анализа устойчивого состояния и регистрации потери устойчивости производственной системой базируется на статистике данных показателей-индикаторов деятельности строительного предприятия, с использованием инструмента контрольных карт. Для ранжирования состояния производственной системы по степени близости к потере устойчивого состояния установлены правила и допустимые пределы вариабельности оценочных показателей.

4. Предложенный соискателем метод количественной оценки сравнительной устойчивости производственных систем базируется на теории и математическом аппарате построения синтетических категорий качества. Численное значение сравнительной устойчивости, как латентной характеристики эмерджентного свойства (качества) производственной системы, определено в виде взвешенной суммы статистических сверток частных критериев результативности деятельности строительного предприятия. Веса каждого критерия определяются из условия максимизации информативности сводного синтетического интегрального показателя - устойчивость производственной системы. Объективистский подход к полученным оценкам позволяет ранжировать строительные предприятия для их отбора по критерию устойчивости производственной системы.

5. Смысловое и целевое назначения полученных во второй главе научных результатов состоит:

в предложенных методах определения качественного состояния и количественных характеристик устойчивости строительного предприятия, как многомерного эмерджентного свойства динамической производственной системы;

в разработке теоретической основы для проведения дальнейших исследований и разработки рациональных значений параметров организационно-технологической структуры управления, обеспечивающей гарантированный уровень устойчивости производственной системы в вероятностных условиях строительного производства.

6. Преимуществами разработанных соискателем методов качественной оценки устойчивого состояния производственной системы и количественной оценки сравнительной устойчивости производственных систем являются:

- единая информационная основа (показатели-индикаторы и критерии строительного производства) для оценки качественной и количественных аспектов устойчивости;

- разносторонность получаемых оценок собственной (качественная сторона) и сравнительной (количественная оценка) устойчивости строительного производства;

- наглядность представления получаемых результатов и относительная простота процедур их вычисления;

- многомерная оценка качественного состояния характеризует эмерджентное свойство в динамике развития строительного производства, что позволяет выявить диспропорции показателей результативности, приводящих к снижению устойчивости производственной системы.

Полученные научные результаты использованы соискателем для разработки методологии устойчивости производственных систем в вероятностных условиях строительного производства.

Глава 3. Моделирование устойчивости производственной системы в вероятностных условиях строительного производства.

§ 3.1. Концептуальная модель устойчивого состояния производственной системы.

Современные конкурентные условия, кризисные явления в экономике и общее снижение деловой активности оказывают влияние на саморегуляцию строительного предприятия как открытой организационно-производственной системы. Это достигается посредством скоординированных реакций управляющей и управляемой подсистем, направленных на поддержание динамического равновесия производства и хозяйствования, в результате которых обеспечивается устойчивость производственной системы.

Стремление производственной системы сохранить свое равновесное устойчивое состояние означает, что при различных внешних условиях оно должно осуществлять свою деятельность так, чтобы его состояние не вышло за ту границу допустимых параметров, при которой обеспечивается эффективное функционирование производственной системы. Таким образом, моделирование эмерджентного свойства производственной системы, которое понимается под термином «устойчивость», представляет собой оценку допусков варьирования планируемых показателей строительного производства. В соответствии с этим, динамика показателей строительного производства, как основной функции мультипроцесса строительного производства, рассмотрена соискателем в качестве предмета моделирования.

Традиционное представление математической модели принято в форме уравнений и (или) неравенств между переменными (факторами), характеризующими функционирование моделируемого показателя реальной системы. В большинстве работ [17, 135, 136, 141 и др.], исследователи представляют строительный процесс как функцию преобразования определенных состояний входных факторов X_1, \dots, X_n в соответствующий им результат Y_1, \dots, Y_n . В соответствии с воззрениями на природу и способы оценки устойчивости, исследователями предложены достаточно сложные для практического применения графоаналитические модели [141] и модели критического состояния теории катастроф [141], а также модели формирования факторного пространства. В классе моделей факторного анализа проблемами моделирования устойчивости остаются неопределенность измерителя и

скрытость причинных связей факторов, определяющих устойчивость производственной системы.

В целях упрощения практического применения и наглядности моделирования, соискателем предложено рассматривать устойчивость производственной системы как некую абстракцию эмерджентного свойства, изменяющегося в процессе строительного производства, в которой определяющие качественное состояние отношения и взаимосвязи показателей рассмотрены и устанавливаются с учетом допустимых пределов вариации статистического процесса. Данный подход к моделированию следует относить к области аналитического исследования, под которым понимаются действия с процессами или системой причин (свойств) их характеризующих, количественно оценивающих величины допустимых пределов динамики процесса, с целью улучшения или предупреждения ухудшения результатов в будущем. Уровень устойчивости производственной системы определяется в результате анализа вариации прогнозных результатов строительного производства, которые описываются определенным набором количественных показателей в том числе - продолжительностью строительства объектов, выполнения установленных объемов строительно-монтажных работ и других показателей.

Особенностью моделирования также является историческая основа данных оценки результатов деятельности производственной системы, в некотором роде предопределенных, и контрольные карты, как инструмент аналитического исследования. В данном аспекте контрольные карты выступают не только как инструмент мониторинга и анализа прогнозных показателей (см. § 2.3), а как некий инструмент моделирования, то есть формализации поведения процесса в планируемом периоде. Это позволяет достаточно просто и наглядно установить качественное состояние производственной системы, а также оценить возможности мультипроцесса, то есть провести моделирование допустимых параметров динамики строительного производства и ее соответствия изменяемой структуре производственной системы. Предложенные соискателем статистические процедуры предполагают получение достаточной информации для индуктивного вывода об устойчивом (либо неустойчивом) состоянии производственной системы в текущих и прогнозируемых условиях.

Концептуальная модель устойчивости может быть представлена в виде системы требований к устанавливаемым целям процесса (значениям

прогнозируемых показателей \tilde{X}_i) по недопущению их излишней вариабельности, регистрируемой \bar{X} – картами за пределами интервала, определяемого величиной некоторого критического расстояния $\pm\Delta$ от среднего значения за ряд предыдущих периодов наблюдения.

$$\tilde{X} = \{\tilde{X}_1, \tilde{X}_2, \dots, \tilde{X}_i, \dots, \tilde{X}_n\} \quad (3.1.1)$$

$$\tilde{X}_i \Rightarrow \left\{ X_i / \begin{array}{l} X_i \leq \bar{X}_i \pm \Delta \\ X_i > \bar{X}_i \pm \Delta \end{array} \right\} \quad (3.1.2)$$

Значение Δ определяется из условия минимизации дисперсии в соответствии с квадратичной функцией потерь: в окрестности цели средние потери на единицу продукции пропорциональны квадратичному отклонению от номинала процесса, под которым понимается задаваемая и контролируемая в процессе управления величина среднего. Следует особо отметить, что цели статистического процесса изменения динамики показателей результативности не адекватны целям производственной системы. Цель процесса - это такое значение прогнозируемого к достижению показателя, при котором ожидаемое среднее минимизировало дисперсию данных и было бы как можно ближе к желаемому среднему значению (номиналу процесса), устанавливаемому с учетом целей производственной системы. В технической литературе сознательное планируемое изменение среднего значения статистического процесса на желаемое среднее называется «установкой процесса на номинал» - N_i . Будем придерживаться этого термина.

Напомним, что установка целей производственной системы рассматривается с точки зрения выполнения обязательств перед заказчиками, государством, трудовым коллективом и собственниками. Поэтому при средней величине какого - либо показателя за ряд лет, например, выработки на одного рабочего в размере 2,5 млн. руб. в год, неоправданно и неэффективно (с точки зрения обеспечения устойчивого состояния производственной системы) прогнозировать значение в размере 3,2 млн. рублей в год. Эта величина может быть определена в качестве целеполагания, целью процесса может быть принят номинал, величина которого определяется средним значением в сумме, например, 2,7 млн. рублей в год. При этом для устойчивого состояния производственной системы допускаются ежегодные колебания значений

(определяются расчетами) в размахе, например, от 2,2 до 3,2 млн. руб. в год. Таким образом, процесс моделирования устойчивого состояния производственной системы представляет собой итерационные процедуры заданий номинала (желаемого среднего процесса), величин прогнозных показателей, расчета ожидаемого среднего значения, проверки статистической управляемости процесса.

Моделирование устойчивого состояния производственной системы должно быть выполнено для всех основных показателей – регистраторов, а также для связанных с ними дополнительных показателей, состав которых определяется в соответствии с целями производственной системы и их взаимосвязкой (например - табл. 3.1.1). Имеют место быть три случая.

1. Производственная система находится в устойчивом состоянии. Цели процесса не изменяются.

Известно, что нарушение равновесного состояния производственной системы и неопределенность ее будущего развития значительно возрастают в точках бифуркации - точках разветвления возможных путей развития системы. Вне зоны двухсигмовых допусков вероятность возникновения точек бифуркации значительно возрастает [136].

С учетом этого, безопасными пределами вариации показателей соискателем предложено считать двухсигмовые отклонения от средней величины показателя за ряд лет, в течение которых процесс демонстрирует статистическую управляемость. Величина гарантированно допустимых пределов интервалов вариабельности показателей устойчивости производственной системы установлена в пределах варьирования $\Delta = \pm 2\sigma$.

Прогнозируемое значение показателей результативности $Xi_{прогн}$ при условии сохранения статистической управляемости процесса определяется из условия:

$$\bar{X}i - 2\sigma < Xi_{прогн} < \bar{X}i + 2\sigma \quad (3.1.3)$$

После задания прогнозных значений (моделирования) основных показателей - индикаторов результативности выполняют следующие процедуры:

- на контрольные $\bar{X}m\bar{R}$ -карты наносят прогнозные значения, рассчитывают средние величины с учетом динамики показателей и средние скользящие

размахи, обновляют контрольные пределы, после чего выполняется проверка статистической управляемости для каждого статистического процесса;

- делаются выводы о возможной потере устойчивости производственной системы при прогнозных показателях (в соответствии с правилами, приведенными в §2.3);

- в случае установления потери статистической управляемости, прогнозное значение для такого показателя – индикатора результативности следует изменить, учитывая тип взаимосвязи показателя с устойчивостью производственной системы (табл. 2.4.1), в меньшую или большую стороны от первоначально установленной величины, пересчитать значения вариационных характеристик и повторно выполнить проверки.

Проверка на статистическую управляемость процесса с учетом данных прогноза гарантирует сохранение устойчивого состояния производственной системы в прогнозируемом периоде при условии отсутствия воздействия неопределенных внешних причин.

2. Производственная система находится в устойчивом состоянии. Цели процесса изменяются.

Под установкой (сознательным изменением) цели процесса понимаются плано-расчетные процедуры установления прогнозных значений некоторых из показателей таким образом, чтобы среднее значение процесса возрастало или убывало в зависимости от организационно-технических задач, решаемых производственной системой в конкретной сложившейся ситуации строительного производства. При этом, обязательным условием является сохранение устойчивого состояния производственной системы. Как правило, результат может быть получен в течение нескольких плановых периодов. Речь идет не об одноразовом воздействии, а о планомерной реализацией технической политики производственной системы. Помимо установленного прогнозного значения важно получить отклик в виде результата деятельности, проанализировать его, внести корректировки. Например, повышение среднего (не конкретно прогнозируемого на будущий период) значения выработки при сохранении стабильной средней величины производственной загрузки покажет действенность мероприятий по итогам второго года работы.

Поскольку прогнозируемое значение показателя с точки зрения статистического подхода является единственным измерением установленной

цели процесса ($n=1$), значение контрольного предела обеспечения управляемости для такого $X_{i\text{прогн}}$ принимается $\Delta = 1,44\sigma(X)$:

$$\bar{X}_i - 1,44\sigma < X_{i\text{прогн}} < \bar{X}_i + 1,44\sigma \quad (3.1.4)$$

Аппроксимация квадратичной функции потерь (в нашем случае – дополнительных расходов) $MSD_{X_{i\text{прогн}}}$ в окрестности измененной цели пропорциональны квадратичному отклонению показателя от номинала:

$$MSD_{X_{i\text{прогн}}} = \{ \sigma^2_{X_i} + (\bar{X}_i - N_i)^2 \} \quad (3.1.5)$$

Из зависимости 3.1.5. следует, что процедура моделирования на номинал является критерием эффективности установки цели процесса. Когда среднее процесса (по факту) будет близко к номиналу, то и среднеквадратичное отклонение будет меньшим по значению. Таким образом, организацию производственных процессов, техническое обеспечение и другие показатели результативности необходимо осуществлять с учетом обеспечения достижения значений основных показателей наиболее близких к номиналу. Основным правилом эффективной установки цели статистического процесса является учет зависимости между объемом и вариационными показателями данных и профессиональным принятием решения при их интерпретации в качестве номинала.

Порядок моделирования устойчивого состояния производственной системы в случае профессиональной корректировки цели процесса включает:

Установку центральной линии X - карты в соответствии с номиналом.

Обозначение на карте значений двухсигмовых интервалов в соответствии с прошлыми (до установления прогнозного значения) $\sigma(X_i)$.

Наносятся на карту прежние и прогнозируемое значение $X_{i\text{прогн}}$. Для обновленного процесса рассчитываются вариационные характеристики: среднее, средний скользящий размах \overline{mR} и $\sigma(X_{i\text{прогн}})$.

От новой средней линии X карты наносятся контрольные пределы $1,44\sigma(X_{i\text{прогн}})$. Контролируется невыход значения $X_{i\text{прогн}}$ за установленные пределы.

Если условие 3.1.4 соблюдено, можно полагать, что управляемость процесса соблюдена, производственная система сохранит устойчивое состояние. В противном случае необходимо откорректировать величину номинала процесса и (или) значения прогнозируемых показателей.

Моделирование устойчивого состояния производственной системы в условиях действия (последствиях воздействия) внешних причин.

Строительное предприятие - сложная динамичная открытая производственная система, для которой точно предсказать результаты реальных производственных процессов невозможно в принципе. Для практики же достаточно предсказать возможные результаты и их последствия с определенной степенью уверенности, чтобы принять рациональные оправданные организационно-технические решения. Как и во всяком другом производстве, в строительстве значительное количество проблем создают внутренние причины и неувязки, определяющие естественную вариацию строительного процесса, как правило, регулируемые известными управленческими способами. Эту вариация представляет собой «шум системы» и в диссертационной работе не рассматривается. Наибольшие, по воздействию на производственную систему, проблемы вызываются внешними, заранее слабо предсказуемыми причинами, поскольку они по определению неуправляемы. Тем не менее, воздействие таких причин фиксируется избыточной вариацией результирующих показателей, свидетельствующей о возможной потере устойчивого состояния. Рассмотрим случаи, когда в силу воздействия внешних причин производственная система вынуждена прогнозировать некоторые показатели результативности, отличающиеся от средних значений величин более чем на $\pm 2\sigma$.

Заключение о возможной потере устойчивости производственной системой при прогнозируемых показателях $\Delta > 2\sigma(X)$ возможно в случаях:

- выхода одной точки за трехсигмовые пределы обновленной контрольной карты;
- выхода хотя бы двух из трех последовательных точек, лежащих по одну сторону от центральной линии за двухсигмовые пределы.

3.1. Отклонения прогнозируемого показателя от среднего значения составляют более 3σ .

$$\bar{X}_i - 3\sigma > X_{i\text{прогн}} > \bar{X}_i + 3\sigma \quad (3.1.6)$$

Условие моделирования 3.1.6 для основных показателей результативности строительного производства свидетельствует о потере статистической управляемости процесса. Прогнозирование результатов в значениях, превышающих контрольные пределы управляемой вариации процесса для показателей производственной загрузки рассматривается как признак потери устойчивости производственной системой.

Моделирование устойчивого состояния производственной системы в условиях значительного дефицита или, наоборот, излишних неиспользуемых производственных мощностей потребует неоправданных затрат для реализации мероприятий организационно-технического характера в целях приведения результирующих показателей деятельности производственной системы к прежнему управляемому статистическому процессу. (см. зависимость 3.1.5). В данном случае использование для моделирования устойчивого состояния накопленных статистических данных не представляется возможным.

Если же избыточную вариацию демонстрируют лишь некоторые дополнительные показатели результативности, моделирование устойчивого состояния возможно. Это решается на основании принимаемых решений по обеспечению сбалансированности запасов в строительном производстве: мощностных, технических, кадровых, а также приведения организационной структуры предприятия в соответствие поставленным задачам.

3.2. Моделирование устойчивого состояния производственной системы для случаев прогнозирования результатов в пределах, установленных от средних значений на величину от двух до трех среднеквадратических отклонений (3.1.7 и 3.1.8), требует для принятия решения оценки запаса устойчивости производственной системы.

$$\bar{X}_i - 3\sigma < X_{i\text{прогн}} < \bar{X}_i - 2\sigma \quad (3.1.7)$$

$$\bar{X}_i + 2\sigma < X_{i\text{прогн}} < \bar{X}_i + 3\sigma \quad (3.1.8)$$

Гомеостаз производственной системы определяется наличием внутрисистемных резервов: основных фондов, производственных мощностей, организации производства и труда. Практический и научный интересы к отысканию путей рационального использования внутрисистемных резервов

производственной системы обусловлены не только практической потребностью, но также известным положением синергетики о том, что в сильно неравновесных условиях системы начинают воспринимать те факторы, которые не восприняли бы как существенные в более равновесном состоянии.

Однако, определить долю или вклад каждого из резервов обеспечения устойчивого состояния производственной системы в конкретных условиях технологии и организации производственных процессов и воздействия внешних причин невозможно. Тем не менее, исследование статистики потерь устойчивости строительными предприятиями при значительных вариациях показателей-индикаторов результативности позволяет решить проблему оценки общей величины резерва устойчивого состояния. Для таких случаев моделирования, соискателем разработан метод вероятностной оценки устойчивости производственной системы, изложенный в § 3.2 диссертации.

Таблица 3.1.1

Взаимоувязка показателей результативности функционирования производственной системы в процессе моделирования его устойчивого состояния (на примере показателей оценки производственной загрузки)

| Шаг моделирования | Индикатор (моделируемый показатель) | Действия при значениях вариации процесса: | | |
|-------------------|--|---|---|--|
| | | ниже нижнего предела | в установленных пределах | выше верхнего предела |
| | | $X < \bar{X}_i - 2\sigma$ | $\bar{X}_i - 2\sigma < X < \bar{X}_i + 2\sigma$ | $X > \bar{X}_i + 2\sigma$ |
| 1 | Уровень соответствия производственной загрузке потенциалу производственной системы | Проверка вариации: - выработка на одного работающего (СС и ГП). Установка целей: рационального уровня ОПФ, механовооруженности труда, специализации, системы управления и численности работающих | Проверка вариации других процессов в рамках моделирования устойчивости производственной системы | Проверка вариации: - выработка на одного работающего (СС и ГП); - продолжительность строительства объектов (выполнения работ). Установка целей по допустимому росту ОПФ, механовооруженности труда и численности работающих |
| 2 | Уровень соответствия договорным срокам строительства объектов (выполнения работ) | Анализ возможности сокращения сроков строительства (работ) против нормативных (договорных) | - | Анализ целесообразности продолжительности сроков строительства (работ) против нормативных (договорных) |
| 3 | Выработка на одного работающего собственные силы | Установка целей: рационального уровня механовооруженности, специализации, численности работающих | Проверка вариации: выработка на одного работающего (генподряд) | Установка целей: рационального уровня механовооруженности, специализации, численности работающих |
| 4 | Выработка на одного работающего по генподряду | Установка целей: рационального уровня механовооруженности, специализации, численности работающих | Проверка вариации: выработка на одного работающего (собственные силы) | Установка целей: рационального уровня механовооруженности, специализации, численности работающих |

§ 3.2. Моделирование количественной оценки устойчивого состояния производственной системы.

В деятельности производственной системы важно не только установить его качественное состояние, но и величину «запаса прочности» устойчивости при значительных величинах отклонений запланированных показателей строительного производства от их среднестатистических значений в предыдущие периоды. Процесс строительного производства сложен, точно предсказать его результаты невозможно. Установлено, что управляемость строительного производства характеризуется вариацией показателей - индикаторов результативности в пределах плюс-минус три сигма-единицы. В обычной практической деятельности устойчиво функционирующей производственной системы дополнительной проверки, как правило, не требуется. Проблема определения «запаса прочности» устойчивого состояния производственной системы приобретает остроту при значительных изменениях производственной загрузки, как роста, так и снижения. Наиболее адекватным показателем для таких оценок соискателем предложена вероятность потери производственной системой устойчивости.

Такая постановка задачи приводит к рассмотрению устойчивости производственной системы с точки зрения моделирования эмерджентного свойства с дискретной природой, принимающей два крайних состояния: потеря устойчивости – 1 (интересующее событие) и обеспечения устойчивого состояния – 0 (отсутствие интереса к событию).

Для моделирования таких ситуаций используются модели класса бинарного выбора [22, 86, 33, 121]. В нашем случае, задачей диагностики бинарной классификации является установление вероятности потери производственной системой устойчивости в области пограничных значений показателей строительного производства. Под пограничными значениями будем понимать величины показателей строительного производства в интервалах значений, отстоящих от средних значений на величины от $+2\sigma$ до $+3\sigma$ и от -2σ до -3σ . Это - как раз такие интервалы вариации показателей, в которых не гарантирована статистическая управляемость процесса и соответственно, устойчивое состояние производственной системы. Известно, что трехсигмовые пределы обеспечивают некий баланс между двумя видами ошибок при интерпретации данных: ошибок ложных тревог и ошибок пропуска сигналов.

Для производственной системы важно сохранить устойчивость, с другой стороны, всегда разумно оценить возможности более полного использования мощности производственной системы. Такие оценки могут быть получены на основе предложенного соискателем вероятностного метода моделирования устойчивого состояния производственной системы. Наибольший практический интерес вызывает оценка запаса устойчивости в случае прогнозирования основных показателей результативности производственной системы в интервале допустимых пограничных значений, тогда, когда некоторые из прогнозируемых дополнительных показателей демонстрируют излишнюю вариабельность (потерю управляемости процесса), однако, в силу ряда производственных и организационных причин, изменение их прогнозных значений нежелательно. Как правило, это связано с рассмотрением вариантов планирования показателей прироста или снижения производственной загрузки в прогнозируемый период, значительных по величинам, но не критичных, то есть таких, для которых контрольные карты немедленно не сигнализируют о явной угрозе потери устойчивого состояния.

Теоретическую основу разработанного соискателем метода составляют теория вероятностей и методы математической статистики, в частности методы бинарной классификации объектов (признаков).

Вероятность наступления события, в нашем случае - потери производственной системой устойчивости $Y_i = 1$, описывается моделью бинарного выбора:

$$P(Y_i = 1 | x_i) = F(z), \quad (3.2.1)$$

Вероятность второго исхода (сохранение устойчивого состояния) определяется по формуле:

$$P(Y = 0 | x_i) = 1 - F(z), \quad (3.2.2)$$

Функция $F(z)$ представляет собой оценку наступления события потери устойчивости, может принимать значения из интервала $]0,1[$ и основывается на логистической функции распределения:

$$F(z) = \frac{1}{1 + e^{-z}}, \quad (3.2.3)$$

где: e – основание натурального логарифма; $Z = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_m X_m$ - линейная комбинация факторов – регистраторов устойчивого состояния строительного предприятия.

Для бинарной модели, количество информации, содержащейся в вероятности $P(Y=1)$ равна количеству информации, содержащемуся в показателе «отношение шансов» (odds ratio – OR):

$$OR = \frac{P(Y=1)}{P(Y=0)} \quad (3.2.4)$$

OR есть не что иное, как оценка шансов потери производственной системой устойчивости для случаев, прогнозирования результирующих показателей строительного производства в пограничных интервалах допустимой вариации, то есть решение поставленной задачи.

Нахождение оптимальных параметров вектора B определяются, например, последовательными итерациями градиентных методов с применением методов максимального правдоподобия или метода наименьших квадратов с использованием взвешивания элементов выборки по известному алгоритму, например, Ньютона-Рафсона [86, 121] или в результате построения математической модели нейронной сети [80, 24].

Разработанный соискателем метод количественной оценки устойчивости следует относить к классу прикладных вероятностных методов, предусматривающих выполнения действий с некоторыми ограниченными данными, действующими внутри определенных рамок. Методы анализа и моделирования устойчивого состояния производственной системы, ранее предложенные соискателем для общих случаев, относятся, наоборот, к классу аналитических исследований, в результате которых устанавливаются рамки действия с процессами и причинами, определяющими предельные значения характеристик изменения качественного состояния производственной системы. Несомненным преимуществом разработанных методов исследования устойчивости производственной системы, как аналитических, так количественных, является единая информационная база. Тем не менее, для решения задачи вероятностной оценки устойчивости потребуются некоторым образом уточнить (конкретизировать) способ регистрации потери устойчивости.

В § 2.2 показано, что потеря производственной системой устойчивости, определенная путём регистрации избыточной вариации показателей - индикаторов результативности строительного производства на основе контрольных карт и установленных правил, ограничена трехсигмовыми пределами их вариации. Предложенный соискателем способ количественной

оценки потери устойчивости при моделировании устойчивого состояния ограничивается случаями вариации прогнозных показателей от двух до трех среднеквадратических отклонений от среднего значения. Для этого, в целях придания большей контрастности описываемой процедуре бинарной классификации, под признаками потери устойчивости (возможно, частичной) будем также понимать также зарегистрированные факты локальных срывов в достижении целей предприятия. А именно:

- неоднократное (в течение года) невыполнение установленных договорами объемов работ и сроков строительства, приведших к штрафным санкциям со стороны заказчиков, и потере репутации надежного исполнителя;
- убытки по результатам строительного производства, просроченная задолженность по налогам и обязательным платежам в бюджеты всех уровней, арест или принудительное списание денежных средств с банковских счетов;
- невыплата заработной платы работникам в течение трех месяцев и более, значительный рост текучести кадров (уменьшение величины коэффициента устойчивости кадров) более чем на 30% по сравнению с предыдущим периодом.

В результате принятых допущений достигается необходимая статистическая выборка качественно различающихся данных моделируемой функции – устойчивости производственной системы.

3.2.1. Информационная база моделирования количественной оценки устойчивости производственной системы.

Формирование исходных данных предусматривает подготовку двух групп Y_+ и Y_- фиксаций качественного состояния производственной системы для случаев значительного, но принципиально, статистически допустимого изменения производственной загрузки (от 2 до 3 сигма-единиц). Индексы плюс и минус при Y указывают направленность развития производственной системы (рост или снижение объемов строительного производства). Из общего количества наблюдений Y_+ и Y_- некоторые зафиксировали потерю устойчивости (1) по дополнительным признакам, указанным выше, а, некоторыми – сохранение устойчивое состояние строительного предприятия (0). Поскольку принципиальных различий для построения модели для групп наблюдений Y_+ и Y_- нет, в изложении построения модели от признаков роста/снижения (+/-), по мнению соискателя следует отказаться.

Каждому отклику Y соответствует n числовых значений X_i апостериорных факторов – показателей результативности строительного производства. Их может быть достаточно много, как было показано в предыдущих разделах диссертации. Тем не менее, соискатель считает достаточным остановиться на следующем составе показателей:

- коэффициент соответствия производственной загрузки потенциалу производственной системы (X_1);
- уровень специализации (X_2);
- выработка в расчете на одного рабочего (X_3);
- устойчивость численности персонала (X_4);
- прибыль в расчете на одного работника (X_5).

3.2.2. Объем и структура исходных данных.

В научной литературе приводятся следующие рекомендации для определения достаточного объема выборки и числа предикторов в модели: при относительно равномерном распределении данных, необходимо не менее 10 наблюдений на 1 предиктор [121]. Таким образом, для корректной классификации отклика с учетом настройки весов пяти предикторов потребуется подготовить данные для не менее 50 описаний качественного состояния производственной системы, что вызывает значительные затруднения. Снижение количества описаний может быть достигнуто последовательным построением однофакторных логистических моделей. В результате объем выборки может быть уменьшен 15-20 наблюдений. При этом количество фактов потери устойчивости, должно составлять не менее трети от общего количества наблюдений. Структура исходных данных для вероятностной оценки устойчивости производственной системы представлена в табл. 3.2.1.

Таблица 3.2.1.

Структура данных для построения логистической регрессии

| Строительное предприятие | Предикторы – показатели организационно-технического состояния строительного производства | | | | | Переменная отклика |
|--------------------------|--|----------|----------|----------|----------|----------------------------------|
| $1 < i < n$ | X_1 | X_2 | X_3 | X_4 | X_5 | Потеря устойчивости $Y_i = 1$ |
| 1 | X_{11} | X_{12} | X_{13} | X_{14} | X_{15} | 1 |
| 2 | X_{21} | X_{22} | X_{23} | X_{24} | X_{25} | 0 |
| ... | | | | | | |
| n | X_{n1} | X_{n2} | X_{n3} | X_{n4} | X_{n5} | 1 |

3.2.3. Алгоритмы и программные средства

Алгоритмы расчета логистической регрессии реализованы в ряде программных продуктов статистического анализа, таких как: SPSS, R, Statistica, VSTAT и других. Несмотря на различия в программных продуктах методических подходов к построению бинарного классификатора (минимизация эмпирического риска, байесовская классификация) и используемых способов настройки весов критериев (максимального правдоподобия, градиентного спуска, итерационного метода наименьших квадратов, построения нейронной сети), оценивание отклонения вероятностей моделируемой функции – устойчивости производственной системы от его истинного значения (3.2.5) показывает высокую точность [15]. В использованном соискателем ПП VSTAT, построение логистической регрессии рассматривается как частный случай линейной регрессии, где зависимая переменная - устойчивость строительного предприятия (Y) связана с критериями - показателями результативности (X_j) зависимостью:

$$y = \text{logit}^{-1}(z) + \varepsilon = \frac{1}{1 + \exp(-z)} + \varepsilon, \quad (3.2.5)$$

где

$$z = b_0 + \sum_{j=1}^n b_j x_j \quad (3.2.6)$$

Оптимальные параметры моделируемой функции подбираются последовательно с помощью итерационного метода наименьших квадратов с использованием взвешивания элементов выборки (алгоритм Ньютона-Рафсона). После получения вектора оценок параметров \mathbf{b} , расчетные значения зависимой переменной $Z = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_m X_m$ принимают значения в интервале]0,1[. Порог отсечения итераций выбирается из условия минимизации ошибок моделирования 1 и 2 рода.

Под ошибкой первого рода (FN - False Negatives) понимаются фактические данные, классифицированные как 1 (единица), определенные по модели как 0 (ноль). То есть под ошибкой первого рода является классификация согласно полученной модели сохранения устойчивого состояния производственной системы, тогда как фактически зафиксирована ее потеря.

Под ошибкой второго рода (FP – False Positives) понимаются фактические данные, классифицированные как 0 (ноль), определенные по модели как 1

(единица). В данном случае, наоборот: потеря устойчивости по модели определена для случая фактически устойчивого состояния производственной системы.

3.2.4. Оценка качества моделирования

Для оценки качества моделирования вероятности сохранения (потери) производственной системой устойчивости используют введенные понятия:

- верно классифицированные как 1 (потеря устойчивости) фактические данные и определенные по модели (TP – True Positives);

- верно классифицированные как 0 (сохранение устойчивого состояния) фактические данные и определенные по модели (TN – True Negatives);

- доля истинно положительных примеров (TPR) определяется:

$$TPR = \frac{TP}{(TP+FN)} \quad (3.2.7)$$

- доля ложно положительных примеров (FPR) определяется:

$$FPR = \frac{FP}{(TN+FP)} \quad (3.2.8)$$

В качестве критериев оценки качества предсказательной способности модели рассматривают такие понятия, как «чувствительность» и «специфичность».

«Чувствительность» (*Se* - Sensitivity) модели – определяется как доля истинно положительно предсказанных случаев:

$$Se = \frac{TP}{(TP+FN)} * 100\% \quad (3.2.9)$$

«Специфичность» (*Sp* - Specificity) модели – определяется как доля истинно отрицательных случаев, которые были правильно идентифицированы моделью:

$$Sp = \frac{TN}{(TN+FP)} * 100\% \quad (3.2.10)$$

Оценка качества построенной модели заключается в оценке компромисса между «чувствительностью» и «специфичностью». Для этого строится ROC-кривая (Receiver Operating Characteristic). Точка отсечения определяется как точка пересечения кривых «Чувствительность» и «Специфичность» модели (иллюстрация приведена на рис. 3.2.1). Площадь под кривой, называемая индексом согласованности является оценкой предсказательной силы модели.

Предсказательная сила модели количественно оценивается с применением метода трапеций:

$$S_{roc} = \sum \frac{[X_{i+1} + X_i]}{2} * (Y_{i+1} - Y_i) \quad (3.2.11)$$

Чем больше площадь под кривой, тем лучше предсказательная сила модели. В литературе, например [156], приводится достаточно условная классификация (табл. 3.2.2) для оценки качества модели в зависимости от полученного значения площади под ROC-кривой:

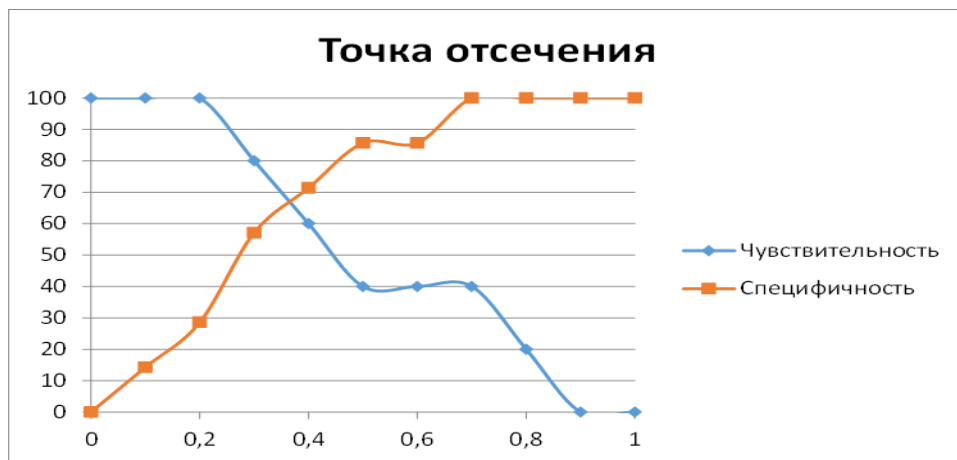
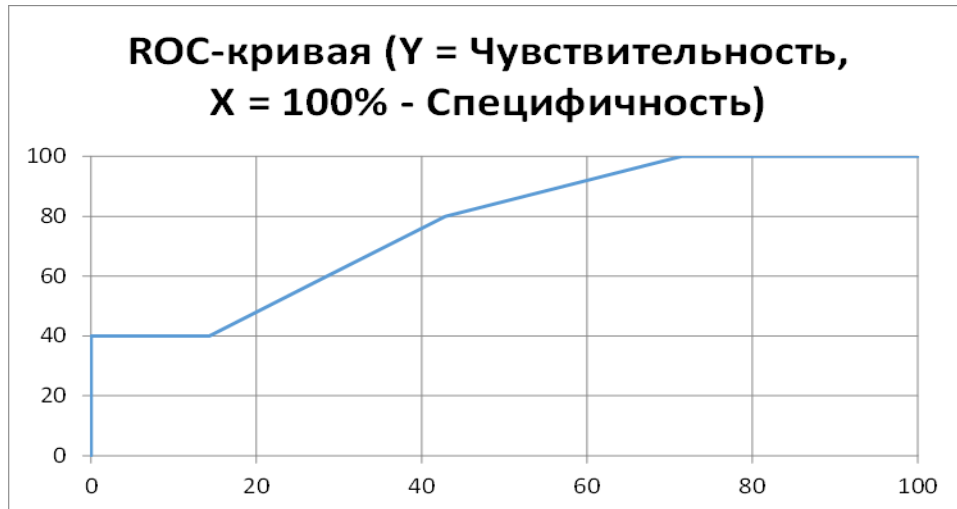


Рис. 3.2.2. Иллюстрация определения точки отсечения.

В идеале, модель должна обладать 100% «чувствительностью» и «специфичностью». Однако на практике этого достичь невозможно, о чем свидетельствует разнонаправленность оценок качества построенной модели. (рис. 3.2.2).

Таблица 3.2.2.

Классификация оценок качества предсказательной силы модели бинарной классификации

| Интервал значений площади под ROC- кривой: | Качество модели: |
|---|------------------|
| 90-100% | отличное |
| 80-90% | очень хорошее |
| 70-80% | хорошее |
| 60-70% | среднее |
| 50-60% | плохое |

На практике оценка качества построенной логистической модели должна преследовать одну из двух стратегий. Оценивается предсказательная способность потери устойчивости – выбор за чувствительностью. Требуется большая уверенность в оценке устойчивого состояния - преимущество за оценкой специфичности.

3.2.5. Оценка вероятности устойчивого состояния производственной системы и интерпретация полученного результата.

Необходимо отметить, что для настоящего исследования основным результатом является определение величины «запаса прочности» производственной системы в виде оценки вероятности наступления случая потери устойчивости при прогнозировании показателей строительного производства в зонах предельных значений на определенный период. Проиллюстрируем это на примере построения однофакторной модели для оценки вероятности потери устойчивости при значительных изменениях (в данном случае – снижении) производственной загрузки.

По данным наблюдений состояния производственной системы зафиксированы случаи потери устойчивости (функции отклика присвоено значение - 1). Также имеется набор соответствующих оценок показателей результативности деятельности производственной системы, из которых отобраны данные о соответствии производственной загрузки потенциалу предприятия (Приложение №12), использованные соискателем для построения модели логистической регрессии.

Параметры бинарной классификации Z определены с применением программы VSTAT, реализующей алгоритм метода наименьших квадратов с использованием взвешивания элементов выборки (Ньютона-Рафсона). Модель

искомой функции определена в виде уравнения (3.2.12), протокол расчета, фрагмент которого приведен в табл. 3.2.3, показывает, что построенная модель значима с уровнем вероятности 0,85.

$$Z = 24,792 - 30,037X \quad (3.2.9)$$

Определение параметров $\beta_0 = 24,792$ и $\beta = - 30,037$ в данном примере является искомым результатом и используется для расчетов вероятности потери производственной системой устойчивости по формуле 3.2.2.

Таблица 3.2.3

Фрагмент протокола расчета модели логистической регрессии для фактора «Уровень соответствия производственной загрузки потенциалу производственной системы»

| Переменная | Коэффициент | Среднекв. отклонение | t- значение | Нижняя оценка | Верхняя оценка | Эластичность | Бета- коэф-т |
|---|-------------|----------------------|-------------|---------------|----------------|--------------|--------------|
| Св. член | 24,792 | 8,145 | 3,044 | 12,095 | 37,489 | 0,000 | 0,000 |
| x1 | -30,037 | 9,734 | -3,086 | -45,210 | -14,864 | -60,453 | 1,132 |
| Критическое значения t-распределения при 10 степенях свободы (p=85%) = +1.559 | | | | | | | |

Из данных протокола ROC-анализа (фрагмент приведен в табл. 3.2.4) следует, что качество построенной однофакторной модели может быть признано хорошим. Площадь под ROC-кривой составляет 77,1% (полностью протокол приведен в Приложении __).

Таблица 3.2.4

Фрагмент протокола ROC-анализа модели логистической регрессии для фактора «Уровень соответствия производственной загрузки потенциалу производственной системы»

| ROC-анализ | | | |
|-----------------|------------------|---------------|----------------------|
| Точка отсечения | Чувствительность | Специфичность | 100% - Специфичность |
| 0 | 100,0 | 0,0 | 100,0 |
| 0,1 | 100,0 | 14,3 | 85,7 |
| 0,2 | 100,0 | 28,6 | 71,4 |
| 0,3 | 80,0 | 57,1 | 42,9 |
| 0,4 | 60,0 | 71,4 | 28,6 |
| 0,5 | 40,0 | 85,7 | 14,3 |
| 0,6 | 40,0 | 85,7 | 14,3 |
| 0,7 | 40,0 | 100,0 | 0,0 |
| 0,8 | 20,0 | 100,0 | 0,0 |
| 0,9 | 0,0 | 100,0 | 0,0 |
| 1 | 0,0 | 100,0 | 0,0 |

Рекомендуемая точка отсечения = +0.367;
площадь под ROC-кривой (0 - 100) = +77.1

В иллюстрирующем примере прослеживается выбор в пользу предсказательной способности модели.

В соответствии с прогнозируемым для производственной системы значения производственной загрузки (в диапазоне пределов варибельности показателя от 2 до 3 сигма - единиц) на прогнозируемый период определяется расчетное значение вероятности потери устойчивости $P(Y_i = 1 | x_i)$, которое соотносится с устанавливаемым пороговым значением. Например, $P_{max} = 0,6$ - установленная максимально допустимая величина вероятности потери устойчивости. Это значение свидетельствует о том, что производственная система готова проводить умеренно-рискованную стратегию развития: оценка шансов потери устойчивости – три к двум ($OR = 3/2$). В соответствии с избранной стратегией развития предприятия оцениваются прогнозные варианты производственной загрузки и принимаются необходимые управленческие решения. В рассмотренном примере, предельное (минимальное допустимое) значение уровня производственной загрузки $X_{np\ min} = 0,812$ определяется решением уравнения 3.2.2 для значения $P_{max} = 0,6$.

Предложенный способ позволяет количественно оценить риск потери устойчивости при планировании строительного производства в условиях значительных вариаций производственной загрузки предприятия. Например, прогнозирование строительного производства на уровне 0,8 от величины от значения потенциала производственной системы повышает вероятность потери устойчивости до значения 0,688 (оценка шансов 2,2 к одному), что является неприемлемым решением.

Построение многофакторных регрессионных логистических моделей выполняется аналогично рассмотренному выше, посредством нахождения коэффициентов многомерного вектора $Z = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_m X_m$. Доля вклада каждого фактора в суммарное влияние на устойчивость производственной системы оценивается по значениям дельта-коэффициентов. Для устранения различий в измерении и степени варибельности факторов используется бета-коэффициенты (коэффициенты регрессии в стандартизованном виде). Бета-коэффициент показывает, на какую часть величины среднего квадратичного отклонения изменяется среднее значение зависимой переменной при вариации соответствующей независимой переменной на одно среднее квадратическое отклонение и фиксированном на постоянном уровне значении остальных

независимых переменных. Дельта- и бета- коэффициенты, являются необходимыми показателями для интерпретации результатов построения многофакторной регрессии, их расчет предусмотрен каждым современным пакетом прикладных программ для обработки статистических данных.

Разработанный соискателем метод количественной оценки и моделирования устойчивого состояния производственной системы с использованием инструмента логистической регрессии, основные положения которого изложены в настоящем параграфе диссертационной работы, решает важную задачу - оценку величины пределов параметров строительного производства, необходимость изменения которых вызвана значительными вариациями показателей результативности строительного производства. Иными словами, найден метод решения задачи оценки допустимых соотношений между шириной поля допуска и вариацией показателей при гарантированном сохранении устойчивого состояния производственной системы.

Практики строительства полагают, что отклонение моделируемой величины показателей - индикаторов в большую сторону потенциально повышает мотивацию производственной системы к переходу на более высокий производственный уровень, и, наоборот, значительные отклонения в меньшую сторону рассматривается как угроза стагнации производства. Полученные соискателем результаты свидетельствуют, что это не так: вероятность потери производственной системой устойчивости зависит от величины, но зависит от направленности вариации показателей. Соискатель согласен с А.О. Недосекиным [119] в том, что оба варианта имеют изъяны и сопряжены с вероятной потерей устойчивости: «Круг оскудения порочен потому, что он ведет организацию к разорению, к прекращению жизнедеятельности. Круг роста благосостояния порочен тем, что имеет свои пределы роста, и можно подойти к этим пределам по-разному». Вариация всегда порождает дополнительные затраты. Вопрос лишь в том, достаточный ли запас устойчивости имеет строительное предприятие и имеются ли у него возможность использования маневрирования ресурсами.

Стратегию развития производственной системы принято рассматривать с точки зрения «воспроизводства базы отношений» по правилам положительной обратной связи. В случае роста его производственной загрузки, воспроизводство устойчивости производственной системы идет по правилам положительной обратной связи: больше заказов (большая производственная загрузка) - больше

результата - больше эффекта – больше ресурса для развития и обеспечения устойчивости. Рассмотрению подлежит рациональность принимаемых управленческих действий по согласованию мощностей производственной и организационной подсистем строительного предприятия. Рекомендации по обеспечению сбалансированности и надежности функционирования производственной системы в условиях развития строительного предприятия широко представлены в специальной литературе [23, 40, 56, 140] и в диссертационной работе соискателем не рассматриваются.

Разработанные методы моделирования и количественной оценки устойчивого состояния производственной системы в условиях значительного снижения объемов производственной загрузки положены в качестве элементов разрабатываемой теории оценки и обеспечения устойчивости производственной системы и использованы при разработке метода обеспечения устойчивости за счет системно-динамической оптимизации производственной и организационной структур производственной системы в вероятностных условиях строительного производства и основных положений методики планирования мероприятий по обеспечению устойчивости производственной системы.

§ 3.3. Моделирование устойчивости производственной системы относительно установленной цели.

Исследование устойчивости в качестве эмерджентного свойства с одной стороны, и, как самостоятельной категории качественного состояния, с другой, позволило соискателю получить научные результаты, определившие методы и способы диагностики и количественной оценки устойчивости производственной системы. В обоих случаях фиксация и количественная оценка устойчивого состояния производственной системы базируются на оценках динамики показателей результативности строительного производства. Это позволило продолжить исследование гомеостаза производственной системы в более узком, практическом смысле - рассматривая устойчивость как необходимое условие и оценку достижения производственной системой поставленных целей.

Решение поставленной научной задачи потребовало от соискателя уточнения понятийного аппарата целеполагания производственной системы и рассмотрения сохранения устойчивости в качестве одной из основных целей её функционирования.

При всей кажущейся простоте понятия цели, в научной литературе единого мнения о целях деятельности производственной системы не сложилось. Более того, нередко под целями понимают целеполагание или целеуказание, а также задачи:

- качественного и надежного возведения зданий и сооружений всех уровней и предназначений;
- по выпуску строительной продукции, соответствующей требованиям заказчика по качеству, срокам и стоимости;
- по выполнению договорных обязательств по строительству и вводу в действие производственных мощностей, объектов жилья, социально-культурных объектов; по выполнению комплексов специальных и монтажных работ, оказание бытовых, транспортных, ремонтно-строительных, и других услуг населению и предприятиям, оптовой и розничной торговле строительными материалами, изделиями и конструкциями.

Под целеполаганием предполагают определение (в обобщенном виде) направления развития или деятельности производственной системы на достаточно длительный период её функционирования. Например, для ОАО «Можайский дорожник» целеполаганием выступает положение о повышении конкурентоспособности строительной продукции предприятия, для чего следует сосредоточить усилия на обновлении технических средств и освоении прогрессивных материалов и технологий выполнения работ.

В [72] обобщенная формулировка целеуказания приводится следующим образом: целеуказание представляет собой упорядоченную по времени последовательность действий производственной системы, результат которых обеспечивает достижение поставленной цели (целей) в периоде $[0, T]$, и имеет общий вид, где под X_i понимается множество управляемых параметров для всех уровней управления по области Ω :

$$\left\{ x_i(t) : \int_0^T Q(x_i(t)) dt \in \Omega \right\} \quad (3.3.1)$$

В результате структурирования целеуказания формируют модель функционирования производственной системы. Модели имитируют качественное или количественное состояние производственной системы в целом

или некоторых его параметров. Для этого используются функциональные, логические, сетевые, регрессионные и другие виды представления. Например, в [69] приведена следующая с модель описания функционирования производственной системы:

$$A_{C(t)} = \bigcup_{i,v,j}^N \{S_i\}, \{K\}, N, F, Q, \Pi, B, R_N, E_t, \quad (3.3.2)$$

где: $A_{C(t)}$ - облик системы (целеуказание); i – количество уровней иерархии системы от 1 до N ; v – количество связей на одном уровне; j – количество связей между уровнями; S_i - множество показателей системы; K – множество композиционных факторов; N – множество взаимодействующих в системе элементов; F – множество параметров основных факторов (средств); Q – множество характеристик элементов системы (надежность, мобильность, гибкость, инвестиционная активность и т.д.); Π – множество процессов, протекающих в системе (диверсификация, инновации, инвестирование и т.д.); B – множество внешних факторов; R_N – множество компонентов риска; E_t - этапы жизненного цикла системы.

Под основной целью производственной системы рассматривается получение прибыли от возведения или обновления объектов с нормативной продолжительностью и обеспечением их ввода с в эксплуатацию. Для этого оценочные показатели модели 3.3.2 сгруппированы в пять групп и насчитывают 48 факторов, требующих, по мнению автора, учета на различных уровнях управления. Модели данного типа, по нашему мнению, носят обобщенно-описательный характер в виде некоей совокупности не вполне ясных целеуказаний, требующих конкретизации в виде установленных значений или допустимых параметров целей, тем более, что «...методики по количественной оценке организационно - технологического уровня строительных систем носят ограниченный характер и, прежде всего, в силу отсутствия практических методик учета степени влияния факторов и их характеристик на показатели деятельности строительных предприятий» [69, стр. 76]. Кроме того, ряд ученых отмечает [68], что строительное предприятие имеет возможность определить несколько целей. Разнообразие целей объясняется содержательной разнонаправленностью элементов организации (предприятия), характеризующихся множеством параметров, определяемых как внешней, так и внутренней средой предприятия.

Соискатель полагает, что определение целей должно выполняться в последовательности управленческих действий по прогнозированию (планированию) деятельности производственной системы: целеполагание - целеуказание - конкретизация параметров целей.

Целеуказанием следует считать организацию строительного производства, обеспечивающую строительство объектов (выполнение этапов и видов работ) в установленные по заключенным договорам сроки с надлежащим качеством. На основе целеуказания формируются программы функционирования производственной системы и устанавливаются цели в виде плановых показателей строительного производства (на перспективу и текущие). Под целями производственной системы предложено рассматривать совокупность установленных для достижения параметров значений основных показателей результативности строительного производства, достижение которых позволит обеспечить выполнение обязательств перед государством, инвестором, собственником и трудовым коллективом, а также обеспечить его устойчивое состояние, как одного из необходимых условий его дальнейшего функционирования.

В зависимости от детализации программы строительного производства и уровня управления, цели производственной системы могут быть заданы с разной детализацией параметров.

Параметры цели устанавливаются в соответствии с достигнутыми результатами деятельности производственной системы и во взаимодействии с внешней средой. Для устойчивой производственной системы установка целей в виде прогнозных значений выполняется, как правило, в рамках допусков: «не менее, но и не более, чем», что определяет свойство неопределенности, присущее внутренним процессам устойчиво функционирующей производственной системы, проявляющимися и регистрируемыми управляемой динамикой показателей строительного производства, основным из которых выступает показатель производственной загрузки. В соответствии с величиной производственной загрузкой производственная система определяет технический и кадровый потенциалы, формирует структуру управления производством, корректирует поставленные цели.

Взаимодействие с внешней средой порождает неопределенности в достижении целей - запланированных результатов производственной деятельности производственной системы, определяющих её качественное состояние. Из них - производственная загрузка производственной системы наиболее подвержена воздействию внешних, по отношению к системе, причин, в большинстве своем определяемых действием рыночных механизмов и

конкуренцией на рынке строительных услуг, проявляющийся в непредсказуемости изменения спроса и предложения на выполнение строительно-монтажных работ. Неопределенность прогноза производственной загрузки порождает неопределенность достижения других целей, и, как следствие - неопределенность устойчивого состояния производственной системы. Неопределенность всегда проявляет свой вероятностный характер. По этой причине, соискатель считает корректным использовать показатель устойчивости как оценочную категорию вероятности достижения целей производственной системы в вероятностных условиях строительного производства.

Решение задачи обеспечения устойчивости производственной системы путем формирования сбалансированной программы достижения целей функционирования в условиях неопределенности производственной загрузки и других факторов имеет множество решений, разных по эффективности. Проблема нахождения оптимального решения остается открытой, в том числе, по причине не единственности целей производственной системы, предопределяющих множество допустимых решений и сложности в обеспечении сравнимости достигнутых результатов. На практике востребован некоторый обобщенный, желателен - количественный, показатель оценки достижимости поставленных целей в условиях неопределенности производственной загрузки. В качестве такого показателя соискателем предложено использовать оценку категории устойчивости производственной системы, величина которой количественно оценивается вероятностью достижения установленной цели.

Под показателем устойчивости достижения цели производственной системы понимается вероятность ее достижения при сбалансированных параметрах программы функционирования.

Количественно показатель устойчивости достижения цели производственной системы определяется величиной плотности вероятности композиции законов распределения параметров по области цели. Теоретически, показатель устойчивости есть ни что иное, как вероятность (P) попадания случайной точки - прогноза (X_1, X_2, \dots, X_n) в установленные допустимые пределы n -мерной области D и определяется n - кратным интегралом:

$$P((X_1, \dots, X_n) \in D) = \int_{\langle D \rangle} \dots \int f(x_1, \dots, x_n) dx_1, \dots, dx_n \quad (3.3.3)$$

где: D – область цели; x_1, \dots, x_n – параметры цели производственной системы (случайные величины); $f(x_1, \dots, x_n)$ – композиция законов распределения параметров установленной цели (показателей результативности функционирования строительного производства). Композицией законов распределения случайных величин называется закон распределения некоторой функции от данных случайных величин с известными законами распределения, составленный по аналогии с формулой условной вероятности.

