

На правах рукописи

Сиротина Лидия Константиновна

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОЛОГИИ ОПЕРАТИВНО-  
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОЗАКАЗНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ  
В УСЛОВИЯХ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ  
ПРЕДМЕТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ  
ФРАГМЕНТАЦИИ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ**

Специальность: 05.02.22 - Организация производства  
(текстильная и легкая промышленность)

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
доктора технических наук

Санкт-Петербург

2022

Работа выполнена на кафедре менеджмента федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна"

Научный консультант:	<b>Титова Марина Николаевна</b> , доктор экономических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна", заведующий кафедрой менеджмента
Официальные оппоненты	<b>Буре Владимир Мансурович</b> , доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт- Петербургский государственный университет", профессор кафедры математической теории игр и статистических решений <b>Ястребов Анатолий Павлович</b> , доктор технических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт- Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», профессор кафедры информационных технологий предпринимательства <b>Хакимов Рамиль Тагирович</b> , доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт- Петербургский государственный аграрный университет", заведующий кафедрой автомобили, тракторы и технический сервис
Ведущая организация	<b>ФГОУ ВО «Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)»</b> , г. Москва

Защита диссертации состоится 04.10.2022 г. в 11:00 часов на заседании диссертационного совета 212.236.07 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна" по адресу 191186, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 18, ауд. 437.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», <http://www.sutd.ru>.

Автореферат разослан « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,  
доктор технических наук

Н. В. Переборова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** В соответствии с положениями Концепции дорожной карты FASHIONNET-2035 в рамках Национальной технологической инициативы организация производства в текстильной и легкой промышленности должна быть ориентирована на позаказную систему управления мелкосерийным гибким производством продукции широкого ассортимента в условиях вертикально интегрированных организационных систем. Традиционные принципы функциональной ресурсной организационной структуризации предприятий отрасли не отвечают требованиям процессного подхода управления подготовкой и производством заказа, характеризующегося признаками уникальности, что предопределяет потребность в разработке организационных и планово-учетных механизмов управления ими в условиях фрагментированного по технологическому признаку производственного процесса. На фоне роста производства нетканых материалов и спецодежды в России возрастает потребность в развитии рынка текстильных материалов разнообразного смесового состава, отвечающего требованиям потребительских свойств готового изделия и экологичности на всех этапах жизненного цикла. Достижение необходимого ресурсного разнообразия производства текстильной промышленности возможно за счет инструментов горизонтальной интеграции предприятий по ресурсному принципу замкнутого цикла с использованием принципов и подходов организационного проектирования участников в условиях реализации гибких форм управления производством заказов коротких технологических циклов и периодов оперативно-производственного планирования.

**Степень разработанности темы исследования.** В соответствии с тематикой диссертационного исследования проведен обзор теоретических основ и практических исследований по направлениям оперативно-производственного планирования текстильной и легкой промышленности; организационного проектирования; производственной структуризации; применения процессного подхода; разработки концепции экосистем.

**Цель исследования** – разработать научные и методологические основы оперативно-производственного планирования структурированных организационных и межорганизационных форм дискретных технологических процессов.

**Задачи исследования,** сформулированные в соответствии с целью следующие:

- 1) оценить стратегические направления развития и тенденции изменения организационных архитектур предприятий текстильной и легкой промышленности на настоящем этапе в России;
- 2) дать статистический обзор и оценку динамики и тенденций роста производства продукции текстильной и легкой промышленности, а также сырьевых и перерабатывающих отраслей в соответствии с характером межорганизационных производственных отношений;