Область цели определяется, в первую очередь, прогнозом производственной загрузки производственной системы (x_1), как доминирующего фактора, определяющего результаты деятельности планируемого периода. Допустимые (рациональные) параметры других целей производственной системы (x_2, \dots, x_n) определяются из условия обеспечения их сбалансированности с производственной загрузкой предприятия и между собой.

Область цели прогнозных значений для обеспечения гарантированного устойчивого состояния производственной системы в соответствии с рекомендациями (см. § 2.3) устанавливаются в интервале отклонений $\Delta = \pm 2\sigma$ от средних за ряд наблюдений значений показателей. Оценка устойчивости производственной системы по достижению цели в определенной области допустимых значений Δ в соответствии с 3.3.3 примет максимальное значение. Неопределенность производственной загрузки приводит к смещению прогнозного значения в рамках (или за рамки) интервала гарантированного устойчивого состояния. Для обеспечения сбалансированности процесса строительного производства следует изменить установки значений прогнозных (желаемых) показателей других целей. Оценка устойчивости производственной системы по достижению откорректированной в соответствии с вероятным значением производственной загрузки цели предприятия для той же величины области допустимых значений Δ , изменится и составит ожидаемо меньшую величину. В этом заключается идея предложенного соискателем способа моделирования и оценки устойчивости производственной системы по цели.

Модель (3.3.3) является основой для вычисления вероятностей событий, не сводящихся к схеме случаев. При этом основную трудность вызывает нахождение закона распределения функции установленной цели. Общий принцип получения законов распределения случайных величин сводится к целесообразному представлению области интегрирования и численному

суммированию по области сложной n -мерной формы [68]. Если система (X_1, X_2, \dots, X_n) имеет совместную плотность $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, функцию распределения можно получить интегрированием по области D .

Решение задачи осуществляется в два этапа.

На первом определяются законы распределения каждого из параметров $f(x_i)$. Решение может быть найдено с использованием известных методов аппроксимации законов распределения (функций распределения, плотностей вероятности) и программных средств для решения таких задач детально рассмотренных, например, в [21]. Кроме того, некоторые ученые [72] для выбора закона распределения предпочитают аналитический способ его задания. Для этого, как правило, применяют метод кривых Пирсона, эффективность которого доказана для установления законов распределения данных вне зависимости от их природы.

На втором этапе определяется собственно закон распределения суммы независимых случайных величин, подчиненных этим законам распределения.

Для нормально распределенных параметров многомерной величины распределение также подчиняется гауссовому виду распределения, а функция плотности имеет известный вид:

$$f_1(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}} \quad (3.3.4)$$

Таковыми же свойствами инвариантности, по крайней мере, для суммы двух независимых величин обладают биномиальное, Пуассона и некоторые другие распределения.

В достаточной степени проработаны решения для композиции двух разных законов распределения. Например, формула для определения композиции нормального и равномерного законов распределения имеет вид:

$$g(z) = \frac{1}{\beta - \alpha} \int_{\alpha}^{\beta} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(z-y-m)^2}{2\sigma^2}} dy = \frac{1}{\beta - \alpha} \int_{\alpha}^{\beta} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{|y-(z-m)|^2}{2\sigma^2}} dy, \quad (3.3.5)$$

где: $Z = X+Y$, X - распределена по нормальному закону, y - равномерно распределена от α до β .

Для многомерной величины, устойчивость относительно поставленной цели для многомерной величины определяется по формуле полной вероятности. Под функцией распределения n случайных величин (X_1, X_2, \dots, X_n) понимается вероятность выполнения n неравенств вида, удовлетворяющих условиям $X_i < x_i$:

$$F(x_1, x_2, \dots, x_n) = P((X_1 < x_1)(X_2 < x_2) \dots (X_n < x_n)) \quad (3.3.6)$$

Плотностью распределения выступает смешанная частная производная функции $F(x_1, x_2, \dots, x_n)$, взятая один раз по каждому аргументу:

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \frac{\partial F(x_1, x_2, \dots, x_n)}{\partial x_1 \partial x_2 \dots \partial x_n} \quad (3.3.7)$$

Плотность распределения системы независимых случайных величин равна произведению плотностей распределения отдельных величин, входящих в систему [65]:

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = f_1(x_1) \cdot f_2(x_2) \cdot \dots \cdot f_n(x_n), \quad (3.3.8)$$

что позволяет преобразовать уравнение (3.3.3) и рассчитать значение устойчивости по формуле полной вероятности Байеса.

На практике первоначально выясняют, какое из свойств реальной ситуации является ключевым, и уже по нему строят семейство многомерных распределений, т. е. идут от особенностей моделируемого объекта. Из этого следует, что один из параметров, описывающих цель должен иметь определенное (заданное) значение, соответствующее целеуказанию (в области установленных пределов), в то время, как остальные $n-1$ параметров могут принимать любые значения по области допустимых значений.

Для производственной системы это означает, что показатель устойчивости по фиксированному параметру цели позволяет регулировать его значение в зависимости от вариации значений других параметров. Например, устойчивость соблюдения сроков строительства при заданных пределах изменения загрузки строительного производства может быть изменена (повышена или понижена) в зависимости от комбинации значений других параметров, например, уровня специализации или за счет кооперирования работ.

Исходя из изложенного выше следует:

1) Деятельность производственной системы по достижению поставленных целей может быть промоделирована. Модель представлена в виде целеуказания (целевой функции), содержанием которого является неопределенность (вероятность) устойчивости производственной системы относительно поставленной цели, определяемая в зависимости от потенциальных возможностей и организационной структуры производственной системы.

2) Значение устойчивости относительно установленной цели отражает объективную способность (свойство) производственной системы достигать цели в вероятностных условиях функционирования. Данные условия задаются вероятностными законами распределения плотности параметров строительного производства. При этом учитывается доминирование в модели производственной загрузки как основного фактора, подверженного неопределенности под воздействием внешних причин.

3) Деятельность производственной системы имеет характер внутреннего и внешнего взаимодействия. Изменение одних параметров организации требует изменения других параметров, что определяется не только механизмами функционирования организации, но и способами взаимодействия с окружающей средой, поэтому эффективно управлять устойчивостью можно изменяя параметры организации лишь в определенных пределах;

4) Цель управления устойчивостью заключается в ее повышении относительно поставленной цели. Критерием эффективности управления выступает показатель устойчивости относительно поставленной цели как функции от установленных параметров строительного производства.

На основе вышеизложенных общетеоретических подходов, соискателем предложено при моделировании строительного производства использовать вероятностные оценки качественного состояния как некий обобщенный критерий достижения им целей в условиях неопределенности производственной загрузки. Задачей моделирования является подбор устанавливаемых значений параметров целей таким образом, чтобы оценка устойчивости производственной системы, количественно характеризующаяся вероятностью их достижения в условиях неопределенного (вероятностного) воздействия внешних, независимых от предприятия причин, была бы как можно большей. При этом сами причины, порождающие неопределенность, и их величины не рассматриваются. Учет неопределенности выполняется в соответствии их ожидаемым воздействием на

результаты деятельности производственной системы в виде прогноза (экспертной оценки).

Методологический подход к моделированию устойчивости производственной системы относительно поставленной цели в условиях неопределенности загрузки строительного производства включает три основных этапа, в рамках которых решаются следующие задачи:

- определение направления развития производственной системы на определенный период (целеполагание);
- структурирование целеуказания, обоснование и выбор целевых показателей, а также оценочных параметров (показателей) достижения цели;
- прогноз варианта допустимых параметров производственной загрузки на расчетный период;
- определение закона распределения параметров показателей достижения цели и установление интервалов их изменения с учетом неопределенности производственной загрузки;
- расчет величины устойчивости функционирования производственной системы относительно поставленной цели как вероятность от композиции плотности оценочных параметров в интервале установленных для них интервалов допустимых значений;
- анализ полученного результата;
- корректировка управляемых параметров и ограничений, пересчет величины устойчивости относительно поставленной цели;
- сравнение полученного нового результата оценки устойчивости с предыдущим, анализ динамики полученных оценок. Итерации расчетов повторяются до тех пор, когда при ограничениях, наложенных на параметры целеуказания, устойчивость максимальна.

3.3.1. Построение математической модели целеуказания с определением параметров и указанием области цели.

Вопросы структурирования целеполагания, обоснования и выбора оценочных параметров модели (показателей) цели должны учитывать результаты оценки и анализа общего устойчивого состояния производственной системы, как было показано в главе 2 настоящей диссертации. Предполагается, что изначально состояние производственной системы, оценка которого выполняется с использованием специального вида контрольных карт, устойчиво.

В противном случае вопрос должен быть поставлен не о достижении цели, а об обеспечении устойчивости производственной системы.

В общем виде целеуказание представляется моделью, которая отражает условие задания максимизации значения устойчивости по цели, при ограничениях, накладываемых на управляемые параметры X_j , тогда как остальные параметры могут принимать любое значение в области их допустимых значений:

$$\begin{cases} P(Q \{x_i\} \in D) \rightarrow \max \\ a \leq f(x_j) \leq b \end{cases} \quad (3.3.9)$$

Для строительного производства критерием эффективности моделирования является большая (рациональная) оценка величины устойчивости достижения цели в зависимости от управляемых параметров при фиксированном значении прогнозного значения производственной загрузки. Модель, как правило, сводится к симплекс - методу решения задачи линейного программирования.

3.3.2. Определение законов распределения и расчет устойчивости строительного предприятия относительно поставленной цели.

Для каждого значения параметра должна быть определена вероятность, чтобы было возможно рассчитать числовое значение устойчивости производственной системы относительно поставленной цели, как функцию от вероятностей значений показателей целей, находящихся в области моделирования устойчивости. Вероятности можно задать с помощью закона распределения, тогда устойчивость моделируется в соответствии с определенным математическим законом. Однако, случаи, когда законы распределения для всех управляемых параметров, как случайных величин, могут быть определены по выборке данных достаточно редки. Знания о характере поведения эмпирических характеристик рассеяния исследуемых показателей позволяют построить функции плотности распределения с применением аппарата кривых Пирсона - посредством подгонки закона распределения под имеющиеся данные. Семейство кривых Пирсона широко используется для приближенного описания законов эмпирических распределений. Общий вид уравнения имеет вид:

$$f(x) = y_0 \cdot \exp \left[- \int \frac{x - M}{b_0 x^2 + b_1 x + b_2} dx \right] \quad (3.3.10)$$

где: M- мода выборочного распределения.

Общий интеграл уравнения (3.3.10) зависит от вида корней квадратного уравнения и определяется критерием («каппа Пирсона») и дополнительными параметрами см., например, [141]. В зависимости от распределения корней квадратного трёхчлена различают 12 типов распределений Пирсона.

При определении вероятности аналитическим способом, решающим является выбор закона распределения случайной величины. Известно, что большинство исследуемых оценочных показателей устойчивости производственной системы относительно цели (рассматриваются как параметры цели) имеют дискретный характер, а область их варьирования ограничена. Задачей определено доминирование фактора, а именно - производственной загрузки производственной системы, моделируемого (прогнозируемого) в вероятностных условиях строительного производства. В соответствии с рекомендациями Н.В. Зубанова [72, табл.3.1], для определения вероятности целесообразно применять усеченное распределение Пуассона, которая имеет функцию плотности:

$$f(x) = \frac{(\bar{x} - x_{min})^x}{x!} \cdot e^{-\bar{x} - x_{min}}, \quad x = [x_{min}; x_{max}] \quad (3.3.11)$$

Устойчивость производственной системы по цели количественно представлена оценкой вероятности (3.3.3) в виде числовой функции плотности распределения, определенной на множестве прогнозных параметров установленной цели. Закон распределения параметров цели, рассматриваемых в качестве случайных величин, определяет каждому набору значений параметров определенную вероятность. Это определяет возможность количественного моделирования значения устойчивости производственной системы по установленной цели.

3.3.3. Анализ устойчивости строительного предприятия как целеориентированной производственной системы.

Устойчивость производственной системы относительно поставленной цели выступает одновременно инструментом анализа прогноза достижения цели и критерием эффективного управления. Это определяется способом

целеуказания при котором для одного из параметров - показателя загрузки производственной системы устанавливаются прогнозируемые значения, тогда как остальные параметры могут принимать любые допустимые и регулируемые на основе профессиональных знаний, значения.

Строительное предприятие, как целеориентированная производственная система, обладает необходимыми механизмами рационального функционирования для достижения целей (результатов) при изменении состояния внешней среды. Существует возможность предусмотреть определенные управленческие решения, при реализации которых устойчивость по установленной цели возрастет. Численно это связано с нелинейностью функции плотности распределения. Речь идет не об увеличении пределов интегрирования при расчете устойчивости, а некотором смещении установленных интервалов значений управляемых параметров в большую или меньшую по величине сторону возможного их изменения. Используя аппарат методов математического моделирования возможно определить параметры строительного производства, при которых устойчивость достижения цели будет максимальной. Критерием эффективности управления устойчивостью производственной системы по цели является показатель:

$$E = \Delta P / C, \quad (3.3.12)$$

где: ΔP - прирост значения устойчивости производственной системы относительно поставленной цели; C – затраты на осуществление мер по повышению устойчивости относительно цели.

На современном этапе перед теорией организационного управления появляются новые сложные задачи связанные с моделированием неопределенности событий, прогнозирования сложных эмерджентных состояний производственной системы и вероятностных оценок достижения целей (результатов). Одним из способов решения задач такого класса, применительно к производственной системе, является предложенный соискателем методический подход.

Теоретическая и практическая ценность полученных методов оценки количественной характеристики и способа моделирования устойчивости производственной системы, заключается следующих положениях:

1. Устойчивость производственной системы рассмотрена как мера его динамического состояния при достижении целей в условиях неопределенности производственной загрузки.

2. Количественный измеритель устойчивости производственной системы по цели определяется оценкой вероятности сохранения устойчивого состояния производственной системой в прогнозируемом периоде в результате достижения установленных рациональных и взаимоувязанных значений параметров строительного производства.

3. Оценка устойчивости по цели одновременно является инструментарием и критерием моделирования параметров устойчивого состояния производственной системы, что позволяет координировать и оценивать эффективность организационно-технических мероприятий, обеспечивающих достижение целей в условиях неопределенности производственной загрузки.

Выводы по главе 3.

1. Результаты исследования, приведенные в третьей главе диссертационной работы, составляют теоретическую основу моделирования устойчивого состояния строительного предприятия как производственной системы. При этом отношения и взаимосвязи показателей рассмотрены и устанавливаются с учетом допустимых пределов вариации управляемого статистического процесса.

Методологический подход к моделированию определяется задачами: гарантированного сохранения устойчивого состояния (аналитические методы) или оценки запаса устойчивости как эмерджентного свойства производственной системы (вероятностные методы).

Моделирование эмерджентного свойства производственной системы, которое понимается под термином «устойчивость», представляет собой итерационные оценки его качественного состояния в результате прогнозирования значений устанавливаемых значений целей по отношению к устанавливаемым допускам варьирования планируемых показателей строительного производства. В соответствии с этим, динамика показателей строительного производства, как основной функции мультипроцесса строительного производства, рассмотрена соискателем в качестве предмета моделирования.

2. Концептуально модель устойчивости представлена в виде системы требований к устанавливаемым целям процесса по недопущению их излишней вариабельности, регистрируемой установленными допусками, некоторого критического расстояния $\pm\Delta$ от среднего значения за ряд предыдущих периодов наблюдения (формулы 3.1.1 и 3.1.2).

Значение Δ определяется из условия минимизации дисперсии в соответствии с квадратичной функцией потерь и представляет собой контролируемую величину допустимых отклонений от статистической цели процесса.

Под целью процесса понимается такое значение прогнозируемого к достижению показателя, при котором ожидаемое среднее минимизировало дисперсию данных и было бы как можно ближе к желаемому среднему значению (номиналу процесса), устанавливаемому с учетом целей строительного предприятия.

3. Моделирование устойчивого состояния производственной системы предусматривает согласование параметров прогнозируемых основных показателей строительного производства, а также взаимосвязанных с ними дополнительных показателей, после чего выполняется проверка сохранения устойчивости производственной системы в прогнозируемом периоде по правилам и методике, приведенным в главе 2. Имеют место три случая.

Производственная система находится в устойчивом состоянии. Цели процесса не изменяются.

Величина допустимых пределов интервалов вариабельности показателей заданной устойчивости производственной системы установлена в пределах $\Delta = \pm 2\sigma$. Прогнозируемое значение показателей результативности $X_{i\text{прогн}}$ при условии сохранения статистической управляемости процесса определяется из условия 3.1.3.

Производственная система находится в устойчивом состоянии. Цели процесса изменяются.

Величина допустимых пределов интервалов вариабельности показателей гарантированной устойчивости производственной системы установлена в пределах допуска $\Delta = \pm 1,44\sigma$ от измененной цели процесса на желаемое среднее (номинал - N_i).

Прогнозируемое значение показателей результативности $Xi_{прогн}$ при условии сохранения статистической управляемости процесса определяется из условия 3.1.4.

Моделирование устойчивого состояния производственной системы в условиях действия (последствиях воздействия) внешних причин.

3.1. Отклонения прогнозируемого показателя составляют более 3σ (формула 3.1.6).

Моделирование устойчивого состояния по прогнозным показателям производственной загрузки превышающих допуски управляемой вариации неприемлемо. Решение проблемы соискатель видит в организации нового статистического процесса, сбалансированного по мощности и соответствующих ему организационных и обеспечивающих структур. Использование для моделирования устойчивого состояния накопленных статистических данных не представляется возможным.

В случаях, когда избыточную вариацию демонстрируют некоторые из прогнозируемых дополнительных показателей, моделирование устойчивого состояния возможно. Для этого следует провести сбалансированности резервов производственного процесса: мощностных, технических, кадровых, а также состояния организационной структуры производственной системы.

3.2. Отклонения прогнозируемого показателя составляют более 2σ , но менее 3σ .

Для таких случаев моделирования, соискателем разработан метод количественной оценки устойчивости производственной системы, предусматривающий оценку «запаса прочности» устойчивого состояния производственной системы с использованием математического аппарата бинарной классификации. Оценка шансов потери производственной системой устойчивости в пограничных интервалах определяется количеством информации, содержащейся в показателе «отношение шансов» оценок прогноза вероятностей потери устойчивости к вероятности ее сохранения (формула 3.2.4).

4. Разработанный соискателем метод количественной оценки устойчивости относится к классу прикладных количественных исследований, предусматривающих выполнения действий с некоторыми ограниченными данными, действующими внутри определенных рамок. Для решения задачи предусмотрена процедура подготовки дополнительных данных регистрации

фактов потери устойчивости, фиксация которых с применением контрольных карт является недостаточно эффективной.

Вероятностная оценка шансов определяется по модели логистической регрессии, в которой зависимая переменная – устойчивость строительного предприятия (Y) связана с критериями – показателями результативности (X_j) зависимостью 3.2.5. При этом функция $Z = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_m X_m$, определяется как линейная комбинация факторов - регистраторов потери (сохранения) устойчивого состояния производственной системы.

В соответствии с избранной стратегией развития производственной системы по величине вероятностной оценки шансов потери устойчивости оцениваются в соответствии с прогнозом показателей строительного производства принимаются необходимые управленческие решения. Например, риск потери устойчивости при планировании производственной загрузки на уровне меньшем 0,8 от величины от потенциала производственной системы повышает вероятность потери устойчивости до 0,688 (оценка шансов 2,2 к одному), что может быть неприемлемым решением.

5. В целях разработки метода моделирования и оценки устойчивости производственной системы относительно достижения установленных целей соискателем уточнены понятия целеполагания, целеуказания и целей производственной системы. Достижение целей, в первую очередь – выполнение объемов строительных работ при соблюдении сроков строительства объектов рассмотрено с учетом обязательного сохранения качественного состояния производственной системы. Неопределенность обеспечения устойчивости, как одной из основных целей производственной системы, предопределена негативным воздействием внешней среды на производственную загрузку производственной системы. Поскольку неопределенность всегда проявляет свой вероятностный характер, соискателем предложено под показателем устойчивости относительно достижения цели понимать вероятность ее достижения при сбалансированных параметрах программы функционирования производственной системы.

6. Количественно показатель устойчивости достижения цели производственной системы определяется величиной плотности вероятности композиции законов распределения параметров по области цели. Таким образом, показатель устойчивости определяется вероятностью попадания случайной

точки (X_1, X_2, \dots, X_n) в установленных допустимых пределах n -мерной области описания цели D (формула 3.3.3).

Расчет показателя устойчивости производственной системы относительно поставленной цели выполняется в следующем порядке:

- построение модели целеполагания и определение области достижения цели;
- определение (задание) законов распределения параметров модели и допустимых их значений в области достижения цели;
- расчет количественного показателя устойчивости относительно поставленной цели.

Предпочтительным способом задания закона распределения устойчивости, как случайной величины, является аналитический способ, учитывающий природу моделируемого показателя, параметры целеуказания и практические навыки в управлении строительным производством.

7. Метод моделирования устойчивости производственной системы относительно поставленной цели выступает практическим инструментом управления, а полученная на его основе вероятностная оценка - критерием эффективного управления в условиях неопределенности строительного производства. Для производственной системы это означает, что показатель устойчивости по фиксированному параметру цели позволяет регулировать его значение в зависимости от вариации значений других параметров. Таким образом, деятельность производственной системы по достижению поставленных целей может быть промоделирована. Цель управления устойчивостью заключается в ее повышении относительно поставленной цели. Критерием эффективности управления выступает показатель устойчивости относительно поставленной цели как функции от установленных параметров строительного производства.

8. Методико-теоретическое назначение полученных в 3 главе научных результатов состоит в разработке методов моделирования и вероятностной оценки устойчивости производственной системы как основы для принятия решений по оптимизации производственной и организационной структур производственной системы в условиях неопределенности строительного производства.

Разработанные соискателем методы и процедуры обеспечивают получение достаточной информации для индуктивного вывода об устойчивом (либо неустойчивом) состоянии производственной системы как в текущих и прогнозируемых условиях его функционирования.

Глава 4. Оптимизация структуры производственной системы с целью обеспечения устойчивости в вероятностных условиях строительного производства.

§ 4.1. Разработка организационно-технических мероприятий по обеспечению устойчивости производственной системы.

Разработка организационно-технических мероприятий по обеспечению устойчивости производственной системы производится на основании результатов оценки устойчивости и может реализовываться в рамках как проектного, так и программного методов управления.

В отличие от традиционного понимания сути проектного метода в практике организации строительного производства как объединения программы и набора проектов, обеспечивающих ее выполнение, предлагается рассмотреть иной подход к программно-проектному методу при его применении с учетом специфики задач, стоящих перед строительными предприятиями, осуществляющими производственную деятельность в вероятностных условиях строительного производства.

Объектом в данном методе является проблема - в нашем случае, проблема выполнения производственной программы и обеспечения устойчивости производственной системы. Констатация производственной проблемы (как объекта управления на основе разработки и реализации программы работ – программной проблемы) подразумевает формулировку целей. Следовательно, производственная система должна быть ориентирована на выполнение принятых обязательств, а не только на алгоритм производственных операций и действий. Такой подход соответствует постановке задачи исследования по обеспечению устойчивости производственной системы, путем создания условий для выполнения его обязательств, посредством соответствующей организации строительного производства.

Необходимым условием эффективности программно-проектного метода является взаимосвязанность и взаимообусловленность всех компонентов структуры данного метода, которыми являются: системность, универсальность и кумулятивность его применения.

Системность метода основана на комплексном подходе к решению поставленных задач и обусловлена многомерностью сферы строительства,

постоянным развитием технологий, меняющихся условий и неопределенности строительного производства, разнообразием объектов строительства.

Универсальность метода основана на возможности его применения для решения задач любой сложности, так как заложенный в методе механизм рассчитан на общие подходы к достижению поставленных целей.

Кумулятивность метода определяется посредством возможности его применения при моделировании программ и проектов по заранее заданным приоритетам и характеристикам. Кумулятивность обеспечивает оптимизацию и координацию использования ресурсов, так как накопленный опыт и проектные модели активно используются в последующих программах.

Именно системность, универсальность и кумулятивность – придают программно-проектному методу возможность воспроизводства и развития, что является неотъемлемой чертой инновационного управления и обеспечивает синергетический эффект при реализации целей и задач производственной деятельности. В противном случае программа работ будет управляться как совокупность разрозненных, не связанных между собой программных мероприятий. Это практически исключает достижение синергетического эффекта от реализации взаимодополняющих друг друга мероприятий.

При проектировании производственной и организационной структур производственной системы должен быть определен порядок выработки оперативных решений в случае возникновения критических событий. Соответственно, неопределенность и избыточная вариабельность производственной загрузки, а, следовательно, и программы работ, определяет необходимость разработки механизма адекватной и динамичной адаптации производственной и организационной структур строительного предприятия для обеспечения устойчивости - метода системно-динамической оптимизации организационной и производственной структур производственной системы в вероятностных условиях строительного производства.

С этой целью в рамках программно-проектного метода предполагается разработка плана мероприятий и набора рекомендаций по обеспечению устойчивости производственной системы в вероятностных условиях строительного производства. Данный проект мероприятий и набора рекомендаций для решения прикладной проблемы принято называть проектно-исследовательским форматом [155, 41, 26, 160]. Учитывая, что устойчивость

производственной системы предлагается рассматривать в качестве объекта управления и решать с использованием программно-проектного метода организации строительного производства, логично использование термина программно-проектный формат.

Основное содержание рекомендаций по обеспечению устойчивости производственной системы заключается в регламентации процедур мониторинга и оценки устойчивости с целью придания им функции контроля потери устойчивости, а также разработки и реализации по результатам оценки устойчивости соответствующих организационно-технических мероприятий, в случаях фиксации потери устойчивости и в случаях, когда состояние производственной системы оценивается как «устойчивое» или «ближе к устойчивому» («ближе к неустойчивому»).

Порядок мониторинга и оценки устойчивости производственной системы изложен в предыдущих главах, поэтому для регламентации процедур оценки устойчивости с целью придания им функции контроля потери устойчивости требуется только определить сроки и периодичность их проведения.

Регламентация разработки и реализации организационно-технических мероприятий для обеспечения устойчивого состояния производственной системы на период планирования помимо процедурных аспектов требует научно-методического обоснования порядка их разработки и оценки для принятия решения о реализации по критерию «устойчивость строительного предприятия». Данное научно - методическое обоснование выполнено соискателем и представляет собой научный результат, обладающий как научной новизной, так и практической актуальностью.

Для обеспечения устойчивости производственной системы в зависимости от результатов оценки устойчивости в существующий порядок организации строительного производства и управления предлагается включение следующих изменений и дополнений.

1. При получении по результатам оценки устойчивости заключения о состоянии производственной системы как «устойчивое» организация строительного производства осуществляется в обычном режиме. В плановом порядке производятся разработка и внедрение мероприятий по повышению технического уровня и совершенствованию организационной и производственной структур производственной системы.

Наряду с оценкой приведенного эффекта внедрения таких мероприятий, в качестве дополнения вводится требование по расчету прогнозных значений показателей-индикаторов устойчивости и проведения прогнозной оценки устойчивости производственной системы на всех этапах их внедрения. Решение о принятии запланированных мероприятий к реализации должно проводиться с учетом результатов такой оценки.

2. При получении по результатам оценки устойчивости заключения о состоянии производственной системы как «ближе к не устойчивому» либо «ближе к устойчивому» производится моделирование вероятностной оценки устойчивости производственной системы и оценка запаса устойчивости в случае прогнозирования основных показателей результативности производственной системы в интервале допустимых пограничных значений в порядке, изложенном в § 3.2. На основании результатов количественной оценки риска потери устойчивости принимается решение о реализации тактики планирования строительного производства в условиях значительных вариаций производственной загрузки предприятия либо как для «устойчивого», либо как для «не устойчивого» состояния.

3. При получении по результатам оценки устойчивости заключения о состоянии производственной системы как «не устойчивое» принимаются меры по обеспечению устойчивости производственной системы.

Поскольку заключение о не устойчивом состоянии производственной системы производится по результатам оценки вариабельности показателей-индикаторов, требуется установить причины, обуславливающие динамику значений показателей-индикаторов, показавших излишнюю вариабельность, и определить причины потери устойчивости.

После установления причин потери устойчивости производятся разработка организационных и технических мероприятий, внедрение которых позволит в минимально возможные сроки восстановить устойчивость производственной системы. Для этого расчетные (прогнозные) значения показателей-индикаторов устойчивости, после внедрения таких мероприятий должны находиться в пределах допустимого интервала вариабельности.

Принятие решения о реализации организационно-технических мероприятий по обеспечению устойчивости производится на основании результатов оценки приведенного эффекта внедрения таких мероприятий и

прогнозной оценки устойчивости производственной системы на всех этапах внедрения.

Однако, не во всех ситуациях возможно восстановление устойчивого производственной системы путем разработки и внедрения организационно-технических мероприятий, обеспечивающих достижение после их внедрения значений показателей-индикаторов устойчивости в пределах допустимого интервала variability.

В случаях, когда затраты ресурсов на реализацию организационно-технических мероприятий по обеспечению устойчивости слишком велики (результаты оценки устойчивости покажут избыточную вариацию показателя прибыли на одного работника $P_{\text{раб}}$ – строка 5, табл. 2.4.1) либо резервов производственной системы недостаточно, а также когда независимые от деятельности производственной системы события (например, последствия внешних рисков) существенно изменяют условия строительного производства, вследствие чего значительно (сверх контрольных пределов) падает (возрастает) производственная загрузка, производится организация нового мультипроцесса, то есть на основе моделирования допустимых параметров динамики строительного производства при условии обеспечения их соответствия организационной структуре предприятия разрабатываются и реализуются соответствующие организационно-технические мероприятия.

Для обеспечения устойчивости, в этом случае, требуется сбалансировать производственный потенциал производственной системы (собственную производственную мощность и кооперацию) с производственной загрузкой. С этой целью выполняется моделирование устойчивого состояния производственной системы при изменившемся значении показателя производственной загрузки и рассчитываются соответствующие прогнозные значения основных и дополнительных показателей по алгоритму взаимосвязки показателей результативности функционирования, представленному в табл. 3.1.1.

С целью достижения запланированных значений данных показателей должны быть внедрены соответствующие мероприятия, которые разрабатываются в два этапа:

этап 1 – приведение производственного потенциала и производственной мощности производственной системы в соответствие новым значениям показателей производственной загрузки;

этап 2 – обеспечение достижения запланированных значений показателей производственной загрузки как целеполагающих показателей организации строительного производства; показателей развития технического уровня, совершенствования организационной и производственной структур производственной системы.

Принятие решения о реализации разработанных организационно-технических мероприятий по обеспечению устойчивости производится на основании результатов оценки приведенного эффекта внедрения таких мероприятий и прогнозной оценки устойчивости производственной системы на всех этапах внедрения.

Поскольку подготовка и реализация организационно-технических мероприятий может занимать длительное время, оценку приведенного эффекта от их внедрения следует производить с учетом фактора времени. Поэтому, если по результатам оценки устойчивости получено заключение о состоянии производственной системы как «устойчивое» либо, когда после внедрения организационно-технических мероприятий по обеспечению устойчивости прогнозируется устойчивое состояние производственной системы в планируемом периоде, в плановом режиме необходимо заблаговременно разработать организационно-технические мероприятия для обеспечения устойчивости в условиях реализации различных вероятных сценариев существенной вариации производственной загрузки.

Именно заблаговременная разработка таких мероприятий позволит сократить время на их внедрение при наступлении последствий неопределенности и рисков, а, следовательно, повысить эффективность запланированных заранее организационно-технических мероприятий, и обеспечить восстановление устойчивости производственной системы в минимально возможные сроки.

Условие приведения производственной системы в состояние устойчивости путем реализации организационно-технических мероприятий, обеспечивающих достижение таких значений показателей-индикаторов устойчивости, формализуется в виде требований к вариабельности совокупности

устанавливаемых целей измененного процесса строительного производства в соответствии с заданными значениями показателей производственной загрузки:

$$\tilde{X}^* = \{\tilde{X}^*_1, \tilde{X}^*_2, \dots, \tilde{X}^*_i, \dots, \tilde{X}^*_n\}, \quad (4.1.1)$$

$$\tilde{X}^*_i = \{X^*_i \mid \begin{array}{l} X_i^* \leq \bar{X}_i^* \pm 2\sigma \\ X_i^* > \bar{X}_i^* \pm 2\sigma \end{array} \}, \quad (4.1.2)$$

где: \tilde{X}^* - новая цель процесса в виде совокупности значений показателей скорректированного годового (квартального) плана строительного производства; \tilde{X}^*_i - расчетные значения показателей – индикаторов устойчивости и показателей технического состояния и организации строительного производства, скорректированные адаптивно изменению значений показателей производственной загрузки, проявивших избыточную вариацию.

Последовательность разработки комплекса организационно-технических мероприятий по обеспечению устойчивости производственной системы при наступлении последствий неопределенности, обуславливающих избыточную вариацию показателей производственной загрузки включает 3 этапа:

1 этап. Установление целей:

- мониторинг производственной системы «строительное предприятие»;
- оценка устойчивости производственной системы;
- идентификация факторов, определяющих потерю устойчивости;
- выявление факторов, негативное влияние которых может быть компенсировано путем совершенствования технологии и организации строительного производства;
- выработка комплекса целей и задач организации строительного производства в целях минимизации последствий влияния факторов на потерю устойчивости.

2 этап. Количественный анализ каждого из выявленных факторов:

- выбор методов количественной оценки влияния фактора;
- оценка возможных потерь от влияния фактора;
- определение прогнозного и допустимого уровней негативного влияния фактора;
- прогнозирование изменения уровня устойчивости под влиянием факторов.

3 этап. Разработка комплекса организационно-технических мероприятий, обеспечивающих минимизацию последствий влияния выявленных факторов:

- определение возможных способов минимизации последствий влияния факторов организационными и/или технологическими методами;
- анализ вариантов организационно-технических решений по воздействию на факторы и величину последствий их влияния;
- расчет затрат на внедрение мероприятий по восстановлению устойчивости по каждому варианту воздействия;
- оценка результатов внедрения мероприятий по восстановлению устойчивости.

В рамках реализации 1 этапа разработки комплекса организационно-технических решений по обеспечению устойчивости производственной системы при наступлении негативных последствий неопределенности общими для всех строительных предприятий являются задачи выявления факторов, определяющих потерю устойчивости, негативное влияние которых может быть компенсировано путем совершенствования технологии и организации строительного производства, а также определения форм проявления и последствий наступления критических событий. Оценка вероятности наступления каждого критического события и величины последствий их наступления специфичны для каждого строительного предприятия в каждой конкретной ситуации (2 этап).

В процессе проведения оценки устойчивости производственной системы при критических значениях величины снижения или увеличения производственной загрузки избыточную вариацию покажут, в первую очередь, индикаторы K_3 , K_2 , K_1 ., отражающие соотношения объемов СМР, выполняемых собственными силами (K_1) и по генподряду (K_2), с численностью работников и соответствие производственной загрузки потенциалу строительного предприятия (K_3).

Следовательно, в рамках реализации 3 этапа на стадии планирования строительного производства с целью не допустить потери устойчивости производственной системой должны быть разработаны организационные и технические мероприятия, для оперативного реагирования на возможное наступление негативных последствий неопределенности строительного производства. Основное содержание таких мероприятий заключается в реализации комплекса мер по приведению в соответствие изменившейся производственной загрузки с параметрами производственного потенциала

производственной системы, в первую очередь, уровня специализации и производственной мощности.

Таким образом, задача исследований заключается в определении рациональных значений параметров специализации и производственной мощности (с учетом организации эффективной кооперации) для каждого возможного значения (диапазона значений) производственной загрузки.

Для решения данной задачи предлагается использование методов математической теории планирования эксперимента. Данные методы применяются для построения интерполяционных моделей и оптимизации процессов и объектов. Поиск оптимальных условий или значений некоторого параметра объекта исследования является одной из наиболее распространенных научно-технических задач в теории планирования эксперимента [93]. В нашем случае, когда задана необходимость технической реализации сформированной производственной программы, необходимо найти наилучшие (оптимальные в некотором смысле) условия её реализации.

В теории планирования эксперимента область конечномерного векторного пространства представлена совокупностью факторов - варьируемых величин, существенно влияющих на исследуемый объект. Объектом исследования в приложении к области данной работы выступает строительное предприятие, которое рассматривается в виде кибернетической системы «черный ящик».

Параметр оптимизации y связан с факторами x_k зависимостью, которая в общем виде выражается уравнением:

$$y = \varphi(x_1, x_2, \dots, x_k), \quad (4.1.3)$$

Под оптимизацией понимается процесс нахождения максимума или минимума функции цели (параметра оптимизации):

$$Y(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \min (\max), \quad (4.1.4)$$

при условии, что изображающая точка в пространстве варьируемых факторов $X(x_1, x_2, \dots, x_n)$ принадлежит допустимому множеству D_x , которое определяется совокупностью неравенств:

$$H_i(x_1, x_2, \dots, x_n) < > 0, \quad i = 1, 2, \dots, p, \quad (4.1.5)$$

где H_i , - некоторая функция факторов x_1, x_2, \dots, x_n , накладывающая ограничения на предельно допустимые значения некоторых из них.

При планировании экстремального эксперимента определяем параметр оптимизации, то есть характеристику цели, заданную количественно. Рассматривая в качестве параметров оптимизации значения показателей-индикаторов устойчивости производственной системы, а также, исходя из условия возможности движения к оптимуму, выбираем один параметр оптимизации - уровень соблюдения нормативных (договорных) сроков строительства объектов (выполнения работ):

$$P_{\text{опт}} = K_4 = \frac{\sum_{i=1}^m \frac{T_{\text{фи}} \cdot Q_{\text{гп}i}}{T_{\text{ни}}}}{\sum_{i=1}^m Q_{\text{гп}i}} \rightarrow \min. \quad (4.1.6)$$

Прочие характеристики объекта не рассматриваются в качестве параметров оптимизации, а служат ограничениями:

$$\left\{ \begin{array}{l} K1 = \frac{Q_{\text{сс}}}{N_{\text{раб}}} \geq B_{\text{Общ}}^{\text{пл}} \\ K2 = \frac{Q_{\text{гп}}}{N_{\text{раб}}} \geq \frac{Q_{\text{пл}}}{N} \\ 1 - k_{\text{рез}} \leq K3 = \frac{Q_{\text{пл}}}{Q_{\text{гп}}} \leq 1 \\ P_{\text{раб}} = \frac{\Pi}{N_{\text{раб}}} \geq k_{\text{пр}} \times Q_{\text{пл}} \end{array} \right. , \quad (4.1.7)$$

где: $B_{\text{Общ}}^{\text{пл}}$ - плановая (расчетная) выработка на одного рабочего, тыс. руб./чел; $k_{\text{рез}}$ - коэффициент резервирования производственной мощности, %/100; $k_{\text{пр}}$ - коэффициент нормы прибыли, %/100.

Важной задачей при использовании теории планирования эксперимента является выбор факторов и определение их значений при проведении эксперимента.

Строительное предприятие, как сложный объект (производственная система), характеризуется большим количеством качеств, определяющих его технические, технологические, организационные, экономические, социальные и прочие свойства. В качестве факторов из них необходимо выбрать главные, или синтезировать параметры, объединяющие основные требования, характеризующие исследуемые свойства объекта и выразить их в количественном виде.

При оценке границы областей определения факторов должны учитываться ограничения нескольких типов:

- принципиальные ограничения для значений факторов, которые не могут быть нарушены ни при каких обстоятельствах;
- ограничения, связанные с технико-экономическими соображениями;
- ограничения, которые определяются конкретными условиями строительного производства (например, существующей технологией, организацией, то есть, с которыми чаще всего приходится иметь дело в процессе строительного производства).

Поскольку оптимизация производится в условиях, когда процесс оценки устойчивости производственной системы уже производился на основе исследований и обработки собранной статистической информации, эта информация используется для получения представления о параметре оптимизации, о факторах, а также для построения зависимости 4.1.3 и характере поверхности отклика, то есть о том, насколько меняется параметр оптимизации при изменениях значений факторов.

Чтобы упростить процедуры математической обработки результатов с целью последующего практического использования разрабатываемого метода предлагается оценивать изменения параметра цели под влиянием двух факторов – производственной загрузки ($Q_{пл}$) и объема строительно-монтажных работ, выполняемых собственными силами ($Q_{сс}$). Причем, предлагается проводить исследование влияния на функцию (параметр цели) y только одной независимой переменной x . В этом случае, задавая несколько значений x , можно построить график $y = f(x)$. Если независимых переменных две, то задача заметно усложняется.

Представляется целесообразным последовательно для каждого прогнозируемого (возможного) изменения значения производственной загрузки производить исследование однофакторной модели изменения параметра цели под влиянием фактора, выражаемого соотношением объема строительно-монтажных работ собственными силами и производственной загрузки строительного предприятия ($Q_{сс}/Q_{пл}$). Определив значение данного фактора, соответствующее минимальному значению параметра оптимизации K_j , определим значения показателей $Q_{сс}$, N (через значение плановой выработки на одного работающего), а также производственной мощности $Q_{пм}$,

соответствующей необходимости выполнения расчетного значения объема СМР собственными силами. Таким образом, могут быть определены рациональные значения всех показателей-индикаторов устойчивости, соответствующих изменяемому значению производственной загрузки производственной системы.

Математической основой теории планирования эксперимента является регрессионный анализ, с использованием которого необходимо найти зависимость параметра цели $y = \Pi_{\text{опт}} = K_4$ от фактора $x = Q_{\text{ср}}/Q_{\text{пл}}$.

В том случае, когда аналитическое выражение функции 4.1.3 неизвестно, ее приходится представлять в виде полинома:

$$y = b_0 + \sum_{j=1}^k b_j x_j, \quad (4.1.8)$$

где $b_0, \dots, b_j, \dots, b_k$ – коэффициенты уравнения.

Если уравнение связи нелинейное, то виды функциональных зависимостей могут быть многообразными: показательные $y = b_0 x^{b_1}$, логарифмические $y = b_0 \log x$ и т.д.

Выбор вида функциональной зависимости – задача не формализуемая, так как одна и та же кривая на данном участке примерно с одинаковой точностью может быть описана различными аналитическими выражениями. Принятие решения о выборе той или иной математической модели зависит от цели использования модели и порядка интерпретации ее параметров, а также от условия соответствия физической природе изучаемых явлений или имеющимся представлениям об особенностях поведения исследуемой величины [160].

Общий вид многофакторной модели принимается, как правило, исходя из уравнения парных зависимостей. При этом если между одним из факторов и результирующим показателем установлена нелинейная форма зависимости, то многофакторная модель должна быть нелинейной.

Соответственно, для исследования зависимости параметра оптимизации - уровня соблюдения нормативных (договорных) сроков строительства объектов (выполнения работ) от влияния фактора $x = Q_{\text{ср}}/Q_{\text{пл}}$ уравнение регрессии может быть задано в виде линейной модели:

$$K_4 = b_0 + b_1 (Q_{\text{ср}}/Q_{\text{пл}})_I, \quad (4.1.9)$$

или

$$K_4 = b_0 + b_1 (Q_{\text{ср}}/Q_{\text{пл}})_I + b_{11} (Q_{\text{ср}}/Q_{\text{пл}})_I^2, \quad (4.1.10)$$

Коэффициенты b_j определяются путем интерполирования или методом наименьших квадратов. Рассчитав значения коэффициентов b_j не сложно вычислить \min функции 4.1.9 или 4.1.10 и определить ближайшее к нему значение, удовлетворяющее ограничениям 4.1.7, определив таким образом, оптимальное значение показателя уровня соблюдения нормативных (договорных) сроков строительства объектов (выполнения работ) и соответствующее ему значение фактора $x = Q_{cc}/Q_{пл}$.

Математический аппарат теории эксперимента позволяет повысить точность нахождения оптимального значения параметра цели, а, следовательно, и эффективность планирования мероприятий по минимизации последствий наступления критических событий. С этой целью применяется алгоритм крутого спуска (восхождения) [100].

По математическому смыслу коэффициенты b_j – есть приближенные значения составляющих вектора градиента функции отклика:

$$\vec{grad} K_4 = i \times \frac{\partial K_4}{\partial \left(\frac{Q_{cc}}{Q_{пл}}\right)_1}. \quad (4.1.11)$$

По этим значениям можно определить направление линии крутого спуска или восхождения для данной точки нулевого уровня.

Уравнение (4.1.9), если его записать для значений факторов в абсолютных единицах будет иметь вид:

$$K_4 \sim = b_0 + b_1 \frac{\left(\frac{Q_{cc}}{Q_{пл}}\right)_1 \sim - \left(\frac{Q_{cc}}{Q_{пл}}\right)_{10}}{\Delta \left(\frac{Q_{cc}}{Q_{пл}}\right)_1}. \quad (4.1.12)$$

где: $\left(\frac{Q_{cc}}{Q_{пл}}\right)_1 \sim$ – значения фактора в абсолютных единицах; $\left(\frac{Q_{cc}}{Q_{пл}}\right)_{10}$ – значение фактора в абсолютных единицах в точке нулевого уровня; $\Delta \left(\frac{Q_{cc}}{Q_{пл}}\right)_1$ – интервал варьирования фактора.

Шагами крутого спуска (восхождения) являются величины приращений значений фактора $Q_{cc}/Q_{пл}$ при движении по поверхности отклика к области оптимума. Шаги должны быть пропорциональны рассчитанным коэффициентам b_j линейной математической модели:

$$J_j = m \times b_j. \quad (4.1.13)$$

где: m – коэффициент пропорциональности – масштаб шагов крутого спуска (восхождения).

Масштаб выбирается исходя из наиболее значимого коэффициента b_j с целью минимизации опытов, но так чтобы «не перешагнуть» область оптимума. При проведении расчетов с применением вычислительной техники количество шагов не критично и масштаб m выбирается минимальным.

Крутой спуск (восхождение) по поверхности отклика должен начинаться из точки нулевого уровня, а не из точки с лучшим значением параметра оптимизации и продолжаться до тех пор, пока параметр оптимизации K_4 падает (если цель оптимизации – поиск минимума K_4).

Спуск (восхождение) приостанавливается, если на последующем шаге получится худшее значение параметра оптимизации, чем на предыдущем. Одновременно со значением параметра оптимизации K_4 целесообразно рассчитывать и его значение K_4^{\sim} по формуле линейной математической модели (4.1.9). Расхождение соответствующих значений K_4 покажет, на сколько линейная модель адекватна.

Если линейная модель была неадекватна, то возможным является решение о возврате к началу исследования для выяснения причины неадекватности линейной модели.

Оценка адекватности модели производится путем сравнения величины дисперсии адекватности S_{ag}^2 с дисперсией ошибки опыта $S^2(K_4)$. Дисперсия адекватности определяется по формуле:

$$S_{ag}^2 = \frac{1}{N-(k'+1)} \sum_{u=1}^N (K_{4u} - K_{4u}^{\sim})^2 \quad (4.1.14)$$

где K_{4u} – значения y в u опыте по статистическим данным; K_{4u}^{\sim} – значения K_4 в u опыте, определённые по уравнению (4.1.9) или другой выбранной модели.

Если дисперсия адекватности меньше дисперсии ошибки опыта, то уравнение адекватно, то есть если ошибка в определении K_4^{\sim} по уравнению не превышает ошибки при определении соответствующих статистических значений K_4 , то уравнение следует признать адекватным. Если дисперсия адекватности больше дисперсии ошибки опыта, то следует проверить существенно ли больше. Для этого вычисляют критерий Фишера по формуле:

$$F = \frac{S_{ag}^2}{S^2(K_4)} \quad (4.1.15)$$

Вычисленное значение F сравнивают с табличным значением [8 и др.] определенным при числе степеней свободы $f_{ag} = N - (k' + 1)$ для S_{ag}^2 и числе степеней свободы $f_{K_4} = m - 1$ для $S^2(K_4)$ где m – число опытов при оценке

дисперсии ошибки опыта, и при 5 %-ом уровне значимости. Если вычисленное значение F меньше табличного, то это значит, что S_{ag}^2 несущественно превышает $S^2(K_4)$ и уравнение регрессии признается адекватным. В ином случае уравнение не адекватно и необходимо подобрать другой тип модели вместо линейной (4.1.9, 4.1.10) и продолжить эксперимент.

На основании выполненных, таким образом, расчетов оптимального значения показателя соблюдения нормативных (договорных) сроков строительства объектов (выполнения работ), соответствующего ему значение фактора $Q_{cc}/Q_{пл}$ и определив рациональные значения всех показателей - индикаторов устойчивости, соответствующих любому изменению производственной загрузки производственной системы, на стадии планирования строительного производства заранее разрабатываются организационные и технические мероприятия, обеспечивающие приведение параметров организационной и производственной структур производственной системы, а также его производственной мощности к значениям, обеспечивающим его устойчивость в различных ситуациях.

Поскольку организационно-технические мероприятия по обеспечению устойчивости производственной системы должны привести в соответствие параметры производственного потенциала производственной системы – собственную производственную мощность, специализацию и кооперацию с изменившейся производственной загрузкой, исследование методов разработки таких мероприятий необходимо начать с решения задач оптимизации данных параметров в условиях неопределенности.

§ 4.2. Оптимизация мощности производственной системы.

Под собственной производственной мощностью производственной системы в настоящей работе следует понимать объем строительно-монтажных работ (в стоимостных или натуральных показателях), который оно может выполнить собственными силами в конкретных условиях функционирования (далее по тексту – производственной мощностью).

Для разработки организационно-технических мероприятий, обеспечивающих приведение производственной мощности производственной системы к значениям, обеспечивающим его устойчивость в различных ситуациях, требуется количественно и качественно оценить производственную

мощность, определить резервы ее активизации и способы оптимизации. Анализ научных трудов и методических разработок, посвященных проблеме расчета производственной мощности строительных предприятий, показал наличие в них нерешенных методических вопросов, невозможности прямого их использования для решения задач настоящего исследования и необходимости разработки порядка оценки производственной мощности производственной системы (ресурсной и технологической обеспеченности) и ее адекватной оптимизации в соответствии с производственной программой строительства в целях обеспечения устойчивости.

Основу мощностных параметров производственной системы составляют имеющиеся производственные ресурсы – трудовые и материально-технические, взаимодействие которых обеспечивает создание строительной продукции. Именно количественным и качественным составом наличных производственных ресурсов определяется производственная мощность производственной системы.

Для общестроительных и специализированных (санитарно-технических, электро-монтажных и др.) предприятий оценка производственной мощности должна осуществляться исходя из возможностей наличных трудовых ресурсов с учетом обеспеченности материально-техническими ресурсами. При этом необходимо учитывать влияние конкретных условий производственной деятельности производственной системы:

Стоимостные параметры:

- нормативная производственная мощность ($ПМ_n$), определяемая нормативной (плановой) выработкой рабочих и их штатной численностью, тыс. руб/ед. вр. (год, квартал);

- расчетная производственная мощность ($ПМ_p$), определяемая с учетом наличия трудовых ресурсов, строительной техники, материальных ресурсов и конкретных условий строительного производства, тыс. руб/ед. вр. (год, квартал);

2. Натуральные параметры:

- нормативная производственная мощность для выполнения определенного вида работ ($ПМ_{ni}$), измеряемая в единицах физического объема за единицу времени;

- расчетная (ожидаемая) производственная мощность для выполнения определенного вида работ ($ПМ_{pi}$), измеряемая в единицах физического объема за единицу времени.

Значение параметров $ПМ_p$ и $ПМ_{pi}$ отличается, соответственно, от значений $ПМ_n$ и $ПМ_{ni}$ на величину потерь производственной мощности ($\Delta ПМ$ и $\Delta ПМ_i$), обусловленных конкретными условиями строительного производства и обеспеченностью строительной техникой, трудовыми и материальными ресурсами:

$$ПМ_p = ПМ_n - \Delta ПМ \quad (4.2.1)$$

$$ПМ_{pi} = ПМ_{ni} - \Delta ПМ_i \quad (4.2.2)$$

Для специализированных строительных предприятий механизации строительно-монтажных работ оценка производственной мощности должна осуществляться исходя из возможности наличного парка строительных машин и с учетом обеспеченности трудовыми и материальными ресурсами. При этом необходимо учитывать влияние конкретных условий производственной деятельности производственной системы.

В целом для производственной системы, когда нет возможности выделить один наиболее значимый ресурс, производственная мощность определяется суммарной мощностью производственных подразделений:

$$ПМ_p = \sum_{j=1}^m ПМ_{p_j} = \sum_{j=1}^m (ПМ_n - \Delta ПМ)_j, \quad (4.2.3)$$

где $j = 1, \dots, m$ – количество производственных подразделений строительного предприятия; $ПМ_{p_j}$ – расчетная производственная мощность j -го производственного подразделения, определяемая по соответствующему ведущему ресурсу, определяемая либо в тыс. руб/ед.вр., либо в единицах физического объема за ед. вр.