- 3) обосновать приоритетные методологические подходы реализации стратегического выбора организационной структуризации предприятий в контексте обеспечения непрерывности, ритмичности и экономичности протекания многопередельного производственного процесса изготовления заказа;
- 4) выработать синтезированную концептуальную организационную модель управления и реализации позаказного производства с учетом уникальных характеристик и особенностей;
- 5) разработать научно-методический инструментарий обеспечения реализации принципов организации производства заказов в условиях фрагментации технологического процесса предприятия с учетом влияния факторов организационно-технических условий;
- 6) предложить комплекс аналитических методов оценки влияния технологической фрагментации на контрольные оперативные показатели непрерывности производственных процессов изготовления заказов текстильных и швейных изделий и разработать пути преодоления влияния фрагментации на длительность производственного цикла;
- 7) сформулировать и систематизировать методологические принципы и подходы межорганизационной структуризации и проектирования интегрированных форм производственной среды в соответствии со стратегическим направлением развития отрасли;
- 8) сформировать и формально описать межорганизационные интегрированные формы производственной среды с учетом требований практической целесообразности.

**Объектом исследования** является планово-учетный и организационный механизм обеспечения непрерывности и ритмичности производственных процессов, обособленных по принципу функциональной ресурсной департаментализации.

**Предметом диссертационного исследования** являются особенности технологических и производственных процессов и их организационной структуризации на предприятиях текстильной и легкой промышленности.

**Методология и методы исследования.** Методологическую базу диссертационного исследования формируют положения системного подхода в организационном и межорганизационном проектировании, элементы процессного подхода в построении непрерывного процесса фрагментированного производства заказов, характеризующегося необходимым уровнем ритмичности работы подразделений. Комплексный подход нашел свое отражение в формализации расчетов календарно-плановых показателей. Классические принципы организационной структуризации получили развитие в оперативно-производственном планировании и формировании организационной модели промышленной экосистемы. Качественные методы экспертных оценок теории принятия решений в исследовании носят уточняющий гипотезу характер. Количественные статистические и экономико-математические методы формализации расчетов показателей организационной подготовки и оперативно-производственного планирования и линейного

программирования составляют базовую методическую основу исследования. Исследование проведено по статистическим данным из открытых информационных источников с использованием экспертно-аналитических методов обработки полученной информации. Мониторинг процесса оперативно-производственного планирования швейного предприятия осуществлен по данным автоматизированной учетной системы. Среди источников информации привлекаются периодические издания по теме исследования, сведения официальных сайтов предприятий, действующих стандартов.

#### **Соответствие диссертации паспорту научной специальности.**

Диссертация соответствует пунктам Паспорта научной специальности 05.02.22 – Организация производства (по отраслям) ВАК Минобрнауки РФ:

1. Разработка научных, методологических основ проектирования организационных структур предприятий и организации производственных процессов. Стратегия развития и планирования организационных структур.

2. Разработка методов и средств эффективного привлечения и использования материально-технических ресурсов и инвестиций в организацию производственных процессов.

3. Разработка методов и средств информатизации и компьютеризации производственных процессов.

4. Моделирование организационных структур и производственных процессов. Экспертные системы в организации производственных процессов.

5. Системы экологичности предприятий.

6. Разработка и реализация принципов производственного менеджмента

10. Разработка методов и средств мониторинга производственных и сопутствующих процессов.

11. Разработка методов и средств планирования и управления производственными процессами и их результатами.

#### **Научная новизна диссертационной работы** состоит в следующем:

1) сформулированы и описаны категории «технологическая фрагментация», «фрагментация компетенций» на уровне организационной и «предметно-конгломеративная фрагментация» межорганизационной системы, описаны общие, идеологические и адаптивные принципы;

2) аргументирована необходимость расширения функций и развития принципов оперативно-производственного планирования на предприятии дискретных операционных циклов с учетом требований позаказного контроля процессов. Разработана и описана модель оперативно-производственного позаказного планирования, учитывающая особенности организационной фрагментации технологического процесса;

3) расширена и описана категория «производственная технологичность заказа», «технологичность производственного процесса», отражающая особенности календарно-плановых расчетов показателей длительности производственного цикла;

4) разработана методика формализации календарно-плановых расчетов организационной подготовки исполнения заказа производства текстильных