С целью выделения наиболее значимых производственных факторов, обеспечивающих возможность определения расчетной производственной мощности следует произвести качественный анализ факторов. Для дальнейших исследований отбираются факторы, удовлетворяющие следующим требованиям:

- однозначность количественного измерения;
- отсутствие функциональной взаимообусловленности;
- наличие в действующей системе учета, либо возможности определения исходных данных для количественной оценки;
- управляемость для регулирования эффективности использования ресурсов.

Помимо требований, предъявляемых к факторам при их отборе в процессе качественного анализа, представляется логичным установить дополнительное

требование максимального соответствия показателям оценки устойчивости производственной системы.

С учетом этих требований отобраны факторы, наиболее значимые по степени влияния на величину потерь производственной мощности производственной системы. Такими факторами являются:

Технологические факторы:

Φ_1 – выполнение норм выработки рабочими (%), характеризует квалификацию рабочих, организацию труда и строительного производства и, в целом, производительность труда:

$$\Phi_1 = K_{н.в.р.} = \frac{V_{факт}}{V_{план}} \times 100, \quad (4.2.4)$$

где: $V_{факт}$ – фактическая выработка рабочих, тыс. руб. за ед. вр.; $V_{план}$ – плановая выработка рабочего, тыс. руб. за ед. вр.

Φ_2 - механовооруженность труда:

$$\Phi_2 = M_{в.т} = M / Ч, \quad (4.2.5)$$

где: M - среднегодовая стоимость активной части основных фондов (строительных машин, механизмов, оборудования), тыс.руб.; $Ч$ - среднесписочное число рабочих, чел.

Φ_3 – коэффициент интегральной загрузки машин и оборудования, совокупно характеризующий уровень экстенсивного и интенсивного использования активной части основных фондов:

$$\Phi_3 = K_{инт} = K_э * K_{н.в.} \quad (4.2.6)$$

где $K_{н.в.} = V_{ф} / V_{н}$ – коэффициент норм выработки строительных машин и оборудования; $V_{ф}$ – фактическая выработка строительных машин и оборудования, тыс. руб. за ед. вр.; $V_{н}$ – нормативная (плановая) выработка строительных машин и оборудования, тыс. руб. за ед. вр. $K_э = T_{ф} / T_{н}$ - коэффициент использования строительных машин и оборудования по времени; $T_{ф}$ – фактическое время работы в течение ед. времени, час.; $T_{н}$ – нормативное (плановое) время работы в течение ед. времени, час.

Φ_4 - степень физического износа активной части основных производственных фондов:

$$\Phi_4 = K_{изн} = \frac{I_{опф}}{ОПФп}, \quad (4.2.7)$$

где: $I_{опф}$ - сумма износа активной части ОПФ, тыс.руб.

Φ_5 – коэффициент прогрессивности применяемых технологий, техники, оборудования и материалов:

$$\Phi_5 = K_{пт} = \frac{Q_{смр.пт}}{Q_{смр}}, \quad (4.2.8)$$

где: - $Q_{смр.пт}$ объем строительной продукции, произведенной с применением инновационных технологических процессов или технологий, прогрессивной техники, оборудования и материалов, тыс руб.

Факторы качества организации строительного производства (характеризующие производственную и организационную структуры; уровень организации строительного производства, а также квалификацию управленческого персонала):

Φ_6 - звенность организационной структуры или количество составляющих уровней (звеньев) по вертикали, через которые проходит информация и принимаются решения:

$$\Phi_6 = Z_1 = \frac{\sum_i N_{зв.i} \times N_{подр.i}}{N_{подр.общ.}}; \quad (4.2.9)$$

где: $N_{зв.i}$ – i -я звенность организационной структуры (1,2,3,4 и т.д.); $N_{подр.i}$ – количество подразделений строительного предприятия i -той звенности, ед.; $N_{подр.общ.}$ – общее количество подразделений строительного предприятия, ед.

Φ_7 - коэффициент соотношения общей численности работников предприятия ($N_{работн.}$) с численностью работников в подразделениях, где соблюдается норма управляемости ($N_{РАБОТН.н\upsilon}$):

$$\Phi_7 = K_{н\upsilon} = \frac{N_{РАБОТН.}}{N_{РАБОТН.н\upsilon}}, \quad (4.2.10)$$

Φ_8 - численность управленческого и линейного персонала, отнесенная к объему выполненных СМР собственными силами:

$$\Phi_8 = K_{ауп} = \frac{N_{ауп,+} + N_{лп}}{Q_{сс}}, \quad (4.2.11)$$

Φ_9 - численность управленческого и численность линейного персонала, отнесенная к объему выполненных СМР по генподряду:

$$\Phi_9 = K_{ауп} = \frac{N_{ауп,+} + N_{лп}}{Q_{гп}}, \quad (4.2.12)$$

Φ_{10} - коэффициент соответствия квалификации управленческого и линейного персонала требуемой квалификации, отнесенный к объему выполненных СМР по генподряду:

$$\Phi_{10} = K_{\text{упр.кв}} = \frac{Z_p}{Q_{\text{ГП}}}, \quad (4.2.13)$$

где: $Z_p = \sum_i^n V_i$; $V_i = S_{li} - A_s$; $i = 1, 2, 3..n$; $s = 1, 2, 3..n$; S_{li} - суммарный показатель сложности работы на i -й должности; A_s - суммарный показатель профессионально-квалификационного уровня управленческого и линейного персонала; n - численность и количество должностей управленческого и линейного персонала.

Влияние обеспеченности материальными ресурсами производственных подразделений на величину потерь производственной мощности предлагается учитывать фактором Φ_{11} - вероятности авансирования и оплаты выполненных работ заказчиками. Данный фактор характеризует степень обеспеченности оборотными средствами и отражает способность производственной системы обеспечить свои производственные подразделения материальными ресурсами.

$$\Phi_{11} = \frac{C_{\text{факт}}}{C_{\text{план}}} \times 100, \quad (4.2.14)$$

где: $C_{\text{план}}$ - объем работ, предъявленный к оплате, тыс. руб; $C_{\text{факт}}$ - оплаченный заказчиками объем работ, тыс. руб.

Для оценки влияния вышеуказанных факторов на величину расчетной производственной мощности производственной системы могут быть использованы зависимости от них значений следующих показателей:

- эффективность использования трудовых ресурсов ($K_{\text{тр}}$) для общестроительных и специализированных (санитарно-технических, электро-монтажных и др.) предприятий и подразделений;
- эффективность использования машинных ресурсов ($K_{\text{м}}$) для предприятий и подразделений механизации.

Коэффициент эффективности использования трудовых ресурсов представляет собой отношение нормативных затрат трудовых ресурсов, необходимых для выполнения заданного объема работ, к их фактическим затратам:

$$K_{\text{тр}} = \frac{N_{\text{раб.н}}}{N_{\text{раб.ф}}}, \quad (4.2.15)$$

где: $N_{\text{раб.н}}$ – нормативная численность рабочих, необходимая для выполнения заданного объема работ; $N_{\text{раб.ф}}$ – фактическая численность рабочих, выполнявших данный объем работ.

Так как в статистической отчетности строительных предприятий не предусмотрены данные по соотношению нормативного количества строительной техники к фактическому ее количеству, а вычисление значений этих показателей весьма трудоемко, в качестве показателя эффективности использования машинных ресурсов предлагается отношение планового значения коэффициента использования техники ($K_{\text{ит.п}}$) к его фактической величине ($K_{\text{ит.ф}}$):

$$K_M = \frac{K_{\text{ит.п}}}{K_{\text{ит.ф}}}, \quad (4.2.16)$$

Количественная оценка влияния факторов на величину расчетной производственной мощности производственной системы, аналогично расчетам поправок на риск к значениям соответствующих показателей, определяются, в большинстве случаев, экспертным путем либо применением методов математической статистики. Наиболее подходящими для установления рассматриваемых зависимостей являются корреляционные методы, так как они дают возможность количественно оценить уровень значимости каждого фактора и осуществить выбор наиболее существенных из них, а также формализовывать модели совместного воздействия отобранных факторов на величину анализируемых показателей. Помимо этого, методы корреляции позволяют определять наиболее эффективное сочетание значений отдельных факторов с целью выбора рационального варианта организации изучаемого процесса.

Порядок исследования факторов корреляционными методами изложен в работах [8 и др.]. Для проведения расчетов корреляционными методами применяют программы Microsoft Excel (данная программа входит в структуру пакета Microsoft Office), SPSS (Statistical Package for the Social Sciences — статистический пакет для социальных наук), Statistica, Regre, DFT и др.

Используя данные программы, путем перебора аппроксимирующих функций, производится расчет парных зависимостей эффективности использования производственной мощности производственных подразделений строительного предприятия ($K_{\text{тр}}$ и K_M) от влияния факторов Φ_i :

$$\begin{cases} K_{\text{Тр}i} = f_j(\Phi_i) \\ K_{\text{М}i} = f_j(\Phi_i) \end{cases}, \quad (4.2.17)$$

где $j = 1, 2, \dots, m$ – вид зависимости с наилучшей аппроксимирующей способностью.

На практике наибольшее применение находят линейные и приведенные к линейным регрессионные модели. Применение линейной модели правомерно, если выполняется условие:

$$\eta_j^2 - r_j^2 < 0,1 \quad (4.2.18)$$

Для практического использования результаты проведенных расчетов удобно оформлять в виде графиков, представленных на рис. 4.2.1 и 4.2.2.

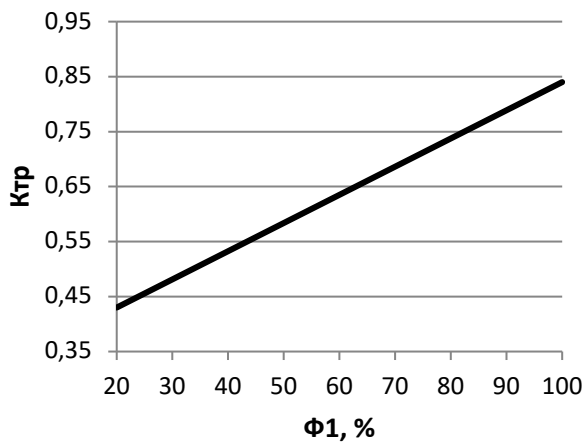


Рис. 4.2.1. Пример расчета зависимости эффективности использования производственной мощности $K_{\text{Тр}}$ от выполнения норм выработки рабочими (Φ_1)

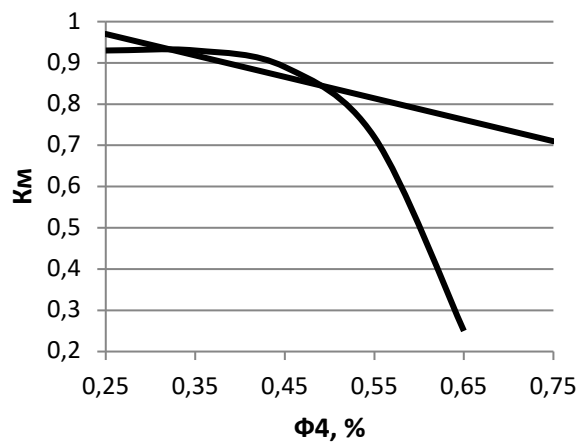


Рис. 4.2.2. Пример расчета зависимости эффективности использования производственной мощности $K_{\text{М}}$ от степени физического износа активной части основных производственных фондов (Φ_4)

Однако, полученные парные зависимости позволяют выявить только общие тенденции динамики использования производственной мощности. Для оценки совокупного влияния факторов Φ_i на величину расчетной производственной мощности строительного предприятия необходимо использовать методы множественной корреляции.

Расчеты многофакторной модели с применением указанных выше программ позволяют определить вид функций:

$$\begin{cases} K_{\text{Тр}} = f_1(\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n) \pm a_{01} \\ K_{\text{М}} = f_2(\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_m) \pm a_{02} \end{cases}, \quad (4.2.19)$$

где a_{01}, a_{02} – свободные члены уравнения, обозначающие начальную ординату гиперплоскости регрессии в общем, соответственно, n -мерном и m -мерном пространстве ($i = 1, 2, \dots, m, \dots, n$ – количество значимых факторов).

Поскольку вид многофакторной модели принимается, исходя из уравнений парных зависимостей, на практике (в случаях, когда разница коэффициентов детерминации не превышает 0,1) уравнения множественной регрессии также принимаются линейными:

$$\begin{cases} K_{\text{тр}} = a_{01} + a_{11}\Phi_1 + \Phi a_{21}\Phi_2 + \dots + \Phi a_{n1} \\ K_{\text{м}} = a_{02} + a_{12}\Phi_1 + \Phi a_{22}\Phi_2 + \dots + \Phi a_{m2} \end{cases}, \quad (4.2.20)$$

Решение данных уравнений сводится к определению коэффициентов регрессии a_{i1} и a_{i2} из условия, соответственно:

$$\sum_1^n (K_{\text{трф}} - K_{\text{трр}})^2 \rightarrow \min \quad \text{и} \quad \sum_1^m (K_{\text{мф}} - K_{\text{мр}})^2 \rightarrow \min, \quad (4.2.21)$$

где: $K_{\text{трф}}$, $K_{\text{мф}}$ и $K_{\text{трр}}$, $K_{\text{мр}}$ – соответственно фактические и расчетные зависимых переменных.

Коэффициенты регрессии при каждом факторе покажут, на какую величину в среднем изменится нормативная производственная мощность при изменении фактора на единицу, если влияние других факторов в модели будет элиминировано. Поскольку коэффициенты регрессии имеют разный физический смысл и разные единицы измерения, по их значениям не следует определять, в каких факторах заложены большие резервы повышения производственной мощности. Для оценки относительного влияния факторов на величину $K_{\text{тр}}$ и $K_{\text{м}}$ рассчитываются β -коэффициенты, характеризующие степень влияния (весомость) каждого фактора и показывающие, за счет изменения величины какого фактора можно добиться наибольшего повышения или сокращения производственной мощности.

На практике не всегда представляется возможным в строительных предприятиях получить статистические данные для обеспечения репрезентативности выборки значений тех или иных факторов и, соответственно, достоверности результатов корреляционного анализа. Влияние таких факторов на величину расчетной производственной мощности строительного предприятия оценивается путем расчета соответствующих коэффициентов $k_{\text{ф}}$ методами

экспертных оценок. При этом оценку ожидаемых потерь производственной мощности экспертными методами удобнее производить отдельно по каждой группе факторов: производственных, качества управления строительным производством, обеспеченности материальными ресурсами. Такой подход позволяет производить оценки не только в стоимостных, но и в натуральных показателях.

Интегральный показатель для совокупной оценки влияния отобранных факторов, характеризующих условия строительного производства, на производственную мощность производственных подразделений строительного предприятия рассчитывается по формулам:

- для общестроительных, санитарно-технических, электро-монтажных подразделений:

$$I_{m1} = y_1 \times K_{\text{Тр}} + y_2 \times K_{\text{Трэ}} + y_3 \times K_{\text{Упрэ}} + y_4 \times K_{\text{Мрэ}}, \quad (4.2.22)$$

где: $K_{\text{Трэ}}$, $K_{\text{Упрэ}}$, $K_{\text{Мрэ}}$ – показатели, оценивающие влияние соответствующих групп факторов, значения которых определены экспертными методами; y_1, y_2, y_3, y_4 – коэффициенты весомости таких показателей.

- для подразделений механизации:

$$I_{m2} = y_1 \times K_{\text{М}} + y_2 \times K_{\text{Трэ}} + y_3 \times K_{\text{Упрэ}} + y_4 \times K_{\text{Мрэ}}, \quad (4.2.23)$$

Преобразовав формулы 4.2.1 и 4.2.2, получаем:

$$\text{ПМ}_p = \sum_1^S \text{ПМ}_{\text{НС}}^{\text{ТР}} \times I_{m1} + \sum_1^l \text{ПМ}_{\text{Нл}}^{\text{М}} \times I_{m2}, \quad (4.2.24)$$

$$\Delta \text{ПМ} = \text{ПМ}_{\text{Н}} - (\sum_1^S \text{ПМ}_{\text{НС}}^{\text{ТР}} \times I_{m1} + \sum_1^l \text{ПМ}_{\text{Нл}}^{\text{М}} \times I_{m2}), \quad (4.2.25)$$

где: $\text{ПМ}_{\text{НС}}^{\text{ТР}} = V_{\text{план}} \times N_{\text{раб.ф}}$ – производственная мощность подразделений строительного предприятия, оценка производственной мощности которых производится исходя из возможности наличных трудовых ресурсов, тыс. руб. или нат. ед. изм. объемов СМР; $\text{ПМ}_{\text{Нл}}^{\text{М}} = V_{\text{н}} \times N_{\text{м.ф}}$ – производственная мощность подразделений строительного предприятия, оценка производственной мощности которых производится исходя из возможности наличных машинных ресурсов ($N_{\text{м.ф}}$), тыс. руб. или нат. ед. изм. объемов СМР.

На рис. 4.2.3 приведен пример результатов расчета зависимостей расчетной производственной мощности общестроительных производственных подразделений от численности рабочих строительного предприятия и условий функционирования производственных подразделений строительного предприятия.

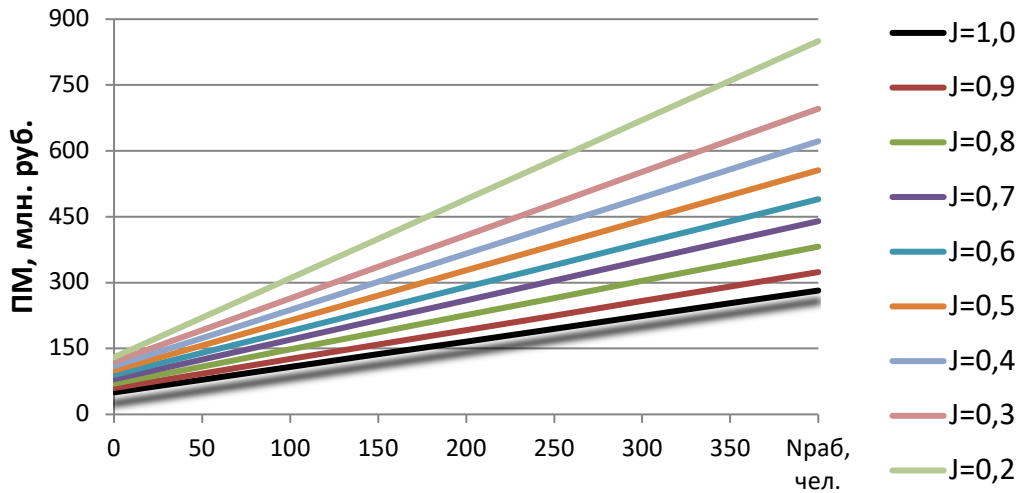


Рис. 4.2.3. Пример расчета зависимости производственной мощности общестроительных строительных предприятий ($ПМ_p$) от численности рабочих строительного предприятия ($N_{раб.}$) и условий строительного производства (I).

Расчетная производственная мощность производственной системы определяется по формуле 4.2.24, а исходя из фактической производственной загрузки и рассчитанного рационального значения на основании математической модели 4.1.6, 4.1.7 соотношения $Q_{cc}/Q_{пл}$ рассчитывается величина Δ , на которую требуется изменить производственную мощность ($ПМ_p$), чтобы привести её к рациональному значению, обеспечивающему устойчивость производственной системы. Математическая модель данной задачи имеет следующий вид:

$$\begin{cases} \Delta = |Q_{cc} - ПМ_p| \\ \Delta_p = I_{m1} \times \sum_1^s B_{планс} \times \Delta_{N_{раб.ф} s} + I_{m2} \times \sum_1^l B_{нс} \times \Delta_{N_{мф} l}, \\ |\Delta - \Delta_p| \rightarrow \min \end{cases} \quad (4.2.26)$$

Анализ математической модели 4.2.26 показывает, что изменение производственной мощности производственной системы может производиться путем соответствующего увеличения или сокращения численности рабочих и строительных машин в тех или иных производственных подразделениях, имеющих, в общем случае, различную специализацию и выработку. Также резервы производственной мощности могут быть мобилизованы за счет рационализации условий строительного производства путем внедрения соответствующих мероприятий по уменьшению влияния факторов Φ_i на величину расчетной производственной мощности строительного предприятия. Таким образом, соискателем разработан порядок оценки производственной мощности производственной системы и ее адекватной оптимизации в

соответствии с запланированной производственной программой строительства в целях обеспечения устойчивости. Результаты данной оценки и последующей оптимизации являются основой для разработки необходимых организационных и технических мероприятий.

Однако, реформирование организационной и производственной структуры производственной системы с целью приведения в соответствие с изменившейся производственной нагрузкой его производственной мощности для обеспечения устойчивости является сложной многовариантной задачей. Её решение требует исследования теории и практики управления специализацией и кооперированием и разработки соответствующего методического подхода, позволяющего запланировать конкретные организационно-технические мероприятия, реализуя которые можно добиться повышения эффективности специализации, снизить затраты на технологическую подготовку производства, специализировать отдельные производственные участки и рабочие места, произвести, при необходимости, переход от производства части строительно-монтажных работ собственными силами к выполнению их по кооперации субподрядными организациями.

Результаты исследования проблемных вопросов организации ресурсного оснащения, специализации и кооперирования строительных предприятий в целях обеспечения их устойчивости представлено в следующем параграфе.

§ 4.3. Обоснование проектно-программных форматов специализации и кооперации производственных систем.

Результаты исследований, представленные в предыдущих параграфах настоящей главы, позволяют произвести расчет рациональных значений показателей – индикаторов устойчивости производственной системы, соответствующих любому изменению её производственной загрузки, в том числе рассчитать требуемое значение производственной мощности (формула 4.2.24), а исходя из фактической производственной загрузки и рационального значения соотношения $(Q_{cc}/Q_{nl})_{рац}$ (формулы 4.1.6, 4.1.7) определить величину Δ , на которую требуется изменить производственную мощность производственной системы (ПМ_р), чтобы привести её к рациональному значению, обеспечивающему устойчивость производственной системы.

Объем работ, планируемый для передачи субподрядным организациям рассчитывается по формуле:

$$Q_{сп} = Q_{nl} - (Q_{cc}/Q_{nl})_{рац} \times Q_{nl}, \quad (4.3.1)$$

Поскольку приведение производственной мощности производственной системы может производиться путем соответствующего задачам увеличения или сокращения численности рабочих и строительных машин в тех или иных производственных подразделениях, имеющих, в общем случае, различную специализацию и выработку, в первую очередь, требуется осуществить разработку рекомендаций по обоснованию рациональных профилей специализации. Далее необходимо произвести обоснование порядка расчета рациональных уровней специализации с учетом конкретных условий строительного производства, в том числе возможности организации эффективной кооперации с устойчивыми субподрядными организациями.

Ряд авторов [77, 104, 127] выделяют три формы специализации отраслевую (предметную), видовую (объектную) и технологическую. Некоторые авторы выделяют четыре формы специализации в строительстве – отраслевую, объектную, поддетальную и технологическую [84, 93, 139]. Они считают, что к выделению объектной и поддетальной привело углубление отраслевой и технологической форм. В целях разработки рекомендаций по обоснованию рациональных профилей специализации необходимо определить, какие формы специализации в настоящее время присущи строительным предприятиям. В

научном аспекте это даст возможность обобщить развитие разделения труда и специализации, в практическом - позволит определить методологическую основу для рационального разделения производственного процесса между подразделениями строительного предприятия и субподрядными организациями.

Для формализации процесса развития рациональных профилей специализации (рис. 4.3.1) необходимо:

- определить наиболее приемлемые формы и профили специализации в строительном предприятии и объемы СМР по данным формам и профилям в соответствии с производственной нагрузкой; специализации.

- рассчитать значения показателей, характеризующих состояние и степень развития специализации;

- оценить влияние специализации на результаты производственной деятельности;

- установить критерии оптимизации основных параметров специализации по выбранной форме и профилю.

Каждая определенная в качестве приемлемой форма специализации и соответствующие ей объемы работ обуславливают возможность выделения производственных подразделений, обеспеченных соответствующими профессиональными кадрами и материально-техническими ресурсами и сосредоточенными на выпуске однородной продукции или выполнении однородных работ.

Для оценки рациональности развития специализации необходимо оценить влияние уровня специализации на производительность труда рабочих и на рост сложности управления строительством, вследствие роста уровня кооперирования.

Технологическая форма специализации на уровне производственных подразделений строительных предприятий является наиболее приемлемой и возможности углубления данной формы специализации с целью повышения производительности труда следует производить в первую очередь.

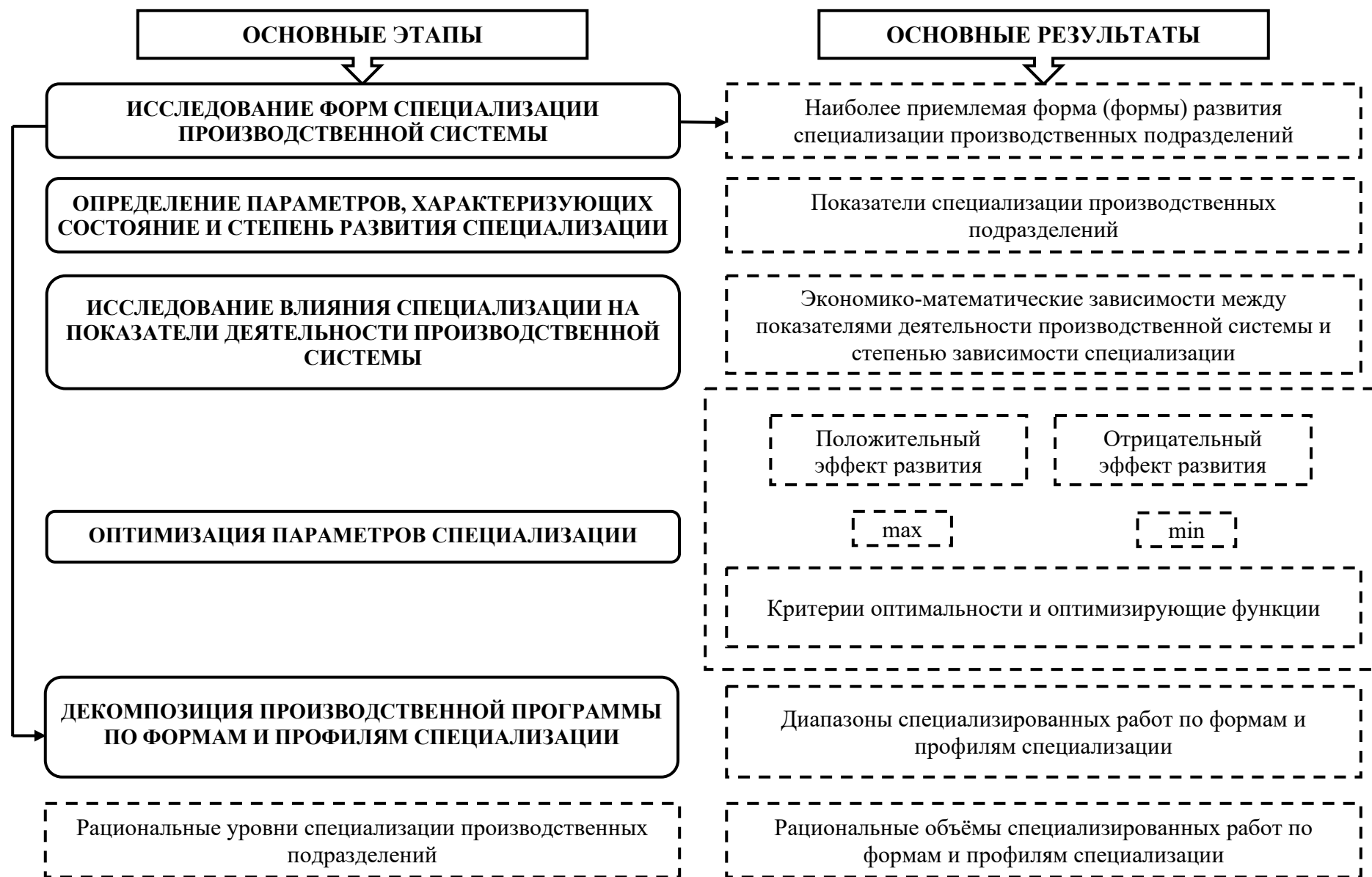


Рис. 4.3.1. Методический подход к организации процесса развития рациональных форм и профилей специализации

На примере технологической специализации рекомендуется представленный далее порядок определения рационального уровня специализации и оценки роста производительности труда рабочих для последующего использования результатов данной оценки при системно-динамической оптимизации организационной и производственной структур производственной системы с целью обеспечения устойчивости.

Поскольку производительность труда рабочих зависит от многих факторов (квалификация рабочих, уровень механизации, система оплаты труда и др.), при исследовании влияния специализации на результаты производственной деятельности производственной системы необходимо задачу исследования сформулировать следующим образом: требуется определить какая доля вариации производительности труда рабочих может быть определена изменением уровня специализации.

Производительность труда рабочих в строительных предприятиях может измеряться по нескольким показателям: по товарной выработке на одного рабочего ($V_{\text{раб}}$, тыс. руб), по фактическим трудозатратам ($T_{\text{нф}}$, чел.час./млн. руб), по выполнению норм выработки (%). Для исследования влияния уровня технологической специализации целесообразно использовать последний из перечисленных показателей ($Y_{\text{выр}}$), так как именно при его помощи можно охарактеризовать производительность труда рабочих при выполнении различных по профилю работ, он не зависит от договорных цен, инфляции и т.д.

В результате исследования статистических данных за 2018-2020 годы по 20 строительным предприятиям (работающим в одном регионе и выполняющих однородные работы) московского региона, представленных в Приложении ■, установлена корреляционная зависимость между уровнем специализации и производительностью труда рабочих. Выполненные расчеты представлены в Приложении ■. Рассчитанный коэффициент эластичности $\Theta = 0,142$ показывает, что при возрастании среднего уровня специализации на 1% происходит рост производительности труда в среднем на 0,14 %. Полученная зависимость аппроксимирована уравнением регрессии:

$$Y_{\text{выр}} = 22,22 \times \ln(Y_{\text{сп}}) * 14,68 \quad (4.3.2)$$

$$\eta = 0,932.$$

График зависимости уровня выполнения норм выработки от уровня специализации представлен на рис. 4.3.2.

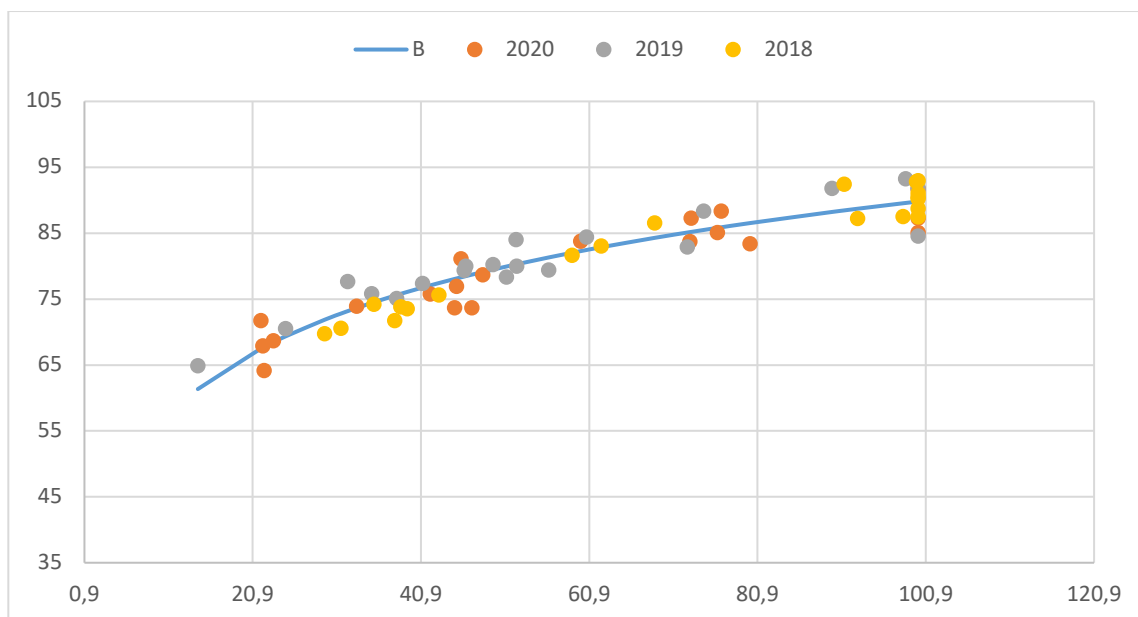


Рис. 4.3.2. График зависимости производительности труда рабочих от уровня специализации

Эффект от роста производительности труда вследствие развития специализации может быть рассчитан по формуле:

$$\Delta_{\text{пт}} = (Y_{\text{выр}}(Y_{\text{сп2}}) - Y_{\text{выр}}(Y_{\text{сп1}})) \times V_{\text{раб}} \times N_{\text{раб}} / 100, \quad (4.3.3)$$

где: $Y_{\text{выр}}(Y_{\text{сп2}})$ и $Y_{\text{выр}}(Y_{\text{сп1}})$ – уровень выполнения норм выработки рабочими для вариантов до и после изменения уровня специализации, %; $V_{\text{раб}}$ – фактическая выработка за отчетный период на одного рабочего до изменения уровня специализации, нат. ед.; $N_{\text{раб}}$ – среднесписочная численность рабочих в отчетном периоде, чел.

Вместе с тем, теоретические исследования и практика строительного производства показывают, что наряду с положительными результатами углубления специализации может вызывать и ряд негативных последствий. Поэтому оно разумно до того момента, пока положительные результаты от развития специализации превышают ее отрицательные проявления. Обобщенный перечень положительных и отрицательных проявлений углубления специализации, составленный на основании анализа деятельности строительных предприятий московского региона и научно-практических разработок [77, 92, 147, 151], представлен в приложении ■.

Необходимо отметить, что при повышении уровня специализации возникает необходимость координации действий организаций и

специализированных подразделений при их кооперировании, увеличивается и усложняется состав задач по организации строительного производства. Происходит повышение сложности системы строительного предприятия, состоящей из большого числа последовательно и параллельно связанных элементов и определяемая связями производственного кооперирования между ними, что в значительной степени, предопределяет случаи сбоев процесса строительного производства и, как следствие, многочисленные отклонение от плановых показателей.

Для обеспечения устойчивости производственной системы углубление специализации не должно привести к избыточной вариации показателей-индикаторов устойчивости. С учетом изложенного в § 4.1 подхода к организации строительного производства в целях обеспечения устойчивости производственной системы важно оценить влияние увеличения числа специализированных потоков на возможность срыва планов объемов и сроков выполнения работ.

Зависимость между уровнем специализации и показателем по выполнению плановых объемов работ за месяц (P_v), рассчитанная на основании данных квартальных и месячных справок по выполнению основных показателей ряда строительных предприятий (работающим в одном регионе и выполняющих однородные работы) московского региона за период с 2018 по 2020 г.г., имеет следующий вид:

$$P_v = 1,4385 * e^{(-0.0086 * U_{сп})} \quad (4.3.4)$$

$$I = 0,995,$$

где: $P_v = V_{гп.факт} / V_{гп.план}$.

Если предположить, что величина P_v является обратной к показателю по соблюдению сроков выполнения плановых объемов работ за месяц (P_T), который для обеспечения устойчивости производственной системы должен быть не больше 1:

$$P_T = \frac{1}{P_v} \leq 1. \quad (4.3.5)$$

Соответственно, зависимость между уровнем специализации и показателем соблюдения сроков выполнения плановых объемов работ за месяц примет вид:

$$P_T = 0,695 * e^{(0.0086 * U_{сп})}. \quad (4.3.6)$$

График данной зависимости представлен на рис. 4.3.3., а необходимые расчеты – в Приложении ___.

Из представленного графика видно, что у генподрядных строительных предприятий, у которых уровень специализации находится в пределах 42 %, фактические и плановые сроки выполнения месячных объемов работ соответствуют условию 4.3.4, а при увеличении уровня специализации наблюдается рост значения показателя P_T с 1 до 1,6, что говорит о несоблюдении условия 4.3.4 и превышении фактических сроков выполнения работ над плановыми (договорными).

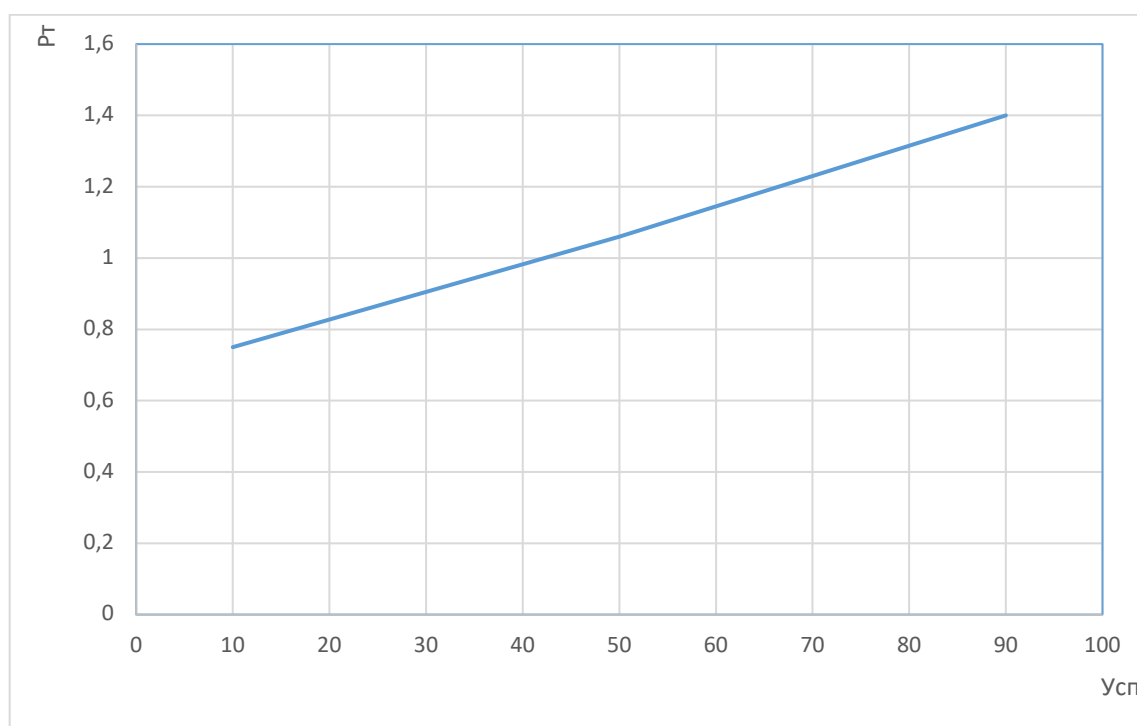


Рис. 4.3.3. График зависимости показателя по соблюдению сроков выполнения плановых объемов СМР от уровня специализации

Величина годового эффекта от снижения величины показателя P_T от развития специализации определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_T = K_{Нр} \times V_{ГП} \times \left(1 - \frac{P_T(Y_{сп2})}{P_T(Y_{сп1})} \right), \quad (4.3.7)$$

где: $K_{Нр}$ – удельный вес величины условно-постоянной части накладных расходов в общей стоимости строительства; $V_{ГП}$ – годовой объем работ по генподряду, планируемый к выполнению после проведения мероприятий по развитию специализации, тыс. руб.; $P_T(Y_{сп1})$ и $P_T(Y_{сп2})$ – показатели соблюдения сроков выполнения плановых объемов работ, соответственно, до и после изменения уровня специализации.

Зависимости 4.3.2 и 4.3.6 позволяют количественно оценить влияние развития специализации на производительность труда рабочих и соблюдения сроков строительства, рассчитать прогнозный эффект от развития специализации при выполнении плановых объемов работ после изменения уровня специализации. Выполненные таким образом расчеты, данные о наличии необходимых технологий, трудовых и материальных ресурсах, а также результаты соотнесения величины прогнозируемого эффекта от развития специализации с затратами необходимых ресурсов на организацию выполнения производственной программы при реорганизации специализированных подразделений и оценки времени, необходимого на подготовку и реализацию оргмероприятий, являются основанием для разработки вариантов организационной и производственной структуры производственной системы, обеспечивающих её устойчивость в изменившихся условиях.

При разработке метода системно-динамической оптимизации организационной и производственной структур производственной системы в целях обеспечения его устойчивости также требуется учитывать возможность организации эффективной кооперации с устойчивыми субподрядными организациями для выполнения ими планируемого к передаче на субподряд объема работ $Q_{сп}$, рассчитанного по формуле 4.3.1.

В случаях, когда кооперация необходимых субподрядных организаций отсутствует или кто-то из участников сложившейся кооперации прекратил сотрудничество, или по какой-то причине, например, из-за отсутствия специалистов требуемой квалификации, принимается решение о передаче на субподряд дополнительных объемов работ, требуется привлечение новых соисполнителей производственной программы.

При выборе субподрядных организаций рекомендуется производить оценку их устойчивости в порядке, изложенном в §§ 2.3 и 2.4 диссертации.

После формирования кооперации субподрядных организаций (соисполнителей) для выполнения производственной программы определяются фактические (планируемые) значения (соотношения) показателей $Q_{сс}^{факт}$, $Q_{сп}^{факт}$, $Q_{сс}^{факт}/Q_{пл}$ и производится итерация расчетов значений показателей – индикаторов устойчивости производственной системы для прогнозируемого изменения условий строительного производства и соответствующих им

рациональных значений параметров производственной и организационной структуры производственной системы.

Расчет значений показателей – индикаторов устойчивости производственной системы с учетом определенных значений (соотношения) показателей $Q_{cc}^{факт}$, $Q_{сп}^{факт}$, $Q_{cc}^{факт}/Q_{пл}$ производится с использованием метода теории планирования эксперимента в порядке, изложенном в § 4.1. В качестве параметра оптимизации устанавливается значение показателя-индикатора устойчивости - $П_{онт} = K_4$ - уровень соблюдения нормативных (договорных) сроков строительства объектов (выполнения работ) (формула 4.1.6). Для прогнозных значений производственной загрузки производится исследование однофакторной модели изменения параметра цели под влиянием фактора $K1 = \frac{Q_{cc}}{N_{раб}}$ - выработка на одного рабочего выработка на одного рабочего. Остальные показатели – индикаторы задаются в виде ограничений (формула 4.1.7).

Определив значение фактора выработки на одного рабочего, соответствующее минимальному значению параметра оптимизации K_4 , определим значение показателя $N_{раб}$ (через значение $Q_{cc}^{факт}$). После определения рациональных значений всех показателей-индикаторов устойчивости необходимо произвести расчет соответствующих им планируемых значений показателей технического уровня и организационной структуры производственной системы.

Для определения порядка расчета таких значений показателей и способов обеспечения их достижения в процессе организации и управления строительным производством в целях обеспечения устойчивости в изменившихся условиях соискателю потребовалось разработать метод, названный методом системно-динамической оптимизации организационной и производственной структур производственной системы. Результаты разработки данного метода представлены в следующем параграфе диссертации.

§ 4.4. Разработка метода обеспечения устойчивости производственной системы за счет системно-динамической оптимизации структуры.

Метод системно-динамической оптимизации структуры (организационной и производственной) производственной системы разрабатывается с целью научно-методического обоснования порядка расчета рациональных значений параметров производственной мощности и ресурсного обеспечения производственной системы (количества и состава производственных подразделений, численности рабочих различной специализации и управленческого персонала, количества и состава основных строительных машин и др.), соответствующих изменившейся производственной нагрузке. На основании такого расчета должны быть разработаны организационно-технические мероприятия, после внедрения которых прогнозные значения всех показателей-индикаторов устойчивости будут находиться в допустимом интервале вариабельности. Тем самым устойчивость производственной системы в прогнозном периоде будет обеспечена.

Для разработки метода обеспечения устойчивости производственной системы за счет системно-динамической оптимизации организационной и производственной структур в вероятностных условиях строительного производства соискателем используется системно - комплексный подход, который адаптируется к организационному проектированию.

Системность предлагаемого метода заключается в применении подхода, при котором объект - производственная система рассматривается как совокупность взаимосвязанных элементов (обособленных и производственных подразделений), имеющая выход (цель), вход (ресурсы), связь с внешней средой (контракты, определяющие производственную нагрузку и сроки выполнения работ).

Комплексность метода заключается в рассмотрении объекта - производственной системы, как совокупности компонентов (организационной и производственной структур, процессов строительного производства, параметров оценки и показателей производственной деятельности), подлежащих исследованию.

Также предлагается учитывать фактор времени, которое потребуется на проведение необходимых организационных и технических мероприятий.

После проведения оценки устойчивости производственной системы, оценки вариации значений показателей - индикаторов устойчивости, установления причин такой вариации либо прогнозной оценки вариации данных показателей, оценки возможности создания условий восстановления значения показателей-индикаторов устойчивости, показавших излишнюю вариацию, к их значениям в диапазоне допустимой вариации путем оперативного реагирования на сложившуюся ситуацию, производится принятие решения о необходимости оптимизации организационной и производственной структур производственной системы.

Такое решение принимается в случаях, когда затраты ресурсов на реализацию необходимых организационно-технических мероприятий по обеспечению устойчивости слишком велики либо резервов производственной системы недостаточно, а также когда независимые от деятельности производственной системы события существенно изменяют условия строительного производства, вследствие чего значительно (сверх контрольных пределов) падает (возрастает) производственная загрузка. Соответственно, первый этап оптимизации предполагает оценку изменившейся производственной программы, либо прогнозных вариантов ее изменения, в ходе которой устанавливаются расчетные значения показателей объемов работ по генподряду и сроков их выполнения по заключенным и планируемым контрактам.

На втором этапе оптимизации производится расчет значений показателей-индикаторов нового процесса строительного производства, обеспечивающих устойчивость производственной системы с новой производственной загрузкой и новыми сроками выполнения работ.

Установив граничные значения показателей: плановая (расчетная) выработка на одного работника ($V_{\text{Общ}}^{\text{пл}}$), коэффициент резервирования производственной мощности ($k_{\text{рез}}$) и коэффициент нормы прибыли ($k_{\text{пр}}$), используя математические модели 4.1.8-4.1.10, выполняется расчет рациональных значений показателей объема СМР собственными силами ($Q_{\text{сс}}$), среднесписочной численности работников (N), производственной мощности ($Q_{\text{пм}}$).

На третьем этапе производится оценка собственной производственной мощности производственной системы и разработка мероприятий по

мобилизации резервов производственной мощности за счет рационализации условий строительного производства.

Для общестроительных, отделочных, санитарно-технических, электро-монтажных строительных предприятий оценка производственной мощности производится, исходя из наличных трудовых ресурсов с учетом обеспеченности машинными и материально-техническими ресурсами.

Для специализированных строительных предприятий механизации строительно-монтажных работ оценка производственной мощности производится исходя из возможности наличного парка строительных машин и механизмов с учетом обеспеченности трудовыми и материально-техническими ресурсами.

Мощность производственной системы, как суммарная мощность производственных подразделений, рассчитывается по формуле 4.2.3 в стоимостных и натуральных единицах измерения.

Оценка влияния условий строительного производства на величину фактических или ожидаемых потерь производственной мощности осуществляется путем количественной оценки влияния факторов Φ_1 - Φ_{11} на величину расчетной производственной мощности производственной системы с применением многофакторных регрессионных моделей 4.2.19-4.2.23, на основании которых рассчитываются зависимости от них значений показателей эффективности использования трудовых ресурсов ($k_{тр}$) или машинных ресурсов (k_m), либо экспертным путем.

Оценивая коэффициенты регрессии при каждом факторе и рассчитывая β -коэффициенты необходимо количественно определить степень влияния каждого фактора на величину производственной мощности.

Оценка потерь производственной мощности экспертными методами производится в стоимостных и в натуральных показателях отдельно по каждой группе факторов: производственных, качества управления строительным производством, обеспеченности материальными ресурсами.

На основании результатов расчета потерь производственной мощности, выявления факторов Φ_i , наиболее значимо влияющих на величину данных потерь, и количественной оценки степени их влияния, по каждому производственному подразделению разрабатываются предложения по совершенствованию организации и технологии строительного производства

путем внедрения соответствующих мероприятий по уменьшению влияния факторов Φ_i на величину расчетной производственной мощности производственной системы.

При рассмотрении предложений по совершенствованию организации и технологии строительного производства производится оценка затрат всех видов ресурсов и необходимое время на их подготовку и внедрение, а также расчет экономической эффективности.

После принятия решения о внедрении мероприятий, позволяющих снизить потери производственной мощности под влиянием факторов Φ_i , производится новый расчет производственной мощности подразделений и суммарный расчет производственной мощности производственной системы по формуле 4.2.3 в стоимостных и натуральных единицах измерения. Исходя из фактической производственной загрузки и рационального значения соотношения $Q_{cc}/Q_{пл}$ рассчитывается величина Δ , на которую требуется изменить производственную мощность производственной системы (формула 4.2.26).

Анализ математической модели 4.2.26 показывает, что изменение производственной мощности производственной системы может производиться путем соответствующего стоящим задачам увеличения или сокращения численности рабочих и строительных машин в тех или иных производственных подразделениях, имеющих, в общем случае, различную специализацию и выработку. Также резервы производственной мощности могут быть мобилизованы за счет рационализации условий строительного производства путем внедрения соответствующих мероприятий по уменьшению влияния факторов Φ_i на величину расчетной производственной мощности производственной системы.

На четвертом этапе производится оценка эффективности специализации производственных подразделений и проектирование рационального уровня специализации производственных подразделений производственной системы.

Рациональные формы и профили специализации производственных подразделений определяются на основе анализа структуры сформированной или планируемой производственной программы.

При преобладании в производственной программе объектов специфических объектов производственного или иного специального назначения, отличающихся от объектов других направлений строительства

архитектурными, объемно-планировочными и конструктивно-технологическими особенностями, рассматриваются варианты развития объектной (предметной) специализации). Профили специализации при развитии данной формы специализации определяются технологией возведения таких объектов.

Если в производственной программе производственной системы преобладают объекты жилищного, социально-культурного и бытового назначения, разрабатываются варианты развития технологической формы специализации в соответствии с последовательностью организационно-технологических этапов возведения конструктивных элементов таких объектов. Конкретные профили специализации должны соответствовать комплексам однородных работ, выполняемых при возведении отдельных конструктивных элементов зданий и сооружений, совокупность и последовательность строительства которых можно принять однотипной для всех объектов данных направлений строительства – устройство фундаментов; стен и перегородок; покрытий и перекрытий; кровли; полов; заполнение проемов; отделочные работы; внутренние санитарно-технические и электромонтажные работы; прочие работы и обслуживающие виды деятельности.

Рациональные уровни технологической специализации производственных подразделений определяются по следующим формулам:

- по профилям специализации:

$$y_{\text{сп}i}^{\text{рац}} = \frac{V_{\text{сп}i}^{\text{рац}}}{V_{\text{гп}}} \times 100\%; \quad 4.4.1$$

- общий:

$$y_{\text{спобщ}}^{\text{рац}} = \frac{\sum_{i=1}^N V_{\text{сп}i}^{\text{рац}}}{V_{\text{гп}}} \times 100\%, \quad 4.4.2$$

где: $V_{\text{сп}i}^{\text{рац}}$ – рациональный объем работ по i -му профилю технологической специализации в производственной программе строительного предприятия, тыс. руб.; $V_{\text{гп}}$ – общий объем работ в производственной программе строительного предприятия по генподряду, тыс. руб.; $i=1, \dots, N$ – количество рациональных профилей технологической специализации производственных подразделений строительного предприятия.

Рациональный объем работ по i -му профилю технологической специализации в производственной программе производственной системы рассчитывается по формуле:

$$V_{\text{сп}i}^{\text{рац}} = V_{\text{ГП}} \times \frac{y_{\text{сп}i}^{\text{рац}}}{100} \times \frac{y_{\text{сп}i}^{\text{рац}}}{100}, \quad 4.4.3$$

где: $y_{\text{сп}i}^{\text{рац}}$ – рациональный общий уровень технологической специализации строительства в диапазоне возможных объемов производственной программы; $y_{\text{сп}i}^{\text{рац}}$ – рациональный уровень технологической специализации строительства по i -му профилю в диапазоне возможных значений.

Указанные выше показатели определяются следующим образом:

$$y_{\text{сп}i}^{\text{рац}} = \frac{\sum_{i=1}^N (V_{\text{сп}i}^{\text{рац}} - V_{\text{сп}i}^{\text{e.min}})}{\sum_{i=1}^N (V_{\text{сп}i}^{\text{e.max}} - V_{\text{сп}i}^{\text{e.min}})} \times 100\%, \quad 4.4.4$$

где: $V_{\text{сп}i}^{\text{e.min}}$ и $V_{\text{сп}i}^{\text{e.max}}$ – минимальное и максимальное значения объемов работ по i -му профилю из диапазонов возможных значений, тыс. руб.; $V_{\text{сп}i}^{\text{рац}}$ – рациональный объем специализированных работ по i -му профилю из диапазона возможных значений;

$$y_{\text{сп}i}^{\text{рац}} = \frac{V_{\text{сп}i}^{\text{рац}}}{\sum_{i=1}^N V_{\text{сп}i}^{\text{рац}}} \times 100\%, \quad 4.4.5$$

Определение рациональных объемов специализированных работ в производственной программе производственной системы производится путем минимизации суммы затрат ресурсов, возникающих при занижении или завышении планируемого значения показателя $V_{\text{сп}i}^{\text{пл}}$ в диапазоне возможных значений $V_{\text{сп}i}^{\text{e}}$.

Затраты ресурсов производственной системы, которые придется понести при занижении или завышении объема работ i -го профиля специализации по сравнению с соответствующими планируемыми значениями данных показателей рассчитываются по формулам:

- при $V_{\text{сп}i}^{\text{e}} < V_{\text{сп}i}^{\text{пл}}$:

$$P_1 = \sum_{i=1}^N k_f \times (V_{\text{сп}i}^{\text{пл}} - V_{\text{сп}i}^{\text{e}}) = \sum_{i=1}^N 0,038 \times (V_{\text{сп}i}^{\text{пл}} - V_{\text{сп}i}^{\text{e}}), \quad (4.4.6)$$

- при $V_{\text{сп}i}^{\text{e}} > V_{\text{сп}i}^{\text{пл}}$:

$$P_2 = \sum_{i=1}^N \left(J \left(\frac{V_{\text{сп}i}^{\text{e}}}{V_{\text{ГП}}} \right) - J \left(\frac{V_{\text{сп}i}^{\text{пл}}}{V_{\text{ГП}}} \right) \right), \quad (4.4.7)$$

где: $J = \mathcal{E}_{\text{пт}} + \mathcal{E}_{\text{т}}$ – интегральный эффект от роста производительности труда вследствие развития специализации и от сокращения сроков выполнения работ, рассчитываемые по формулам 4.3.2 и 4.3.6, соответственно, тыс. руб.

В качестве коэффициента k_f можно принять размер сметной прибыли, которая является нормативной частью сметной стоимости объектов, так как не «недозагруженная» организация, которая могла бы в случае полной производственной загрузки получить дополнительно потенциальный доход в размере $(V_{cn_i}^{nl} - V_{cn_i}^e)$, объективно недополучит средства в размере сметной прибыли. Поскольку структура сметной стоимости строительства характеризуется следующими удельными весами: строительно-монтажные работы – 51 %; стоимость оборудования, мебели и инвентаря – 38 %; прочие затраты – 11 %, а структура сметной стоимости строительно-монтажных работ в среднем характеризуется следующими данными: прямые затраты – 75,4 %; накладные расходы – 17,2 %; сметная прибыль – 7,4 %, сметная прибыль в структуре потенциального дохода недозагруженной организации будет составлять в среднем: $7,4 \times 51 / 100 = 3,774$ %. Таким образом, коэффициент k_f в формуле 4.4.6 можно принять равным 0,038.

На пятом этапе производится разработка вариантов производственной структуры строительного предприятия на основании результатов оптимизации состава производственной мощности его подразделений.

Состав производственных подразделений формируется на основе действующих обособленных и линейных подразделений строительного предприятия из условия обеспечения максимального соответствия между планируемым (рациональным) объемом соответствующих специализированных работ и производственной мощностью, которое для общестроительных, отделочных, санитарно-технических и электро-монтажных подразделений строительного предприятия может быть формализовано следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_{cc}^n = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n V_{спij}^{nl}; \\ |ПМ^n - Q_{cc}^n| \rightarrow \min \equiv |N_{раб}^n - N_{тр}^n| \rightarrow \min; \\ N_{тр}^n = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n N_{трij}^n = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n N_{nij}^n}{I_{m1}}; \\ N_{nij}^n = \frac{V_{спij}^{nl} \times H_{ij}}{T_{ij} \times C_{ij}} \text{ — при значениях } V_{спij}^{nl}, \text{ заданных в тыс. руб.}; \\ N_{nij}^n = \frac{V_{спij}^{nl} \times H_{ij}}{T_{ij}} \text{ при значениях } V_{спij}^{nl}, \text{ заданных в ед. физ. объема.} \end{array} \right. \quad 4.4.8$$

где: $N_{\text{тр}}^{\text{п}}$ – требуемая численность рабочих для выполнения производственной программы подразделения, чел.; $N_{\text{раб}}^{\text{п}}$ – имеющаяся численность рабочих в подразделении, чел.; T_{ij} – продолжительность выполнения i -го вида работ на j -м объекте, час.; C_{ij} – стоимость единицы физического объема работ i -го вида работ на j -м объекте, тыс. руб./ед. физ. объема; H_{ij} – норматив трудозатрат на выполнение i -го вида работ на j -м объекте, чел. час./ед. физ. объема; I_{m1} – интегральный показатель, оценивающий влияние местных условий производственной деятельности после проведения мероприятий по мобилизации резервов производственной мощности.

При соответствии производственной мощности подразделения после проведения мероприятий по мобилизации ее резервов и развитию специализации производственной программе, производственная структура является рациональной и планирование каких-либо организационных мероприятий не планируется.

В случае превышения производственной загрузки над производственной мощностью производственного подразделения планируются мероприятия по наращиванию или развитию его производственной мощности., которые реализуются:

- экстенсивным методом - путем привлечения дополнительных производственных ресурсов (трудовых, машинных, материальных) и расширения подсобного производства;

- интенсивным методом – путем повышения квалификационного состава трудовых ресурсов, повышения эффективности управления строительным производством, внедрения инновационных технологий.

Величина дополнительного прироста производственной мощности рассчитывается по формулам 4.2.26.

Если производственная загрузка ниже производственной мощности производственного подразделения, то в целях совершенствования производственной структуры планируются мероприятия по:

- увеличению производственной загрузки производственного подразделения путем передачи ему объемов однородных работ от других производственных подразделений соответствующей специализации или из планируемых к передаче на субподряд;

- сокращению производственной мощности подразделений на величину $\Delta\text{ПМ}$, рассчитанную по формулам 4.2.26, путем:

- увольнения или перевода в другие производственные подразделения строительного предприятия лишних работников;

реализации излишних машинных и материальных ресурсов, принадлежащих строительному предприятию, либо сокращение арендованных или взятых в лизинг машин и иной техники, путем пересмотра договорных обязательств;

- сокращению производственных подразделений путем их ликвидации или объединения производственных подразделений по признаку однородности их специализации и территории функционирования;

- сокращению объема работ (услуг) подсобного производства.

Модель обеспечения максимального соответствия между планируемым (рациональным) объемом работ и производственной мощностью для производственных подразделений механизации строится аналогично. Её алгоритм отличается только порядком расчета производственной мощности (формулы 4.2.16, 4.2.23-4.2.26).

На основе выполненных расчетов разрабатывается проект производственной структуры строительного предприятия.

Шестой этап предполагает рассмотрение вариантов производственной структуры строительного предприятия и ее оптимизации.

На данном этапе требуется оптимизировать производственную мощность производственной системы, то есть определить такое её значение, при котором обеспечивается наиболее эффективное использование трудовых и машинных ресурсов, то есть величина расхождения между производственной загрузкой производственной системы и её мощностными параметрами по трудовым и машинным ресурсам будет минимальной.

В общем виде математическая модель данной задачи имеет следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{ПМ}_p^{\text{TP}} = \sum_1^s \text{ПМ}_{ps}^{\text{TP}} + \sum_1^l \text{ПМ}_{pl}^{\text{M}} = \sum_1^s \text{ПМ}_{\text{HS}}^{\text{TP}} \times I_{m1} + \sum_1^l \text{ПМ}_{\text{Hl}}^{\text{M}} \times I_{m2} \\ \Delta_p + \Delta_m \rightarrow \min \\ \Delta_p = |Q_{\text{ССО}} - \text{ПМ}_p^{\text{TP}}| \\ \Delta_m = |Q_{\text{ССМ}} - \text{ПМ}_p^{\text{M}}| \end{array} \right. , \quad (4.4.9)$$

где: $Q_{\text{ССО}}$ – производственная загрузка подразделений, в которых производственная мощность определяется наличием трудовых ресурсов, тыс.руб.; $Q_{\text{ССМ}}$ – производственная загрузка подразделений, в которых производственная мощность определяется наличием машинных ресурсов, тыс.руб.; ПМ_p^{TP} и ПМ_p^{M} – расчетная производственная мощность данных подразделений соответственно, тыс. руб.

В случае необходимости увеличения производственной мощности производственной системы по трудовым и/или машинным ресурсам производится расчет необходимой численности рабочих каждой специальности и количества строительных машин каждого типа. И принимается решение о наборе необходимого числа рабочих и приобретении (привлечении) необходимого числа строительных машин.

Математическая модель увеличения количества трудовых ресурсов формализована следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{ПМ}_p^{\text{TP}} = \sum_{s=1}^S \text{ПМ}_{\text{HS}}^{\text{TP}} \times I_{m1} = \sum_{s=1}^S (\sum_{i=1}^l \text{ПМ}_{\text{HS}i}^{\text{TP}} \times I_{m1}) = \\ = (B_{\text{H}11} \times N_{\text{раб.}\phi_{11}} + \dots + B_{\text{H}ij} \times N_{\text{раб.}\phi_{ij}}) \times I_{m1_1} \\ + \dots + (B_{\text{H}s1} \times N_{\text{раб.}\phi_{s1}} + \dots + B_{\text{H}sj} \times N_{\text{раб.}\phi_{sj}}) \times I_{m1_s}; , \\ \Delta_p = |Q_{\text{CCO}} - \text{ПМ}_p^{\text{TP}}|; \\ \Delta N_{\text{раб.доп}} = \frac{|Q_{\text{CCM}} - \text{ПМ}_p^{\text{M}}|}{B_{si}}; \end{array} \right. \quad (4.4.10)$$

где: $B_{si} = \frac{T_{si} \times C_{si}}{H_{si}}$ – нормативная выработка рабочего i -й специализации в s -м производственном подразделении строительного предприятия, тыс. руб.; $\Delta N_{\text{раб.доп}}$ – необходимое количество дополнительно принимаемых (увольняемых) рабочих, чел.

Решение данной задачи методами линейного программирования позволяет рассчитать требуемую численность рабочих в каждом производственном подразделении из условия, что при постоянном значении расчетной производственной мощности ($\text{ПМ}_p^{\text{TP}} = \text{const}$) общая численность принимаемых (увольняемых) рабочих ($\Delta N_{\text{раб.доп}}$) будет минимальным (максимальным):

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta N_{\text{раб.доп}} = \frac{|Q_{\text{CCM}} - \text{ПМ}_p^{\text{M}}|}{B_{si}} = \sum_1^l \sum_1^S \frac{|Q_{\text{CCM}_{si}} - \text{ПМ}_{p_{si}}^{\text{M}}|}{B_{si}} \rightarrow \min (\max) \\ \text{ПМ}_p^{\text{TP}} = \text{const} \end{array} \right. \quad (4.4.11)$$

Расчет требуемого количества основных видов строительных машин при планируемом увеличении (сокращении) их числа производится аналогично.

Важной составляющей этапа оптимизации производственной структуры строительного предприятия является процесс оценки и учета влияния фактора времени, необходимого для подготовки и проведения планируемых организационно-технических мероприятий. Поскольку каждое из таких мероприятий, планируемых в процессе проработки этапов активизации резервов

производственной мощности, повышения эффективности специализации производственных подразделений, наращивания или сокращения их производственной мощности, требует не только затрат ресурсов, но и времени на их подготовку и внедрение, то в расчетах эффективности таких мероприятий (формулы 4.2.26, 4.3.2, 4.3.6) необходимо учитывать снижение величины планируемого эффекта пропорциональное указанным временным затратам. Таким образом, чем больше времени требуется на подготовку и внедрение организационно-технических мероприятий, тем меньшую долю расчетного периода данные мероприятия будут приносить эффект. Существенные затраты времени требуются на организацию использования новых технологий, процедура сокращения работников в соответствии с требованиями Трудового Кодекса Российской Федерации [3] занимает не менее 2-х, а при сокращении более 20 человек, не мене 3-х месяцев. Поиск квалифицированных специалистов может занять неопределенно долгий период, продолжительность которого можно только прогнозировать, как и экспозиции на рынке реализуемых строительных машин.

Результаты расчета затрат на подготовку и внедрение мероприятий по активизации резервов производственной мощности, повышению эффективности специализации производственных подразделений, наращиванию или сокращению их производственной мощности, а также потерь за время их подготовки и внедрения могут существенно скорректировать решения по оптимизации производственной структуры строительного предприятия.

С целью учета влияния фактора времени при формировании производственной структуры строительного предприятия в изменившихся условиях строительного производства предусматривается необходимое число последовательных итераций до принятия решения о рациональном составе, производственной мощности и специализации его основных и вспомогательных производственных подразделений. На седьмом этапе производится разработка организационной структуры производственной системы, представляющую собой состав и иерархию основных и вспомогательных производственных подразделений производственной системы: строительное предприятие → обособленные подразделения → производственные подразделения → линейный управленческий персонал → производственные бригады. Исходя из задач

настоящего исследования вопросы формирования аппарата управления строительного предприятия не рассматриваются.

Организационная структура производственной системы разрабатывается на основании выполнения следующих требований:

- минимизации звенности организационной структуры;
- соблюдения нормы управляемости для каждого руководителя;
- минимизации территориальной рассредоточенности производственных подразделений.

Звенность организационной структуры - это количество составляющих уровней (звеньев) по вертикали, через которые проходит управленческая информация и принимаются управленческие решения. Первичным звеном организационной структуры управления строительным производством бригадир, в деятельности которого имеют место функции управления. Звенность любой системы управления может быть рассчитана либо через состав подразделений в составе строительного предприятия (Z_1), либо через объемы выполняемых работ (Z_2) соответствующей звенности по формулам:

$$Z_1 = \frac{\sum_i N_{зв.i} \times N_{подр.i}}{N_{подр.общ.}} ; \quad (4.4.12)$$

$$Z_2 = \frac{\sum_i N_{зв.i} \times Q_{смп.i}}{Q_{смп.общ.}} , \quad (4.4.13)$$

где: $N_{зв.i}$ – i -я звенность организационной структуры (1,2,3,4 и т.д.);

$N_{подр.i}$ – количество производственных подразделений строительного предприятия i -той звенности, ед.; $Q_{смп.i}$ – объем СМР, выполняемый производственными подразделениями строительного предприятия i -той звенности, тыс. руб.; $Q_{смп.общ.}$ – общий объем СМР, выполняемый производственными подразделениями, тыс. руб.

Рациональная минимизация звенности организационной структуры производственной системы определяется требованиями соблюдения нормативов управляемости для каждого руководителя на всех уровнях управления.

Под данными нормативами следует понимать количество работников, подчиненных одному руководителю, на которое он может оказывать эффективное управленческое воздействие. Как показывает анализ научных трудов [85, 113, 143 и др.], показатель нормативов управляемости персоналом широко варьируется в зависимости от сложности решаемых управленческих задач, компетентности и квалификации управленческих работников, а также уровня автоматизации и компьютеризации процессов управления.

Трудовые ресурсы сосредоточены в низовых подразделениях – бригадах. Поэтому сначала необходимо определить рациональное количество и численность бригад, подчиненных одному линейному управленческому работнику (производителю работ, мастеру).

Значение нормативов управляемости бригадами для различных направлений и стадий строительства рекомендуется принимать от 2 до 6 [85].

Расстановка линейных управленческих работников в конкретных производственных условиях осуществляется на основе методов организации управленческого труда, соответствующих способам организации производственного процесса (параллельный, поточный и поточно-параллельный методы организации возведения объектов). Им соответствуют объектный, поточный и поточно-объектный методы организации труда линейного управленческого персонала.

Рекомендуется назначение мастеров производить по признаку постоянства видов работ (на потоки), а назначение руководителей производственных подразделений – по признаку постоянства фронта работ (на объекты). Выделение видов (комплексов) работ для закрепления их за участком мастера или производителя работ производится по признакам их технологической однородности, соответствующей признакам специализации бригад.

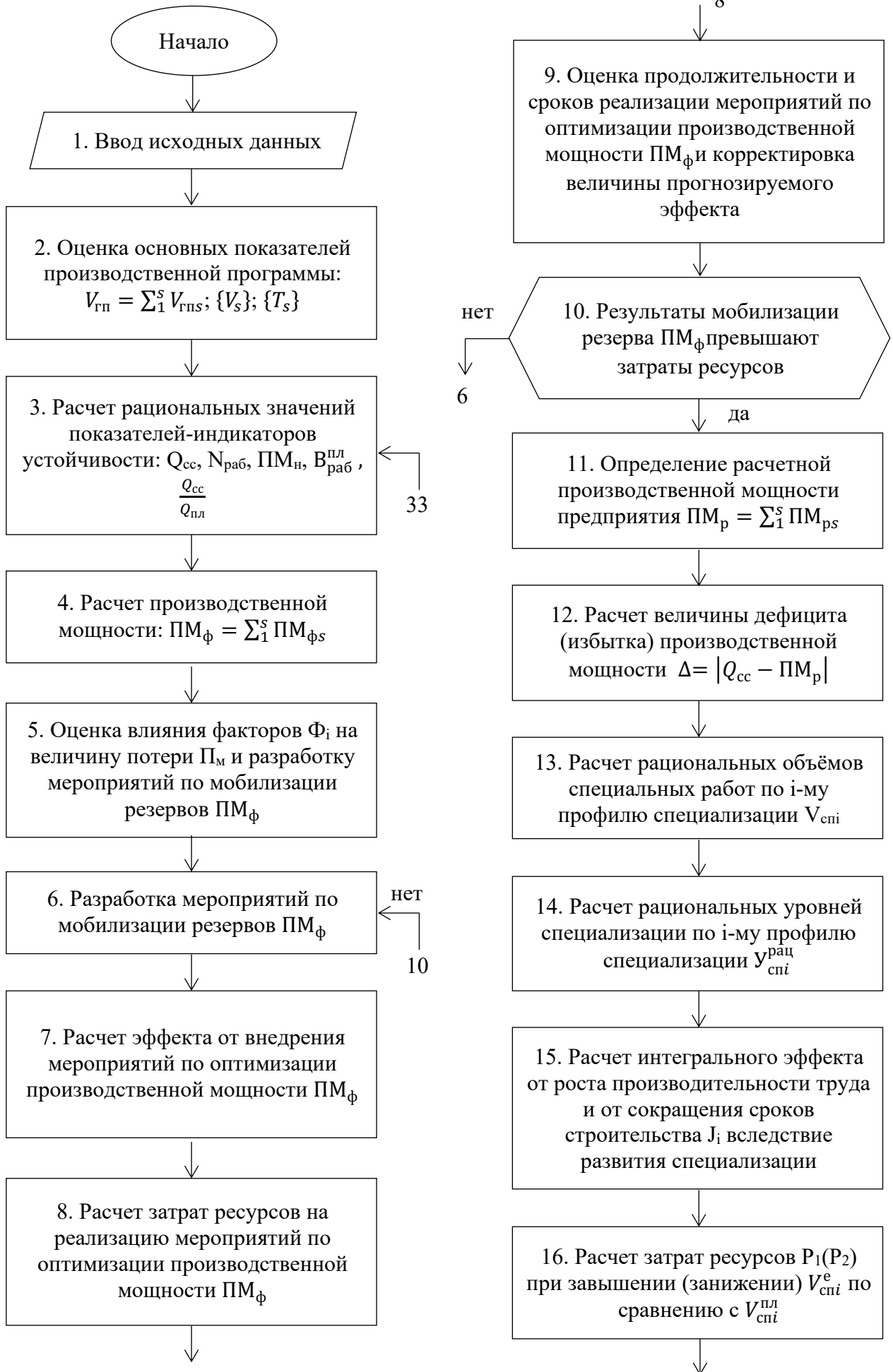
Для начальника руководителя производственного подразделения норматив управляемости в среднем составляет 7-10 человек [85]. Обычно ему подчинены 2-3 работника аппарата управления (инженер, нормировщик, бухгалтер) и 3 - 4 специалиста (механик, 1-2 электрика, завскладом). Следовательно, руководителю производственного подразделения должны подчиняться 2-4 производителя работ (мастера).

В целях соблюдения нормативов управляемости принимаются решения об объединении или разукрупнении производственных подразделений, а также при необходимости, формирования дополнительного уровня управления, например – обособленных подразделений и филиалов (с учетом территориального принципа). При оценке загруженности руководителей производственных подразделений учитывается количество субподрядчиков и прочих соисполнителей, участвующих в кооперации при выполнении работ, предусмотренных производственной программой производственной системы.

Укрупненная блок-схема алгоритма системно-динамической оптимизации производственной и организационной структур производственной системы представлена на рис. 4.4.1.

Алгоритм разработанного соискателем метода предусматривает проведение необходимого количества итераций в целях принятия обоснованных управленческих решений по результатам сравнительных расчетов затрат ресурсов и прогнозируемого эффекта от внедрения мероприятий по восстановлению устойчивости по каждому рассматриваемому варианту реорганизации. Также предусмотрено проведение итераций расчетов значений показателей - индикаторов устойчивости и соответствующих им параметров производственной и организационной структуры производственной системы в случаях изменения фактического (планируемого) значения соотношения показателей $Q_{cc}^{факт}/Q_{пл}$ вследствие изменения кооперации.

Реализация разработанного метода позволяет сформировать комплект программ обеспечения устойчивости производственной системы в условиях неопределенности для каждого прогнозного сценария изменения производственной загрузки. Каждая программа будет содержать перечень и объемы мероприятий по приведению параметров организационной и производственной структуры производственной системы, а также по наделению их материально-техническими и трудовыми ресурсами по составу и количеству необходимыми для достижения результатов строительного производства, соответствующих заданным (прогнозным) значениям показателей-индикаторов устойчивости производственной системы.



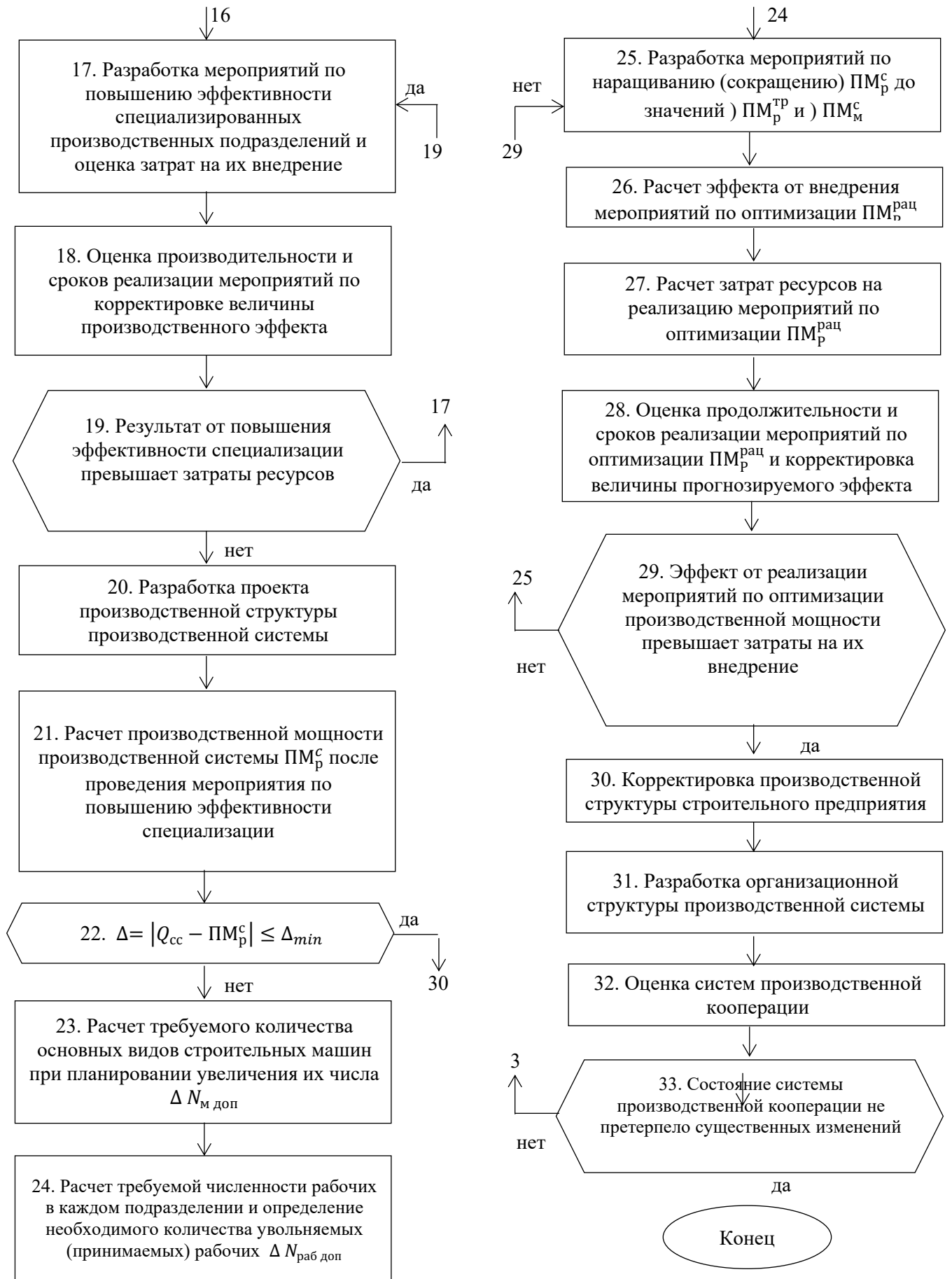


Рис. 4.4.1 Укрупненная блок-схема алгоритма системно-динамической оптимизации производственной и организационной структур производственной системы

Выводы по 4 главе.

1. Разработаны рекомендации по обеспечению устойчивости производственной системы и произведено научно - методическое обоснование порядка разработки и реализации организационно-технических мероприятий для обеспечения устойчивого состояния производственной системы.

Содержание изменений и дополнений в существующие процедуры планирования и организации строительного производства установлено в зависимости от результатов оценки устойчивости строительного предприятия:

- не устойчивое;
- близкое к не устойчивому или близкое к устойчивому;
- устойчивое.

2. В случаях, когда по результатам оценки устойчивости состояние производственной системы характеризуется как устойчивое, продолжается работа в обычном режиме организации строительного производства. Разрабатываются планы технического развития и производится прогнозная оценка устойчивости при внедрении ресурсоемких и затратных организационно-технических мероприятий. Анализируются возможные варианты изменения условий и разрабатываются вероятные сценарии изменения производственной загрузки производственной системы.

В целях недопущения потери производственной системой устойчивости заблаговременно разрабатываются программы организационно-технических мероприятий, внедрение которых обеспечит его устойчивость для всех прогнозируемых вариантов производственной загрузки, а также позволит сократить сроки внедрения и потери от негативных последствий неопределенности.

3. В случаях, когда по результатам оценки устойчивости состояние производственной системы характеризуется как не устойчивое, близкое к не устойчивому или близкое к устойчивому организуется работа по установлению причин избыточной вариации показателей-индикаторов устойчивости и ликвидации этих причин.

Если затраты ресурсов на реализацию необходимых организационно-технических мероприятий по обеспечению устойчивости слишком велики, а также когда независимые от деятельности производственной системы события существенно изменяют условия строительного производства и

производственную загрузку, для обеспечения устойчивости требуется сбалансировать потенциал производственной системы с производственной загрузкой. С этой целью моделируется устойчивое состояние производственной системы при изменившемся значении производственной загрузки, рассчитываются прогнозные значения основных и дополнительных показателей - индикаторов, показателей организационной и производственной структуры, технического уровня и показателей результативности строительного производства. Разрабатываются соответствующие организационно-технические мероприятия, основное содержание которых направлено на приведение производственного потенциала и производственной мощности в соответствие новым значениям показателей производственной загрузки.

4. В результате исследования, проведенного соискателем, по обеспечению устойчивости производственной системы в условиях, когда устранение причин избыточной вариации показателей-индикаторов устойчивости невозможно или не рационально получен научный результат, заключающийся в разработке метода обеспечения устойчивости производственной системы за счет системно-динамической оптимизации производственной и организационной структур.

Суть данного метода состоит в разработке порядка планирования организационных и технических мероприятий, внедрение которых обеспечит формирование организационной и производственной структуры производственной системы, которые по своим параметрам, количеству и составу материально-технических и трудовых ресурсов будут обеспечивать выполнение производственной программы с прогнозируемыми результатами, соответствующими моделируемыми значениям показателей-индикаторов устойчивости для любых значений производственной загрузки. Метод разработан на основе системно - комплексного подхода к организационному проектированию с учетом фактора времени, необходимого для подготовки и внедрения организационных и технических мероприятий, необходимых для обеспечения устойчивости.

5. Значения показателей-индикаторов устойчивости производственной системы рассчитываются на основании моделирования устойчивого состояния производственной системы при прогнозных значениях производственной загрузки с использованием математической теории планирования эксперимента.

Для каждого прогнозируемого изменения значения производственной загрузки рассчитывается соотношение $Q_{cc}/Q_{пл}$, соответствующее минимальному значению параметра оптимизации K_i , и через значение плановой выработки на одного рабочего - значения показателей Q_{cc} , численности рабочих ($N_{раб}$), а также производственной мощности $Q_{пм}$, соответствующей необходимости выполнения расчетного значения объема СМР собственными силами. Таким образом могут быть определены рациональные значения всех показателей-индикаторов устойчивости, соответствующие любому заданному значению производственной загрузки производственной системы.

6. На основании выполненных расчетов значений показателей-индикаторов устойчивости должны быть разработаны организационно-технические мероприятия, обеспечивающие приведение параметров организационной и производственной структур производственной системы, а также его производственной мощности к значениям, обеспечивающим его устойчивость. Основное содержание таких мероприятий заключается в реализации комплекса мер по приведению в соответствие изменившейся производственной загрузки (каждого прогнозируемого возможного значения производственной загрузки) с параметрами производственного потенциала производственной системы - уровнем специализации и производственной мощностью (с учетом организации эффективной кооперации).

В целях обеспечения устойчивости производственной системы проведено исследование методов расчета показателей их производственной мощности и определения рационального профиля и уровня специализации, в ходе которого получены результаты, обладающие научной новизной. Соискателем разработан порядок расчета рациональных значений производственной мощности производственной системы, с учетом рационального профиля и уровня специализации, являющийся важной составляющей разработанного метода системно-динамической оптимизации.

7. В ходе исследования установлены производственные факторы, наиболее существенно влияющие на величину потерь производственной мощности. 11 наиболее значимых факторов (Φ_i) объединены в две группы: технологические и качества организации строительного производства.

Статистическими методами обоснованы виды соответствующих зависимостей и способы расчета математических моделей для оценки влияния

вышеуказанных факторов на величину расчетной производственной мощности производственной системы и определения расчетной производственной мощности производственных подразделений с учетом интегральных показателей условий строительного производства.

Разработанные математические модели позволяют оценить, на какую величину изменится производственная мощность при изменении того или иного фактора, а также степень влияния (весомость) каждого фактора. Результаты такой оценки позволяют определить резервы производственной мощности, которые могут быть мобилизованы за счет рационализации условий строительного производства путем внедрения соответствующих мероприятий по уменьшению влияния факторов Φ_i , а также рассчитать величину Δ , на которую требуется изменить производственную мощность производственной системы, чтобы привести её к рациональному значению, обеспечивающему устойчивость производственной системы.

8. Изменение производственной мощности производственной системы производится путем соответствующего увеличения или сокращения численности рабочих и строительных машин в тех или иных производственных подразделениях.

С целью приведения в соответствие с изменившейся (прогнозируемой) производственной загрузкой производственной системы её производственной мощности разработаны соответствующие математические модели, решение которых методами линейного программирования позволяет рассчитать требуемую численность рабочих и основных видов строительных машин в каждом производственном подразделении с учетом их специализации из условия, что при постоянном значении расчетной производственной мощности общая численность принимаемых (увольняемых) рабочих (соответственно, приобретаемых и реализуемых строительных машин) будет минимальной.

В качестве исходных данных для расчетов используются результаты реализации рекомендаций по развитию специализации производственной системы, которые изложены в форме проектно-программных форматов специализации и кооперации строительных предприятий в условиях избыточной вариации производственной загрузки.

9. Выполненные расчеты численности рабочих (по специальностям) и основных видов строительных машин в каждом производственном

подразделении являются основанием для формирования производственной и организационной структур производственной системы, обеспечивающих достижение результатов деятельности строительного производства, необходимых для устойчивости производственной системы.

Алгоритм формирования производственной и организационной структуры структур производственной системы предусматривает возможность выполнения последующих итераций на каждом этапе организационного проектирования для принятия соответствующих решений при сравнении эффективности разрабатываемых организационно-технических мероприятий с затратами ресурсов, в том числе необходимого времени, на их подготовку и реализацию. Предусмотрен порядок анализа сложившейся кооперации соисполнителей и субподрядчиков, корректировки по его результатам фактического (прогнозируемого) соотношения объемов работ, выполняемых собственными силами и по генеральному подряду ($Q_{cc}/Q_{пл}$), а также итерация расчетов рациональных значений всех показателей - индикаторов устойчивости и других показателей в целях обеспечения устойчивости методом системно-динамической оптимизации организационной и производственной структуры.

Важным научным результатом исследований, проведенных соискателем, является предложенный способ оценки устойчивости субподрядных организаций при формировании кооперации для выполнения производственной программы с применением методов статистического анализа устойчивого состояния и количественной оценки сравнительной устойчивости.

Глава 5. Методология устойчивости производственной системы в вероятностных условиях строительного производства. Реализация результатов исследования.

§ 5.1. Разработка методологии.

Методология исследования и оценки устойчивости производственной системы рассматривается комплексно и как наука о методах научного познания, и как учение об организации производственной деятельности.

Методология научного исследования проблемы оценки устойчивости производственной системы включает теоретические обоснования, процедуры, способы и методы:

- мониторинга и анализа устойчивого состояния;
- моделирования устойчивости;
- количественной оценки устойчивости.

Методологию обеспечения устойчивого состояния производственной системы составляют теоретические обоснования, разработанные методы и практические методики:

- анализа возможностей балансировки показателей в интересах обеспечения устойчивости;
- системно-динамической оптимизации производственной и организационной структур производственной системы в вероятностных условиях строительного производства.

Методология научного исследования.

Методологический подход к решению проблемы исследования заключается в системно-комплексном подходе при изучении структуры управления строительного предприятия как сложной производственной системы и как комплекса взаимосвязанных элементов (организационная структура, производственно-технические, технологические, трудовые и материальные ресурсы, кооперация и др.) с учетом динамичности процессов строительного производства, воздействия случайных факторов и неопределенности воздействия внешней среды.

В диссертации рассмотрены компоненты методологии управления устойчивостью организационно-технической системы строительного предприятия - производственной системы (анализ и синтез показателей) по уровням конкретизации:

- концептуальном, рассматривающем способы регистрации устойчивости. Результатом являются максимально общие заключения о наличии или потере производственной системой устойчивости;

- аналитическом, предусматривающем описание и детализацию устойчивости производственной системы в виде эмерджентного свойства;

- на уровне синтеза показателей оценки устойчивости производственной системы;

- на уровне целеполагания и реализации целей производственной системы. Устойчивость рассмотрена в виде критерия оценки достижения целей производственной системы в вероятностных условиях функционирования.

Устойчивость производственной системы рассмотрена соискателем в контексте парадигмы статистического мышления, предполагающей рассмотрение устойчивости процессов строительного производства и управления им сквозь призму оценочных показателей производственной, организационной, управленческой и других видов деятельности производственной системы.

Основой для разработки методологии исследования устойчивости производственной системы послужили эмпирические (диалектика, изучение научных источников и опыта, обследование, мониторинг, прогнозирование, ретроспекция) и теоретические (анализ, синтез, сравнение, формализация, моделирование и др.) методы научного познания. Теоретические и практические результаты исследования получены в соответствии с объективистской теорией качества жизни и общей методологией измерения синтетических категорий с применением методов системного анализа, структуризации и классификации технико-экономической информации, экономико-статистических методов, математического моделирования.

Предметом познания выступают совокупность свойств, связей и законов сохранения гомеостаза строительного предприятия, функционирующего как сложная организационно-техническая система в вероятностных условиях строительного производства.

Понятие «устойчивость производственной системы» определено как свойство (качество), определяющее способность предприятия эффективно функционировать и выполнять обязательства в условиях неопределенности загрузки строительного производства, являющейся результатом воздействия

случайных факторов и внешних сил, в первую очередь - конкурентной рыночной среды. Потребность (строительная загрузка) и результаты строительного производства определены основными целевыми компонентами деятельности производственной системы. Технология рассмотрена вторичной по отношению к целям и задачам, поэтому технологическая и организационные структуры определяются условиями соответствия поставленным целям.

Основываясь на уточнениях и дополнениях понятийного аппарата устойчивости производственной системы, в основу целевой составляющей методологического инструментария положен принцип адаптивности системы управления к вариации производственной загрузки, позволяющий обеспечить заданный (гарантированный) уровень устойчивости строительной системы. Управляющая система в силу накопленного гомеостаза трансформирует инфраструктурный, технический, технологический, кадровый и другие составляющие производственной мощности производственной системы, обеспечивая достижение поставленных целей и устойчивости в вероятностных условиях строительного производства.

Сложность задач потребовала от соискателя использования сочетания качественного (содержательного) и количественного (формального) подходов к исследованию эмерджентного свойства устойчивости. Качественный подход направлен на выявление (регистрацию) совокупности признаков потери устойчивости производственной системой. Количественный подход позволил определить допуски устойчивого состояния производственной системы, определенные гомеостазом, характеристики оценок устойчивости.

Логика исследования устойчивости (задачи, примененные методы исследования), научные и практические результаты представлены в Табл. 5.1.1.

Корректное применение общенаучных методов и проверенных практикой прикладных научных методов, перечисленных выше, при построении теоретических основ оценки и управления устойчивостью производственной системы, являются подтверждением системности проведенного исследования, истинности, интерсубъективности и обоснованности, полученных результатов.

Логика исследования устойчивости производственной системы (ПС)

| № п/п | Наименование | Примененные методы научного познания | Научный результат, полученный соискателем | Практическое применение, предложенные средства и способы |
|-------|--|--|---|--|
| 1 | Теоретические основы исследования устойчивости ПС | Методы системного и статистического мышления. Объективистская теория качества жизни. Методология измерения синтетических категорий. | Уточнен и дополнен понятийный аппарат оценки устойчивого состояния ПС. Обоснован статистический подход к оценке состояния устойчивости и графический способ представления результата оценки. Обоснована возможность получения качественной и количественной оценки устойчивости ПС Предложен инструментарий исследования устойчивости ПС | Введено понятие устойчивости ПС Сформулированы требования к показателям и критериям устойчивости ПС |
| 2 | Разработка теоретических основ измерения устойчивости ПС | Принципы статистического мышления. Статистическое управление процессами. Математическая статистика. Методы свертки и анализа данных. Объективистская парадигма измерения качества. Методология построения (синтеза) интегральных индикаторов качества. Факторный анализ. Метод главных компонент. | Метод качественной оценки устойчивого состояния ПС. Методы количественной оценки сравнительной устойчивости ПС. | Состав и структура показателей оценки устойчивости. Контрольные карты. Метод мониторинга и фиксации потери устойчивости или близкого к нему состояния. Установлены пределы variability показателей. Интегральные показатели (оценки) устойчивости. |

| № п/п | Наименование | Примененные методы научного познания | Научный результат, полученный соискателем | Практическое применение, предложенные средства и способы |
|-------|---|--|---|--|
| 3 | Разработка методов количественной оценки устойчивости ПС в условиях неопределенности. | Теория организационного управления. Теория вероятностей. Математическая статистика. Модели класса бинарного выбора. Логистическая регрессия. Методы построения нейронных сетей. Методы аппроксимации законов распределения случайных величин. | Метод количественной оценки устойчивости ПС с использованием модели логистической регрессии. Метод моделирования устойчивости ПС относительно установленных целей в условиях неопределенности производственной загрузки. | Определение величины «запаса прочности» (потенциала) устойчивого состояния. Вероятностная оценка устойчивости ПС, в условиях неопределенного воздействия внешних, независимых от предприятия факторов. |
| 4 | Моделирование устойчивости ПС в вероятностных условиях строительного производства. | Теория проектного управления. Теория планирования эксперимента. Методы линейного программирования. Системный анализ. Статистическое управление процессами. Методы анализа статистических данных. Регрессионный анализ. Корреляционный анализ. | Метод обеспечения устойчивости ПС за счет системно-динамической оптимизации производственной и организационной структур в вероятностных условиях строительного производства | Разработаны порядок и процедуры планирования организационных и технических мероприятий, обеспечивающих восстановление рационального соотношения показателей устойчивости ПС. Расчет рациональных значений параметров производственной структуры и организационной структуры ПС. |

Методология управления устойчивостью.

Методология обеспечения устойчивости производственной системы рассматривает вопросы организации обеспечения упорядоченности и согласованности производственного процесса и других компонентов системы в интересах достижения поставленных целей. Рассматривая управление строительным производством как комплексную деятельность, соискателем определено место оценки устойчивости в упорядочении деятельности управляющей подсистемы, для чего уточнены основные понятия диссертационного исследования, проанализирована роль неопределённости, выявлены и изучены компоненты организации строительного производства с конкретизацией задач оценки устойчивости по уровням управления, формализованы приемы и способы оценок и методик обеспечения устойчивости, применение которых обеспечит принятие эффективных управленческих решений в реальных обстоятельствах строительной деятельности.

Содержание методологии представлено следующим образом:

- основания методологии: общенаучные и существующие (проверенные) прикладные научные методы, использованные в настоящей работе;
- характеристики деятельности: особенности применения оценок устойчивости в процессе организации строительного производства, условия и нормы деятельности;
- логическая структура деятельности: субъект, объект, предмет, формы, средства, методы, результат деятельности, решение задач.
- временная структура деятельности: фазы, стадии, этапы.

Строительное производство представлено в виде основы комплексной деятельности производственной системы, характеризующейся множественными целями, предметами производственной деятельности (объектами строительства, видами работ и т.п.), технологиями и субъектами производства и управления. Именно в процессе строительного производства трансформируются промышленный, инфраструктурный, технический, инновационный, трудовой и другие виды потенциалов в конечную продукцию. Поиск обобщающей характеристики (критерия) совокупной оценки потенциальных возможностей привел к необходимости исследования многомерного эмерджентного свойства (качества) производственной системы, рассматриваемого как сложную

динамичную систему, смысл деятельности которой является производство строительной продукции.

Получаемый результат деятельности производственной системы является следствием целенаправленных управляющих действий и технологий строительства, поэтому его структура отражает структуру целей (с учетом неопределенности, свойственной результату). Таким образом, устойчивость производственной системы отражает его качественное состояние относительно целей, увязывается с производственной загрузкой и результатами деятельности. Поэтому для эффективной организации строительного производства требуется соблюдение следующих условий:

1. Управляющая и управляемая системы должны быть связаны причинно-следственными зависимостями;
2. Для управляющей подсистемы должны быть заданы цели;
3. Управляющая подсистема должна быть способна воспринимать информацию о состоянии объекта управления (строительного производства), результатах его деятельности, воздействиях окружающей среды. Своевременно вырабатывать и осуществлять управляющие (регулирующие) воздействия;
4. Объект управления должен быть способен воспринимать управляющие воздействия и выполнять действия, соответствующие их содержанию.

Ещё одной важной особенностью разработанной методологии обеспечения устойчивости производственной системы является рассмотрение строительного производства (как комплексной деятельности) совместно с осуществляющим ее субъектом – сложной организационно-технической динамической системой. Данный подход обусловлен необходимостью обоснования пути стратегического выбора в современных условиях является альтернатив рациональных (лучших) сочетаний ограниченных ресурсов производства для получения удовлетворительных результатов участников производственных процессов.

В диссертации показано, что сложность деятельности производственной системы заключается также в проявлениях неопределённости (неопределенности целей, неопределенности результатов, неопределенности внешних воздействий). В работе уточнено понятие целей производственной системы. Целеполагание рассмотрено как определение (в обобщенном виде) направления развития или деятельности производственной системы на достаточно длительный период его

функционирования. Целеуказание представляет собой упорядоченную по времени последовательность действий производственной системы, результат которых обеспечивает достижение поставленной цели в периоде $[0, T]$. Под целями понимаются планируемые к достижению показатели (параметры) результатов деятельности строительного предприятия.

Взаимодействие с внешней средой порождает неопределенности в достижении запланированных результатов производственной деятельности, определяющих качественное состояние производственной системы. Под неопределенностью внешней среды в работе понимается неопределенность, связанная с определением величины производственной загрузки на определенный период деятельности производственной системы. Таким образом, под неопределенностью производственной загрузки производственной системы понимается свойство внешней среды, определяемое рыночными механизмами и конкуренцией на рынке строительных услуг, проявляющиеся в непредсказуемом изменении спроса на выполнение строительно-монтажных работ со стороны заказчиков строительства. Неопределенность всегда носит вероятностный характер. По этой причине, соискатель считает корректным использовать показатель устойчивости как оценочную категорию вероятности достижения целей производственной системы в вероятностных условиях строительного производства.

С учетом вышеизложенных условий и особенностей применения оценок устойчивости в процессе организации строительного производства, под управлением устойчивостью производственной системы понимается систематическая деятельность и последовательность действий органа управления предприятия, направленная на обеспечение заданных параметров показателей результативности строительного производства (в установленных границах варьирования) в условиях неопределенности воздействия внешней среды на величину производственной загрузки. Управление устойчивостью есть стратегическое управление по результатам, при котором анализ выявленных отклонений является основным инструментом оценки. Основной задачей управления является приведение всех элементов управляемой системы (а также управляющей) в соответствие друг другу.

Потребность (производственная загрузка), цели и результат являются основными установочными компонентами деятельности производственной

системы. Производственная загрузка и результаты – вероятностные величины, поэтому структура комплексной деятельности определяется именно структурой целей. Одной из целей производственной системы при значительных изменениях производственной загрузки является сохранение его устойчивости для функционирования в будущем периоде. Рассматривая управленческую деятельность по обеспечению устойчивого состояния производственной системы в таком качестве, логично заключить, что ее структура должна соответствовать и определяться стоящими задачами технологии и организации строительного производства.

Таким образом, субъектом деятельности по обеспечению устойчивого состояния производственной системы выступают специалисты - руководители и сотрудники планирующих подразделений. Именно они являются потребителями настоящих научных разработок, в первую очередь – комплексной методики.

Обеспечение устойчивости производственной системы, достигаемое за счет принятия целесообразных и рациональных технических, технологических и организационных решений, направленных на обеспечение пошагового согласования расчетных оценочных показателей деятельности производственной системы таким образом, чтобы не допустить разбалансированности процесса строительного производства признается в качестве одной из целей организации и управления строительным производством.

Объектом деятельности является гомеостаз как эмерджентное свойство производственной системы.

Предметом деятельности рассматриваются показатели результативности и динамика строительного производства, причинно-следственные связи, зависимости и закономерности управления строительным предприятием в части организации производственных процессов и технологии строительного производства.

Результатом деятельности по обеспечению устойчивого состояния производственной системы является формирование целостной системы мониторинга, регистрации, моделирования и оценки устойчивости, как категории (свойства) качества с четко определенными характеристиками, логической и временной структурой. При этом показатель устойчивости рассматривается в качестве критерия (количественной оценки) сбалансированности

функционирования производственной системы как саморегулирующейся организационной системы в интересах поставленных целей.

В качестве основной гипотезы разработки методологии обеспечения устойчивости определено следующее. Обеспечение должного уровня устойчивости строительной системы достигается за счет адаптации системы управления строительным производством к динамике производственной загрузки. Таким условиям хозяйствования соответствует концептуальная модель системно-динамической структуры управления строительным производством, базирующаяся на необходимости сохранения заданного минимума перманентной составляющей аппарата управления, линейного управленческого персонала, рациональной величины собственной производственно-технической, технологической и ресурсной базы, а также кооперации, позволяющей оптимизировать результаты деятельности и одновременно поддерживать производственный потенциал на рационально-необходимом уровне.

Концептуальную модель системно-динамической структуры управления строительным производством, рассматриваемого в качестве основного процесса деятельности производственной системы, иллюстрирует рис. 5.1.1.

Методы обеспечения устойчивости определяются комплексами задач управления, в которых показатель устойчивости используется для оценки потенциала гомеостаза производственной системы и в качестве количественного измерителя её качественного - в виде сводного показателя латентной синтетической категории. Важным научным результатом является разработанный соискателем метод системно-динамической оптимизации производственной и организационной структур производственной системы, применяемый для обеспечения устойчивости в случаях неуправляемой вариации производственной загрузки.

Вопросы временной структуры, технологии решения задач по обеспечению устойчивости рассмотрены в составе методики разработки организационно-технических мероприятий, обеспечивающих устойчивость производственной системы, изложенной в § 5.2.

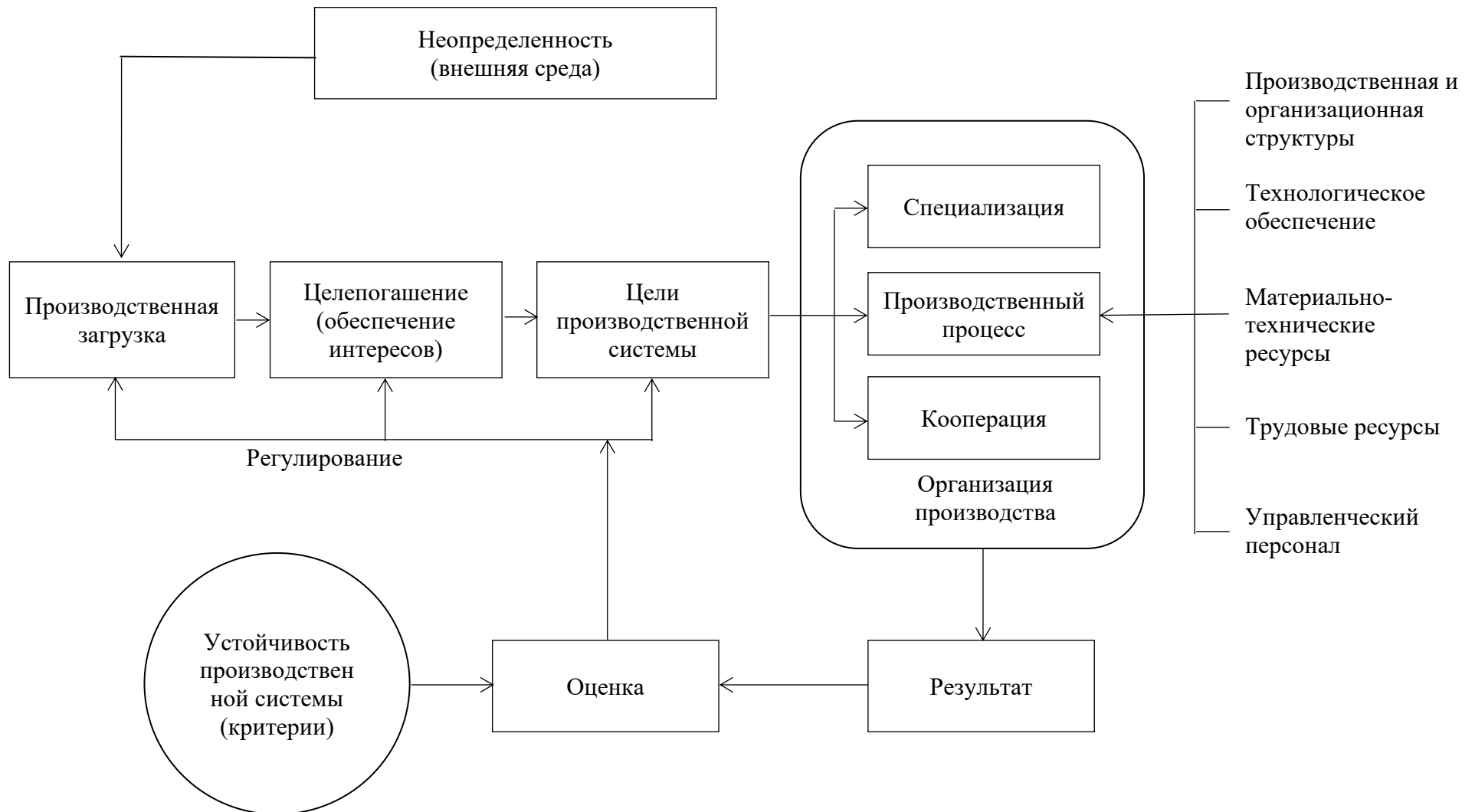


Рис. 5.1.1. Системно-динамическая структура управления строительным производством.

§ 5.2. Методика планирования мероприятий, обеспечивающих устойчивость производственной системы.