материалов с учетом организационно-технических условий предприятия. Сформирована оптимизационная модель воспроизводимости производственного процесса;

5) разработана методика ситуационного объемно-календарного оперативно-производственного планирования на основе календарно-плановых расчетов исполнения заказа текстильных материалов. Сформирована мультипликативная модель эффективности использования временных ресурсов производства;

6) разработана и описана динамическая модель оценки стоимости жизненного цикла оборудования. Разработана методика актуализации календарно-планового показателя производственной мощности на основе модели стоимости жизненного цикла и расчета критической точки эксплуатации технологического оборудования;

7) описан механизм влияния предметно-технологической фрагментации и материалоемкости заказа на контрольные показатели-индикаторы непрерывности и производственной технологичности производства текстильных материалов;

8) разработана методика рейтинговой оценки экологичности продукции текстильной промышленности;

9) сформирована аналитическая модель оценки ритмичности выпуска и работы технологических фрагментов текстильного производства;

10) разработана методика формирования траектории движения информационных потоков оперативно-производственного планирования и мониторинга исполнения заказа швейного предприятия. Описана ее алгоритмизация;

11) фундирована матрица смежности оперативных связей предприятий-участников промышленной экосистемы для оценки уровня ее загруженности и показателя валентности экосистемы;

12) разработаны организационная и производственная модели промышленной экосистемы замкнутого цикла по ресурсному принципу. Сформулирована категория «валентности промышленной экосистемы», разработана и описана двухфакторная модель ее оценки.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Методологические принципы и подходы организационной структуризации управляющей и управляемой подсистем предприятия, получившие развитие в исследовании, формируют теоретическую базу организационной подготовки и оперативно-производственного планирования при регламентации и цифровизации данных процессов. Разработанные в исследовании методологические принципы построения промышленных экосистем, позволяющие реализовать стратегические направления развития отраслей текстильной и легкой промышленности России в условиях падения динамики иностранных поставок сырья и международных санкций, имеют межотраслевое значение. Полученные результаты формируют теоретическую базу профессиональной подготовки кадров специалистов и руководителей в области организационного и производственного менеджмента. Практическая значимость методических результатов исследования,

формализующих процесс реализации теоретических положений и научных основ исследования, отражена в практических кейсах, сформированных на основе нормативных, плановых и учетных данных действующих предприятий текстильной и легкой промышленности. Использование графических методов визуализации алгоритмов и процедур методических разработок автора позволяет оценить целесообразность практического их применения.

**Положения, выносимые на защиту:**

- 1) обзор состояния и тенденций развития текстильной и легкой промышленности в России в концепции целеполагания диссертационного исследования;
- 2) обзор и оценка перспектив и стратегических направлений интеграционных процессов в создании замкнутых циклов производства текстильных изделий;
- 3) сформированный причинно-следственный механизм влияния стратегического выбора организационной структуризации управляющей и управляемой подсистем предприятия в приоритетном научном подходе на уровень организационной фрагментации и возможности реализации преимуществ процессного подхода в управлении исполнением заказов с точки зрения экономии временных и материальных ресурсов;
- 4) характеристика разработанной модели предметно-функциональной процессной организационной структуры текстильного предприятия и критической роли в ней централизации функции информационного обеспечения диспетчеризации и оперативно-производственного объемного и календарного планирования, содержание которого включает организационную подготовку исполнения заказа;
- 5) характеристика систематизированной организационной модели производства заказа в базовом содержании процесса оперативно-производственного планирования;
- 6) этапы формализации разработанной методики расчета календарно-плановых показателей производства заказа текстильных материалов с учетом ситуационных организационно-технических условий предприятия. Характеристика модели оптимизации уровня интенсивной и экстенсивной нагрузки для обеспечения необходимого уровня сопряженности и непрерывности фрагментированного производственного процесса;
- 7) описание разработанной методики и алгоритма формализация объемно-календарного сценарного планирования единичного и непрерывного позаказного производства с учетом факторов организационно-технических условий предприятия;
- 8) алгоритм процедуры актуализации показателя производственной мощности на основе разработанной модели жизненного цикла технологического оборудования и расчета критической точки его эксплуатации с учетом технико-экономических факторов динамики производственной среды;
- 9) представление результатов оценки влияния предметно-технологической фрагментации и материалоемкости заказа на контрольные показатели процесса изготовления текстильных материалов;