Методика предназначена для практического использования на предприятиях любой организационно-правовой формы и формы собственности, основным видом деятельности которых является выполнение на основании договоров строительного подряда работ по строительству (реконструкции, техническому перевооружению) предприятий, зданий (в том числе жилых домов), сооружений или иных объектов, а также монтажных, пусконаладочных и иных работ, неразрывно связанных со строящимися объектами, собственными силами и (или) силами привлечённых субподрядных организаций.

Оценку устойчивости и разработку мероприятий по обеспечению устойчивости производственной системы следует производить на этапе разработки производственной программы на календарный период (квартал, год) после подведения итогов и анализа результатов выполнения производственной программы за предыдущий календарный период.

При оценке устойчивости производственной системы используются:

- данные о плановой производственной мощности строительной организации, договоры подряда и субподряда, графики производства СМР;
- данные о вариации значений производственной загрузки за различные календарные периоды;
- результаты выполнения производственной программы за предыдущие календарные периоды.

Методика включает три основных раздела.

Первый раздел состоит из трех этапов и содержит изложение способов и последовательность:

- определения состава показателей для оценки устойчивости;
- процедуры проведения качественной оценки устойчивости;
- проведения количественной оценки устойчивости.

Второй раздел методики включает три этапа:

- анализ результатов качественной и количественной оценки устойчивости и разработка рекомендаций по обеспечению устойчивости в сложившихся условиях строительного производства;

- разработка плана внедрения организационно-технических мероприятий;

- применение метода системно-динамической оптимизации организационной и производственной структур производственной системы при организации нового процесса строительного производства.

Третий раздел методики состоит из двух этапов и определяет процедуры и последовательность:

- выполнения прогнозных расчетов устойчивости после внедрения организационно-технических мероприятий, разработанных в целях совершенствования организационной и производственной структуры устойчивой производственной системы;

- разработки сценариев вариации производственной загрузки в последующие календарные периоды планирования и соответствующих вариантов организационной и производственной структуры производственной системы с параметрами, обеспечивающими его устойчивость.

Укрупненная блок-схема алгоритма методики планирования мероприятий, обеспечивающих устойчивость производственной системы в вероятностных условиях строительного производства представлена на рис. 5.2.1.

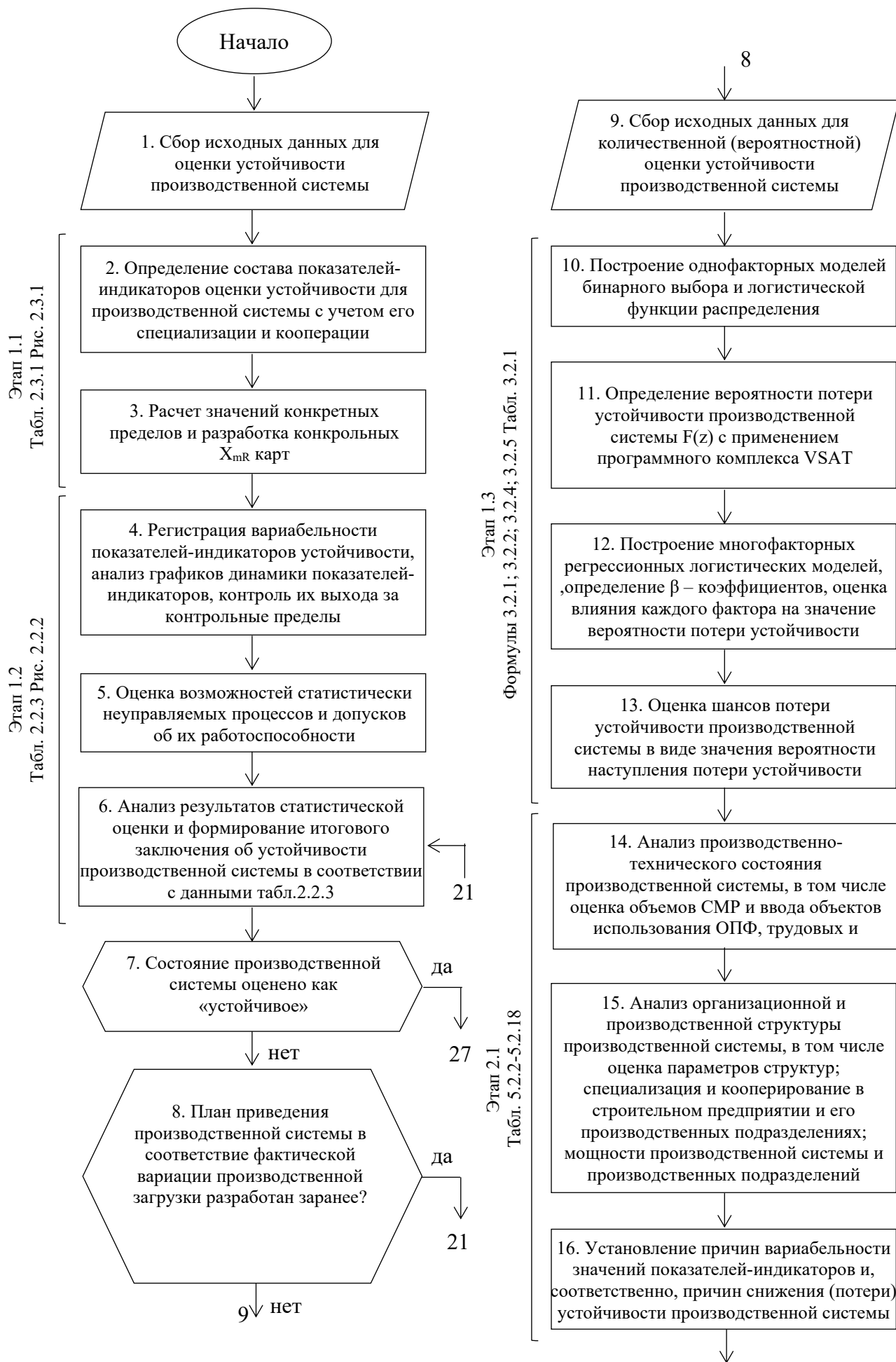
5.2.1. Оценка устойчивости производственной системы

Этап 1.1.

Производится разработка контрольных \overline{XmR} -карт.

Основные показатели - индикаторы, рекомендуемые для оценки устойчивого состояния производственной системы, представлены в табл. 2.1.1. Состав основных оценочных показателей - индикаторов практически не отличается для производственных систем различной мощности и специализации. При определении относительных значений основных показателей – индикаторов в качестве основания (базы сравнения) может использоваться значение показателя численности работников и/или численности рабочих.

Дополнительные показатели - индикаторы, рекомендуемые для оценки устойчивого состояния производственной системы, представлен в табл. 2.1.2.



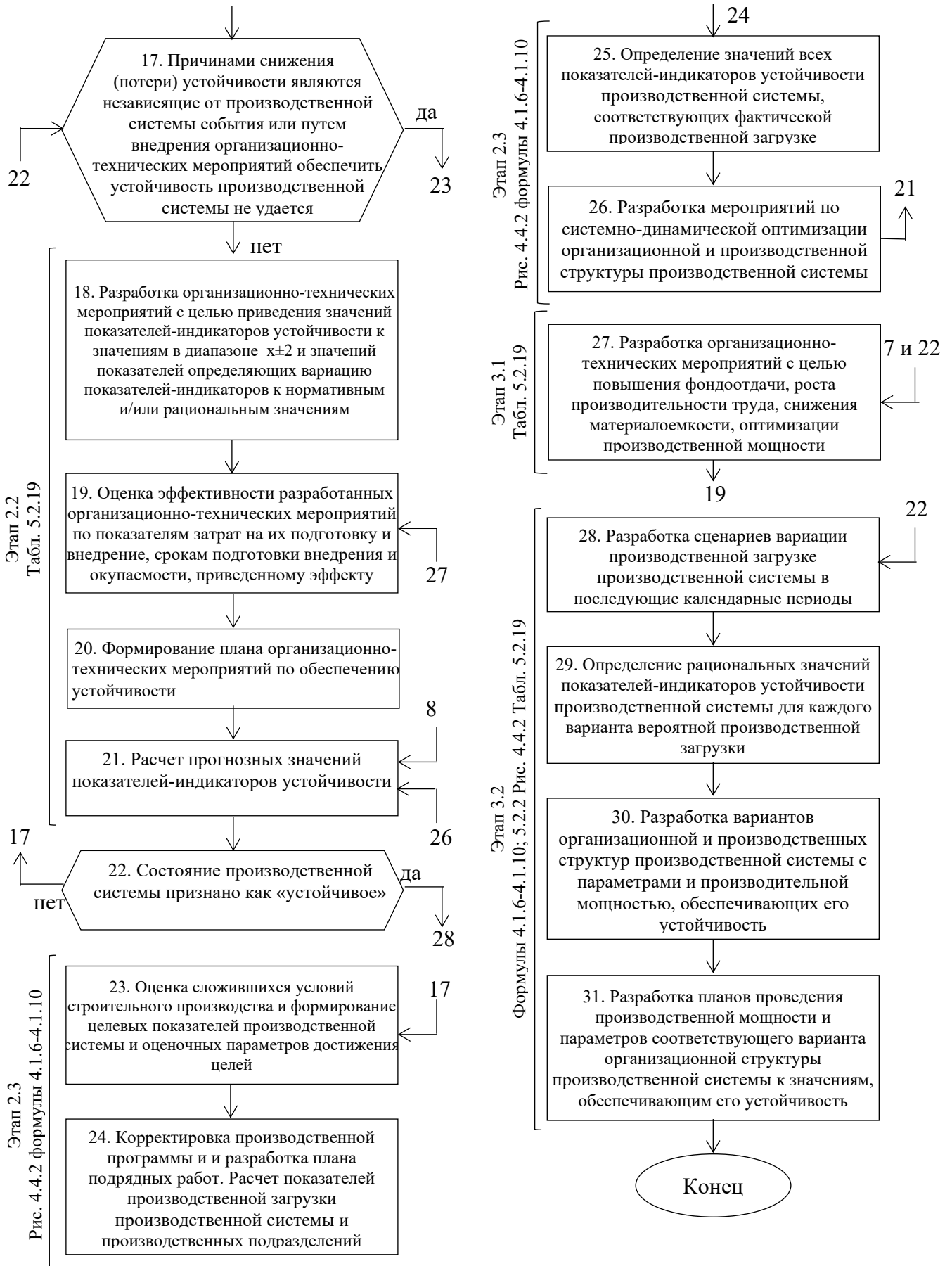


Рис. 5.2.1 Укрупненная блок-схема алгоритма методики планирования мероприятий, обеспечивающих устойчивость производственной системы

Состав дополнительных показателей – индикаторов устойчивости для конкретной производственной системы устанавливается с учетом возможности сбора статистической информации за ряд предыдущих лет, достаточной для обеспечения достоверности результатов статистической обработки данных. Состав дополнительных показателей – индикаторов устойчивости может быть скорректирован в зависимости от специализации строительного предприятия.

Рекомендации по выбору дополнительных показателей - индикаторов оценки строительных предприятий различной специализации представлены в табл. 5.2.1.

Значения показателей-индикаторов вносятся в соответствующие ячейки \overline{XmR} -карты по данным годовых или ежеквартальных отчетов о результатах деятельности производственной системы.

Далее производится расчет скользящих размахов для каждого показателя-индикатора. Верхняя ($UNPLx$) и нижняя ($LNPLx$) границы карты средних определяются по формулам 2.2.1 и 2.2.2. Верхняя ($UCLR$) и нижняя ($UCLR$) границы карты размахов определяется по формулам 2.2.3 и 2.2.4.

Этап 1.2.

Оценка устойчивого/не устойчивого состояния производственной системы производится способом регистрации вариабельности оценочных показателей строительного производства, отражаемых в квартальных и годовых отчетах, посредством анализа динамики значений оценочных показателей во времени и контроля их выхода за установленные границы.

Анализ контрольных \overline{XmR} -карт для определения состояния устойчивости производственной системы выполняется для основных оценочных показателей - индикаторов. В случае фиксации избыточной вариабельности одного или нескольких основных показателей - индикаторов производится анализ вариабельности индикаторов второго уровня.

Значение показателя в очередном периоде сравнивается с граничным значением диапазона в границах устойчивого состояния. В случаях, когда значения показателя не попадают в установленные контрольные границы, либо значения показателей серийно располагаются по одну сторону от центральной линии устойчивость требует дополнительной проверки.

Таблица 5.2.1.

**Информативность дополнительных показателей оценки устойчивости для
строительных предприятий различной специализации**

| № п/п | Наименование показателя | Информативность показателя в баллах (по десятибалльной шкале) | | | |
|---|--|---|--------------------------------------|--|--|
| | | Генподрядные общестроительные предприятия | Строительные предприятия механизации | Электро-монтажные, сан.технические предприятия | Прочие специализированные строительные предприятия |
| Показатели технического состояния строительного производства | | | | | |
| 1. | Коэффициент соответствия среднего разряда рабочих среднему разряду работ (K_{cp}) | 4 | 7 | 5 | 5 |
| 2. | Механовооруженность труда ($M_{в.т}$) | 6 | 9 | 6 | 6 |
| 3. | Средний возраст строительных машин и оборудования (T_{cp}) | 7 | 9 | 6 | 6 |
| 4. | Удельный вес активной части основных производственных фондов (K_o) | 8 | 7 | 5 | 5 |
| 5. | Уровень физического износа активной части основных производственных фондов ($K_{изн}$) | 7 | 6 | 5 | 5 |
| Показатели организации строительного производства | | | | | |
| 6. | Уровень кооперации ($Y_{кп}$) | 9 | 8 | 8 | 8 |
| 7. | Уровень кооперирования (Y_k) | 9 | 7 | 6 | 6 |
| 8. | Выработка на одного рабочего ($B_{раб}$) | 9 | 9 | 9 | 9 |
| 9. | Численность аппарата управления и численность линейного персонала, в расчете к объему выполненных СМР по генподряду ($K_{уп}$) | 8 | 8 | 7 | 7 |
| Экономические показатели производственной деятельности | | | | | |
| 10. | Удельный вес фактически начисленной заработной платы рабочих (ЗП) в объеме выполненных СМР ($K_{зп}$) | 8 | 9 | 8 | 8 |

| № п/п | Наименование показателя | Информативность показателя в баллах (по десятибалльной шкале) | | | |
|-------|---|---|--------------------------------------|--|--|
| | | Генподрядные общестроительные предприятия | Строительные предприятия механизации | Электро-монтажные, сан.технические предприятия | Прочие специализированные строительные предприятия |
| 11. | Удельный вес стоимости материалов и оборудования ($C_{\text{мат}}$), в объеме выполненных СМР ($K_{\text{мат}}$) | 8 | 9 | 9 | 9 |
| 12. | Удельный вес стоимости эксплуатации машин и механизмов ($C_{\text{мм}}$) в объеме выполненных СМР ($K_{\text{мм}}$) | 7 | 9 | 8 | 8 |
| 13. | Удельный вес накладных расходов (НР) в объеме выполненных СМР ($K_{\text{нр}}$) | 7 | 6 | 8 | 8 |

В данном случае выполняется оценка возможности влияния особых неслучайных причин чрезмерной вариабельности показателя и производится анализ статистической управляемости динамики показателей.

В ходе данного анализа требуется оценить стабильность исследуемого статистического процесса и установить наличие/отсутствие воздействий на процесс неслучайных (как правило, внешних по отношению к строительному предприятию) причин, вызывающих избыточную вариабельность показателя-индикатора. При воздействии на процесс особых причин проводятся необходимые корректирующие действия по исключению возможных ошибок измерения, исключаются или учитываются воздействия на показатель-индикатор особых неслучайных причин. После проведения необходимых корректирующих действий \overline{mR} -карта формируется повторно. При коррекции первоначальных данных корректируются также значения контрольных границ для показателей – индикаторов процесса строительного производства.

При анализе управляемости (стабильности) статистического процесса отслеживаются:

- выход одной точки за контрольные пределы - $\bar{X} \pm 3\sigma$;
- выход двух из трех последовательных точек, лежащих по одну сторону от центральной линии, за пределы $\bar{X} \pm 2\sigma$;

- выход по меньшей мере четырех из пяти последовательных точек, лежащих по одну сторону от центральной линии, за пределы $\bar{X} \pm \sigma$;
- расположение по меньшей мере восьми последовательных точек по одну сторону от центральной линии.

Контрольные пределы в картах устанавливаются на расстоянии 3σ по обе стороны от центральной линии по данным выборки. При этом $2/3$ значений показателей для устойчивого процесса должны находиться в пределах полосы $\bar{X} \pm \sigma$, а примерно 95% точек — в пределах $\bar{X} \pm 2\sigma$, приблизительно 99% данных удалены от среднего не более, чем на 3σ - единицы.

При соблюдении указанных условий, формулируется вывод об устойчивом поведении показателя-индикатора и устойчивости соответствующего статистического процесса. При их несоблюдении осуществляется оценка возможностей статистически неуправляемых процессов.

Оценка возможностей статистически неуправляемых процессов производится в следующем порядке.

Осуществляется приведение исследуемого процесса в условно-управляемое состояние. С этой целью необходимо удалить все значения, выходящие за контрольные пределы и произвести перерасчет контрольных пределов значений и среднего скользящего размаха. Перерасчет требуется производить до тех пор, пока процесс не достигнет условно устойчивого управляемого состояния.

Индекс РСІ, характеризующий возможности процесса рассчитывается по формуле 2.2.5.

При РСІ < 1,0 возможности процесса неприемлемы. При РСІ = 1,0 возможности процесса находятся в пограничном состоянии. При РСІ ≥ 1,33 возможности процесса принимаются как приемлемые для оценки устойчивости.

Аналогичным образом производится оценка статистической управляемости процесса и анализ устойчивости по дополнительным показателям-индикаторам.

В случае установления неуправляемого состояния процесса по дополнительным показателям-индикаторам, выполняется оценка работоспособности процесса по значению показателей РСІ и переходят к окончательной оценке устойчивости производственной системы.

Окончательная оценка устойчивости производственной системы производится на основании заключения об устойчивом управляемом поведении каждого из основных показателей - индикаторов:

- все основные оценочные показатели соответствуют устойчивому поведению процесса;
- хотя бы один из основных показателей индицирует неустойчивость процесса.

В первом случае состояние производственной системы устойчивое.

Для оценки устойчивости строительного предприятия в случаях, когда хотя бы один из основных показателей сигнализирует о потере управляемости, выполняют оценку их работоспособности с расчетами индексов возможностей процесса РСІ по формуле 2.2.5.

Итоговое решение о состоянии устойчивости производственной системы принимается в соответствии с данными табл. 2.2.3.

Этап 1.3.

В случаях, когда по результатам статистической оценки данных вариабельности показателей-индикаторов делается заключение о состоянии производственной системы как «ближе к неустойчивому» или «неустойчивое» (табл. 2.2.3) производится расчет значения показателя количественной (вероятностной) оценки устойчивости производственной системы.

Исходными данными для расчета являются показатели:

- коэффициент соответствия производственной загрузки потенциалу производственной системы (X_1);
- уровень специализации (X_2);
- выработка на одного рабочего (X_3);
- стабильность численности персонала (X_4);
- прибыль в расчете на одного работника (X_5).

Исходные данные группируются в форме табл. 3.2.1.

Объем выборки должен содержать не менее 10 наблюдений на 1 предиктор. Допускается снижение количества описаний при фиксации фактов потери устойчивости в объеме не менее 40% от общего количества наблюдений, но не менее 15-20 наблюдений.

Под фактами потери устойчивости понимаются следующие:

- невыполнение установленных договорами объемов работ и сроков строительства, приведших к штрафным санкциям заказчиков и потере репутации предприятия, как надежного исполнителя;

- убытки от результатов строительного производства, просроченная задолженность по налогам и обязательным платежам в бюджеты всех уровней, арест или принудительное списание денежных средств с банковских счетов предприятия;

- невыплата заработной платы работникам в течение трех месяцев и более, рост текучести кадров (уменьшение величины коэффициента устойчивости кадров) более чем на 30% по сравнению с предыдущим периодом.

Далее по сформированным исходным данным производится построение однофакторных моделей бинарного выбора (3.2.1) и логистической функции распределения (3.2.2) для установления вероятности потери производственной системой устойчивости в области пограничных значений запланированных показателей строительного производства (величины показателей строительного производства, планируемые к достижению в интервалах значений, отстоящих от средних значений на величины от $+2\sigma$ до $+3\sigma$ и от -2σ до -3σ).

Параметры β_0 и β_1 линейной комбинации факторов (предикторов), описывающих качественное состояние производственной системы рассчитываются в автоматизированном режиме с применением программных комплексов SPSS, R, Statistica, VSTAT, реализующих алгоритмы расчета логистической регрессии. Подставляя полученные значения β_0 и β_1 в модель логистической функции распределения по формуле 3.2.2 определяется вероятность потери производственной системой устойчивости $F(z)$.

Построение многофакторных регрессионных логистических моделей выполняется аналогично, с учетом отыскания коэффициентов многомерного вектора $Z = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_m X_m$. Долю вклада каждого фактора в суммарное влияние оценивается по значениям дельта-коэффициентов. Для устранения различий в измерении и степени вариабельности факторов используется бетта-коэффициенты (коэффициенты регрессии в стандартизованном виде). Бета – коэффициент (β_i) показывает, на какую часть величины среднего квадратического отклонения изменяется среднее значение зависимой переменной при вариации соответствующей независимой переменной на одно среднеквадратическое отклонение и фиксированном на постоянном уровне значении остальных независимых переменных.

Оценка качества модели логистической регрессии (ее предсказательной способности) производится с применением метода ROC-анализа. Строится ROC-

кривая. Площадь под кривой (индекс согласованности S_{roc}) определяется по формуле 3.2.16. Качество модели логистической регрессии в зависимости от полученного значения площади под ROC-кривой оценивается по данным табл. 3.2.3.

Вероятность сохранения устойчивого состояния производственной системы определяется по формуле 3.2.3, а оценка шансов потери устойчивости по формуле 3.2.4.

5.2.2. Анализ результатов оценки устойчивости производственной системы. Разработка организационно-технических мероприятий, обеспечивающих устойчивость производственной системы.

Этап 2.1.

При получении заключения о состоянии производственной системы как «ближе к неустойчивому» или «неустойчивое» по результатам оценки данных вариабельности показателей-индикаторов и выполнении последующего расчета значения показателя количественной (вероятностной) оценки устойчивости производственной системы организуется проведение анализа с целью установления причин снижения (потери) устойчивости.

В ходе данного анализа устанавливаются причинно-следственные связи, обуславливающие динамику значений показателей-индикаторов, показавших излишнюю вариабельность.

Анализ производится по двум направлениям:

1. Оценка производственно-технического состояния производственной системы;

При анализе и оценке производственно-технического состояния проводится оценка:

- использования основных производственных фондов;
- объемов выполненных СМР и ввода объектов в эксплуатацию;
- использования трудовых ресурсов;
- использования материально-технических ресурсов.

1.1. Оценка использования основных производственных фондов строительного предприятия включает анализ¹:

¹ Исходные данные для оценки использования основных производственных фондов формируются на основе информации из:

- производственной программы строительного предприятия;
- формы № 1 – «Бухгалтерский баланс»;

- наличия, движения и структуры основных производственных фондов;
- возрастных характеристик и состояния строительных машин и оборудования;
- фондовооруженности и технической вооруженности труда;
- фондоотдачи и резервов строительного производства.

Данные для анализа использования основных производственных фондов представлены в табл. 5.2.2 – 5.2.5 (Приложение 5).

1.2. Данные для оценки объемов выполненных СМР и ввода объектов в эксплуатацию представлены в табл. 5.2.6 – 5.2.10 (Приложение 6).

Оцениваются фактически выполненные объемы СМР по генподряду и собственными силами дифференцированно по объектам строительства, производственным подразделениям, видам специализированных работ и сравниваются с соответствующими плановыми показателями и выполнением за предыдущие календарные периоды. Аналогично анализируются объемы и сроки ввода в эксплуатацию объектов строительства и рассчитываются значения показателя K_4 - уровня соблюдения нормативных (договорных) сроков строительства объектов (табл. 2.1.1).

Оценка объемов выполненных СМР и ввода объектов в эксплуатацию производится на основании информации, содержащейся в исполнительной документации, документов бухгалтерской и статистической отчетности².

1.3. Оценка использования трудовых ресурсов включает в себя³:

- анализ обеспеченности трудовыми ресурсами;
- анализ использования трудовых ресурсов и оплаты труда;

-
- формы № 5 – «Приложение к бухгалтерскому балансу», раздел «Амортизируемое имущество»;
 - формы № 11 «Сведения о наличии и движении основных фондов (средств) и других нефинансовых активов»;
 - формы 1-НАТУРА-БМ – «Баланс производственной мощности», данных о переоценке основных средств;
 - инвентарных карточек учета основных средств, проектной и исполнительной документации.

² Формы: с-1 «Сведения о вводе в эксплуатацию зданий и сооружений», унифицированные формы КС-2, КС-3, КС-6, КС-6а, КС-11.

³ Оценка производится на основании документов бухгалтерской и статистической отчетности: 1-предприятие «Основные сведения о деятельности организации», 1-т «Сведения о численности и заработной плате работников», 57-т «Сведения о заработной плате работников по профессиям и должностям».

- анализ производительности труда;
- анализ трудоемкости выполненных СМР.

Данные для оценки использования трудовых ресурсов представлены в табл. 5.2.11 – 5.2.14 (Приложение 7).

1.4. Данные для оценки использования материальных ресурсов⁴ представляются в табл. 5.2.15 (Приложение 8).

2. Оценка организационной и производственной структур производственной системы.

При анализе и оценке организационной и производственной структуры проводится оценка:

- количества, состава, производственной загрузки производственных подразделений и звенности организационной структуры;
- специализации строительного производства и кооперирования строительного предприятия и его производственных подразделений;
- производственной мощности производственной системы и производственных подразделений.

Сбор и обработка исходной информации осуществляется на основании исполнительной и проектной документации, документов бухгалтерской и статистической отчетности.

2.1. При оценке количества и состава производственных подразделений производственной системы⁵ определяются значения следующих показателей:

- количество производственных подразделений ($N_{\text{подр}}$), в том числе специализированных ($N_{\text{сп}}^{\text{внутр}}$);
- общее число привлекаемых внешних субподрядных организаций ($N_{\text{сп}}^{\text{внешн}}$) с распределением по генподрядным производственным подразделениям;
- производственная загрузка производственной системы и его подразделений по генподряду ($Q_{\text{гп}}$) и собственными силами ($Q_{\text{сс}}$);

⁴ Оценка использования материально-технических ресурсов производится на основании анализа исполнительной и проектной документации, актов приемки выполненных работ по форме КС-2, материальных отчетов по форме М-19, материальных отчетов о нормах расхода товарно-материальных ценностей по форме М-29.

⁵ Источниками информации о количестве и составе производственных подразделений строительного предприятия являются документы бухгалтерской и статистической отчетности: 1- предприятие «Основные сведения о деятельности организации», 1-т «Сведения о численности и заработной плате работников», 57-т «Сведения о заработной плате работников по профессиям и должностям», унифицированная форма КС-11, штаты и штатные расписания строительного предприятия и его производственных подразделений, контракты (договоры подряда).

- объемы работ, выполняемые внутренними ($Q_{\text{сп}}^{\text{внутр}}$) и внешними специализированными организациями ($Q_{\text{сп}}^{\text{внешн}}$).

Звеньевость организационной структуры производственной системы определяется по формулам 4.4.12, 4.4.13 и сравнивается с рациональным значением данного показателя, рассчитанного из условия соблюдения нормативов управляемости для каждого руководителя на всех уровнях управления.

2.2. Расчет фактического уровня специализации строительного производства ($Y_{\text{сп}}$) производится по формулам 4.4.1 – 4.4.5.

Расчет фактического уровня кооперирования ($Y_{\text{к}}$) производится по формуле:

$$Y_{\text{к}} = 1 - \frac{Q_{\text{сп}}^{\text{внутр}} + Q_{\text{сп}}^{\text{внешн}}}{Q_{\text{гп}}} \times \frac{N_{\text{сп}}}{N_{\text{орг}}}, \quad (5.2.1)$$

где $N_{\text{орг}} = N_{\text{гп}} + N_{\text{сп}}$ -общее количество кооперирующихся организаций; $N_{\text{гп}}$ - количество генподрядных организаций; $N_{\text{сп}}$ - общее количество субподрядных (специализированных) организаций; $Q_{\text{сп}}^{\text{внутр}}$ и $Q_{\text{сп}}^{\text{внешн}}$ – объемы СМР, выполненных соответственно внутренними специализированными подразделениями строительного предприятия и внешними специализированными организациями, тыс. руб.

При расчете фактического уровня кооперирования генподрядного производственного подразделения строительного предприятия:

$$N_{\text{орг}} = N_{\text{гп}} + 1, \quad (5.2.2)$$

соответственно:

$$Y_{\text{к}} = 1 - \frac{Q_{\text{сп}}^{\text{внутр}} + Q_{\text{сп}}^{\text{внешн}}}{Q_{\text{гп}}} \times \frac{N_{\text{сп}}}{N_{\text{сп}} + 1}. \quad (5.2.3)$$

2.3. Расчетная производственная мощность производственной системы и её производственных подразделений с учетом совокупного влияния факторов, характеризующих условия строительного производства, рассчитываются по формулам 4.2.22, 4.2.24, 4.2.25.

Анализ использования производственной мощности производственной системы производится на основании исходных данных⁶ представленных в табл. 5.2.16 (Приложение 9).

⁶ Анализ производственной мощности производится на основании исходных данных из следующих документов: 1-предприятие «Основные сведения о деятельности организации», 1-т «Сведения о численности и заработной плате работников», 57-т «Сведения о заработной плате работников по профессиям и должностям», с-1 «Сведения о вводе в эксплуатацию зданий и сооружений», унифицированные формы КС-2, КС-3, КС-6, КС-6а.

Наряду с указанными показателями для оценки территориальной рассредоточенности составляются схема организационной структуры и картографическая схема производственной структуры производственной системы.

Исходные данные для оценки организационной и производственной структур производственной системы представлены в виде табл. 5.2.17 и 5.2.18 (Приложение 10).

Этап 2.2.

После проведения анализа производственно-технического состояния, организационной и производственной структур производственной системы и установления причин излишней вариабельности значений показателей-индикаторов оценки и, соответственно, причин снижения (потери) устойчивости выполняется разработка плана внедрения организационно-технических мероприятий по обеспечению устойчивости.

Форма плана внедрения организационно-технических мероприятий по обеспечению устойчивости производственной системы представлена в табл. 5.2.19 (Приложение 11).

Основной целью разрабатываемых мероприятий является приведение значения показателей, определяющих вариацию показателей – индикаторов, к нормативным и/или рациональным значениям и обеспечение, тем самым, устойчивости производственной системы в плановом периоде путем достижения результатов строительного производства за счет восстановления необходимого технического уровня и ресурсного обеспечения, при которых значения показателей – индикаторов устойчивости прогнозируются в диапазоне $\bar{X} \pm 2\sigma$. В первую очередь, в план включаются мероприятия, имеющие минимальный срок реализации и обеспечивающие максимальный эффект.

По результатам формирования первой итерации плана производится расчет значений основных и дополнительных показателей – индикаторов устойчивости и производится прогнозная оценка устойчивости производственной системы после внедрения запланированных мероприятий в порядке, изложенном в п. 5.2.1.

Если в результате выполненных расчетов и прогнозная оценка делается заключение о состоянии производственной системы как «ближе к неустойчивому»

или «неустойчивое» (табл. 2.2.3), ещё раз производится расчет значения показателя количественной (вероятностной) оценки устойчивости производственной системы.

По результатам выполненных расчетов оценивается динамика изменения резерва устойчивости производственной системы ($\Delta P (Y = 0 | x_i)$ и ΔOR) и производится итерация разработки плана внедрения организационно-технических мероприятий по обеспечению устойчивости производственной системы.

Оценивая резервы производственной мощности, не исчерпанные путем реализации организационно-технических мероприятий, включенных ранее в план, разрабатываются дополнительные мероприятия по обеспечению устойчивости производственной системы.

Помимо включения в план новых организационно-технических мероприятий, производится работа по созданию условий для сокращения сроков внедрения разработанных организационно-технических мероприятий для снижения потерь за период их внедрения. С этой целью разрабатываются дополнительные мероприятия по повышению эффективности управления (сокращение сроков принятия решений путем минимизации звенности, обеспечения норм управляемости), привлечению специалистов более высокой квалификации и концентрации материально-технических ресурсов.

Корректировка плана внедрения организационно-технических мероприятий по обеспечению устойчивости производственной системы производится до заключения о состоянии производственной системы как «ближе к устойчивому» или «устойчивое» (табл. 2.2.3) и/или исчерпания резервов производственной мощности.

Этап 2.3.

В случаях, когда не удастся обеспечить устойчивость производственной системы путем разработки и внедрения организационно-технических мероприятий, обеспечивающих достижение после их внедрения значений показателей-индикаторов устойчивости в пределах допустимого интервала variability, а также когда независимые от деятельности производственной системы события (последствия внешних рисков) существенно изменяют условия строительного производства, применяется разработанный соискателем метод системно-динамической оптимизации организационной и производственной структур.

Системно-динамическая оптимизация производится в следующей последовательности:

3.1. На основе принятых решений по направлениям развития строительного предприятия в изменившихся условиях строительного производства (целеполагание) производится формализация целевых показателей и оценочных параметров (показателей) достижения целей;

3.2. Исходя из фактической производственной загрузки на расчетный период осуществляется планирование новой производственной программы.

Исходными данными для разработки производственной программы являются результаты оценки производственно-технического состояния, организационной и производственной структур производственной системы, анализа использования производственной мощности (табл. 5.2.2 – 5.2.18 Приложения 5 - 10), договоры подряда и субподряда, графики производства СМР.

Производится планирование подрядных работ:

- строится календарный график выполнения СМР;
- на основании расчета нормативной готовности объектов на конец каждого месяца рассчитываются объемы выполнения подрядных работ по формуле:

$$Q_i^{пл} = (УГ_i^K - УГ_i^H) \times C_m / 100, \quad (5.2.4)$$

где $УГ_i^K$, $УГ_i^H$ - нормативная готовность объекта на конец и начало i -го месяца, %; C_m - сметная стоимость объекта, (тыс. р.).

3.3. Для планируемого (фактического) значения производственной загрузки с использованием моделей 4.1.6-4.1.10 определяются рациональные значения всех показателей-индикаторов устойчивости производственной системы:

$Q_{сс}$ – объем СМР выполненный собственными силами в отчетном периоде, тыс. рублей;

N – среднесписочная численность работников (рабочих) в отчетном периоде, чел.

$Q_{гп}$ – объем СМР выполненный по генподряду в отчетном периоде, тыс. рублей;

Π – фактическая прибыль строительного предприятия в отчетном периоде, тыс. рублей;

$T_{\phi i}$ и T_{ni} - соответственно фактическая и нормативная (договорная) продолжительность строительства объектов и выполнение сдаточных объемов работ по внешнему субподряду, принятых заказчиком в отчетном периоде, $i \in (1, m)$, мес.

Рассчитываются объемы СМР, выполняемые собственными силами, исходя из рационального значения доли работ, выполняемых собственными силами:

$$Q_{cc}^{пл} = \sum_j^m \sum_i^n Q_{ij}^{пл} \times (Q_{cc}/Q)_{плj}, \quad (5.2.2)$$

где $j = 1, \dots, m$ – объекты производственной программы; $i = 1, \dots, n$ – количество месяцев работы на j -м объекте; $(Q_{cc}/Q)_{плj}$ – сложившееся или планируемое соотношение работ, выполняемых собственными силами и по генподряду на j -м объекте строительства.

Составляется план подрядных работ.

3.4. На основании выполненных расчетов рациональных значений всех показателей – индикаторов устойчивости, соответствующих фактической загрузке производственной системы, разрабатываются организационные и технические мероприятия, обеспечивающие приведение параметров организационной и производственной структур производственной системы, а также его производственной мощности к значениям, обеспечивающим его устойчивость.

Последовательность действий по системно-динамической оптимизации производственной и организационной структур производственной системы в целях обеспечения устойчивости представлена на рис. 4.4.2.

Форма плана системно-динамической оптимизации производственной и организационной структур производственной системы аналогична форме, представленной в табл. 5.2.19.

Основной целью разрабатываемых мероприятий является обеспечение устойчивости производственной системы путем приведения параметров организационной и производственной структуры строительного предприятия, а также его производственной мощности к расчетным значениям, обеспечивающим его устойчивость в изменившихся условиях строительного производства.

По результатам формирования первой итерации плана производится прогнозная оценка устойчивости производственной системы после внедрения запланированных мероприятий в порядке, изложенном в п.п. 5.2.1 Методики. Если в результате выполненных расчетов и прогнозной оценки делается заключение о состоянии производственной системы как «ближе к устойчивому», «ближе к неустойчивому» или «неустойчивое» (табл. 2.2.3) ещё раз производится расчет значения показателя количественной (вероятностной) оценки устойчивости производственной системы.

По результатам выполненных расчетов оценивается динамика изменения резерва устойчивости производственной системы ($\Delta P (Y = 0 / x_i)$ и ΔOR) и производится итерация разработки плана системно-динамической оптимизации производственной и организационной структур производственной системы. Корректировка плана системно-динамической оптимизации производственной и организационной структур производственной системы производится до заключения о состоянии строительного предприятия как «устойчивое» (табл. 2.2.3).

5.2.3. Прогнозирование устойчивости производственной системы и планирование перспективных организационно-технических мероприятий по её обеспечению

При получении по результатам оценки устойчивости заключения о состоянии производственной системы как «устойчивое» деятельность по управлению устойчивостью осуществляется по двум основным направлениям:

- разработка и внедрение мероприятий по повышению технического уровня и совершенствованию организационной и производственной структур;
- проработка организационно-технических мероприятий, обеспечивающих адаптацию производственной мощности, организационной и производственной структур к наступлению прогнозируемых негативных последствий неопределенности и рисков строительного производства.

Этап 3.1.

План внедрения мероприятий по повышению технического уровня и совершенствованию организационной и производственной структуры производственной системы разрабатывается по форме, представленной в табл. 5.2.19 (Приложение 11).

Основной целью разрабатываемых мероприятий является:

- повышение фондоотдачи при выполнении СМР;
- рост производительности труда;
- снижение материалоемкости строительной продукции;
- оптимизация производственной мощности.

В план включаются мероприятия, имеющие минимальный срок реализации и обеспечивающие максимальный эффект.

Формирование плана внедрения мероприятий по повышению технического уровня и совершенствованию организационной и производственной структуры производственной системы предусматривает возможность выполнения

последовательных итераций для сравнения эффективности разрабатываемых мероприятий с затратами ресурсов, в том числе необходимого времени, на их подготовку и реализацию. При этом основанием для принятия решения о внедрении или отклонении мероприятий, имеющих различные сроки окупаемости и величины приведенного эффекта, служат результаты прогнозных оценок устойчивости.

Мероприятия по совершенствованию организационной и производственной структуры производственной системы разрабатываются с учетом обеспечения соответствия планируемой производственной мощности производственной загрузке. Последовательность действий по обеспечению соответствия планируемой производственной мощности производственной загрузке представлена на рис. 4.4.2.

Для каждого установленного этапа внедрения инноваций производится моделирование устойчивого состояния производственной системы, рассчитываются соответствующие прогнозные значения показателей – индикаторов устойчивости и значения показателя количественной (вероятностной) оценки устойчивости производственной системы, а также оценивается динамика изменения резерва устойчивости производственной системы ($\Delta P (Y = 0 / x_i)$ и ΔOR).

По результатам выполненных расчетов принимается решение о внедрении мероприятий по повышению технического уровня и совершенствованию организационной и производственной структуры производственной системы и о включении их в план.

Этап 3.2.

Сокращение сроков подготовки и внедрения организационно-технических мероприятий по обеспечению устойчивости производственной системы рассматривается в качестве одного из таких мероприятий, нацеленных на сокращение ежедневных убытков из-за потери устойчивости.

С целью сокращения сроков подготовки и внедрения организационно-технических мероприятий по обеспечению устойчивости производственной системы, в случаях необходимости быстрого реагирования при получении негативных результатов её оценки, заблаговременно разрабатываются соответствующие планы.

Разработка планов организационно-технических мероприятий на случай существенного изменения условий строительного производства,

обуславливающих возможность потери устойчивости, производится в следующей последовательности:

- мониторинг производственной системы «строительное предприятие», выявление факторов, определяющих риск потери устойчивости, и оценка величины риска;

- разработка сценариев вариации производственной загрузки производственной системы (наличие-отсутствие объемов СМР по действующим и заключаемым контрактам) в последующие календарные периоды планирования в случаях негативных воздействий факторов, определяющих риск потери устойчивости;

- определение рациональных значений всех показателей-индикаторов устойчивости производственной системы с использованием моделей 4.1.6-4.1.10 для каждого варианта производственной загрузки в соответствующие календарные периоды;

- расчёт объемов СМР, выполняемых собственными силами, исходя из рационального значения доли работ, выполняемых собственными силами в общем объеме СМР, для каждого варианта производственной загрузки в соответствующие календарные периоды по формуле 5.2.2.

- разработка соответствующих каждому сценарию вариантов организационной и производственной структуры производственной системы с параметрами и производственной мощностью, обеспечивающими его устойчивость;

- разработка планов приведения производственной мощности и параметров соответствующего варианта организационной и производственной структур производственной системы к значениям, обеспечивающим его устойчивость.

Последовательность действий по системно-динамической оптимизации производственной мощности, организационной и производственной структур производственной системы в целях обеспечения его устойчивости представлена на рис. 4.4.2.

Форма планов организационно-технических мероприятий на случай существенного изменения условий производственной системы, обуславливающих возможность потери устойчивости производственной системы аналогична форме, представленной в табл. 5.2.19.

Сокращение сроков внедрения организационно-технических мероприятий по обеспечению устойчивости производственной системы достигается за счет выполненной заранее проработки технических и организационных решений, создания необходимых запасов ресурсов и согласования требуемых управленческих решений.

§ 5.3. Внедрение результатов исследования. Оценка экономической эффективности.

Внедрения результатов исследования проводилось в практической деятельности строительных предприятий, находящихся в различных регионах России: ООО «МВ СТРОЙ» (г. Москва), ГК «Красстрой», ООО «Красстрой-сервис» (г. Красноярск), АО «Якутпромстрой» (г. Якутск). Апробацию в условиях реального строительного производства прошли разработанные и предложенные соискателем методы мониторинга, качественной и количественной оценки устойчивости, методика планирования организационно-технических мероприятий по обеспечению устойчивости производственной системы, а также «Программа моделирования различных стадий устойчивости строительного предприятия» (свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2020666921 от 17.12.2020 г.).

Результаты внедрения подтвердили актуальность и востребованность практических задач, поставленных и решенных соискателем в ходе исследования проблемы устойчивости производственных систем в вероятностных условиях строительного производства, а также достоверность полученных научных и практических результатов.

Результаты исследования используются соискателем и в преподавательской деятельности при подготовке магистров по направлению 08.04.01 Строительство профиль «Технологии и организация строительства» в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» и содержатся, в том числе, в составе двух учебных пособий:

- Организационно-технологические мероприятия по монтажу конструкций промышленных зданий (участие в авторском коллективе), 2019;
- Методы и формы организации строительного производства (участие в авторском коллективе), 2020.

Эффективность внедрения результатов исследования подтверждена актами и справками о внедрении (Приложение 13).

Эффективность результатов исследования определяется полученными новыми знаниями и инструментариями, предложенными для регистрации, измерения и обеспечения устойчивого состояния производственной системы, в результате использования которых достигается согласованность мощностных характеристик производственной системы, результатом которой принято считать снижение условно-постоянных расходов и величины запасов. Основным эффектом проявляется в области организации строительного производства, как основной функции производственной системы за счет снижения вероятности наступления банкротства, а также минимизации расходов на поддержание устойчивого состояния производственной системы или на его восстановление в случае потери устойчивости. С этой точки зрения, эффективность разработанных методов и инструментариев сродни диагностике и техническому обслуживанию (ремонту) производственных: небольшие, но регулярные затраты обеспечивают длительную и эффективную деятельность, в нашем случае, производственной системы «строительное предприятие».

Эффект достигается в результате планирования и организации производственной деятельности производственной системы. Его оценка возможна по результатам за отчетный период.

Под эффективностью понимается корректность устанавливаемых целей в виде плановых показателей, реализуемых производственной системой в установленные сроки и с минимальными затратами ресурсов и сил. Как при моделировании устойчивости производственной системы в условиях неопределенности, оценку эффекта от реализации результатов исследования следует рассматривать по трем вариантам функционирования производственной системы:

- в случае устойчивого состояния при отсутствии негативного воздействия последствий неопределенности;
- в случае неопределенности производственной загрузки;
- в случае изменения (корректировки) целеуказания производственной системы.

1. Поддержание устойчивого состояния производственной системы с применением методик анализа и количественной оценки устойчивости, в том числе

с использованием инструментария контрольных карт обеспечивает максимальную эффективность. Производственная система гарантировано функционирует в устойчивом положении и в состоянии обеспечить планомерное инновационное развитие. Расходы на подготовку и анализ данных для оценок и прогнозирования показателей на краткосрочный период минимальные. Для этого, на взгляд соискателя, достаточно ввести в штат строительного предприятия (плановый отдел) и укомплектовать должность инженера – аналитика (затратная часть мероприятия по обеспечению устойчивости). Эффект действует в период до регистрации воздействия или прогноза возможного воздействия внешних сил.

2. В условиях неопределенности и угроз потери устойчивости, главным способом обойти способ накопления запасов ресурсов для обеспечения устойчивости, соискатель видит в организации строительного производства таким образом, чтобы максимально обеспечить сбалансированность мощности производственной подсистемы и загрузки производственной системы.

В предыдущих главах показано, что излишняя вариация показателей результативности деятельности свидетельствует о росте проблем производственной системы, и, наоборот, снижение вариаций приводит к росту эффективности, что подтверждается квадратичной функцией потерь Тагути. Таким образом, полагаем, что эффективность результатов исследования следует оценивать с точки зрения анализа эффективности мер по обеспечению устойчивости.

Так как обеспечение устойчивости предполагает согласованность мощностных характеристик производственной системы, соискателем принято решение об оценке экономической эффективности результатов исследования, в первую очередь - Методики планирования мероприятий, обеспечивающих устойчивость производственной системы, в классическом виде, по разности приведенных затрат.

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_T - E_n * K, \quad (5.3.1)$$

где: \mathcal{E}_T - общая экономия текущих затрат, тыс. руб., E_n - норматив приведения разновременных затрат (ставка дисконтирования); K – единовременные затраты на мероприятия организационно- технического характера тыс. руб..

Общая экономия текущих затрат определяется в результате рационального использования всех ресурсов производственной системы, снижением потерь

рабочего времени рабочих, эксплуатации машин и механизмов, уменьшением текущих затрат на обслуживание строительной техники, снижения массы накладных расходов как следствия обеспечения баланса мощностей. Для определения экономии текущих затрат предложено использовать формулу:

$$\mathcal{E}_T = \mathcal{E}_в + \mathcal{E}_{упр} + \mathcal{E}_{оф} + \mathcal{E}_{нр} + \Delta П, \quad (5.3.2)$$

где: $\mathcal{E}_в$ - экономия от сокращения сроков строительства объектов, тыс. руб.; $\mathcal{E}_{оф}$ – годовая экономия содержания основных фондов предприятия, тыс. руб.; $\mathcal{E}_{упр}$ – годовая экономия условно-постоянных расходов, тыс. руб.; $\mathcal{E}_{нр}$ - годовая экономия накладных расходов, тыс. руб.; $\Delta П$ – прирост прибыли, тыс. руб..

Рассматривая зависимость 5.3.2 можно сделать вывод, что при значительном сокращении производственной загрузки организационно-технические мероприятия должны быть направлены на сокращение сроков строительства, высвобождение от содержания излишних основных производственных и непроизводственных фондов, снижение условно-постоянных накладных расходов.

При резком увеличении производственной загрузки производственной системы, что может привести к потере устойчивости, необходимо, в первую очередь, проанализировать напряженность планов. Планы считаются напряженными, если весь планируемый прирост объемов строительно-монтажных работ намечено получить без увеличения численности работников и без прироста производственных фондов, то есть только за счет интенсивных факторов: роста производительности труда, увеличения выработки строительных машин, например, за счет повышения сменности их работы, экономии и лучшей сохранности строительных материалов. В случае исчерпания интенсивных факторов следует увеличить объемы кооперирования (см. предыдущую главу работы).

Экономическая эффективность от сокращения срока строительства определяется:

$$\mathcal{E}_в = НР_{уп} * (1 - T_{п} / T_{н}) \quad (5.3.3)$$

где: $НР_{уп} = НР * 0,5$; $НР$ - накладные расходы строительной организации, $0,5$ - коэффициент условно-постоянной части, тыс. руб..

Снижение уровня накладных расходов от уменьшения удельного веса основной заработной платы рабочих (C) можно определить по формуле:

$$C_p = K_z * H_{н.р} \left(1 - \frac{З_{пл}}{З_{см}} \right) \quad (5.3.4)$$

где: K_z - коэффициент, определяющий долю накладных расходов, зависящих от удельного веса основной заработной платы; $H_{н.р}$ - величина накладных расходов в процентах к себестоимости работ, тыс. руб.; $З_{пл}$ - удельный вес заработной платы по плану; $З_{см}$ - удельный вес основной заработной платы по смете.

Снижение расходов на эксплуатацию строительных машин на планируемый период можно прогнозировать исходя из планируемого повышения норм выработки машин по формуле:

$$C_{мех} = \frac{У_{мех} * П_{уп} * Р_{мех}}{(100 + Р_{мех}) * 100} \quad (5.3.5)$$

где: $У_{мех}$ - уровень расходов на эксплуатацию строительных машин в общей стоимости выполнения работ, в процентах; $П_{уп}$ - доля условно-постоянных расходов на эксплуатацию строительных машин в общей стоимости работ, в процентах; $Р_{мех}$ - планируемый процент увеличения выработки машин.

Условно-постоянные затраты не изменяются или меняются в незначительных размерах при изменении объема строительства (оплата труда управляющего и обслуживающего персонала, амортизация производственного оборудования, арендная плата и др.).

Годовая экономия условно-постоянных расходов определяется по формуле:

$$Э_{упр} = Э_{м} + Э_{т} + Э_{з} + Э_{сб} + Э_{н} + Э_{п} + Э_{об}, \quad (5.3.5)$$

где: $Э_{м}$ – экономия от снижения материальных затрат, тыс. руб.; $Э_{т}$ – экономия топлива и энергии на технологические нужды, тыс. руб.; $Э_{з}$ – экономия заработной платы производственных рабочих, тыс. руб.; $Э_{сб}$ – экономия от уменьшения брака, тыс. руб.; $Э_{н}$ – экономия от уменьшения непроизводственных расходов, тыс. руб.; $Э_{п}$ – экономия затрат на подготовку и освоение производства, тыс. руб.; $Э_{об}$ – экономия затрат на содержание и эксплуатацию строительных машин и оборудования, тыс. руб.

В случае угрозы потери устойчивости предприятием, снижение условно-постоянных расходов может быть достигнуто по следующим направлениям.

Снижение себестоимости строительного-монтажных работ (C_c), в процентах) как следствие уменьшения затрат на строительные материалы и конструкции можно рассчитать по формуле:

$$C_c = У_{мо} \left[1 - \frac{(100 - У_p) * (100 - У_ц)}{100 * 100} \right] \quad (5.3.6)$$

где: U_{mo} - удельный вес затрат на материалы и конструкции (на данный материал или вид конструкций в процентах к сметной стоимости всех строительно-монтажных работ); U_p , U_c – соответственно: процент снижения нормы расхода и цены материалов и конструкций (данного вида).

Снижение затрат на содержание и эксплуатацию строительных машин и оборудования связано с ликвидацией (продажей, списанием) излишних или неэффективных (пришедших в негодность) машин и оборудования в целях уменьшения налогооблагаемой базы и затрат на их содержание. Это может быть достигнуто в результате снижения издержек производственной системы на амортизацию, капитальный и текущий ремонт строительных машин и оборудования.

3. Разработанные методы статистического управления показывают, что устойчивая производственная система имеет возможность для планомерного увеличения средней мощности, что обеспечивает снижение условно-переменных затрат в расчете на единицу строительной продукции.

Так как устойчивость отражает меру возможности достижения предприятием поставленных целей, критерием эффективности действий по повышению устойчивости предложено считать показатель удельного прироста устойчивости по одной поставленной цели производственной системы:

$$E_y = \frac{\Delta M}{C} \quad (5.3.7)$$

где ΔM – прирост (снижение) математического ожидания показателя какой-нибудь из поставленных целей по сравнению с предыдущим периодом деятельности (например, прирост математического ожидания производительности труда (выработки) или снижения себестоимости строительства), C – затраты на осуществление мер, обеспечивающих этот прирост (снижение), в интересах обеспечения устойчивости.

Однако, определить величину затрат на осуществление мер по повышению устойчивости в отношении прироста нескольких целей производственной системы затруднительно по причине отсутствия соответствующих методик. Наиболее перспективным соискатель считает разработку комплексов мероприятий, обеспечивающих прирост производительности труда и оценку их эффективности, как основной из целей устойчиво функционирующей производственной системы. Например, разработка комплекса организационных и технических мероприятий по видам строительных работ (бетонных, дорожных, каменных и др.),

обеспечивающих прирост выработки на 0,1 - десять процентов прироста средней за ряд лет величины производительности труда.

Внедрение результатов исследования:

Анализ устойчивости производственной системы - строительного предприятия АО «Якутпромстрой» выполнен в соответствии с положениями Методики планирования мероприятий, обеспечивающих устойчивость производственной системы в вероятностных условиях строительного производства (§ 5.2. диссертации). Расчет показателей и анализ устойчивости предприятия выполнен по данным результатов производственной деятельности АО «Якутпромстрой» за ряд лет, приведенным в годовых отчетах акционерного общества (Таблица №1 Приложения 12). Пример годового отчета АО за 2019 год приведен в приложении.

Расчет значений контрольных пределов и построение контрольных карт для основных показателей строительного производства АО "Якутпромстрой" приведен в Таблице №2 настоящего Приложения 12.

Анализ полученных значений и характера контрольных карт показывает, что в 2014 – 2019 г.г. состояние предприятия было устойчивым. Это доказывается данными ретроспективного анализа данных, ограниченных 2018 годом и тем, что предприятие восстановило уровень производственной деятельности в 2019 году.

Расчетные значения свидетельствует об устойчивом состоянии предприятия как в 2018, так и в 2019 годах. Более детальный анализ показал, что причиной этому является рост выполненных объемов СМР собственными силами предприятия при практически прежней численности работников. Это достигнуто, в основном, за счет предметной и технологической специализации предприятия, без значительных затрат на обновление основных производственных фондов.

Оценка устойчивости АО «Якутпромстрой»

На 2020 год была установлена цель по выполнению СМР на 443 млн. руб. Количественный показатель цели строительного предприятия, находиться в заданных нами пределах, запланированного ожидаемого результата, допустимые значения которого рассчитаны на основе достижения поставленных целей прошлых лет и варьируются в интервале 435-450 млн. руб.

Динамика роста прогнозируемых показателей производственной деятельности предприятия на 2020 год также не вызывает опасения о возможной потере устойчивости. Некоторое сомнение вызывает определенные диспропорции прироста показателя X_4 – объем СМР по генподряду в расчете на 1 работника.

Представляется, что по результатам деятельности предприятия фактическая выработка окажется несколько ниже прогнозируемой вследствие прироста численности работников.

Оценка устойчивости строительного предприятия в 2018 и 2019 годах проведена посредством расчета индексов возможности РСІ для и их сравнения с граничным значением ($РСІ = 1,33$) и по годам. Расчеты выполнены для одного из основных показателей результативности строительного производства – выработке на 1 работника (X_{12} - объем СМР СС, млн. руб. / раб.) и дополнительного показателя – доля выплаченной заработной платы в стоимости СМР (X_{63}). Результаты расчетов представлены в Табл. №3 Приложения № 12.

Эффективность результатов исследования оценивается не только в области повышения результативности строительного производства, но также за счет снижения условно-переменных затрат функционирования производственной системы. При этом используют:

- показатели уровня оснащенности интенсивности воспроизводства и эффективности использования основных производственных фондов;
- показатели рентабельности инвестиций в основной капитал на развитие производственной базы;
- показатели рентабельности оборотного капитала.

Проведенные совместно со специалистами строительных предприятий ООО «МВ СТРОЙ» (г. Москва) и ГК «Красстрой», ООО «Красстрой-сервис» (г. Красноярск), осуществлявших практическую реализацию разработанных соискателем методов мониторинга, качественной и количественной оценки устойчивости, методики планирования организационно-технических мероприятий по обеспечению устойчивости производственной системы, расчеты позволили оценить полученный данными строительными предприятиями (в совокупности) экономический эффект в размере 15 млн. рублей за первый год внедрения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Систематизация показателей результативности с точки зрения их применения в качестве индикаторов потери устойчивого состояния и показателей оценки устойчивости выполнена соискателем в соответствии с принципом первичности строительного производства и вторичности по отношению к нему системы управления. Исходя из этого, определен состав основных оценочных показателей устойчивого состояния производственной системы и дополнительных показателей, отражающих причинно-следственные связи динамики строительного производства.

Оригинальный метод мониторинга устойчивого состояния и регистрации потери устойчивости производственной системы базируется на статистике данных показателей-индикаторов результативности производственной системы. Для ранжирования состояния производственной системы по степени близости к потере устойчивого состояния установлены правила и допустимые пределы вариабельности оценочных показателей. В качестве критерия предложено использовать индекс возможностей процесса PСI.

2. Метод количественной оценки сравнительной устойчивости производственной системы базируется на методологии построения синтетических категорий качества и математическом аппарате факторного анализа (метод главных компонент). Численное значение сравнительной устойчивости, как латентной характеристики эмерджентного свойства (качества) производственной системы, определено в виде взвешенной суммы статистических сверток частных критериев результативности строительного производства. Веса каждого критерия определяются из условия максимизации информативности сводного синтетического интегрального показателя – «устойчивость производственной системы».

Преимуществами разработанных методов качественной оценки устойчивого состояния производственной системы и количественной оценки сравнительной устойчивости производственных систем являются:

- единая информационная основа (показатели-индикаторы и показатели результативности строительного производства) для оценки качественных и количественных аспектов устойчивости;
- разносторонность оценок собственной (качественная сторона) и сравнительной (количественная оценка) устойчивости;

- наглядность представления получаемых результатов и относительная простота процедур их вычисления;
- многомерная оценка качественного состояния, характеризующая эмерджентное свойство в динамике развития строительного производства.

Полученные новые научные результаты использованы для разработки методологии формирования и обеспечения устойчивой системно-динамической структуры производственной системы в вероятностных условиях строительного производства.

3. Моделирование эмерджентного свойства «устойчивость производственной системы» базируется на итерационных оценках динамики качественного состояния в результате прогнозирования значений устанавливаемых целей по отношению к допускам варьирования показателей строительного производства.

Концептуальная модель устойчивости представлена в виде системы требований к устанавливаемым целям по недопущению излишней вариабельности прогнозных показателей.

Соискателем рассмотрены три случая моделирования в зависимости от величины вариабельности прогнозных показателей для случаев когда:

- производственная система находится в устойчивом состоянии и цели процесса не изменяются;
- производственная система находится в устойчивом состоянии и цели процесса изменяются (настройка на желаемое среднее (номинал));
- в условиях действия внешних причин значения прогнозных показателей превышают установленные допуски вариации $\pm 3\sigma$ или находятся в пограничном интервале допустимых значений от 2 до 3 среднеквадратических отклонений.

В первом случае моделирование устойчивого состояния по прогнозным показателям производственной загрузки неприемлемо, поскольку использование ранее накопленных статистических данных не представляется возможным. Решение, предложенное соискателем, заключается в организации нового производственного процесса, сбалансированного по производственной мощности с мощностью соответствующих организационных и производственных структур строительного предприятия. Для таких случаев моделирования устойчивости в пограничном интервале допустимых значений, соискателем разработаны метод количественной оценки, предусматривающий вероятностную оценку величины

«запаса прочности» устойчивого состояния, а также метод оценки устойчивости производственной системы «по цели».

4. Разработанный соискателем метод количественной оценки устойчивости с использованием математического аппарата бинарной классификации относится к классу прикладных количественных исследований, предусматривающих выполнение действий с некоторыми ограниченными данными. Вероятностная оценка шансов потери устойчивости производственной системой определяется по модели логистической регрессии, в которой зависимая переменная – устойчивость производственной системы связана с критериями – показателями результативности.

Под показателем устойчивости относительно достижения цели понимается вероятность ее достижения при сбалансированных параметрах программы функционирования строительного производства. Разработанный метод предусматривает количественную оценку устойчивости достижения цели функционирования производственной системы путем определения величины плотности вероятности композиции законов распределения параметров по области цели.

Назначение полученных соискателем результатов состоит в разработке методов моделирования и оценки устойчивости производственной системы как основы для принятия решений по оптимизации производственной и организационной структур строительного предприятия в вероятностных условиях строительного производства. Разработанные соискателем методы и процедуры оценки устойчивости обеспечивают получение достаточной информации для индуктивного вывода об устойчивом (либо неустойчивом) состоянии производственной системы, как в текущих, так и в прогнозных условиях функционирования.

5. В результате проведенных исследований разработаны принципиально новые рекомендации по обеспечению устойчивости производственных систем в вероятностных условиях строительного производства; произведены разработка порядка оптимизации производственной мощности и обоснование проектно-программных форматов специализации и кооперации строительных предприятий; разработан метод обеспечения устойчивости производственной системы за счёт системно-динамической оптимизации её структуры (организационной и производственной структур строительного предприятия).

В случаях, когда затраты ресурсов на реализацию необходимых для обеспечения устойчивости организационно-технических мероприятий слишком велики требуется организация нового мультипроцесса на основе моделирования допустимых параметров динамики строительного производства. Для обеспечения устойчивости, в этом случае, требуется сбалансировать производственный потенциал производственной системы (собственную производственную мощность с учетом эффективной специализации и кооперации) с производственной загрузкой.

Разработка организационно-технических мероприятий для организации строительного производства, характеризующегося новыми сбалансированными показателями, производится методом системно-динамической оптимизации структуры производственной системы (производственной и организационной структур строительного предприятия).

Метод обеспечения устойчивости производственной системы за счет системно-динамической оптимизации структуры разработан на основе системно - комплексного подхода с учетом фактора времени, необходимого для подготовки и внедрения организационно-технических мероприятий.

Значения показателей-индикаторов устойчивости рассчитывались на основании моделирования устойчивого состояния производственной системы при различных прогнозных значениях производственной загрузки. С использованием математической теории планирования эксперимента произведена оценка изменения параметра оптимизации - уровня соблюдения нормативных (договорных) сроков строительства объектов (выполнения работ).

6. Проведено исследование методов расчета рациональных значений показателей производственной мощности, специализации и кооперации в целях обеспечения устойчивости производственной системы, в ходе которого получены результаты, обладающие научной новизной. Разработан порядок расчета рациональных значений производственной мощности строительного предприятия и его производственных подразделений, с учетом рациональных профилей, уровней специализации и кооперации.

В ходе исследования установлены 11 наиболее значимых факторов, существенно влияющих на величину потерь производственной мощности. Статистическими методами обоснованы виды зависимостей и способы расчета показателей для оценки влияния факторов на величину расчетной производственной мощности строительного предприятия.

Разработаны математические модели, позволяющие определить резервы производственной мощности, а также рассчитать величину, на которую требуется изменить производственную мощность строительного предприятия, чтобы привести её к рациональному значению, обеспечивающему устойчивость производственной системы. Решение полученных математических моделей методами линейного программирования позволяет рассчитать требуемую численность рабочих и основных видов строительных машин в каждом производственном подразделении с учетом их специализации и кооперации.

Разработанные проектно-программные форматы специализации и кооперации строительных предприятий в вероятностных условиях строительного производства обладают научной новизной и являются важным научным результатом диссертационных исследований.

Важным научным результатом исследований является предложенный способ оценки устойчивости субподрядных организаций при формировании кооперации для выполнения производственной загрузки с применением методов статистического анализа устойчивого состояния и количественной оценки сравнительной устойчивости.

Для практического использования разработана методика планирования организационно-технических мероприятий в целях обеспечения устойчивости производственной системы.

7. Экономическая эффективность внедрения результатов исследования и их достоверность подтверждается данными статистической отчетности ООО «МВ СТРОЙ» (г. Москва), ГК «Красстрой», ООО «Красстрой-сервис» (г. Красноярск), в которых осуществлялась реализация разработанных соискателем методов и методик, а также актами и справками о внедрении результатов исследований (Приложение 13, 14).

Полученные новые научные результаты, апробация и публикации научных результатов исследования свидетельствуют о личном вкладе автора в науку.

Перспективными направлениями исследований по проблеме устойчивости производственных систем являются, в том числе, следующие:

- разработка нормативных параметров устойчивой производственной деятельности строительных предприятий различных по мощности, специализации и другим показателям;

- исследование влияния различных организационных и технических факторов неопределенности на устойчивость производственных систем;
- определение степени влияния результатов деятельности специализированных подразделений на устойчивость производственной системы;
- разработка методики определения качества функционирования производственной системы (эффективность, показатели);
- исследование степени влияния (зависимости) качества функционирования производственной системы от видов производственной деятельности (промышленное, жилищное и другие виды строительства), объемно-планировочные и конструктивные решения объектов строительства, а также на кооперацию и специализацию, квалификационный уровень ИТР, рабочих и др.);
- проведение междисциплинарных исследований устойчивости строительных предприятий;
- исследование устойчивости производственной системы от совокупного влияния управляющей и управляемой подсистем, эффективности их организации, в том числе при использовании современных организационных схем функционирования.

Исследованная в диссертации научная проблема имеет важное производственно-хозяйственное значение для строительных предприятий, строительной отрасли и Российской Федерации, а решенные задачи исследований и полученные новые знания о свойствах и характере устойчивости производственных систем в вероятностных условиях строительного производства, научное обоснование технических, организационных и управленческих решений по обеспечению устойчивости производственных систем внесут значительный вклад в развитие строительной отрасли, качественно повысят уровень организации и управления производственной деятельности строительных предприятий, простимулируют ускорение их научно-технического прогресса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ в ред. от 30.12.2020 № 505-ФЗ [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/ (дата обращения: 02.02.2021).
2. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30.11.1994 № 51-ФЗ в ред. от 08.12.2020 № 427-ФЗ [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/ (дата обращения: 02.02.2021).
3. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ в ред. 08.12.2020 № 477-ФЗ [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/ (дата обращения 02.02.2021).
4. Федеральный закон «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений» от 25.02.1999 № 39-ФЗ в ред. от 08.12.2020 № 429-ФЗ [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22142/ (дата обращения: 02.02.2021).
5. Федеральный закон «О государственных и муниципальных унитарных предприятиях» от 14.11.2002 № 161-ФЗ в ред. от 23.11.2020 № 378-ФЗ [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_39768/ (дата обращения: 02.02.2021).
6. ГОСТ 26883-86 (СТ СЭВ 5127-85) «Внешние воздействующие факторы. Термины и определения» (утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 29.04.86 г. № 1142) [Электронный ресурс]. – URL: <https://meganorm.ru/Data1/9/9368/index.htm> (дата обращения: 02.02.2021).

7. ГОСТ Р 50779.42-99 (ИСО 8258-91) «Статистические методы. Контрольные карты Шухарта» (принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 15.04.1999 г. № 127) [Электронный ресурс]. – URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4294819/4294819315.htm> (дата обращения: 02.02.2021).

8. ГОСТ 53111-2008 «Устойчивость функционирования сети связи общего пользования. Требования и методы проверки» (утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 декабря 2008 г. № 529-ст) [Электронный ресурс]. – URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293828/4293828739.htm> (дата обращения: 02.02.2021).

9. ГОСТ 27.002-2015. Межгосударственный стандарт. «Надежность в технике. Термины и определения» (введен в действие Приказом Росстандарта от 21.06.2016 № 654-ст) [Электронный ресурс]. – URL: <https://meganorm.ru/Data/627/62713.pdf> (дата обращения: 02.02.2021).

10. Абдулаева З.И., Недосекин А.О. Стратегический анализ инновационных рисков. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 2013. – С. 150.

11. Абрамов И.Л. Аналитический инструментарий анализа устойчивости строительных предприятий // Строительное производство. - 2019. - № 2. - С. 9-12.

12. Абрамов И.Л. Исследование влияния дестабилизирующих факторов на устойчивость функционирования строительных предприятий // Экономика строительства. - 2018. - № 6 (54). - С. 32-36.

13. Абрамов И.Л. Метод количественной оценки устойчивости строительного предприятия // Вестник МГСУ. - 2019. - Т. 14 (12). - С. 1619-1627. DOI: 10.22227/1997-0935.2019.12.1619-1627 (дата обращения: 11.02.2021).

14. Абрамов И.Л. Система показателей для оценки устойчивости строительных предприятий // Строительное производство. - 2020. - № 2. - С. 100-106.

15. Абрамов И.Л. Совмещение производственных процессов системно-комплексным методом с оценкой погрешности вычислений // Наука и бизнес: пути развития. - 2018. - № 1 (79). - С. 5-8.
16. Абрамов И.Л., Герасимов Р.А. Исследование деятельности строительных предприятий в условиях рисков и неопределенностей // В сборнике: Молодежь и XXI век - 2019. Материалы IX Международной молодежной научной конференции. – Курск, 2019. – С. 12-15.
17. Абрамов И.Л., Сараева Д.С. Исследование системотехнических принципов организации строительного производства в условиях рисков и неопределенности // Наука и бизнес: пути развития. - 2018. - № 11 (89). - С. 16-21.
18. Абрамов И.Л., Соломатина М.И. Исследование методов определения организационно-технологической надежности производственных процессов // В сборнике: Молодежь и XXI век - 2019. Материалы IX Международной молодежной научной конференции. - Курск, 2019. - С. 19-22.
19. Абрамов И.Л., Ушенин Д.В. Выбор метода оценки инновационных предложений в строительстве // Проектирование и строительство: сборник научных трудов 3-й Международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров. – Курск, 2019. – С. 31-33.
20. Аганебекян А.Г. Анализ и формирование организационной структуры промышленного предприятия (вопросы методологии и методика). - Новосибирск: Наука, 1983. - 182 с.
21. Айвазян С.А. К методологии измерения синтетических категорий качества жизни населения. Экономика и математические методы, 2003 №2, т.39
22. Айвазян С.А., Бухштрабер В.М., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика. Классификация и снижение размерности. М.- Финансы и статистика, 1989 - 603 стр.
23. Айвазян С.А., Степанов В.С., Козлова М.И. Измерение синтетических категорий качества жизни населения региона и выявление ключевых направлений совершенствования социально-экономической политики (на примере Самарской

области и ее муниципальных образований) // Прикладная эконометрика. - 2006. - № 1. - С. 18-84.

24. Алгоритм отыскания оптимальных параметров логистической регрессии. Электронный ресурс <http://www.machinelearning.ru>

25. Амалиев Т.Х. Экономические проблемы адаптации строительных организаций России к новым условиям хозяйствования: дисс. ...д-ра экон. наук. – М., 1998.

26. Арчибальд Р.Д. Управление высокотехнологичными программами и проектами - - М. : Компания АйТи ; ДМК Пресс, 2010. 464 с.

27. Асаул А.Н. Риски в деятельности строительной организации // Экономические проблемы и организационные решения по совершенствованию инвестиционно-строительной деятельности: сб. научных трудов. Вып. 2. Т. 1. – Спб.: СПбГАСУ, 2004. – С. 8-12.

28. Балдин К.В., Воробьев С.Н. Управление рисками: учебное пособие. – М.: Юнити-Дана, 2012. – 512 с.

29. Балдин К.В., Голов Р.С., Передеряев И.И. Управление рисками в инновационно-инвестиционной деятельности предприятия: учебное пособие. – М: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2017. – 418 с.

30. Бараненко С.П. Организационная культура как ресурс стратегической устойчивости промышленного предприятия: дисс. ... д-ра экон. наук. – М.: Российская академия предпринимательства, 2006. – 301 с.

31. Баркалов, С. А. Информационное управление финансовым инвестиционным портфелем организации / С. А. Баркалов, Л. Е. Мистров, В. П. Морозов // ФЭС: Финансы. Экономика. – 2019. – Т. 16. – № 3. – С. 17-22.

32. Баркалов С.А. Снижение неопределенности внешней среды на основе информационной системы поддержки принятия инвестиционных решений / С. А. Баркалов, Л. Е. Мистров, В. П. Морозов, А. И. Сырин // Экономика и менеджмент систем управления. – 2016. – № 2-1(20). – С. 186-191.

33. Барсегян А.А. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining. СПб.: БХВ-Петербург, 2004 - 336 с.

34. Безмельницын Д.А. Согласование стратегии специализации и диверсификации на промышленном предприятии: автореф. дисс. ...канд. экон. наук. – Новосибирск, 2006. – 22 с.
35. Брайла Н.В. Современные проблемы строительной науки, техники и технологии / Н.В. Брайла, Ю.Г. Лазарев, М.А. Романович, Т.Л. Симанкина, А.В. Улыбин. – СПб., 2017. – 141 с.
36. Батанова С.В. Формирование системы мониторинга надежности строительных организаций в условиях саморегулирования: дисс. ...канд. экон. наук. - Ростов-на-Дону, 2009. - 151 с.
37. Белоцерковская М.Б. Оценка и повышение экономической устойчивости предпринимательской фирмы: автореф. дис. ...канд. экон. наук. - Москва, 2002. - 28 с.
38. Бережный А.Ю. Зависимость комплексного показателя экологической нагрузки от организационно-технологических решений при оценке воздействия строительства на окружающую среду: дисс. ...канд. техн. наук. - Москва, 2012. - 125 с.
39. Булавкина, О. В. Оценка инвестиционной привлекательности видов экономической деятельности в малом бизнесе региона / О. В. Булавкина, Ю. Л. Демидович, Н. А. Шульженко // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. – 2016. – № 4-1. – С. 268-277.
40. Бхуртиал Л.Б. Риски предприятий и совершенствование страховой защиты в системе отношений рыночного хозяйствования: дисс. ...канд. экон. наук. – М., 2004.
41. Быковский В. В., Е.С. Мищенко, Е.В. Быковская и др. Управление инновационными проектами и программами. – Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ГПТУ, 2011. 104 с.
42. Вентцель Е.С. Теория вероятностей : учеб. для студентов вузов / Е.С. Вентцель. – М., 2016 – 658 с.
43. Волкова М.И. Сравнение объективистского и субъективистского подходов к измерению синтетических латентных категорий качества жизни

населения: результаты эмпирического анализа российских данных. Прикладная эконометрика, 2010 №3 (19) с. 62-90.

44. Галяутдинова А.С. Исследование факторов, влияющих на эффективное функционирование строительного предприятия // В сборнике: Молодежь и XXI век - 2019. Материалы IX Международной молодежной научной конференции. – Курск, 2019. – С. 31-33.

45. Гараедаги Дж. Системное мышление. Как управлять хаосом и сложными процессами. Платформа для моделирования архитектуры бизнеса. – Минск: Гревцов Букс, 2010. – 480 с.

46. Гасанов С.М. Методические основы оценки экономической устойчивости строительного предприятия: дисс. ...канд. экон. наук. – Махачкала, 2003. – 134 с.

47. Гинзбург А.В. Организационно-техническая надежность строительства / А.В. Гинзбург. – М.: Фонд «Новое тысячелетие», 2002. – 782 с.

48. Гинзбург А.В. Жавнеров П.Б. Влияние мероприятий по повышению организационно-технологической надежности на функционирование строительной организации и планирование строительства // Научно-технический вестник Поволжья. - 2014. - № 3. - С. 94-96.

49. Голик Ф.В. Аппроксимация кривыми Пирсона плотности распределения суммы независимых одинаково распределенных случайных величин // Кибернетика и программирование. - 2017. - № 2. - С. 17 - 41. URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=22583 (дата обращения 25.02.2021).

50. Головач Э.П. Научные основы повышения организационной надежности и устойчивости предприятий инвестиционно-строительного комплекса: дисс ...д-ра техн. наук. Брест, 2001. – С. 53.

51. Горбунов В.Н., Байнишев С.М., Холопова А.А. Современные предпосылки формирования новых подходов в решении технико-экономических задач застройщиками // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 8 [Электронный ресурс]. – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/08/37178> (дата обращения: 21.02.2021).

52. Горбунов В.Н., Дмитриева Т.Н., Большакова С.М. Особенности качественного анализа рисков строительного предприятия // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 10 [Электронный ресурс]. – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/10/39516> (дата обращения: 21.02.2021).

53. Горбунов В.Н., Дмитриева Т.Н., Харатьян М.Х. Особенности выбора показателей для модели факторного анализа резервов повышения эффективности деятельности строительного комплекса региона // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 11 [Электронный ресурс]. – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/11/40329> (дата обращения: 21.02.2021).

54. Горюхин Р.Е. Использование средств мониторинга в обеспечении устойчивости промышленных корпораций // Современные аспекты экономики. - 2012. - №2 (174) - С. 75-80.

55. Грачев А.В. Финансовая устойчивость предприятия. Критерии и методы оценки в рыночной экономике. – М.: Дело и сервис, 2010. – 400 с.

56. Гурьянова С.Ю. Формирование комплексной оценки экономической деятельности строительных предприятий с использованием системы контроллинга: дисс. ... канд. экон. наук. – Москва, 2002. – 209 с.

57. Гусаков А.А. Организационно-технологическая надежность строительного производства (в условиях автоматизированных систем проектирования). - М.: Стройиздат, 1994. - 252 с.

58. Гусаков А.А. Организационно-технологическая надежность строительного производства. - М.: Стройиздат, 1974.- 178 с.

59. Гусаков А.А. Системотехника строительства. - М.: АСВ, 2004.

60. Гусаков А.А., Веремеенко С.А., Гинзбург А.В. и др. Организационно-технологическая надежность строительства. - М.: SvR-Аргус, 1994. - 252 с.

61. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Исходные положения устойчивого развития // Устойчивое развитие. - 1999. - № 4. - С. 3-8.

62. Деловая активность в строительстве в I квартале 2006 г. // Экономика строительства. - 2006. - № 6. - С. 43-55.

63. Дегтярева О.А. Программный комплекс аппроксимативного анализа законов распределения случайных процессов ортогональными функциями. Дисс. КТН. СГАУ, Самара -2006,110 с.
64. Деминг У.Э. Выход из кризиса: Новая парадигма управления людьми, системами и процессами. – М.: Альпина Паблишер, 2011. – 424 с.
65. Дробот Е.В. Мировая экономика в условиях пандемии COVID-19: итоги 2020 года и перспективы восстановления // Экономические отношения. – 2020. – Том 10. – № 4. – С. 937-960. – doi: 10.18334/eo.10.4.111375.
66. Жавнеров П.Б., Гинзбург А.В. Повышение организационно-технологической надежности строительства за счет структурных мероприятий // Вестник МГСУ. - 2013. - № 3. - С. 196-200.
67. Жавнеров П.Б., Гинзбург А.В. Проблемы повышения организационно-технологической надежности строительных организаций // Вестник ИрГТУ. - 2014. - № 11 (94). - С. 156-160.
68. Законы распределения функции двух случайных величин. Электронный ресурс: [matlab.ru>articles/Ver_10.pdf](http://matlab.ru/articles/Ver_10.pdf). апрель 2020.
69. Закон распределения многомерной случайной величины. Электронный ресурс: <https://infopedia.su/12x52e9.html> - декабрь 2019.
70. Захаров П.В. Моделирование функционирования производственных систем / П.В. Захаров. – Москва: Стройиздат, 2008. – 331 с.
71. Захаров С.В. Риски в организации строительства: дисс. ...канд. техн. наук. – М., 2006. – 174 с.
72. Зубанов Н. В. Анализ устойчивости относительно поставленной цели как один из подходов к описанию функционирования организации в условиях неопределенности. Монография, Самара, 2001-116 стр. Электронный ресурс: AUP.Ru
73. Зубарева, Л. В. Основы мотивации продвижения персонала в современных производственных системах / Л. В. Зубарева, И. В. Роговец // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2012. – № 3(39). – С. 51.

74. Зубков М.С., Ходорковский М.Я. Подходы к обеспечению экономической устойчивости промышленного предприятия // Государственный аудит: право, экономика. - 2012. - №3. - С. 58-57.

75. Информация Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Челябинской области от 30 мая 2018 г. «Обзор по итогам выборочного обследования деловой активности строительных организаций Челябинской области за II квартал 2018 года».

76. Исаев В.В. Методологические основы проектирования и совершенствования организационных структур управления в новых условиях хозяйствования: дис. ...д-ра техн. наук. - Л., 1993. - 556 с.

77. Ионас Б.Я., Михайлов В.С. Кооперирование специализированных строительно-монтажных организаций. – М.: Стройиздат, 1989. – 93 с.

78. Каверзина Л.А. Методология реструктуризации регионального инвестиционно-строительного комплекса в условиях экономического роста: дисс. ...д-ра экон. наук. – Санкт-Петербург, 2008. – 366 с.

79. Казарян Р.Р. Моделирование организационно-технологической надежности при оптимизации обслуживающих подсистем строительного производства: автореф. ...д-ра техн. наук. – М., ЦНИИОМТП, 2004.

80. Калацкая Л. В., Новиков В. А., Садов В. С. Организация и обучение искусственных нейронных сетей: Экспериментальное учеб. пособие. — Минск: Изд-во БГУ, 2003. — 72 с.

81. Кенин А. М., Мазуров В. Д. Опыт применения нейронных сетей в экономических задачах. <http://www.uralstars.com/Docs/Editor/Neuro.htm>

82. Киевский, Л. В. Инвестиционная политика заказчика-застройщика на этапе организационной подготовки сосредоточенного строительства / Л. В. Киевский, С. Н. Шульженко, А. А. Волков // Вестник МГСУ. – 2016. – № 3. – С. 111-121.

83. Киевский, Л. В. Прикладная организация строительства / Л. В. Киевский // Вестник МГСУ. – 2017. – Т. 12. – № 3(102). – С. 253-259. – DOI 10.22227/1997-0935.2017.3.253-259.

84. Климов А.А. Экономическое обоснование вариантов структуры управления строительством. – М.: Стройиздат, 1985. – 120 с.
85. Колышкин В.М. Разработка и внедрение технологии промышленного производства и системы управления качеством ассоциированной паротитно-коровой вакцины: дисс. ... д-ра биологических наук. – Москва, 2010. – 327 с.
86. Коннов И.В. Нелинейная оптимизация и вариационные неравенства. Казань. Казанский университет, 2013 -308с.
87. Концевич Г.Е. Проблемы и перспективы становления самообучающихся организаций в современной России: социологический анализ: автореф. дисс. ...канд. социологических наук. – Пятигорск, 2005. – 26 с.
88. Корсун О.Н., Полиев А.В. Получение оптимального эталона с помощью метода главных компонент // Научные чтения по авиации, посвященные памяти Н.Е. Жуковского. - 2015. - № 3. - С. 455-459.
89. Коротченков А.В. Производственная мощность строительномонтажных организаций Министерства обороны Российской Федерации и методы ее оценки. - М., 2003.
90. Косачева И.В. Оценка риска нестабильности развития пищевого производства в РФ // Новые технологии. - 2012. - № 3. - С. 205-209.
91. Косолапов О.В., Игнатьева М.Н. Устойчивость как одна из основных характеристик системы // Известия Уральского государственного горного университета. - 2013. - № 4 (32). - С. 77-81.
92. Кротков Е.А., Березин В.П. Специализация в строительстве. – М.: Стройиздат, 1988. –144 с.
93. Кудабаева Г.С. Планирование основных направлений специализации и оценка ее уровня в условиях крупных хозрасчетных организаций в строительстве. – Целиноград: ЦИСИ, 1988. – 42 с.
94. Кукукина И.Г., Климова С.В. Методы экономической оценки устойчивости развития предприятия. Иваново, Ивановский гос. энергетический ун-т им. В.И. Ленина, 2014. – 188 с.

95. Лapidус А.А. Формирование интегрального потенциала организационно-технологических решений посредством декомпозиции основных элементов строительного проекта // Вестник МГСУ. - 2016. - № 12. - С. 114-123.

96. Лapidус А.А., Абрамов И.Л. Системно-комплексный подход в исследовании проблемы обеспечения устойчивости сложных производственно-динамических систем в строительстве // В сборнике: Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы. Сборник материалов семинара, проводимого в рамках VI Международной научной конференции. – М., 2018. – С. 159-162.

97. Лapidус А.А., Абрамов И.Л. Устойчивость организационно-производственных систем в условиях рисков и неопределенности строительного производства // Перспективы науки. - 2018. - № 6 (105). - С. 8-11.

98. Лapidус А.А., Демидов Л.П. Исследование факторов, влияющих на показатель потенциала строительной площадки // Вестник МГСУ. - 2014. - № 4. - С. 160-166.

99. Лесова Д.Ф., Абрамов И.Л. Строительное предприятие и производство как сложная производственно-динамическая система // Вестник евразийской науки. 2019. - Т. 11. - № 6. - С. 75.

100. Ломакин, М. И. Приоритеты сравниваемых элементов квалиметрическим методом / М. И. Ломакин, Л. Е. Мистров, В. П. Морозов // Стандарты и качество. – 2017. – № 1. – С. 76-79.

101. Лоскутов Р.Ю. Резервы повышения экономической устойчивости промышленного предприятия: дисс. ...канд. экон. наук. – Саратов, 1998. – 187 с.

102. Луканин Б.Ф., Уфимцев Ф.Р., Шахов Ю.Д. Количественная оценка повышения эффективности организации строительного производства. – М.: Стройиздат, 1981.

103. Макаричев Ю.А. Иванников Ю.Н. Методы планирования эксперимента и обработки данных. – Самара: АСИ СамГТУ, 2016. – 122 с.

104. Методические рекомендации по развитию специализации строительного-монтажных организаций / НИИ экономики стр-ва; [Принимали участие Ю.А. Воробьев и др.]. – М.: НИИЭС, 1983. – 35 с.
105. Мильнер Б.З. Теория организаций. – М.: ИНФРА-М, 1998. – 336 с.
106. Мистров, Л. Е. Метод моделирования конфликтного взаимодействия организационно-технических систем / Л. Е. Мистров, В. П. Морозов, А. В. Петриченко // Динамика сложных систем - XXI век. – 2017. – Т. 11. – № 1. – С. 12-19.
107. Мистров, Л. Е. Метод повышения устойчивости функционирования информационной системы поддержки принятия инвестиционных решений на основе разрешения ресурсного конфликта элементов / Л. Е. Мистров, В. П. Морозов // Интернет-журнал Науковедение. – 2016. – Т. 8. – № 5(36). – С. 46.
108. Мистров Л.Е. Обоснование состава информационной системы поддержки принятия инвестиционных решений / Л. Е. Мистров, В. П. Морозов, Е. В. Баутина, А. И. Сырин // Экономика и менеджмент систем управления. – 2016. – № 2-1(20). – С. 196-200.
109. Мистров, Л. Е. Терминологический поиск в метрологических информационных системах / Л. Е. Мистров, В. П. Морозов // Метрология. – 2017. – № 1. – С. 33-40.
110. Мищенко А.В., Виноградова Е.В. Оптимизационные модели управления финансовыми ресурсами предприятия: Моногр. – М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 337 с.
111. Молодин, В. В. Проблемы совершенствования теории и практики инженерного менеджмента в строительстве / В. В. Молодин // Труды Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета (Сибстрин). – 2017. – Т. 20. – № 3(66). – С. 46-56.
112. Моргунов Е.Б. Как оценить платежеспособность и финансовую устойчивость коммерческой организации: монография / Е.Б. Моргунов. – Москва: Лаборатория книги, 2010. – 148 с.

113. Морозенко А.А. Материально-ресурсная оценка устойчивого функционирования предприятий строительной отрасли // Вестник МГСУ. - 2010. - № 2. - С. 261-263.

114. Морозенко А.А. Формирование оптимальной с точки зрения устойчивости организационной структуры инвестиционно-строительного проекта // Промышленное и гражданское строительство. - 2012. - № 12. - С. 33-34.

115. Морозов В.П. Оценка эффективности функционирования информационной системы поддержки портфельной оптимизации в составе социально-экономической организации // Вестник евразийской науки. 2017. №2 (39).

116. Нанасов А.М. Разработка метода оценки организационно-технологического потенциала реализации инвестиционно-строительных проектов: дисс. ...канд. техн. наук. - М.: МГСУ, 2005.

117. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р ИСО 7870-2-2015 "Статистические методы. Контрольные карты. Часть 2. Контрольные карты Шухарта" (утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 6 октября 2015 г. N 1469-ст)

118. Недосекин А.О. Оценка промышленных и экономических рисков предприятий. – СПб: СПбГПУ, 2016. – 128 с.

119. Недосекин А.О. Стратегический подход к оценке экономической устойчивости объектов минерально-сырьевого комплекса России / А.О. Недосекин, Е.И. Рейшахрит, А.Н. Козловский // Записки Горного института. - 2019. - Т. 237. - С. 354-360. DOI:10.31897/PMI.2019.3.354 (дата обращения: 21.02.2021).

120. Обзор состояния делового климата в строительном секторе России и г. Москвы во II квартале 2017 года // Центр конъюнктурных исследований. Институт статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://erzrf.ru/publikacii/obzor-sostoyaniya-delovogo-klimata>.

121. Паклин Н. Логистическая регрессия и ROC-анализ — математический аппарат. <https://basegroup.ru/community/articles/logistic>

122. Пахомов Е.В. Текущее состояние строительной отрасли РФ / Е.В. Пахомов, М.С. Овчинникова. - Текст: непосредственный // Молодой ученый. - 2019. - № 2 (240). - С. 255-260. URL: <https://moluch.ru/archive/240/55658/> (дата обращения: 21.02.2021).
123. Петров А.А. Методология повышения организационно-экономической устойчивости военно-строительных предприятий: дисс. ...д-ра экон. наук. – СПб.: СПбГАСУ, 2004. – 308 с.
124. Петухов Р.М., Лазуткин Е.С., Экономическая эффективность и организация производства. М. : Экономика, 1979 - 219 с.
125. Платонов А.М., Плешков С.Ю. Современные методы оценки и управления устойчивостью и эффективностью работы строительного предприятия // Вестник УГТУ-УПИ. Серия: Экономика и управление. - 2007. - № 6. - С. 35-39.
126. Плешков С.Ю. Разработка механизма повышения уровня экономической устойчивости деятельности строительного предприятия: дисс. ...канд. экон. наук. – Екатеринбург, 2010. – 165 с.
127. Подшиваленко П.Д. Организационные формы строительства и управления ими// Вопросы экономики. – 1983. - № 7. –с.84-94.
128. Полисюк Г.Б. Экономический анализ эффективности и темпов роста строительного производства. – М., 1986.
129. Рахманова С.М., Щукина Е.В. Внедрение «зеленых» стандартов в организационно-технологические процессы для повышения экологической устойчивости строительного производства // Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры. - М., 2019. - С. 1320-1322.
130. Рукин Б.П. Диагностика устойчивого развития организаций с использованием динамических нормативов и непараметрической статистики / Б.П. Рукин, Г.В. Шуршикова, Л.В. Свиридова // Региональная экономика: теория и практика. - 2009. - № 7. - С. 16-21.

131. Сборщиков С.Б., Ермолаев Е.Е., Мишина Н.В. Организационно-технологическое моделирование строительного производства. – М.: МГСУ, 2008. – 47 с.
132. Симионова Н.Е. Методологические проблемы управления реформированием строительных организаций в условиях перехода к рынку: дисс. ... д-ра экон. наук. – М., 1999.
133. Совещание по вопросам развития строительной отрасли. 16 апреля 2020 года, 17:20, Московская область, Ново-Огарёво. Текст: непосредственный // Официальный сайт Президента Российской Федерации. URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/63208> (дата обращения: 21.02.2021).
134. Соломатина М.И. Исследование влияния дестабилизирующих факторов на надежность производственных процессов // Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры. - М., 2019. - С. 1299-1301.
135. Староверец А.С. Организация управления использованием производственных мощностей строительных организаций: дисс. ...канд. экон. наук. – М., 1986.
136. Статистические методы. Контрольные карты Шухарта. – М.: ИПК, Издательство Стандарты. 1993.
137. Сторожик М.И. Производственная мощность строительных предприятий: определение величины, анализ и планирование её использования: дисс. ...канд. экон. наук. – М., 1981.
138. Стриженный Г.Н. Методика оптимизации производственной программы строительного предприятия: дисс. ...канд. экон. наук. – М., 2005. – 176 с.
139. Сухачев И.А., Орешкин М.А. Повышение эффективности капиталовложений в сельском строительстве. – М.: Стройиздат, 1969. – 175 с.
140. Строительство в России // Статистический сборник. Росстат. - 2018 – 119 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gks.ru>.

141. Таблицы математической статистики [Текст] / Л. Н. Большев, Н. В. Смирнов. - 3-е изд. - М. : Наука, 1983. - 416 с.: ил., табл. : ил. - Библиогр.: с. 406-412. - Б. ц.
142. Татаркин А.И. Моделирование устойчивого развития как условие повышения экономической безопасности территории. - Екатеринбург: УрГУ, 1999. - 275 с.
143. Тускаева З.Р. Методология комплексного управления распределенными центрами технического потенциала строительного производства. Дисс. ДТН. МГСУ, Москва - 2018, 258 с.
144. Уварова С.С., Беляева С.В., Канхва В.С. Экономическая устойчивость строительных предприятий и проектов. – М.: МГСУ, 2011. – 160 с.
145. Уилер Д., Чамберс Д. Статистическое управление процессами: оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта. – М.: Альпина Паблишер, 2016. – С. 409.
146. Ушенин Д.В. Инновации как фактор повышающий эффективность функционирования строительного производства // Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры. - М., 2019. - С. 1305-1307.
147. Фалькевич Н.А. Опыт и перспективы совершенствования форм и методов управления подрядным. – М.: Стройиздат, 1980. – 153.
148. Фёдорова Т.М. Методические основы расчёты производственной мощности строительного-монтажных организаций: дисс. ...канд. экон. наук. – Л., 1988.
149. Фокин П.К. Резервы производственной мощности строительных организаций и их использование: дисс. ...канд. экон. наук. – М., 1987.
150. Хазин М. Кризис в строительной отрасли будет только усиливаться [Электронный ресурс]. - URL: <http://rcmm.ru/ekspertnoe-mnenie/36427-krizis-v-stroitelnoy-otrasli-budet-tolko-usilivatsya.html> (дата обращения 08.06.2019).

151. Хасанов М.М. Методы обоснования рациональной специализации строительного-монтажных организаций: дисс. ...канд. экон. наук. – М.: МИСИ им. В.В. Куйбышева, 1982. – 167 с.

152. Хрусталёв Б.Б., Горбунов В.Н. Развитие предприятий строительного комплекса на основе формирования эффективных зон деятельности // Региональная архитектура и строительство. - 2006. - №1. - С. 165-169.

153. Хрусталёв Б.Б., Горбунов В.Н. Учет влияния внешней и внутренней среды на характер и эффективность развития предприятий инвестиционно-строительных комплексов // Наука и образование в жизни современного общества: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 29 ноября 2013 г.: в 18 частях. Часть 10; М-во обр. и науки РФ. Тамбов: Изд-во ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2013. – 163 с.

154. Цветков А.Н. Повышение конкурентоспособности малых строительных организаций: диссертация ... кандидата экономических наук : 08.00.05 / Цветков Александр Николаевич; [Место защиты: С.-Петерб. гос. архитектур.-строит. ун-т]. - Санкт-Петербург, 2011. - 166 с.

155. Ципес Г. Л., Товб А. С.. Менеджмент проектов в практике современной компании. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2006, 304 с.

156. Цыплаков А.А. Некоторые эконометрические методы. Метод максимального правдоподобия в эконометрии. Новосибирск: ЭФ НГУ, 2005 – 126 с.

157. Чубенко О.В. Анализ барьеров в развитии строительных предприятий в современных условиях экономики России // Сборник трудов III Международной научно-практической конференции. – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет ИАиС, 2018. – С. 732-737.

158. Шалягин Г.Л., Потапова И.В. Организационно-технологическая надежность строительства. - Хабаровск: Дальневост. гос. ун-т путей сообщения, 2006. - 52 с.

159. Шекалин А.Н. Системный подход к управлению рисками на предприятиях инвестиционно-строительного комплекса // РЖ 20Т. Экономика строительства. - 2007. - №11. - С. 9.

160. Шепелев И.Г. Математические методы и модели управления в строительстве. - М., Высшая школа, 1980г.

161. Шприц М.Л. Система организационно-технологической надежности строительства многофункциональных комплексов: дисс. ...канд. техн. наук. - СПб., 2017. - 171 с.

162. Шульженко, Н. А. Модели и методы консолидированного инвестирования в системе единого заказчика / Н. А. Шульженко, В. В. Соколовский // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. – 2018. – № 2-1. – С. 49-58.

163. Шульженко, Н. А. Надежность инженерной подготовки региональных территорий для проектирования объектов / Н. А. Шульженко, С. Н. Шульженко, М. Ю. Захарова // Проблемы экономики и информатизации образования : Материалы XIV Международной научно-практической конференции, Тула, 20–21 апреля 2017 года / Научные редакторы Е.Б. Карпов, С.Н. Шульженко, Г.Н. Лищина. – Тула: Частная образовательная организация высшего образования - ассоциация "ТУЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (ТИЭИ)", 2017. – С. 119-123.

164. Шульженко, Н. А. Оценка организационно-технологической надежности при организации подготовки территории под застройку / Н. А. Шульженко, Ю. Н. Пушилина, Д. И. Чубаров // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2016. – № 7-2. – С. 152-157.

165. Шульженко, С. Н. Совершенствование методики оценки уровня организационной подготовки территорий сосредоточенного строительства / С. Н. Шульженко, Л. В. Киевский, А. А. Волков // Вестник МГСУ. – 2016. – № 3. – С. 135-143.

166. Шумилова Ю.А. Надежность экономики предприятия: методологический аспект // Проблемы и аспекты управления экономикой и

маркетингом в организации. - 2001. - № 1. URL: <http://perspectives.utmn.ru/No1/text05.shtml> (дата обращения 21.02.2021).

167. Юдина А.Ф. Технологические процессы в строительстве : учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / А. Ф. Юдина, В. В. Верстов, Г.М.Бадьин. — М. : Издательский центр «Академия», 2013. — 304 с. — (Сер. Бакалавриат).

168. Яруллина Г.Р. Методология обеспечения устойчивого развития промышленного предприятия. – Казань: Казанский ун-т, 2010. – 357 с.

169. Яруллина Г.Р. Теоретические основы обеспечения устойчивого развития в процессе управления промышленным предприятием // Аудит и финансовый анализ. - 2010. - № 6. - С. 377-380.

170. Яруллина, Г. Р. Управление устойчивым экономическим развитием предприятий промышленного комплекса (теория и методология): автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора экономических наук / Яруллина Гузель Рифатовна. – Казань, 2011. – 47 с.

171. Abourizk S.M., Knowles P., Hermann U. Estimating labor production rates for industrial construction activities // Journal of Construction Engineering and Management. 2001. № 127 (6). Pp. 502-511.

172. Abramov I.L. Formation of integrated structural units using the systematic and integrated method when implementing high-rise construction projects // E3S Web of Conferences. High-Rise Construction 2017 (HRC 2017). 2018. Vol. 33. Art. num. 03075. P. 7. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183303075>.

173. Abramov I.L. Systemic integrated and dynamic approach as a basis to ensure sustainable operation of a construction company // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 463. Part 2. P. 032038. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/463/3/032038>.

174. Abramov I.L. Systemic integrated method as the basis for high-quality planning of construction production // E3S Web of Conferences. High-Rise Construction 2017 (HRC 2017). D. Safarik, Y. Tabunschikov and V. Murgul (Eds.). 2018. P. 052077.

175. Abramov I.L., Lapidus A.A. Systemic integrated method for assessing factors affecting construction timelines // International Scientific Conference Environmental Science for Construction Industry - ESCI 2018. «MATEC Web of Conferences» - 2018. P. 05033.
176. Alireza Ahmadian Fard Fini, Taha H. Rashidi. Incorporating Multiskilling and Learning in the Optimization of Crew Composition // Journal of Construction Engineering and Management. 2015. № 142 (5). P. 04015106.
177. Fard Fini A.A., Rashidi T.H. Journal of Construction Engineering and Management. 2015. № 142 (5). P. 04015106.
178. Floreza L., Cortissoz J.C. Defining a mathematical function for labor productivity in masonry construction: A case study // Procedia Engineering. 2016. Vol. 164. Pp. 42-48.
179. Gharajedaghi, J. Systems Thinking. Managing Chaos and Complexity. A Platform for Designing Business Architecture. – Minsk: Grevtsov Books, 2010. – 480 p.
180. Harmon K.M., Cole B. (2006). Loss of productivity studies- Current uses and misuses // Constr. Briefings. 2006. №8 (1). Pp. 1-19.
181. Kazaz A., Ulubeyli S. Drivers of productivity among construction workers: A study in a developing country // Building and Environment. 2007. Vol. 42. № 5. Pp. 2132-2140.
182. Lapidus A., Abramov I. Formation of production structural units within a construction company using the systemic integrated method when implementing high-rise development projects // E3S Web of Conferences. «High-Rise Construction 2017». 2018. P. 03066.
183. Lapidus A., Abramov I. Implementing large-scale construction projects through application of the systematic and integrated method // XXIst International Scientific Conference on Advanced in Civil Engineering: Construction - The Formation of Living Environment, FORM 2018. «IOP Conference Series: Materials Science and Engineering». 2018. P. 062002.
184. Lapidus A.A., Abramov I.L. Systemic integrated approach to evaluating the resource potential of a construction company as a bidder // IOP Conference Series:

Materials Science and Engineering. 3rd World Multidisciplinary Civil Engineering, Architecture, Urban Planning Symposium (WMCAUS 2018). 2019. P. 052079.

185. Lapidus A., Abramov I. Systemic integrated method for assessing factors affecting construction timelines // MATEC Web of Conferences. 2018. Vol. 193. Art. num. 05033. P. 7. DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819305033>.

186. Lapidus A.A., Abramov I.L. Studying the methods for determining and maintaining sustainability of a construction firm // MATEC Web of Conference. 2018. Vol. 251. Art. num. 05017. P. 6. DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201825105017>.

187. Lapidus A.A., Bidov T.K. International Journal of Applied Engineering Research. 2016. Vol. 11. № 8. Pp. 5972-5974.

188. Liu M., Ballard G., Ibbs W. Work Flow Variation and Labor Productivity: Case Study // Journal of Management in Engineering. 2011. Vol. 27. № 4. Pp. 236-242.

189. Mishchenko V.Y., Gorbaneva E.P., Rithy Yoeun, Lin Fan Noot. Application of the flow method in low-rise urban residential development in hot climates // Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Ho Chi Minh City University of Architecture. 2016. № 1 (29). Pp. 27-38.

190. Mishchenko V.Y., Yemelyanov D.I., Tikhonenko A.A. Rationale for Use of Genetic Algorithms for Optimization of Resource Allocation in Calendar Construction Planning // Industrial and Civil Engineering. 2013. № 10. Pp. 69-71.

191. Odeh A. M., Battaineh H. T. Causes of construction delay: traditional contracts, International Journal of Project Management, 2002. Vol. 20. № 1. Pp. 67-73.

192. Oleynik P., Sinenko S., Zhadanovsky B., Brodsky V., Kuzhin M. Construction of a complex object. MATEC Web of Conferences 5. 5th International Scientific Conference on Integration, Partnership and Innovation in Construction Science and Education, IPICSE 2016. 2016. P. 04059.

193. Smith N., Merna T., Jobling P. Management Risk: In Construction Projects// Construction Research Congress, ASCE, 2005.

194. Thomas L. Saaty // The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation // 287 Pages 1980. Hill. – McGraw.

195. Thomas L. Saaty, Luis G. Vargas. Comparison of eigenvalue, logarithmic least squares and least squares methods in estimating ratios // *Mathematical Modelling*. 1984. Volume 5. Issue 5. Pp. 309-324.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Протокол расчета бинарной классификации для оценки устойчивости производственной системы

Протокол расчета модели логистической регрессии для фактора "Уровень соответствия производственной загрузки потенциалу производственной системы"

Таблица №1

| <i>Оценки коэффициентов в логистической регрессии</i> | | | | | | | | |
|---|--------------------|-----------------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|-------------------------|---------------------------|
| <i>Переменная</i> | <i>Коэффициент</i> | <i>Среднекв. отклонение</i> | <i>t-значение</i> | <i>Нижняя оценка</i> | <i>Верхняя оценка</i> | <i>Эластичность</i> | <i>Бета-коэффициент</i> | <i>Дельта-коэффициент</i> |
| Св. член | 24,792 | 8,145 | 3,044 | 12,095 | 37,489 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| x1 | -30,037 | 9,734 | -3,086 | -45,210 | -14,864 | -60,453 | 1,132 | 1,000 |

Критическое значения t-распределения при 10 степенях свободы (p=85%) = +1.559

Таблица остатков

| <i>номер</i> | <i>Факт</i> | <i>Расчет</i> | <i>Ошибка абс.</i> | <i>Ошибка относит.</i> | <i>Фактор X</i> |
|--------------|-------------|---------------|--------------------|------------------------|-----------------|
| 1 | 1,0 | 0,233 | 0,767 | 76,677 | 0,865 |
| 2 | 0,0 | 0,688 | -0,688 | 0,000 | 0,799 |
| 3 | 0,0 | 0,450 | -0,450 | 0,000 | 0,832 |
| 4 | 1,0 | 0,754 | 0,246 | 24,551 | 0,788 |
| 5 | 0,0 | 0,223 | -0,223 | 0,000 | 0,867 |
| 6 | 0,0 | 0,385 | -0,385 | 0,000 | 0,841 |
| 7 | 0,0 | 0,091 | -0,091 | 0,000 | 0,902 |
| 8 | 1,0 | 0,874 | 0,126 | 12,634 | 0,761 |
| 9 | 1,0 | 0,371 | 0,629 | 62,933 | 0,843 |
| 10 | 0,0 | 0,285 | -0,285 | 0,000 | 0,856 |
| 11 | 0,0 | 0,150 | -0,150 | 0,000 | 0,883 |
| 12 | 1,0 | 0,495 | 0,505 | 50,468 | 0,826 |

Характеристики остатков

| <i>Характеристика</i> | <i>Значение</i> |
|---------------------------------|-----------------|
| Среднее значение | 0,000 |
| Дисперсия | 0,192 |
| Среднеквадратическое отклонение | 0,438 |
| Приведенная дисперсия | 0,230 |
| Средний модуль остатков | 0,379 |
| Относительная ошибка | 18,939 |
| Критерий Дарбина-Уотсона | 1,987 |
| Коэффициент детерминации | 0,211 |

| | |
|---------------------------------------|--------|
| F - значение (n1 = 1, n2 = 10) | 2,673 |
| Критерий адекватности | 86,529 |
| Критерий точности | 21,095 |
| Критерий качества | 37,454 |
| Асимметрия | 0,330 |
| Экссесс | -1,032 |
| Уравнение значимо с вероятностью 0.85 | |

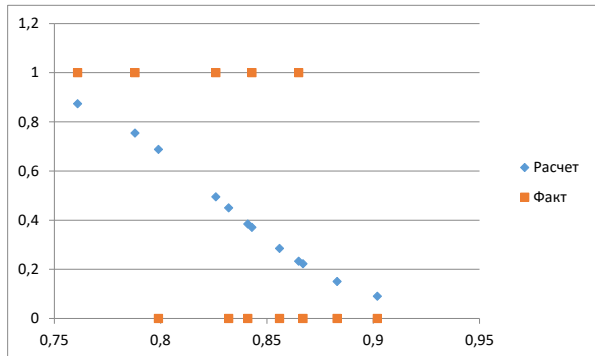


Рис.1. График бинарной классификации

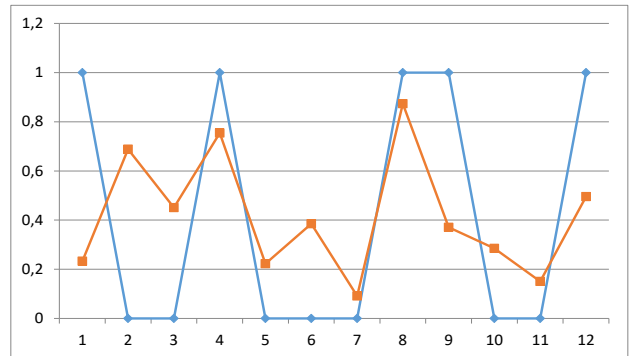


Рис. 2. График прогноза

Интервальный ряд остатков

| Номер интервала | Начало | Середина | Конец | Частота | Частость | |
|-----------------|--------|----------|-------|---------|----------|-------------|
| 1 | -0,8 | -0,7 | -0,5 | 1,0 | 0,1 | 0,079332502 |
| 2 | -0,5 | -0,4 | -0,3 | 3,0 | 0,3 | 0,174285005 |
| 3 | -0,3 | -0,1 | 0,0 | 3,0 | 0,3 | 0,253757802 |
| 4 | 0,0 | 0,2 | 0,3 | 2,0 | 0,2 | 0,23875879 |
| 5 | 0,3 | 0,5 | 0,6 | 1,0 | 0,1 | 0,146866509 |
| 6 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 2,0 | 0,2 | 0,059679402 |

Протокол ROC-анализа

| Точка отсечения | Чувствительность | Специфичность | 100% - Специфичность |
|-----------------|------------------|---------------|----------------------|
| 0 | 100,0 | 0,0 | 100,0 |
| 0,1 | 100,0 | 14,3 | 85,7 |
| 0,2 | 100,0 | 28,6 | 71,4 |
| 0,3 | 80,0 | 57,1 | 42,9 |
| 0,4 | 60,0 | 71,4 | 28,6 |
| 0,5 | 40,0 | 85,7 | 14,3 |
| 0,6 | 40,0 | 85,7 | 14,3 |
| 0,7 | 40,0 | 100,0 | 0,0 |
| 0,8 | 20,0 | 100,0 | 0,0 |
| 0,9 | 0,0 | 100,0 | 0,0 |
| 1 | 0,0 | 100,0 | 0,0 |

Рекомендуемая точка отсечения = +0.367; площадь под ROC-кривой (0 - 100) = +77.1

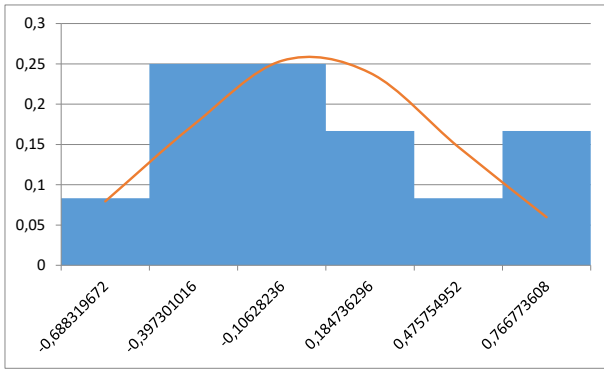


Рис. 3. Диаграмма рассеивания

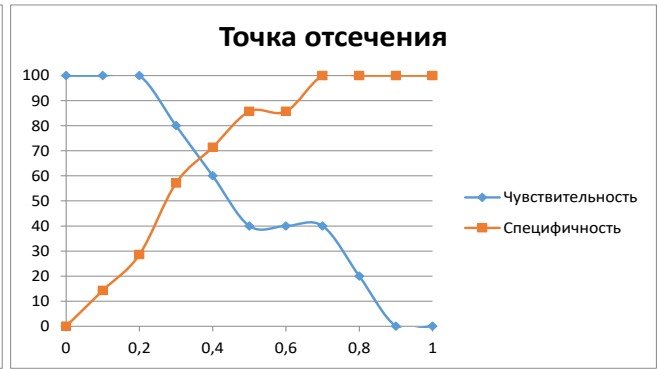


Рис.4. График определения точки отсеченич

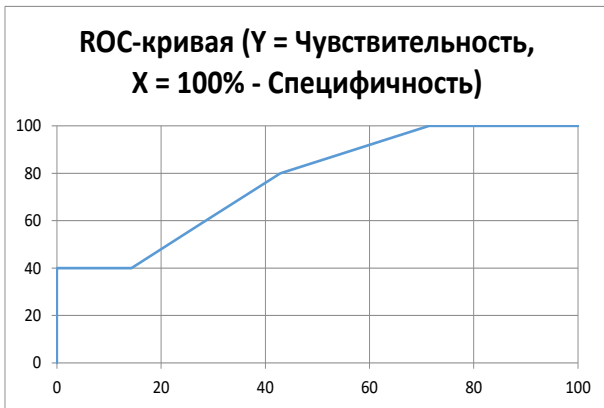


Рис.5. График ROC-кривой

Расчет зависимости производительности труда рабочих от уровня специализации

| № | Год | Наименование организации | <i>Успн</i> | Выполнение норм выработки, % <i>Vi</i> (начальное) |
|----|------|--------------------------|-------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 2018 | Р-Строй | 29,45 | 69,72141 |
| 2 | | Энергия | 31,4 | 70,57763 |
| 3 | | Бета-Тех | 35,32 | 74,19801 |
| 4 | | Второй Трест | 37,79 | 71,72325 |
| 5 | | Альянс | 38,51 | 73,82291 |
| 6 | | Проект Регион | 39,25 | 73,51385 |
| 7 | | ИнвестСтрой | 43,01 | 75,60815 |
| 8 | | СМР | 58,85 | 81,6317 |
| 9 | | МонтажТехСтрой | 62,32 | 83,0582 |
| 10 | | Бригада Плюс | 68,66 | 86,56441 |
| 11 | | МонолитСтрой | 91,2 | 92,40464 |
| 12 | | Прораб-123 | 92,8 | 87,23599 |
| 13 | | Капитал-Монтаж | 98,2 | 87,50945 |
| 14 | | Строитель | 99,8 | 92,80745 |
| 15 | | Строй-Ремонт | 100 | 87,48766 |
| 16 | | РемСтрой | 100 | 90,472 |
| 17 | | База | 100 | 92,95441 |
| 18 | | Регион Стройсервис | 100 | 91,04592 |
| 19 | | МонолитБетон | 100 | 88,72041 |
| 20 | | ЖБИК | 100 | 90,257 |
| 21 | 2019 | Р-Строй | 14,38 | 64,87176 |
| 22 | | Энергия | 24,79 | 70,5208 |
| 23 | | Бета-Тех | 32,2 | 77,6784 |
| 24 | | Второй Трест | 35,02 | 75,82024 |
| 25 | | Альянс | 38,02 | 75,10199 |
| 26 | | Проект Регион | 41,09 | 77,38108 |
| 27 | | ИнвестСтрой | 46,04 | 79,35302 |
| 28 | | СМР | 46,22 | 79,97892 |
| 29 | | МонтажТехСтрой | 49,44 | 80,24763 |
| 30 | | Бригада Плюс | 51,06 | 78,33171 |
| 31 | | МонолитСтрой | 52,19 | 84,00779 |
| 32 | | Прораб-123 | 52,28 | 80,00005 |
| 33 | | Капитал-Монтаж | 56,07 | 79,39398 |
| 34 | | Строитель | 60,56 | 84,3866 |
| 35 | | Строй-Ремонт | 72,54 | 82,89917 |
| 36 | | РемСтрой | 74,49 | 88,36024 |

| | | | | |
|----|------|--------------------|-------|----------|
| 37 | | База | 89,74 | 91,76763 |
| 38 | | Регион Стройсервис | 98,5 | 93,26925 |
| 39 | | МонолитБетон | 100 | 91,77628 |
| 40 | | ЖБИК | 100 | 84,56939 |
| 41 | 2020 | Р-Строй | 21,88 | 71,71126 |
| 42 | | Энергия | 22,1 | 67,87107 |
| 43 | | Бета-Тех | 22,24 | 64,12601 |
| 44 | | Второй Трест | 23,35 | 68,67779 |
| 45 | | Альянс | 33,24 | 73,93541 |
| 46 | | Проект Регион | 41,99 | 75,78091 |
| 47 | | ИнвестСтрой | 44,89 | 73,67074 |
| 48 | | СМР | 45,12 | 76,9275 |
| 49 | | МонтажТехСтрой | 45,66 | 81,08411 |
| 50 | | Бригада Плюс | 46,93 | 73,66949 |
| 51 | | МонолитСтрой | 48,22 | 78,65283 |
| 52 | | Прораб-123 | 59,89 | 83,77443 |
| 53 | | Капитал-Монтаж | 72,87 | 83,72019 |
| 54 | | Строитель | 73 | 87,25325 |
| 55 | | Строй-Ремонт | 76,12 | 85,07651 |
| 56 | | РемСтрой | 76,58 | 88,32252 |
| 57 | | База | 80 | 83,37016 |
| 58 | | Регион Стройсервис | 100 | 91,6886 |
| 59 | | МонолитБетон | 100 | 87,25539 |
| 60 | | ЖБИК | 100 | 85,09279 |

Протоколы регрессионного анализа

| Год | 2018 | 2019 | 2020 | B Predicted | B | Уровень спец | ln(Уровень спец) | |
|------|----------|----------|----------|-------------|----------|--------------|------------------|-------------|
| 2019 | | 64,87176 | | 61,34889 | 64,87176 | 14,38 | 2,665838352 | 42,12348927 |
| 2020 | | | 71,71126 | 67,50904 | 71,71126 | 21,88 | 3,085572978 | 51,06143201 |
| 2020 | | | 67,87107 | 67,65587 | 67,87107 | 22,1 | 3,095577609 | 48,98380451 |
| 2020 | | | 64,12601 | 67,74855 | 64,12601 | 22,24 | 3,101892469 | 49,40768697 |
| 2020 | | | 68,67779 | 68,46335 | 68,67779 | 23,35 | 3,150596984 | 44,32438564 |
| 2019 | | 70,5208 | | 69,34163 | 70,5208 | 24,79 | 3,210440346 | 53,6822147 |
| 2018 | 69,72141 | | | 71,86967 | 69,72141 | 29,45 | 3,38269391 | 50,23212752 |
| 2018 | 70,57763 | | | 72,81063 | 70,57763 | 31,4 | 3,446807893 | 52,70908826 |
| 2019 | | 77,6784 | | 73,17986 | 77,6784 | 32,2 | 3,471966453 | 51,24315913 |
| 2020 | | | 73,93541 | 73,64638 | 73,93541 | 33,24 | 3,50375397 | 53,35800586 |
| 2019 | | 75,82024 | | 74,41198 | 75,82024 | 35,02 | 3,555919327 | 53,13984446 |
| 2018 | 74,19801 | | | 74,53717 | 74,19801 | 35,32 | 3,564449376 | 55,45765012 |
| 2018 | 71,72325 | | | 75,52921 | 71,72325 | 37,79 | 3,632044517 | 59,34543673 |
| 2019 | | 75,10199 | | 75,61827 | 75,10199 | 38,02 | 3,638112337 | 58,1681622 |
| 2018 | 73,82291 | | | 75,8062 | 73,82291 | 38,51 | 3,650917948 | 56,48606026 |

| | | | | | | | | |
|------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|-------------|-------------|
| 2018 | 73,51385 | | | 76,08555 | 73,51385 | 39,25 | 3,669951444 | 60,15031661 |
| 2019 | | 77,38108 | | 76,75792 | 77,38108 | 41,09 | 3,715764783 | 57,08139296 |
| 2020 | | | 75,78091 | 77,0759 | 75,78091 | 41,99 | 3,737431495 | 56,37149886 |
| 2018 | 75,60815 | | | 77,42815 | 75,60815 | 43,01 | 3,761432647 | 53,48123383 |
| 2020 | | | 73,67074 | 78,05604 | 73,67074 | 44,89 | 3,804215053 | 59,88994452 |
| 2020 | | | 76,9275 | 78,13104 | 76,9275 | 45,12 | 3,809325607 | 60,95762699 |
| 2020 | | | 81,08411 | 78,30565 | 81,08411 | 45,66 | 3,821222641 | 59,68464162 |
| 2019 | | 79,35302 | | 78,42728 | 79,35302 | 46,04 | 3,829510584 | 55,63213261 |
| 2019 | | 79,97892 | | 78,48455 | 79,97892 | 46,22 | 3,833412605 | 58,7992036 |
| 2020 | | | 73,66949 | 78,70828 | 73,66949 | 46,93 | 3,84865713 | 60,08995081 |
| 2020 | | | 78,65283 | 79,10626 | 78,65283 | 48,22 | 3,875773873 | 60,61210506 |
| 2019 | | 80,24763 | | 79,47296 | 80,24763 | 49,44 | 3,900759813 | 61,74921409 |
| 2019 | | 78,33171 | | 79,94614 | 78,33171 | 51,06 | 3,933001412 | 59,50144464 |
| 2019 | | 84,00779 | | 80,2674 | 84,00779 | 52,19 | 3,954890906 | 56,3069707 |
| 2019 | | 80,00005 | | 80,29269 | 80,00005 | 52,28 | 3,956613889 | 55,23126731 |
| 2019 | | 79,39398 | | 81,31984 | 79,39398 | 56,07 | 4,02660091 | 60,79150456 |
| 2018 | 81,6317 | | | 82,03004 | 81,6317 | 58,85 | 4,074991834 | 62,37701228 |
| 2020 | | | 83,77443 | 82,28713 | 83,77443 | 59,89 | 4,092509546 | 61,5963006 |
| 2019 | | 84,3866 | | 82,45041 | 84,3866 | 60,56 | 4,103634609 | 59,05843828 |
| 2018 | 83,0582 | | | 82,87085 | 83,0582 | 62,32 | 4,132282402 | 62,11407986 |
| 2018 | 86,56441 | | | 84,29275 | 86,56441 | 68,66 | 4,229166788 | 68,18893881 |
| 2019 | | 82,89917 | | 85,09953 | 82,89917 | 72,54 | 4,284138134 | 68,94541221 |
| 2020 | | | 83,72019 | 85,16614 | 83,72019 | 72,87 | 4,288677032 | 63,79787498 |
| 2020 | | | 87,25325 | 85,1923 | 87,25325 | 73 | 4,290459441 | 66,69319346 |
| 2019 | | 88,36024 | | 85,48884 | 88,36024 | 74,49 | 4,310664888 | 60,43388715 |
| 2020 | | | 85,07651 | 85,80653 | 85,07651 | 76,12 | 4,332311042 | 64,8743179 |
| 2020 | | | 88,32252 | 85,89495 | 88,32252 | 76,58 | 4,338335946 | 63,26144463 |
| 2020 | | | 83,37016 | 86,53617 | 83,37016 | 80 | 4,382026635 | 68,2669097 |
| 2019 | | 91,76763 | | 88,22233 | 91,76763 | 89,74 | 4,496916601 | 62,83121843 |
| 2018 | 92,40464 | | | 88,45918 | 92,40464 | 91,2 | 4,513054897 | 66,47570951 |
| 2018 | 87,23599 | | | 88,71442 | 87,23599 | 92,8 | 4,53044664 | 68,57698627 |
| 2018 | 87,50945 | | | 89,54451 | 87,50945 | 98,2 | 4,587006215 | 66,64707777 |
| 2019 | | 93,26925 | | 89,58928 | 93,26925 | 98,5 | 4,590056548 | 75,23913003 |
| 2018 | 92,80745 | | | 89,78171 | 92,80745 | 99,8 | 4,603168183 | 68,93488415 |
| 2018 | 87,48766 | | | 89,81109 | 87,48766 | 100 | 4,605170186 | 67,21515814 |
| 2018 | 90,472 | | | 89,81109 | 90,472 | 100 | 4,605170186 | 71,21298243 |
| 2018 | 92,95441 | | | 89,81109 | 92,95441 | 100 | 4,605170186 | 66,60394472 |
| 2018 | 91,04592 | | | 89,81109 | 91,04592 | 100 | 4,605170186 | 70,44087469 |
| 2018 | 88,72041 | | | 89,81109 | 88,72041 | 100 | 4,605170186 | 73,16581403 |
| 2018 | 90,257 | | | 89,81109 | 90,257 | 100 | 4,605170186 | 68,56082522 |
| 2019 | | 91,77628 | | 89,81109 | 91,77628 | 100 | 4,605170186 | 67,5826413 |
| 2019 | | 84,56939 | | 89,81109 | 84,56939 | 100 | 4,605170186 | 71,74801409 |

| | | | | | | | | |
|------|--|--|----------|----------|----------|-----|-------------|-------------|
| 2020 | | | 91,6886 | 89,81109 | 91,6886 | 100 | 4,605170186 | 65,20449108 |
| 2020 | | | 87,25539 | 89,81109 | 87,25539 | 100 | 4,605170186 | 68,53458874 |
| 2020 | | | 85,09279 | 89,81109 | 85,09279 | 100 | 4,605170186 | 73,67981547 |

SUMMARY OUTPUT

| Regression Statistics | |
|-----------------------|----------|
| Multiple R | 0,946274 |
| R Square | 0,895435 |
| Adjusted R Square | 0,893632 |
| Standard Error | 2,532828 |
| Observations | 60 |

ANOVA

| | df | SS | MS | F | Significance F |
|------------|----|----------|----------|----------|----------------|
| Regression | 1 | 3186,297 | 3186,297 | 496,6781 | 4,02E-30 |
| Residual | 58 | 372,0825 | 6,415216 | | |
| Total | 59 | 3558,38 | | | |

| | Coefficients | Standard Error | t Stat | P-value | Lower 95% | Upper 95% | Lower 95.0% | Upper 95.0% |
|------------------|--------------|----------------|----------|----------|-----------|-----------|-------------|-------------|
| Intercept | 22,22427 | 2,659497 | 8,356567 | 1,55E-11 | 16,9007 | 27,54783 | 16,9007 | 27,54783 |
| ln(Уровень спец) | 14,67629 | 0,658535 | 22,28628 | 4,02E-30 | 13,35809 | 15,99449 | 13,35809 | 15,99449 |

Расчет аналитических зависимостей между уровнем технологической специализации строительства в строительных предприятиях и производительностью труда рабочих

Для определения необходимой численности выборки в генеральной совокупности использована формула расчета предельной ошибки выборки для средней:

$$\Delta = t\mu = t\sqrt{\frac{\sigma^2}{n}},$$

откуда необходимая ее численность $n_{выб}$ выражается следующей формулой:

$$n_{выб} = \frac{t^2 \sigma^2}{\Delta^2},$$

где: t – коэффициент доверия, зависящий от доверительной вероятности p , с которой определяется предельная ошибка выборки, рассчитывается при помощи интеграла Лапласа;

σ – дисперсия изучаемого признака в генеральной совокупности;

μ – средняя ошибка выборки.

Предельная ошибка выборки Δ обычно задается на уровне 5 – 10 %, вероятность того, что эта ошибка не превысит заданного предела, на практике чаще всего применяется значение 0,95. В соответствии с этой вероятностью по специальной таблице находят коэффициент доверия, который для $p = 0,95$ равен 1,96. Дисперсию (или среднее квадратическое отклонение) изучаемого признака в генеральной совокупности для распределений, близких

к нормальному, определяют по его размаху вариации R , который теоретически для показателя выполнения норм выработки можно принять на уровне 100 %:

$$\sigma = \frac{R}{6} = 16,7.$$

Таким образом, репрезентативность выборки будет обеспечена при:

$$n_{\text{выб}} = \frac{t^2 \sigma^2}{\Delta^2} = \frac{1,96^2 \cdot 16,7^2}{5^2} = 42,8 \approx 43 \text{ значения.}$$

Общая численность представленной в приложении Е выборки составляет 56 значений, что подтверждает ее репрезентативность.

Прежде чем приступить к статистическому анализу рассматриваемых показателей, необходимо произвести их предварительную обработку. Эта процедура включает в себя отсев грубых погрешностей наблюдаемых данных (или аномальных значений), а также проверку нормальности их распределения и, при необходимости, преобразования распределений к нормальному.

1. Отсев грубых погрешностей.

Известно, что данные организации в этот период находились в стадии ликвидации, и низкие показатели, скорее всего, вызваны рядом сопутствующих данному процессу причин, соответственно, значения показателя по ним необходимо исключить из выборки. Отсев остальных грубых погрешностей производится с использованием таблиц распределения Стьюдента и имеет следующую последовательность:

- выбирают наблюдение, имеющее наибольшее по модулю отклонение от среднего:

$$d_{i, \max} = \max |x_i - x_{cp}|, i = 1, \dots, n;$$

- рассчитывают среднеквадратическое отклонение для несмещенной оценки дисперсии:

$$\bar{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{1-n} \sum_{i=1}^n (x_i - x_{cp})^2};$$

- для выделения аномального значения рассчитывают максимальное относительное отклонение:

$$\tau_{\text{расч}} = \frac{d_{i, \max}}{\bar{\sigma}};$$

- по таблице _ находят процентные точки t -распределения Стьюдента $t_{(p, n-2)}$ для уровней значимости $p = 0,05$ и $p = 0,001$, а затем через данные точки находят критические значения

$\tau_{кр}$ по формуле:

$$\tau_{кр(p,n)} = \frac{t_{(p,n-2)}\sqrt{n-1}}{\sqrt{n-2 + [t_{(p,n-2)}]^2}};$$

- значения рассматриваемого показателя, попавшие в группу $\tau_{расч} \leq \tau_{кр(5\%,n)}$, нельзя отсеивать ни в коем случае; наблюдения, вошедшие в группу $\tau_{кр(5\%,n)} < \tau_{расч} < \tau_{кр(0.1\%,n)}$, можно отсеять, если в пользу этой процедуры имеются другие причины; значения третьей группы – $\tau_{расч} > \tau_{кр(0.1\%,n)}$, отсеивают, в основном, всегда.

Необходимые расчеты выполнены в таблице . Для дальнейшей обработки данных используется выборка $V_{i,3}$.

Положительные и отрицательные аспекты развития специализации строительных предприятий

Отрицательные аспекты развития специализации

| № п/п | Форма специализации | Причина (источник) | Характеристика проблемы (в чем непосредственно проявляется) | |
|----------|------------------------|--|---|--|
| | | | На уровне строительного производства | На уровне строительного предприятия |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Технологическая | Рост количества организаций - участников строительного производства | Рост непроизводительных затрат генподрядчика, связанных с обслуживанием специализированных организаций. Увеличение затрат на развертывание и свертывание работ в условиях относительного сокращения их объемов. | Дополнительные затраты, связанные с возможными сбоями в управлении и ликвидацией их негативных последствий. Рост объемов информационных потоков и затрат на их обработку. Затраты на обеспечение необходимого производственного кооперирования |
| | | Спад заинтересованности участников строительного производства в выпуске конечной продукции | Увеличение числа срывов сроков выполнения СМР | Снижение качества управленческих решений |
| | | Большое количество объектов при незначительных объемах работ на каждом из них, производимых конкретной специализированной организацией | Рост числа переходов с одного фронта работ на другой. Увеличение территориальной рассредоточенности объектов для одного предприятия | Дополнительные затраты на транспорт и организацию работ |
| | | Сложность организации поточного строительства | Невозможность осуществления вместо работ, не обеспеченных ресурсами, других видов работ. | Дополнительные затраты на организацию строительства и управление, росту числа простоев |

| | | | | |
|---|---------------------|---|--|--|
| 2 | Отраслевая | Зависимость строительных организаций от развития отрасли, для которой возводят объекты | Рост затрат на подготовку кадров | В случае сокращения капитальных вложений в данную отрасль необходимость адаптации отраслевых специализированных предприятий к рынку строительных услуг |
| | | Концентрация строительных организаций разной отраслевой специализации на одной территории | Увеличение перебазировок отраслевых предприятий к районам строительства | Отсутствие сбалансированности мощностей строительных предприятий и потребности в строительной продукции на одной территории |
| | | Сложность организации проведения торгов на выполнения отраслевого заказа | Увеличение числа срывов сроков выполнения СМР | Невозможность привлечения в качестве подрядчика наиболее конкурентных организаций; |
| 3 | Предметная | Дополнительные издержки по обеспечению мобильности строительных организаций | Рост себестоимости работ за счет увеличения накладных расходов, связанных с перебазировкой мощностей | Непредусмотренные затраты на изучение экономических, политических, социальных, демографических и других факторов, характерных для района предполагаемого строительства |
| | | Увеличение зависимости от перебоев в материально-техническом снабжении | Отсутствие возможности осуществления работ на другом объекте; увеличение числа простоев | Дополнительные расходы на организацию материально-технического снабжения |
| 4 | Поддетальная | Увеличение количества переходов бригад с объекта на объект | Сложность организации технологических процессов | Увеличение затрат производственного времени линейного управленческого персонала на обеспечение фронта работ и осуществление оперативного контроля |
| | | Рост числа рабочих для возведения одного объекта | Рост затрат на заработную плату | Увеличение затрат производственного времени линейного управленческого персонала на обеспечение управляемости подчиненными работниками |

Положительный эффект от развития специализации

| № п/п | Форма специализации | Источник или причина образования положительного эффекта | Характеристика эффекта (в чем непосредственно проявляется) | |
|----------|------------------------|--|---|---|
| | | | На уровне строительного производства | На уровне строительного предприятия |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Технологическая | Более широкое и оперативное применение достижений научно-технического прогресса | Повышение уровня механизации и снижение объемов ручных работ. Повышение производительности труда | Сокращение длительности выработки и улучшение качества управленческих решений. Повышение эффективности системы управления |
| | | Расширение возможности маневрирования трудовыми и материально-техническими ресурсами | Концентрация взаимозаменяемых и однородных ресурсов | Упрощение управления поставкой ресурсов за счет их унификации |
| | | Рационализация способов использования вспомогательного производства и обслуживающего хозяйства | Увеличение однородности продукции вспомогательного производства и обслуживающего хозяйства, повышение производительности труда и рентабельности их деятельности | Сокращение затрат производственного времени линейного управленческого персонала на управление подчиненными |
| | | Улучшение условий учета и анализа производственно-хозяйственной деятельности | Повышение оперативности принятия управленческих решений по регулированию строительного производства | Увеличение однородности потоков информации, сокращение трудозатрат на ее обработку |
| | | Развитие поточного и параллельно-поточного способов строительства объектов | Повышение равномерности и ритмичности загрузки производственных подразделений за счет выделения резервных фондов работ | Сокращение затрат производственного времени линейного управленческого персонала на управление подчиненными |

| | | | | |
|---|-------------------|---|--|---|
| | | Повышения соответствия квалификации и профиля специализации рабочих сложности и профилю выполняемых ими работ | Рост производительности труда; повышение качества работ и снижение их себестоимости за счет снижения брака | Уменьшение затрат рабочего времени линейного управленческого персонала на управление производственным процессом |
| 2 | Отраслевая | Стабильность и качество взаимоотношений между заказчиком и подрядчиком | Использование отработанных технологий и способов организации технологических процессов | Приоритетность получения контрактов с постоянным заказчиком выборе генподрядчика или при |
| | | Отсутствие ведомственной разобщенности | Использование единых ведомственных нормативных и руководящих документов, регламентирующих строительное производство | Ускорение прохождения информационных потоков; повышение управляемости строительными предприятиями |
| | | Единая техническая политика | Повышение качества организации строительного производства на основе заблаговременного планирования и типовых ПОС и ППР | Взаимоувязка плановых показателей отрасли с показателями деятельности и производственной мощности строительных предприятий; возможность перспективного планирования |
| | | Уменьшение количества заказчиков строительства | Использование отработанных технологий и способов организации технологических процессов | Повышение надежности достижения запланированных показателей результативности |
| | | Сокращение числа внешних для строительного предприятия поставщиков материально-технических ресурсов | Повышение надежности и ритмичности материально-технического обеспечения | Уменьшение объема обрабатываемой информации; повышение надежности управления |

| | | | | |
|----------|-------------------|--|---|--|
| | | Рост возможности маневрирования ресурсами | Сокращение простоев, повышение производительности труда | Концентрация ресурсов, снижение уровня материальных запасов |
| | | Применение достижений научно-технического прогресса, заключающееся во внедрении новой техники, средств автоматизации производства, передовых методов организации труда | Повышение уровня механизации, повышение производительности труда и качества работ, снижение себестоимости и продолжительности выполнения работ | Повышение продуктивности аппаратов управления; улучшение управляемости организациями; сокращение сроков выработки управленческих решений и совершенствование их качества |
| 3 | Предметная | Возможность заключения между заказчиком и генподрядчиком контракта на строительство объекта «под ключ» | Максимальная концентрация ресурсов в условиях сокращенных сроков возведения объектов | Полная регламентация взаимоотношений между заказчиком и генподрядчиком |
| | | Мобильность организаций | Способность производить развертывание и сворачивание мощностей в сжатые сроки | Сокращение длительности выработки и улучшение качества управленческих решений. Повышение эффективности системы управления |
| | | Сосредоточение в организациях специализированной техники и оборудования, необходимой для возведения объектов данного типа | Сокращение сроков возведения однотипных объектов; сокращение ручного труда и общей трудоемкости работ | Уменьшение количества случаев срыва плановых сроков выполнения работ |
| | | Аккумуляция опыта и навыков при возведении однотипных объектов | Сокращение сроков приспособления трудовых коллективов к условиям проведения строительно-монтажных работ на новом объекте. Рост производительности труда | Сокращения сроков адаптации аппаратов управления при переходе с одного объекта на другой |

| | | | | |
|---|--------------------|--|--|---|
| 4 | Подетальная | Возможность применения поточно-расчлененного и поточно-скоростного способов строительства объектов | Возможность разделения технологических процессов на простые рабочие операции, выполняемые специализированными звеньями и отдельными рабочими, что повышает уровень эффективного использования фонда рабочего времени | Повышение качества выполнения работ. Уменьшение количества случаев срыва плановых сроков выполнения работ. |
| | | Постоянное повышение однотипных рабочих операций | Рост квалификации и профессионального мастерства рабочих, что способствует повышению их выработки, качества работ и снижению брака | Уменьшение затрат рабочего времени линейного управленческого персонала на контроль за качеством работ |
| | | Улучшение условий для первичного учета и анализа | Однородность объемов производимых работ позволяет вести учет как в стоимостных, так и в натуральных показателях | Уменьшение затрат рабочего времени управленческого персонала на контроль и учет Сокращение непроизводительных затрат. |

Расчет зависимости между уровнем специализации и показателем по выполнению плановых объемов работ за месяц

| № | Год | Наименование организации | <i>Успн</i> | <i>R_У</i> |
|----|------|--------------------------|-------------|----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 6 |
| 1 | 2018 | Р-Строй | 29,45 | 1,173979 |
| 2 | | Энергия | 31,4 | 1,156935 |
| 3 | | Бета-Тех | 35,32 | 1,171159 |
| 4 | | Второй Трест | 37,79 | 1,089257 |
| 5 | | Альянс | 38,51 | 1,098146 |
| 6 | | Проект Регион | 39,25 | 1,094612 |
| 7 | | ИнвестСтрой | 43,01 | 1,096819 |
| 8 | | СМР | 58,85 | 0,916342 |
| 9 | | МонтажТехСтрой | 62,32 | 0,875351 |
| 10 | | Бригада Плюс | 68,66 | 0,870036 |
| 11 | | МонолитСтрой | 91,2 | 0,613211 |
| 12 | | Прораб-123 | 92,8 | 0,645745 |
| 13 | | Капитал-Монтаж | 98,2 | 0,595412 |
| 14 | | Строитель | 99,8 | 0,589306 |
| 15 | | Строй-Ремонт | 100 | 0,592889 |
| 16 | | РемСтрой | 100 | 0,607947 |
| 17 | | База | 100 | 0,543263 |
| 18 | | Регион Стройсервис | 100 | 0,598366 |
| 19 | | МонолитБетон | 100 | 0,549492 |
| 20 | | ЖБИК | 100 | 0,547844 |
| 21 | 2019 | Р-Строй | 14,38 | 1,328045 |
| 22 | | Энергия | 24,79 | 1,208447 |
| 23 | | Бета-Тех | 32,2 | 1,184882 |
| 24 | | Второй Трест | 35,02 | 1,171757 |
| 25 | | Альянс | 38,02 | 1,148614 |
| 26 | | Проект Регион | 41,09 | 1,111568 |
| 27 | | ИнвестСтрой | 46,04 | 1,03853 |
| 28 | | СМР | 46,22 | 1,066737 |
| 29 | | МонтажТехСтрой | 49,44 | 1,010054 |
| 30 | | Бригада Плюс | 51,06 | 1,003424 |
| 31 | | МонолитСтрой | 52,19 | 0,962243 |
| 32 | | Прораб-123 | 52,28 | 0,947991 |
| 33 | | Капитал-Монтаж | 56,07 | 0,907156 |
| 34 | | Строитель | 60,56 | 0,939563 |
| 35 | | Строй-Ремонт | 72,54 | 0,785283 |
| 36 | | РемСтрой | 74,49 | 0,802107 |
| 37 | | База | 89,74 | 0,680571 |
| 38 | | Регион Стройсервис | 98,5 | 0,605245 |

| | | | | |
|----|------|--------------------|-------|----------|
| 39 | | МонолитБетон | 100 | 0,556325 |
| 40 | | ЖБИК | 100 | 0,611932 |
| 41 | 2020 | Р-Строй | 21,88 | 1,277126 |
| 42 | | Энергия | 22,1 | 1,234379 |
| 43 | | Бета-Тех | 22,24 | 1,235629 |
| 44 | | Второй Трест | 23,35 | 1,242736 |
| 45 | | Альянс | 33,24 | 1,154622 |
| 46 | | Проект Регион | 41,99 | 1,04642 |
| 47 | | ИнвестСтрой | 44,89 | 1,046179 |
| 48 | | СМР | 45,12 | 1,037969 |
| 49 | | МонтажТехСтрой | 45,66 | 1,043454 |
| 50 | | Бригада Плюс | 46,93 | 1,054535 |
| 51 | | МонолитСтрой | 48,22 | 0,996226 |
| 52 | | Прораб-123 | 59,89 | 0,946507 |
| 53 | | Капитал-Монтаж | 72,87 | 0,780314 |
| 54 | | Строитель | 73 | 0,835499 |
| 55 | | Строй-Ремонт | 76,12 | 0,776831 |
| 56 | | РемСтрой | 76,58 | 0,759291 |
| 57 | | База | 80 | 0,759548 |
| 58 | | Регион Стройсервис | 100 | 0,61558 |
| 59 | | МонолитБетон | 100 | 0,565595 |
| 60 | | ЖБИК | 100 | 0,617825 |

Протоколы регрессионного анализа

| Год | 2018 | 2019 | 2020 | Rv Predicted | Rv | Уровень спец | ln(Rv) | |
|------|----------|---------|----------|--------------|----------|--------------|-------------|-------------|
| 2019 | | 1,32805 | | 1,408788852 | 1,328045 | 14,38 | 0,283708202 | 1,376022473 |
| 2020 | | | 1,277126 | 1,306361657 | 1,277126 | 21,88 | 0,24461219 | 1,27945691 |
| 2020 | | | 1,234379 | 1,303472297 | 1,234379 | 22,1 | 0,210567913 | 1,272420568 |
| 2020 | | | 1,235629 | 1,301636941 | 1,235629 | 22,24 | 0,211580353 | 1,234556829 |
| 2020 | | | 1,242736 | 1,28717637 | 1,242736 | 23,35 | 0,217315766 | 1,215896724 |
| 2019 | | 1,20845 | | 1,268655837 | 1,208447 | 24,79 | 0,189335962 | 1,250556499 |
| 2018 | 1,173979 | | | 1,210528374 | 1,173979 | 29,45 | 0,160399235 | 1,17577655 |
| 2018 | 1,156935 | | | 1,187002212 | 1,156935 | 31,4 | 0,145774148 | 1,167017366 |
| 2019 | | 1,18488 | | 1,17748323 | 1,184882 | 32,2 | 0,169643224 | 1,132563796 |
| 2020 | | | 1,154622 | 1,165222583 | 1,154622 | 33,24 | 0,143772896 | 1,118602355 |
| 2019 | | 1,17176 | | 1,144533523 | 1,171757 | 35,02 | 0,158504248 | 1,114753452 |
| 2018 | 1,171159 | | | 1,141082955 | 1,171159 | 35,32 | 0,157994005 | 1,14586919 |
| 2018 | 1,089257 | | | 1,11306584 | 1,089257 | 37,79 | 0,085496264 | 1,083567545 |
| 2019 | | 1,14861 | | 1,110492232 | 1,148614 | 38,02 | 0,1385558 | 1,079222857 |
| 2018 | 1,098146 | | | 1,105029154 | 1,098146 | 38,51 | 0,093622894 | 1,097974463 |
| 2018 | 1,094612 | | | 1,09682969 | 1,094612 | 39,25 | 0,090400238 | 1,077925736 |
| 2019 | | 1,11157 | | 1,076704585 | 1,111568 | 41,09 | 0,105771228 | 1,080799764 |
| 2020 | | | 1,04642 | 1,066995689 | 1,04642 | 41,99 | 0,045375175 | 1,056250896 |

| | | | | | | | | |
|------|----------|---------|----------|-------------|----------|-------|--------------|-------------|
| 2018 | 1,096819 | | | 1,056098066 | 1,096819 | 43,01 | 0,092414293 | 1,057570523 |
| 2020 | | | 1,046179 | 1,036303039 | 1,046179 | 44,89 | 0,045144885 | 1,047960973 |
| 2020 | | | 1,037969 | 1,033906921 | 1,037969 | 45,12 | 0,03726598 | 1,030538325 |
| 2020 | | | 1,043454 | 1,028303002 | 1,043454 | 45,66 | 0,042536045 | 1,052949091 |
| 2019 | | 1,03853 | | 1,024377722 | 1,03853 | 46,04 | 0,037806584 | 1,071166107 |
| 2019 | | 1,06674 | | 1,022523611 | 1,066737 | 46,22 | 0,064604115 | 1,060618742 |
| 2020 | | | 1,054535 | 1,015242844 | 1,054535 | 46,93 | 0,053099489 | 1,01034929 |
| 2020 | | | 0,996226 | 1,002146814 | 0,996226 | 48,22 | -0,00378072 | 1,004942236 |
| 2019 | | 1,01005 | | 0,989916888 | 1,010054 | 49,44 | 0,010003533 | 1,033177421 |
| 2019 | | 1,00342 | | 0,973907516 | 1,003424 | 51,06 | 0,003418488 | 0,979191893 |
| 2019 | | 0,96224 | | 0,962894021 | 0,962243 | 52,19 | -0,03848782 | 0,961615392 |
| 2019 | | 0,94799 | | 0,962022214 | 0,947991 | 52,28 | -0,053410623 | 1,010356435 |
| 2019 | | 0,90716 | | 0,926017128 | 0,907156 | 56,07 | -0,097441321 | 0,920710306 |
| 2018 | 0,916342 | | | 0,900466679 | 0,916342 | 58,85 | -0,087365398 | 0,907685222 |
| 2020 | | | 0,946507 | 0,891090491 | 0,946507 | 59,89 | -0,054977434 | 0,941401601 |
| 2019 | | 0,93956 | | 0,885101834 | 0,939563 | 60,56 | -0,062340014 | 0,876663587 |
| 2018 | 0,875351 | | | 0,869561464 | 0,875351 | 62,32 | -0,133130679 | 0,885648598 |
| 2018 | 0,870036 | | | 0,815808378 | 0,870036 | 68,66 | -0,139220531 | 0,808771427 |
| 2019 | | 0,78528 | | 0,784564567 | 0,785283 | 72,54 | -0,24171132 | 0,81598235 |
| 2020 | | | 0,780314 | 0,781963103 | 0,780314 | 72,87 | -0,248058365 | 0,816028447 |
| 2020 | | | 0,835499 | 0,780940654 | 0,835499 | 73 | -0,179725604 | 0,805226711 |
| 2019 | | 0,80211 | | 0,769316851 | 0,802107 | 74,49 | -0,220513409 | 0,810623242 |
| 2020 | | | 0,776831 | 0,756798948 | 0,776831 | 76,12 | -0,252532748 | 0,733451188 |
| 2020 | | | 0,759291 | 0,753303284 | 0,759291 | 76,58 | -0,27536963 | 0,728074678 |
| 2020 | | | 0,759548 | 0,727815079 | 0,759548 | 80 | -0,275032027 | 0,730936902 |
| 2019 | | 0,68057 | | 0,659853513 | 0,680571 | 89,74 | -0,384823391 | 0,633949023 |
| 2018 | 0,613211 | | | 0,650228314 | 0,613211 | 91,2 | -0,489046145 | 0,638637136 |
| 2018 | 0,645745 | | | 0,639841317 | 0,645745 | 92,8 | -0,437351228 | 0,647427353 |
| 2018 | 0,595412 | | | 0,605994795 | 0,595412 | 98,2 | -0,51850173 | 0,614526014 |
| 2019 | | 0,60525 | | 0,604167828 | 0,605245 | 98,5 | -0,502121891 | 0,585715852 |
| 2018 | 0,589306 | | | 0,596314402 | 0,589306 | 99,8 | -0,528810326 | 0,590783277 |
| 2018 | 0,592889 | | | 0,595115277 | 0,592889 | 100 | -0,522748554 | 0,542025274 |
| 2018 | 0,607947 | | | 0,595115277 | 0,607947 | 100 | -0,497667052 | 0,546944859 |
| 2018 | 0,543263 | | | 0,595115277 | 0,543263 | 100 | -0,610161685 | 0,577535072 |
| 2018 | 0,598366 | | | 0,595115277 | 0,598366 | 100 | -0,513551945 | 0,57103455 |
| 2018 | 0,549492 | | | 0,595115277 | 0,549492 | 100 | -0,598761217 | 0,596687187 |
| 2018 | 0,547844 | | | 0,595115277 | 0,547844 | 100 | -0,601764762 | 0,611359981 |
| 2019 | | 0,55633 | | 0,595115277 | 0,556325 | 100 | -0,586401982 | 0,540012104 |
| 2019 | | 0,61193 | | 0,595115277 | 0,611932 | 100 | -0,491134215 | 0,551233691 |
| 2020 | | | 0,61558 | 0,595115277 | 0,61558 | 100 | -0,48518971 | 0,55680874 |
| 2020 | | | 0,565595 | 0,595115277 | 0,565595 | 100 | -0,569877323 | 0,579992016 |
| 2020 | | | 0,617825 | 0,595115277 | 0,617825 | 100 | -0,48155026 | 0,566742239 |

ВЫВОД ИТОГОВ

| <i>Регрессионная статистика</i> | |
|---------------------------------|----------|
| Множественный R | 0,995009 |
| R-квадрат | 0,990044 |
| Нормированный R-квадрат | 0,989872 |
| Стандартная ошибка | 0,02392 |
| Наблюдения | 60 |

Дисперсионный анализ

| | <i>df</i> | <i>SS</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>Значимость F</i> |
|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|---------------------|
| Регрессия | 1 | 3,29989 | 3,29989 | 5767,496 | 9,23E-60 |
| Остаток | 58 | 0,033185 | 0,000572 | | |
| Итого | 59 | 3,333075 | | | |

| | <i>Коэффициенты</i> | <i>Стандартная ошибка</i> | <i>t-статистика</i> | <i>P-значение</i> | <i>Нижние 95%</i> | <i>Верхние 95%</i> | <i>Нижние 95,0%</i> | <i>Верхние 95,0%</i> |
|----------------|---------------------|---------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|--------------------|---------------------|----------------------|
| Y-пересечение | 1,438495 | 0,007629 | 188,5594 | 1,45E-82 | 1,423225 | 1,453766 | 1,423225 | 1,453766 |
| Переменная X 1 | -0,0086 | 0,000113 | -75,944 | 9,23E-60 | -0,00883 | -0,00838 | -0,00883 | -0,00838 |

ВЫВОД ОСТАТКА

| <i>Наблюдение</i> | <i>Предсказанное Y</i> | <i>Остатки</i> |
|-------------------|------------------------|----------------|
| 1 | 1,314798 | 0,013247 |
| 2 | 1,250283 | 0,026843 |
| 3 | 1,24839 | -0,01401 |
| 4 | 1,247186 | -0,01156 |
| 5 | 1,237638 | 0,005099 |
| 6 | 1,225251 | -0,0168 |
| 7 | 1,185165 | -0,01119 |
| 8 | 1,168391 | -0,01146 |
| 9 | 1,16151 | 0,023372 |
| 10 | 1,152563 | 0,002058 |
| 11 | 1,137252 | 0,034505 |
| 12 | 1,134671 | 0,036488 |
| 13 | 1,113424 | -0,02417 |
| 14 | 1,111446 | 0,037168 |
| 15 | 1,107231 | -0,00909 |
| 16 | 1,100865 | -0,00625 |
| 17 | 1,085037 | 0,02653 |
| 18 | 1,077296 | -0,03088 |
| 19 | 1,068522 | 0,028298 |
| 20 | 1,05235 | -0,00617 |
| 21 | 1,050371 | -0,0124 |
| 22 | 1,045726 | -0,00227 |
| 23 | 1,042457 | -0,00393 |
| 24 | 1,040909 | 0,025828 |
| 25 | 1,034801 | 0,019733 |
| 26 | 1,023705 | -0,02748 |
| 27 | 1,01321 | -0,00316 |
| 28 | 0,999275 | 0,004149 |
| 29 | 0,989555 | -0,02731 |
| 30 | 0,988781 | -0,04079 |
| 31 | 0,956179 | -0,04902 |
| 32 | 0,932265 | -0,01592 |
| 33 | 0,923319 | 0,023187 |
| 34 | 0,917556 | 0,022008 |
| 35 | 0,902416 | -0,02707 |
| 36 | 0,847879 | 0,022157 |
| 37 | 0,814503 | -0,02922 |
| 38 | 0,811665 | -0,03135 |
| 39 | 0,810546 | 0,024953 |
| 40 | 0,797729 | 0,004378 |
| 41 | 0,783708 | -0,00688 |
| 42 | 0,779751 | -0,02046 |
| 43 | 0,750332 | 0,009216 |
| 44 | 0,666548 | 0,014023 |

| | | |
|----|----------|----------|
| 45 | 0,653989 | -0,04078 |
| 46 | 0,640226 | 0,005519 |
| 47 | 0,593775 | 0,001637 |
| 48 | 0,591194 | 0,014051 |
| 49 | 0,580012 | 0,009294 |
| 50 | 0,578291 | 0,014598 |
| 51 | 0,578291 | 0,029656 |
| 52 | 0,578291 | -0,03503 |
| 53 | 0,578291 | 0,020075 |
| 54 | 0,578291 | -0,0288 |
| 55 | 0,578291 | -0,03045 |
| 56 | 0,578291 | -0,02197 |
| 57 | 0,578291 | 0,033641 |
| 58 | 0,578291 | 0,037289 |
| 59 | 0,578291 | -0,0127 |
| 60 | 0,578291 | 0,039534 |

Расчет аналитических зависимостей между уровнем специализации строительства в строительном предприятии и показателя по выполнению плановых объемов СМР за месяц

Репрезентативность выборки показателя R_V в генеральной совокупности рассчитана по тому же принципу, что и в приложении Ж. Для предельной ошибки выборки $\Delta = 5\%$, $t = 1,96$, размаху вариации $R = 89\%$, необходимая численность выборки составляет:

$$n_{\text{выб}} = \frac{t^2 \sigma^2}{\Delta^2} = \frac{1,96^2 \cdot \left(\frac{89}{6}\right)^2}{5^2} = 33,8 \approx 34 \text{ значения.}$$

Расчет вариационных характеристик для переменной R_V :

| | |
|--|-------------|
| число наблюдений (n) | 373 |
| среднее значение (x_{cp}) | 1,0224 |
| верхняя оценка среднего (x_{cp}^e) | 1,0274 |
| нижняя оценка среднего (x_{cp}^h) | 1,0173 |
| среднеквадратическое отклонение (σ) | 0,0592 |
| дисперсия (σ^2) | 0,0035 |
| дисперсия (несмещ. оценка) ($\overline{\sigma^2}$) | 0,0035 |
| среднекв. откл. (несмещ. оценка) ($\overline{\sigma}$) | 0,0593 |
| среднее линейное отклонение (l_o) | 0,0454 |
| моменты начальные | |
| 2-го порядка (m_2) | 1,0487 |
| 3-го порядка (m_3) | 1,0793 |
| 4-го порядка (m_4) | 1,1143 |
| моменты центральные | |
| 3-го порядка (μ_3) | -5,3973e-05 |
| 4-го порядка (μ_4) | 4,0116e-05 |
| коэффициент асимметрии | |
| значение (As) | -0,2604 |
| несмещенная оценка (As') | -0,2614 |

| | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|--------|
| | среднекв. отклонение (S_A) | 0,1263 |
| коэффициент эксцесса | | |
| | значение (E) | 0,0000 |
| | несмещенная оценка (E') | 0,3601 |
| | среднекв. отклонение (S_E) | 0,2520 |
| коэффициенты вариации | | |
| | по размаху (v_R) | 33,26 |
| | среднему линейному откл. (v_l) | 0,0444 |
| | среднеквадр. откл. (v_S) | 0,0579 |
| медиана (M_e) | | 1,0200 |
| мода (M_o) | | 1,0000 |
| минимальное значение (x_{max}) | | 0,8500 |
| максимальное значение (x_{min}) | | 1,1900 |
| размах (R) | | 0,3400 |

Коэффициент вариации по среднему квадратическому отклонению (v_S) свидетельствуют о том, что проверка на нормальность для переменной P_V не требуется.

Формы подготовки исходных данных для анализа использования основных производственных фондов

Таблица 5.2.2

Наличие, движение и структура основных производственных фондов

| Группа основных производственных фондов | Наличие на начало года | | Поступило за год | | Выбыло за год | | Наличие на конец года | | Изменение +,- |
|--|------------------------|-----------------|------------------|-----------------|---------------|-----------------|-----------------------|-----------------|------------------|
| | тыс. руб. | удельный вес, % | тыс. руб. | удельный вес, % | тыс. руб. | удельный вес, % | тыс. руб. | удельный вес, % | |
| Основные производственные фонды | | | | | | | | | |
| Активная часть основных производственных фондов | | | | | | | | | |
| Пассивная часть основных производственных фондов | | | | | | | | | |

Таблица 5.2.3

Возрастные характеристики и состояние строительных машин и оборудования

| Подразделения | Срок эксплуатации строительных машин и оборудования | | | | Техническая пригодность | | |
|----------------------|---|----------------|-----------------|--------------|-------------------------|------------------------|-------------|
| | до 5 лет | от 5 до 10 лет | от 10 до 20 лет | свыше 20 лет | пригодное | требуется кап. ремонта | непригодное |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| ... | | | | | | | |
| n | | | | | | | |
| Всего по предприятию | | | | | | | |

Таблица 5.2.4

Обеспеченность предприятия основными производственными фондами

| Подразделения | Обеспеченность основными производственными фондами | | Фондовооружённость труда Тыс.руб/чел | Техническая вооружённость труда Тыс.руб/чел |
|----------------------|--|----------------------|---|--|
| | Фактическое наличие | Плановая потребность | | |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| ... | | | | |
| n | | | | |
| Всего по предприятию | | | | |

Таблица 5.2.5

Исходная информация для анализа фондоотдачи

| Показатель | План | Факт | Отклонение +,- |
|--|-------------|-------------|-----------------------|
| Объем СМР, тыс. руб. собственными силами/по генподряду | | | |
| Среднегодовая стоимость, тыс. руб.: основных производственных фондов активной части единицы строительных машин и оборудования | | | |
| Удельный вес, активной части фондов | | | |
| Фондоотдача, руб. | | | |

Уровень соблюдения договорных (нормативных) сроков строительства объектов
(выполнение объемов СМР)

| Календарный период | Объем выполненных СМР, тыс. руб. | | | | Удельный вес, % | |
|--------------------|----------------------------------|------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|------------------|
| | план | | факт | | собственны ми силами | по генподряду |
| | собственны ми силами | по генподряду | собственны ми силами | по генподряду | | |
| 1 квартал | | | | | | |
| 2 квартал | | | | | | |
| 3 квартал | | | | | | |
| 4 квартал | | | | | | |
| Всего за год | | | | | | |

Формы подготовки исходных данных для оценки использования материальных ресурсов

Таблица 5.2.11

Обеспеченность строительного предприятия трудовыми ресурсами

| Среднегодовая численность (количество) рабочих (КР) | Календарный период | Отчетный год | | Отклонение +,- | |
|---|--------------------|--------------|------|------------------|----------|
| | | план | факт | От прошлого года | от плана |
| | 1 квартал | | | | |
| | 2 квартал | | | | |
| | 3 квартал | | | | |
| | 4 квартал | | | | |
| | Всего за год | | | | |

Таблица 5.2.12

Исходные данные для анализа производительности труда

| Показатель | предшествующий период | факт | Отклонение +,- |
|--|-----------------------|------|----------------|
| Количество объектов сданных в эксплуатацию в натуральных показателях | | | |
| Среднесписочная численность: - всего работников - рабочих АУП | | | |
| Удельный вес работников, % | | | |
| Отработано дней одним рабочим за год | | | |
| Средняя продолжительность рабочего дня, ч | | | |
| Общее количество отработанного времени: Всеми рабочими за год, тыс.-ч В том числе одним рабочим, ч | | | |
| Среднегодовая выработка: - одного работника - одного рабочего | | | |

Таблица 5.2.13

Анализ уровня оплаты труда

| Категория работников | Среднегодовая заработная плата, тыс. руб. | | Отклонение от среднегодовой зарплаты работника, тыс. руб. |
|----------------------|---|------|---|
| | предшествующий период | факт | |
| Рабочие сдельщики | | | |
| Рабочие повременщики | | | |
| И т.д. | | | |

Таблица 5.2.14

Показатели эффективности использования фонда оплаты труда

| Показатель | Прошлый год | Отчетный год | | Строительное предприятие конкурент |
|---|-------------|--------------|------|------------------------------------|
| | | план | факт | |
| Ввод объектов в эксплуатацию на рубль зарплаты, руб. | | | | |
| Объем СМР собственными силами на рубль зарплаты, руб. | | | | |
| Объем СМР по генподряду на рубль зарплаты, руб. | | | | |
| Отчисления в фонд накопления на рубль зарплаты, руб. | | | | |

Таблица 5.2.15

Оценка использования материально-технических ресурсов

| Подразделение и объект строительства | Плановая потребность, натуральных единиц/тыс. руб. | Фактическая потребность, натуральных единиц/тыс. руб. | Источники покрытия потребности, натуральных единиц/тыс. руб. | | Отклонение +/-, % |
|---|--|---|--|---------|-------------------|
| | | | внутренние | внешние | |
| Подразделение №1: - объект 1 - объект 2 - объект 3 | | | | | |
| Итого по подразделению №1 | | | | | |
| Подразделение №2: - объект 1 - объект 2 - объект 3 | | | | | |
| Итого по подразделению №2 | | | | | |
| И т.д. | | | | | |

**Форма подготовки исходных данных для оценки использования
материальных ресурсов**

Таблица 5.2.15

Оценка использования материальных ресурсов

| Подразделение и объект строительства | Плановая потребность, натуральных единиц/тыс. руб. | Фактическая потребность, натуральных единиц/тыс. руб. | Источники покрытия потребности, натуральных единиц/тыс. руб. | | Отклонение +/-, % |
|---|--|---|--|---------|-------------------|
| | | | внутренние | внешние | |
| Подразделение №1: - объект 1 - объект 2 - объект 3 | | | | | |
| Итого по подразделению №1 | | | | | |
| Подразделение №2: - объект 1 - объект 2 - объект 3 | | | | | |
| Итого по подразделению №2 | | | | | |
| И т.д. | | | | | |

**Формы подготовки исходных данных для оценки организационной и
производственной структур строительного предприятия**

Таблица 5.2.17

Состав строительного предприятия и характеристика его производственных подразделений

| № п/п | Подраз- деление | Дислокация | Специали- зация | Производ- ственная мощность, тыс.руб | Производственная нагрузка | | Численность АУП, чел. |
|----------|------------------------------|------------|--------------------|---|---------------------------|---------------------|--------------------------|
| | | | | | $Q_{гп}$, тыс. руб | $Q_{сс}$, тыс. руб | |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| ... | | | | | | | |
| n | | | | | | | |
| | Всего по предпри- ятию | | | | | | |

Таблица 5.2.18

Кооперированные связи подразделений строительного предприятия

| № п/п | Генподрядные производствен- ные подразделе- ния | Привлекаемые субподрядные организации | | | |
|----------|--|---------------------------------------|----------------|---------------------------------|------------------------|
| | | Наименование | Принадлежность | Профиль выпол- няемых СМР | $Q_{сп}$, тыс. руб |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| ... | | | | | |
| m | | | | | |

Форма плана внедрения организационно-технических мероприятий по обеспечению устойчивости строительного предприятия

Таблица 5.2.19

План внедрения организационно-технических мероприятий по обеспечению устойчивости на 202_ г.

| Раздел (подраздел) | Наименование мероприятия и содержание планируемых решений | Объем внедрения, нат.ед / тыс. руб | Затраты на подготовку и внедрение мероприятия, тыс. руб. | | Срок подготовки и внедрения, дней | Приведенный эффект, тыс. руб. | Срок окупаемости, дней | Срок окупаемости с учетом потерь за период внедрения, дней. |
|--------------------|--|------------------------------------|--|---------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------|---|
| | | | Единовременные | Текущие | | | | |
| 1 | Мероприятия по рационализации состава и использования основных производственных фондов | | | | | | | |
| 1.1 | Оптимизация состава активной части (строительных машин и оборудования) | | | | | | | |
| 1.2 | Оптимизация состава пассивной части | | | | | | | |
| 1.3 | Повышение производительности строительных машин и оборудования | | | | | | | |
| 2 | Мероприятия по рационализации состава и использования трудовых ресурсов | | | | | | | |
| 2.1 | Оптимизация численности работников | | | | | | | |
| 2.2 | Повышение квалификации работников | | | | | | | |
| 2.3 | Повышение производительности труда | | | | | | | |
| 3. | Мероприятия по совершенствованию организационной и производственной структуры | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|-----|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 3.1 | Оптимизация количества и состава производственных подразделений, звенности системы управления | | | | | | | |
| 3.2 | Рационализация специализации строительного производства | | | | | | | |
| 3.3 | Оптимизация производственной мощности строительного предприятия и его производственных подразделений | | | | | | | |

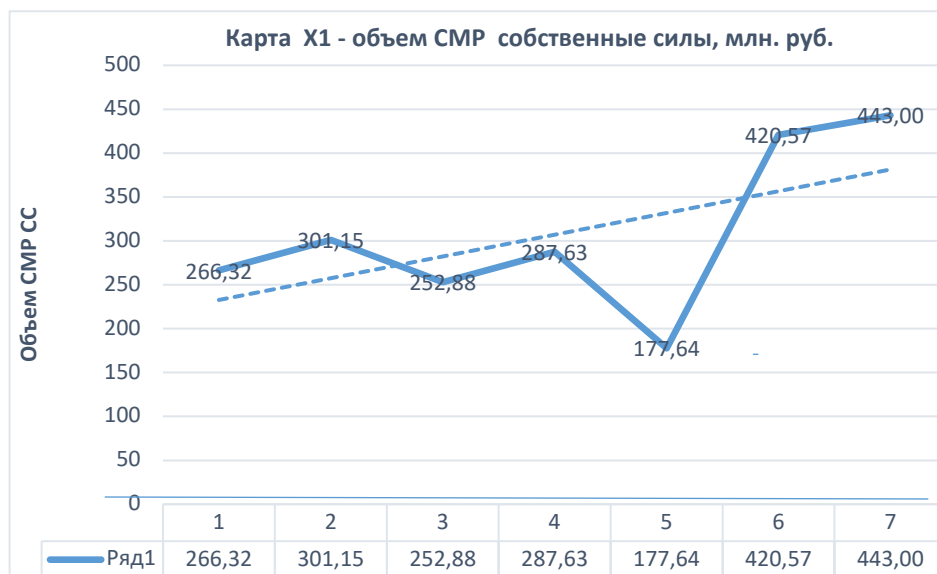
| | | | | | | | | | |
|-------------|------------------------------------|-----------------|--------|--------|--------|----------|---------|--------|--------|
| 5.1. | всего | млн.руб. | 32,12 | 2,55 | 109,74 | 139,06 | -17,34 | 3,58 | 45,00 |
| 5.2. | на 1 работника | тыс.руб./раб. | 305,90 | 20,90 | 971,15 | 1 275,78 | -157,64 | 33,77 | 391,30 |
| | | | | | | | | | |
| 6 | Сумма выплаченной зар.платы | | | | | | | | |
| 6.1. | всего | млн.руб. | 60,92 | 65,28 | 73,31 | 85,24 | 81,82 | 76,16 | 85,00 |
| 6.2. | на 1 работника | тыс.руб./раб. | 580,16 | 535,06 | 648,72 | 782,05 | 743,83 | 718,45 | 739,13 |
| 6.3. | на 1 млн. руб. СМР собств. силы | % | 0,229 | 0,217 | 0,290 | 0,296 | 0,461 | 0,181 | 0,192 |
| | | | | | | | | | |
| | Численность работников | <i>чел.</i> | 105 | 122 | 113 | 109 | 110 | 106 | 115 |

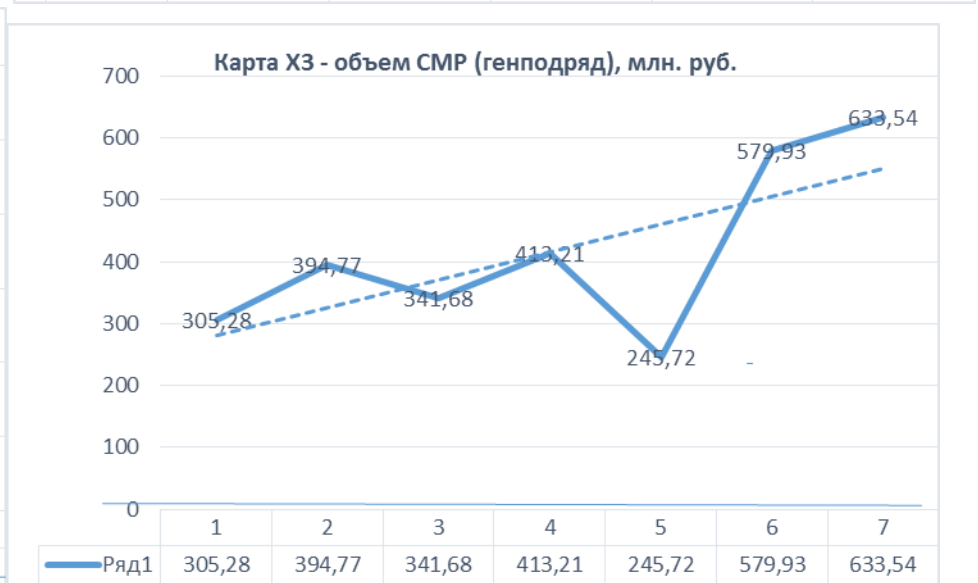
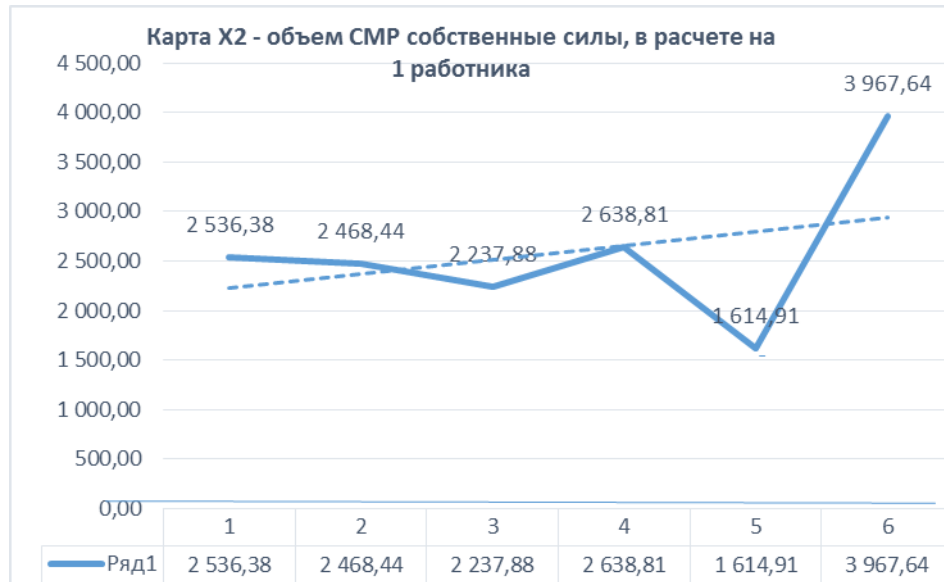
Таблица №2 Приложения 12

**Расчет значений контрольных пределов и построение контрольных карт для основных показателей
строительного производства
АО "Якутпромстрой"**

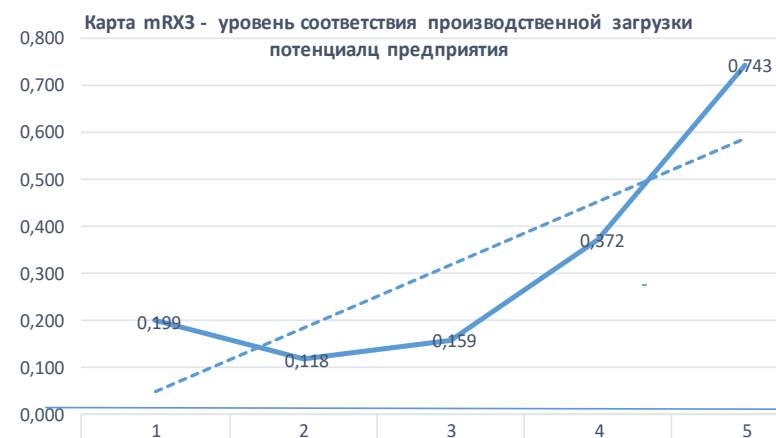
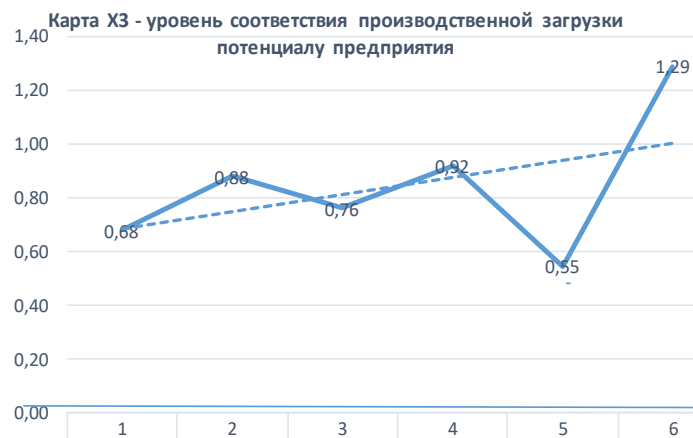
| № п/п | Показатель | Ед. изм. | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | план 2020 | среднее | средний скользящий размах | верхняя граница X_i | нижняя граница X_i | верхняя граница размаха |
|----------|---|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------------|---------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|
| 1 | Объем СМР, выполненный собственными силами | | | | | | | | | X_i средн | mR_{xi} | $UNPL_{xi}$ | $LNPL_{xi}$ | $UCLR_{xi}$ |
| 1.1. | всего - X_1 | млн.руб. | 266,32 | 301,15 | 252,88 | 287,63 | 177,64 | 420,57 | 443,00 | 284,365 | | 534,81 | 33,92 | |
| | mR_{x1} | | | 34,83 | 48,27 | 34,75 | 109,99 | 242,93 | | | 94,154 | | | 307,70 |
| 1.2. | на 1 работника - X_2 | тыс.руб./раб. | 2 536,38 | 2 468,44 | 2 237,88 | 2 638,81 | 1 614,91 | 3 967,64 | 3 852,17 | 2 577,34 | | 4 745,81 | 408,88 | |
| | mR_{x2} | | | 67,94 | 230,57 | 400,93 | 1 023,90 | 2 352,73 | | | 815,21 | | | 2 664,12 |
| 2 | Объем СМР (генподряд) | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1. | всего - X_3 | млн.руб. | 305,28 | 394,77 | 341,68 | 413,21 | 245,72 | 579,93 | 633,54 | 380,10 | | 760,91 | -0,71 | |
| | mR_{x3} | | | 89,49 | 53,09 | 71,53 | 167,49 | 334,21 | | | 143,162 | | | 467,85 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|----------------|-----------------|---------------|-----------------|
| 2.2. | на 1 работника - X4 | тыс.руб./раб. | 2 907,43 | 3 235,82 | 3 023,72 | 3 790,92 | 2 233,82 | 5 471,04 | 5 509,04 | 3 443,79 | | 6 690,06 | 197,52 | |
| | mRx4 | | | 328,39 | 212,10 | 767,20 | 1 557,10 | 3 237,22 | | | 1220,40 | | | 3 988,28 |





| № п/п | Показатель | Ед. изм. | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | план 2020 | среднее | средний скользящий размах | верхняя граница Xi | нижняя граница Xi |
|-------|--|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------|----------|---------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | | | | | | | | | | Xi средн | mRxi | UNPLXi | LNPLXi |
| 3 | Уровень соответствия производственной загрузки потенциалу строительного предприятия - X3 | доля ед. | 0,68 | 0,88 | 0,76 | 0,92 | 0,55 | 1,29 | 1,41 | 0,84 | | 1,69 | 0,00 |
| 3.1. | mRX3 | | | 0,199 | 0,118 | 0,159 | 0,372 | 0,743 | | | 0,318 | | |
| 6 | Сумма выплаченной зар.платы X6 | | | | | | | | | | | | |
| 6.1. | всего | млн.руб. | 60,92 | 65,28 | 73,31 | 85,24 | 81,82 | 76,16 | 85,00 | 73,79 | | 91,56 | 56,01 |
| | mRX6 | | | 4,36 | 8,03 | 11,94 | 3,42 | 5,66 | | | 6,683 | | |
| 6.2. | на 1 работника | тыс.руб./ раб. | 580,16 | 535,06 | 648,72 | 782,05 | 743,83 | 718,45 | 739,13 | 668,04 | | 857,27 | 478,82 |
| | mRX6 | | | 45,10 | 113,66 | 133,33 | 38,22 | 25,37 | | | 71,137 | | |
| 6.3. | на 1 млн. руб. СМР собств. силы | % | 0,229 | 0,217 | 0,290 | 0,296 | 0,461 | 0,181 | 0,192 | 0,28 | | 0,56 | -0,01 |
| | mRX6 | | | 0,012 | 0,073 | 0,006 | 0,164 | 0,280 | | | 0,107 | | |



| № п/п | Показатель | Ед. изм. | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | план 2020 | среднее | средний скользящий размах | верхняя граница Xi | нижняя граница Xi | верхняя граница размаха |
|-------|-------------------|-------------------|--------|--------|--------|----------|----------|--------|--------------|---------|---------------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------------|
| 5 | Прибыль (валовая) | | | | | | | | | | | | | |
| 5.1. | всего | млн.руб. | 32,12 | 2,55 | 109,74 | 139,06 | -17,34 | 3,58 | 45,00 | 44,95 | | 227,64 | 0,00 | |
| | | | | 29,57 | 107,19 | 29,32 | 156,40 | 20,92 | | | 68,68 | | | 224,45 |
| 5.2. | на 1 работника | тыс.руб./ раб. | 305,90 | 20,90 | 971,15 | 1 275,78 | -157,64 | 33,77 | 391,30 | 408,31 | | 2 091,94 | 0,00 | |
| | | | | 285,00 | 950,25 | 304,63 | 1 433,42 | 191,41 | | | 632,94 | | | 2 068,45 |

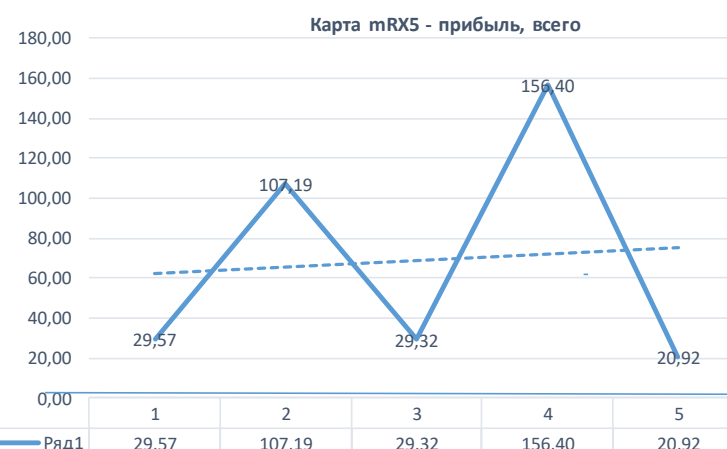
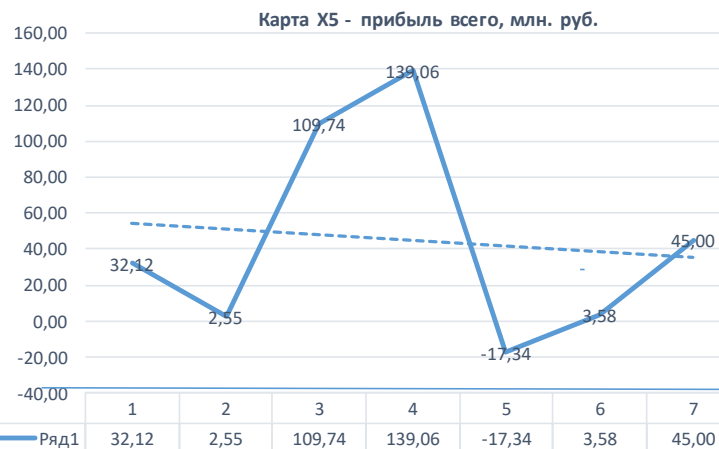


Таблица №3 Приложения № 12

Оценка устойчивого состояния АО «Якутпромстрой» в 2018 и 2019 годах

| Год | Показатель | \overline{XmR} | $HPS = \frac{6\overline{mR}}{d_2}$ | $PCI = \frac{UNPL_X - LNPL_X}{HPS}$ |
|------|-----------------|------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 2018 | X ₁₃ | 430,83 | 1259,74 | 1,819 |
| 2019 | X ₁₃ | 815,21 | 2102,86 | 2,062 |
| 2018 | X ₆₃ | 0,064 | 0,187 | 1,818 |
| 2019 | X ₆₃ | 0,107 | 0,276 | 2,028 |

Расчетные значения $PCI > 1,33$ что свидетельствует об устойчивом состоянии предприятия как в 2018, так и в 2019 годах. Однако, индекс возможности управляемости процессом строительного производства в 2019 году заметно выше соответствующих значений 2018 года, что свидетельствует о приросте устойчивости строительного предприятия в 2019 году. Более детальный анализ показал, что причиной этому является рост выполненных объемов СМР собственными силами предприятия при практически прежней численности работников. Это достигнуто, в основном, за счет предметной и технологической специализации предприятия, без значительных затрат на обновление основных производственных фондов.

Оценка устойчивости АО «Якутпромстрой» по цели

Устойчивость строительного предприятия по цели определена вероятностным способом.

Под целью АО «Якутпромстрой» как производственной системы будем понимать, в первую очередь, выполнение установленного объема СМР собственными силами в установленные сроки. На 2020 год установлена цель – 443 млн. руб. Количественный показатель цели строительного предприятия, то есть запланированного ожидаемого результата, допустимые значения которого варьируются в интервале 435-450 млн. руб., может быть задан как функция от параметров производственной деятельности, которые определяют значение цели. В их числе, для примера, выбраны показатели – выработка, допустимые значения которой могут изменяться от 3,0 до 4,0 млн. руб. на одного работника в год, и уровень механизации работ, в размахе значений 0,2-0,45 (Табл. 4).

Таблица №4 Приложения 12

Показатели цели и целеуказания производственной системы

| Показатели | Данные результативности | | | | \bar{x} | σ | σ^2 | Допуск знач. цели 2020 |
|---|-------------------------|--------|--------|--------|-----------|----------|------------|------------------------------|
| | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | | | | |
| Объем СМР, млн. руб. | 252,88 | 287,63 | 177,64 | 420,57 | 284,7 | 88,0 | 7735,9 | 435-450 |
| Производительность труда, млн. руб./раб. | 2,238 | 2,639 | 1,615 | 3,968 | 2,615 | 0,862 | 0,743 | 3,0-4,0 |
| Уровень механизации работ, % | 0,131 | 0,315 | 0,234 | 0,223 | 0,251 | 0,081 | 0,007 | 0,2 – 0,45 |

Плотность распределения показателей, приведенных в Таблице №4 Приложения 12 подчиняется нормальному закону (допущение):

$$f_1(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}}$$

где: \bar{m} – среднее значение показателя; σ и σ^2 – соответственно: среднеквадратическое отклонение и дисперсия.

Расчетные значения определенных интегралов (табл. 5 приложения 12) получены методом численного интегрирования. Первообразная вычисляется с помощью алгоритма Рунге, система компьютерной алгебры Maxima (электронный ресурс www.integral-calculator.ru).

Таблица 5 Приложения 12

Результаты расчета вероятности устойчивости строительного предприятия по цели

| Показатель | Параметры показателей (пределы интегрирования) | | |
|--|---|---------------|---------------|
| | 435-450 | 3,0-4,0 | 0,2-0,45 |
| Объем СМР, млн. руб. | 0,5636 | - | - |
| Производительность труда, млн.руб./раб. | - | 0,7217 | - |
| Уровень механизации работ, % | - | - | 0,5109 |

Устойчивость строительного предприятия по цели – выполнению СМР в объеме 443 (435-450) млн. руб., при условии достижения производительности труда и механизации работ в заданных интервалах значений определяется значением:

$$P(x) = 0,5636 * 0,7217 * 0,5109 = 0,2078$$

Некоторое снижение значения цели предприятия на 2020 год – выполнение объема СМР в сумме до 420 млн. руб. (на уровне предыдущего года, интервал значений 415-430 млн.руб.) сопровождается ростом устойчивого состояния АО «Якутстройпром»:

$$P(x_{\text{изм}}) = 0,6314 * 0,7217 * 0,5109 = 0,2328$$

| <i>Характеристика</i> | <i>Значение</i> |
|----------------------------------|-----------------|
| Среднее значение | 284,7 |
| Нижняя оценка среднего | 183,1 |
| Верхняя оценка среднего | 386,3 |
| Дов. интервал оценки среднего | 101,6 |
| Среднекв. отклонение (S) | 88,0 |
| Дисперсия | 7 735,9 |
| Среднекв. откл. (несмещ. оценка) | 101,6 |
| Дисперсия (несмещ. оценка) | 10 314,5 |
| Среднее линейное отклонение (L) | 69,4 |
| Момент начальный 2-го порядка | 88 778,6 |
| Момент начальный 3-го порядка | 29 990 705,8 |
| | 10 803 952 |
| Момент начальный 4-го порядка | 389,2 |
| Момент центральный 3-го порядка | 312 702,0 |
| Момент центральный 4-го порядка | 118 323 739,3 |
| Коэффициент асимметрии A | 0,5 |
| Несмещенная оценка A | 0,8 |
| Среднекв. отклонение A | 1,0 |
| Коэффициент эксцесса E | 1,3 |
| Несмещенная оценка E | 19,0 |
| Среднекв. отклонение E | 2,6 |
| Мода | 177,6 |
| Минимальное значение | 177,6 |
| Максимальное значение | 420,6 |
| Размах (R) | 242,9 |
| Коэффициент вариации по R | 85,3 |
| Коэффициент вариации по L | 24,4 |
| Коэффициент вариации по S | 30,9 |

Утвержден
Советом директоров
Протокол № 74 от «24» апреля 2020

ГОДОВОЙ ОТЧЕТ за 2019 год
АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА
"ЯКУТПРОМСТРОЙ"

1. СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЩЕСТВЕ

1.1. Полное фирменное наименование: Акционерное общество "Якутпромстрой"

1.2. Место нахождения и почтовый адрес

677007, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, ул. Чернышевского, дом 62

1.3. Общество зарегистрировано Якутским Городским Представительством Министерства юстиции Республики Саха (Якутия) 10 июня 1996 года за № 6514. Устав в новой редакции зарегистрирован 09 апреля 2004 года серия 14 № 000238543.

1.4. Сведения об уставном капитале

Уставный капитал Общества составляет 10 000 000 (десять миллионов) рублей, он разделен на 10 000 000 обыкновенных акций номинальной стоимостью 1(один) рубль каждая.

1.5. В реестре зарегистрировано 67 акционеров, в том числе, внесены в список акционеров, имеющих право на участие в годовом Общем собрании - 67 акционеров.

1.6. Информация об аудиторе Общества

Полное фирменное наименование — Общество с ограниченной ответственностью "Аудиторская экспертиза", является членом Саморегулируемой Организации аудиторов Некоммерческое партнерство «Аудиторская ассоциация Содружество» с 08 февраля 2010г., номер в реестре аудиторов и аудиторских организаций СРО НП Аудиторская палата России — 11006002225.

1.7. Реестр акционеров Общества ведет регистратор ОАО Республиканский специализированный регистратор «Якутский Фондовый Центр», лицензия на осуществление деятельности по ведению реестра № 10-000-1-00309, выдана 19.03.2004г. без ограничения срока действия.

1.8. В средствах массовой информации публикаций об Обществе не было.

2. ФИНАНСОВО-ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОБЩЕСТВА

2.1. Характеристика деятельности Общества за отчётный год:

* основные виды производственной, коммерческой и инвестиционной деятельности Общества:

- строительство объектов жилья, социальной сферы, коммунального хозяйства и производственного назначения;
- выпуск строительных материалов и конструкций;
- инвестирование и строительство жилья на долевых условиях;
- оказание транспортных услуг.

* объём реализации продукции, товаров, услуг по видам деятельности

- выполненные строительно-монтажные работы за 2019 год составляют (без учета НДС):

- Генподряд - 579 928 тыс. руб.*

- В том числе собственными силами - 420 570 тыс. руб.
- Субподряд - 159 358 тыс. руб.

* Общество в отчётном году инвестиций не осуществляло.

- оценка деловой активности (широта рынков сбыта продукции и её динамика за отчётный год, репутация Общества, выражающаяся, в частности, в известности его клиентов, благоприятных отзывах дольщиков, отсутствия судебных процессов).
 - основные внешние и внутренние факторы, повлиявшие на хозяйственные и финансовые результаты деятельности Общества:
 - отсутствие необходимой суммы оборотных средств;
 - низкая покупательская способность на рынке жилья в г. Якутске в целом, высокая конкуренция на рынке строительства жилья.
- * качественные изменения в имущественном и финансовом положении Общества и их причины - качественных изменений нет.

2.2. Основные показатели финансовой деятельности Общества за отчётный год:

2.2.1. Основные положения учётной политики Общества, изменения в ней, их причины и последствия.

Основные положения учётной политики Общества на 2019 год были определены приказом б/н от 29 декабря 2018 г. Бухгалтерский учёт полностью автоматизирован. Учет хозяйственно-финансовой деятельности и налоговая отчетность Общества ведется "по методу начисления".

Ниже приведены результаты прибылей и убытков

2.2.2. Счет прибылей и убытков Общества (тыс. руб.)

| № п/п | Показатель | Код строки по форме 2 | За отчетный период |
|-------|--|-----------------------|--------------------|
| 1 | Выручка | 2110 | 579 928 |
| 2 | Себестоимость продаж | 2120 | (546 967) |
| 3 | Коммерческие расходы | 2210 | (277) |
| 4 | Управленческие расходы | 2220 | - |
| 5 | Прибыль (убыток) от продаж | 2200 | 32 684 |
| 6 | Проценты к получению | 2320 | - |
| 7 | Проценты к уплате | 2330 | (5 584) |
| 8 | Доходы от участия в других организациях | 2310 | - |
| 9 | Прочие доходы | 2340 | 54 804 |
| 10 | Прочие расходы | 2350 | (73 552) |
| 11 | Прибыль (убыток) до налогообложения | 2300 | 8 352 |
| 12 | Текущий налог на прибыль | 2410 | (2 319) |
| 13 | В т.ч. постоянные налоговые обязательства (активы) | 2421 | (2 442) |
| 14 | Прочее | 2460 | (11) |
| | ЧИСТАЯ ПРИБЫЛЬ (УБЫТОК) ОТЧЁТНОГО ГОДА | 2400 | 3 580 |

Пояснения к финансовым результатам деятельности Общества:

Строка 2110 включает в себя:

- выручка от основного вида деятельности строительство – 579 928 тыс.рублей;

2.2.3. Сумма уплаченных Обществом налогов и иных платежей и сборов в бюджет за отчётный год. Сведения о задолженности Общества по уплате налогов и иных платежей и сборов.

| № п/п | Показатель | Начислено за год |
|-------|--------------------------------|------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Налог на добавленную стоимость | 63 157 |
| 2 | Налог на имущество | 1 414 |
| 3 | Транспортный налог | 513 |
| 5 | Земельный налог | 364 |
| 6 | Налог на прибыль | - |
| 7 | Страховые взносы в ПФ | 18 750 |

| | | |
|----|--|--------|
| 8 | Страховые взносы ФФОМС | 4 153 |
| 9 | Подоходный налог Н/ДФЛ | 11 372 |
| 11 | Страховые взносы в ФСС — несчастный случай | 546 |
| 12 | Страховые взносы в ФСС — бл/лист | 187 |
| | Пени | 6 |

Просроченной задолженности по уплате налогов не имеется.

2.2.4. Информация о выявленных в течение отчетного года нарушениях при расчете и уплате налогов, платежей и сборов, а также в бухгалтерском учете Общества:

- нет.

2.2.5. Сведения об административных и экономических санкциях, налагавшихся органами государственного управления, судом, арбитражем в течение года.

| № п/п | Орган, наложивший санкции | тыс. руб. | |
|-------|---------------------------|-----------|-------|
| | | Дата | Сумма |
| 1 | | - | - |

2.2.6. Сведения о резервном фонде Общества.

| № п/п | Показатель | 01.01.18г. | 01.01.19 г. | 01.01.20 г. |
|-------|---|------------|-------------|-------------|
| 1 | Сформирован резервный капитал (тыс. руб.) | 113 | 500 | 500 |
| 2 | Отчисления, направленные на формирование резервного фонда (тыс. руб.) | - | - | - |
| 3 | Сумма использования резервного фонда (тыс. руб.) | - | - | - |

В соответствии с законом "Об акционерных обществах" в Обществе должен быть создан резервный фонд в размере не менее 5% процентов уставного капитала (ежегодно, не менее 5% от чистой прибыли до достижения установленного размера)

2.2.7. Сведения о размере чистых активов Общества (тыс.руб)

| № п/п | Показатель | 01.01.18г. | 01.01.19 г. | 01.01.20 г. |
|-------|---|------------|-------------|-------------|
| 1 | Сумма чистых активов (тыс. руб.) | 502 661 | 485 281 | 488 906 |
| 2 | Уставный капитал (тыс. руб.) | 10 000 | 10 000 | 10 000 |
| 3 | Резервный капитал (тыс. руб.) | 113 | 500 | 500 |
| 4 | Отношение чистых активов к уставному капиталу (стр. 1/стр. 2) (%) | 50,3 | 48,5 | 48,9 |

Порядок расчета чистых активов утверждён Приказом Минфина РФ от 28 августа 2008 года № 84н.

Чистые активы Общества на конец финансового года составили 488 906 тыс. рублей. За отчетный период чистые активы увеличились на 3 625 тыс. рублей.

2.2.8. Сведения об использовании фондов Общества, сформированных из прибыли прошлых лет, за отчетный год отсутствуют, в виду отсутствия таковых.

2.2.9. Сведения о покрытии убытков прошлых лет. Убытки прошлых лет по состоянию на 31.12.2018г. составили 15 390 тыс.рублей. В 2019 г. убыток в сумме 15 390 тыс.рублей покрыт за счет прибылей прошлых лет.

2.2.10. Сведения о кредиторской задолженности Общества.

(по данным бухгалтерского баланса на 01.01.20 г.)

| № п/п | Показатель | На начало года | На конец года |
|-------|--|----------------|---------------|
| 1 | Долгосрочная кредиторская задолженность | 120 116 | 464 917 |
| 2 | Краткосрочная кредиторская задолженность | 179 710 | 205 578 |
| 3 | Просроченная кредиторская задолженность | 177 | 127 |

2.2.11. Сведения о дебиторской задолженности Общества.

(по данным бухгалтерского баланса на 01.01.20 г.)

| № п/п | Показатель | На начало года | На конец Года |
|-------|--|----------------|---------------|
| 1 | Краткосрочная дебиторская задолженность. | 264 654 | 189 408 |
| 2 | Долгосрочная дебиторская задолженность | - | - |
| 3 | Просроченная дебиторская задолженность | 37 900 | 57 674 |

2.2.12. Социальные показатели

| № п/п | Показатель | За предыдущий год | За отчетный год |
|-------|--|-------------------|-----------------|
| 1 | Среднесписочная численность работников (человек) | 110 | 106 |
| 2 | Фонд оплаты труда (тыс. рублей) | 81 821 | 76 156 |
| 3 | Отчисления на социальные нужды, в т.ч.(тыс.руб) | 24 855 | 25 306 |
| | 1. В Фонд социального страхования | 2 852 | 1 977 |
| | 2. В Пенсионный фонд | 17 466 | 18 562 |
| | 3. На медицинское страхование | 3 913 | 4 133 |
| | 4. В Фонд социального страхования (травм) | 624 | 634 |
| 4 | Средняя заработная плата работников (тыс. рублей) | 63 | 60 |
| 5 | Сумма вознаграждений и компенсаций, выплаченных членам Совета директоров (тыс. рублей) | нет | нет |

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИБЫЛЕЙ И УБЫТКОВ

| № п/п | Статья расходования | Тыс. рублей | |
|-------|------------------------------------|-------------|----------|
| | | Код строки | 2019г. |
| 1 | Валовая прибыль (убыток)* | 2100 | 32 961 |
| 2 | Коммерческие расходы | 2210 | (277) |
| 3 | Прибыль от продаж | 2200 | 32 684 |
| 4 | Проценты к получению | 2320 | - |
| 5 | Проценты к уплате | 2330 | (5 584) |
| 6 | Прочие доходы | 2340 | 54 804 |
| 7 | Прочие расходы | 2350 | (73 552) |
| 8 | Прибыль(убыток) до налогообложения | 2300 | 8 352 |
| 9 | Текущий налог на прибыль | 2410 | (2 319) |
| | Чистая прибыль (убыток) | 2400 | 3 580 |

*Из отчёта прибылей и убытков.

4. ФОНД ПОТРЕБЛЕНИЯ

| № п/п | Наименование | Тыс. рублей | |
|-------|-------------------|-------------------|-----------------|
| | | За предыдущий год | За отчетный год |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Фонд оплаты труда | 81 821 | 76 156 |
| 2 | Проезд в отпуск | 1 524 | 621 |

5. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА

Перспектива развития Общества просматривается по следующим направлениям:

1. Строительство коммерческого жилья и нежилых помещений;
2. Участие в долгосрочных программах по обеспечению жильем работников бюджетной сферы, переселения из ветхого и аварийного жилья;
3. Производство строительных материалов:
 - Выпуск товарного бетона и бетонных блоков;
 - Выпуск полистирольных плит;
 - Выпуск ж/б перемычек, плит ограждений;
4. Перевозка строительных материалов и оказание транспортных услуг;
5. Оказание услуг населению.

6. КОРПОРАТИВНЫЕ ДЕЙСТВИЯ

1) Уставный капитал на 01.01.2020 года

Не полностью оплаченных размещенных акций у Общества нет. Уставный капитал Общества оплачен полностью. Уставный капитал общества составляет – 10 000 000 рублей. Дивиденды в отчетном году не начислялись.

2) Информация о проведении внеочередных общих собраний акционеров за отчётный год:

не проводились.

3) Информация о деятельности Совета директоров Общества:

Количественный и персональный состав Совета директоров избран на годовом собрании:

1. Гаврилов Евгений Анатольевич (1949 года рождения, образование высшее, место работы АО «Якутпромстрой» директор, доля акций – 27,47%);
2. Дордин Михаил Иванович (1959 года рождения, образование высшее, место работы АО «Якутпромстрой», заместитель директора, доля принадлежащих акций – 5,26%);
3. Захаров Иннокентий Гаврильевич (1962 года рождения, образование высшее, место работы – АО «Якутпромстрой», доля принадлежащих акций – 0,26%);
4. Микалаюнас Нина Чесловасовна (1956 года рождения, образование высшее, место работы АО «Якутпромстрой», доля принадлежащих акций – 0,76%);
5. Филитов Николай Николаевич (1942 года рождения, образование высшее, пенсионер, доля акций – 3,47%).

За отчётный год было проведено 7 заседаний Совета директоров.

4) Информация о деятельности исполнительных органов Общества:

Директор (единоличный исполнительный орган) Общества – Гаврилов Евгений Анатольевич. Избран Советом директоров (протокол № 1, от 14 июня 2019 г. (1949 года рождения, образование высшее, место работы – АО «Якутпромстрой», доля принадлежащих акций – 27,47%);

Компенсация расходов (денежное вознаграждение) Генеральному директору и членам Совета директоров в отчетном году не выплачивалась.

5) Информация о деятельности ревизионной комиссии Общества:

Количественный и персональный состав ревизионной комиссии за отчётный год:

1. Сизых Н.Ю.;
2. Тарасова И.Н.;
3. Файзулина Г.Н.

Проверка по финансово-хозяйственной деятельности Общества проводилась, нарушений не обнаружила.

6) Изменение уставного капитала Общества за отчётный год

Уставный капитал Общества на 31 декабря 2019 года составлял – 10 000 тыс. рублей.

7) Сведения о дочерних и зависимых организациях Общества, об участии Общества в других юридических лицах.

Общество является акционером АО «Якутпроект», доля принадлежащих акций – 5%.

Директор
АО «Якутпромстрой»

Главный бухгалтер



Гаврилов Е.А.

Черных Т.Г.

«Утверждаю»
Генеральный директор АО
«Якутпромстрой»

_____ Б. И. Козлов

М.П.

На бланке

АКТ
об использовании результатов исследования докторанта ФГБОУ ВО
НИМГСУ АБРАМОВА И.Л.

г. Якутск

25 февраля 2021г.

АО «Якутпромстрой» настоящим Актом подтверждает, что научные и практические результаты исследований, выполненных докторантом АБРАМОВЫМ И.Л. по вопросам оценки и обеспечения устойчивости производственных строительных систем, нашли применение при вариантной проработке организации строительного производства в 2019-2020 годах.

Впервые, на основании разработанных автором методов, была выполнены качественные и количественные оценки устойчивости предприятия. На основе положений Методики планирования организационно-технических мероприятий в целях обеспечения устойчивости производственной системы разработаны варианты Плана внедрения мероприятий по совершенствованию организационной структуры в части подразделений (участков) с увязкой прогнозных значений производственной загрузки предприятия.

Оценки устойчивости строительного предприятия, теоретические и практические результаты диссертационного исследования вызвали интерес у сотрудников аппарата управления АО «Якутпромстрой». Отмечена необходимость доработки методик в виде настраиваемых расчетных шаблонов или программного обеспечения.

Экономическая эффективность полученных Абрамовым И.Л. научных результатов в деятельности строительных предприятий достигается за счет более рационального расходования средств при устранении диспропорций планов строительного производства и организационно-технического развития. Ориентировочная оценка экономического эффекта определена в размере 12% от величины инвестиционных расходов в развитие технологии и организации строительного производства АО «Якутпромстрой», что на 2021 год составляет 3,2 млн. рублей.

Начальник планового отдела

Начальник ПТО

_____ Е. Сидорова

_____ В. Иванов

АКТ
внедрения результатов докторской диссертации Абрамова Ивана Львовича «Устойчивость производственной системы в вероятностных условиях строительного производства»

Для предприятий строительного комплекса актуальными являются вопросы обеспечения устойчивого функционирования в условиях постоянно меняющейся внутренней и внешней среды, поддержания способности быстро адаптироваться к различным изменениям (в экономике, законодательстве, отношениях с контрагентами и т.п.).

С целью повышения эффективности организации работ и выполнения производственной программы Обществом с ограниченной ответственностью «МВ СТРОЙ» (ООО «МВ СТРОЙ») в своей деятельности был применен разработанный Абрамовым И.Л. метод статистического анализа устойчивого состояния и количественной оценки сравнительной устойчивости строительного предприятия.

При помощи предложенного метода проводился анализ устойчивости субподрядных организаций, с которыми сотрудничает ООО «МВ СТРОЙ». Для оценки качественного и количественных аспектов устойчивости строительного предприятия автором диссертации была создана единая информационная основа (показатели-индикаторы и критерии строительного производства).

В итоге ООО «МВ СТРОЙ» получены разносторонние оценки собственной и сравнительной устойчивости строительного производства, при этом следует отметить наглядность представления полученных результатов и относительную простоту процедур их вычисления.

Выполненные на безвозмездной основе автором расчеты и анализ позволили решить проблему сохранения устойчивости системно-динамической структуры управления, а также собственной и сравнительной устойчивости строительного предприятия в условиях неопределенности.

Генеральный директор ООО «МВ СТРОЙ»

_____ В.Н. Морозов
 «__» _____ 20__ г.

Представители ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»:

заведующий кафедры ТОСП,
 доктор технических наук, профессор

_____ А.А. Лapidус
 «__» _____ 20__ г.

докторант, кандидат технических наук

_____ И.Л. Абрамов
 «__» _____ 20__ г.

СПРАВКА

об использовании методики планирования организационно-технических мероприятий в целях обеспечения устойчивости строительного предприятия в условиях неопределенности, разработанной Абрамовым И.Л. в диссертационном исследовании на тему «Устойчивость производственной системы в вероятностных условиях строительного производства» на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.22 – Организация производства (строительство)

Методика планирования организационно-технических мероприятий в целях обеспечения устойчивости строительного предприятия в условиях неопределенности, разработанная докторантом Абрамовым И.Л., была применена к анализу производственной деятельности Общества с ограниченной ответственностью «МВ СТРОЙ» (МВ «СТРОЙ»).

В ходе применения указанной методики были выполнены следующие действия:

1. Проведена качественная и количественная оценка устойчивости предприятия при помощи разработанной автором системы показателей;
2. Предоставлены результаты аналитической оценки устойчивости в сложившихся условиях строительного производства;
3. Разработаны рекомендации по обеспечению устойчивости и экономического роста предприятия в условиях неопределенности;
4. Спроектированы возможные варианты производственной загрузки в перспективе календарного планирования, а также варианты организационной и производственной структуры предприятия в целях обеспечения устойчивости.

Применение данных Абрамовым И.Л. рекомендаций позволило обеспечить устойчивость и экономический рост предприятия.

**Генеральный директор
ООО «МВ СТРОЙ»**

В.Н. Морозов _____

«___» _____ 20__ г.

АКТ

внедрения результатов докторской диссертации Абрамова Ивана Львовича на тему **«Устойчивость производственной системы в вероятностных условиях строительного производства»**

Предложенный в диссертации И.Л. Абрамова метод статистического анализа устойчивого состояния и количественной оценки сравнительной устойчивости строительного предприятия был использован в деятельности Группы компаний «Красстрой» (ГК «Красстрой»).

В процессе применения разработок, описанных в диссертации, проведен анализ устойчивости указанной группы предприятий и сотрудничающих с ней субподрядных организаций на основе единых показателей-индикаторов и критериев строительного производства.

В результате экспериментального внедрения получена многомерная оценка качественного состояния, характеризующая эмерджентное свойство устойчивости группы строительных предприятий в динамике развития строительного производства.

Предложенный метод прост для понимания и легко применим на практике.

Это позволяет с наименьшими затратами повысить эффективность деятельности строительного предприятия, своевременно выполнить план производства работ, сохранить системно-динамическую структуру управления, собственную и сравнительную устойчивость в условиях неопределенности.

Все расчеты и результаты анализа устойчивости, произведенного автором, переданы ГК «Красстрой» на условиях безвозмездности и будут применяться в ее дальнейшей деятельности.

Генеральный директор
ГК «Красстрой»

_____ 2021 г.
«__» _____

Представители ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»:

заведующий кафедры ГОСП,
доктор технических наук, профессор

_____ А.А. Лapidус

_____ 2021 г.
«__» _____

докторант, кандидат технических наук

_____ И.Л. Абрамов
«__» _____ 2021 г.

СПРАВКА

об использовании методики планирования организационно-технических мероприятий в целях обеспечения устойчивости строительного предприятия в условиях неопределенности, разработанной Абрамовым И.Л. в диссертационном исследовании на тему «Устойчивость производственной системы в вероятностных условиях строительного производства» на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.22 – Организация производства (строительство)

Методика планирования организационно-технических мероприятий в целях обеспечения устойчивости строительного предприятия в вероятностных условиях строительного производства, предложенная Абрамовым И.Л., была использована в деятельности Группы компаний «Красстрой» (ГК «Красстрой»).

Процесс применения указанной методики состоял из следующих этапов:

1. На основе изучения ряда показателей дана оценка устойчивости группы предприятий;
2. Составлен аналитический отчет об оценке устойчивости в сложившихся условиях строительного производства;
3. Разработаны рекомендации по сохранению устойчивости и повышению эффективности деятельности группы предприятий в условиях неопределенности;
4. Спроектированы вариации производственной загрузки в перспективе календарного планирования, варианты организационной и производственной структур группы предприятий в целях обеспечения устойчивости.

Результаты применения методики были использованы при составлении проектной документации ГК «Красстрой».

**Генеральный директор
ГК «Красстрой»**

«___» _____ 20_ г.

АКТ**о внедрении материалов докторской диссертации Абрамова Ивана Львовича «Устойчивость производственной системы в вероятностных условиях строительного производства» в учебный процесс кафедры «Технологии и организации строительного производства» ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»**

Материалы докторской диссертации Абрамова И.Л. включены в монографию «Теоретические основы устойчивости строительного предприятия» (Абрамов И.Л. Теоретические основы устойчивости строительных предприятий. - М: Маска, 2019. - 128 с.) и следующие учебные пособия: «Организационно-технологические мероприятия по монтажу конструкций промышленных зданий» (участие в коллективе авторов, 2019 г.), «Методы и формы организации строительного производства» (2020 г.). Монография и учебные пособия используются при подготовке магистров по направлению 08.04.01. «Строительство», направленность (профиль) «Технологии и организация строительства».

Материалы диссертационной работы за период 2018-2021 гг. были изложены в 61 научной публикации, из них 18 работ напечатаны 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 14 работ - в журналах, индексируемых в международных реферативных базах Scopus, Web of Science и других. Результаты работы докладывались на 18 научных конференциях, в том числе международных.

Внедрение авторских разработок Абрамова И.Л. в учебный процесс показало следующие результаты:

– расширилась научно-методическая база подготовки магистров по направлению 08.04.01. «Технологии и организация строительства»;

– улучшилось качество знаний студентов по направлению 08.04.01. «Технологии и организация строительства», по дисциплине «Технологии и организация строительного производства»;

– показатели результативности внедрения научно-исследовательских разработок Абрамова И.Л. в учебный процесс кафедры «Технологий и организации строительного производства» были отражены в отчетных документах кафедры, НИУ МГСУ.

Заведующий кафедры ТОСП,
доктор технических наук, профессор

А.А. Лapidус

«___» _____ 2021 г.