- 10) разработанные методические положения и результаты рейтинговой оценки экологичности текстильных материалов;
- 11) представление результатов и характеристика разработанной многофакторной модели оценки ритмичности выпуска и работы технологических фрагментов текстильного производства;
- 12) описание этапов разработанного алгоритма формирования траектории движения информационных потоков оперативно-производственного планирования и достигнутых результатов мониторинга исполнения заказа швейного предприятия;
- 13) систематизация разработанных научных основ формирования процессноориентированных межорганизационных интегрированных структур функциональной производственной среды отдельных предприятий;
- 14) представление и описание разработанной организационной модели промышленной экосистемы замкнутого цикла, сформированной по ресурсному принципу, описание матрицы смежности оперативных связей предприятий-участников;
- 15) формализация факторов разработанной производственной модели промышленной экосистемы и модели ее валентности.

**Степень достоверности результатов.** Методика формализации календарно-плановых расчетов организационной подготовки выполнения заказа в условиях предметно-технологической фрагментации производственного процесса и методические инструменты оперативно-производственного планирования выполнения заказа, включая модель ситуационного оперативно-производственного планирования на основе календарно-плановых показателей организационной подготовки заказа внедрены в процесс управления текстильным производством в условиях ОАО «Гардинно-кружевная компания» (г. Санкт-Петербург) и АО «НПК им. С.М. Кирова» (г. Санкт-Петербург).

Обработка по моделированию процесса оценки стоимости жизненного цикла оборудования в программной среде VBA MS Excel для расчета критической точки эксплуатации оборудования при изменяющихся факторах производства для актуализации показателя производственной мощности реализована в условиях текстильных предприятий ОАО «Гардинно-кружевная компания» (г. Санкт-Петербург), АО «НПК им. С.М. Кирова» (г. Санкт-Петербург), швейного предприятия АО «Трибуна» (г. Санкт-Петербург), рекомендована к практическому использованию ООО «Тест-С.-Петербург» и ООО «Платформа» (г. Санкт-Петербург). По результатам выполненной под руководством Сиротиной Л.К. научно-исследовательской работы на тему «Мониторинг и экспертиза организации производственного и трудового процесса» (2021 г.) на основе анализа документов и отчетов в системе СУБД 1С АО «БТК Групп» (г. Санкт-Петербург, г. Дубна) на предмет выявления несоответствий и причин отклонений разработана методика формирования траектории движения информационных потоков оперативно-производственного планирования и достигнутых результатов мониторинга



исполнения заказа, которая получила использование в условиях швейных предприятий АО «Трибуна» (г. Санкт-Петербург), ООО «Победа» (г. Кострома). Методика рейтинговой оценки экологичности продукции предприятия по видам волокон и пряжи рекомендована к практическому использованию на предприятиях отрасли со стороны ООО «Тест-С.-Петербург» и ООО «Платформа» (г. Санкт-Петербург). В практике реализации учебных программ повышения квалификации руководителей и специалистов служб управления производством промышленных предприятий различных отраслей, в том числе предприятий текстильной и легкой промышленности в условиях АНО ДПО «ЦНТИ «Прогресс» (г. Санкт-Петербург, г. Москва) получили внедрение по программам обучения и признаны практически применимыми инструменты подготовки, организации и планирования производства, разработанные в диссертационном исследовании.

**Апробация результатов работы.** Результаты диссертационного исследования докладывались на научных и научно-практических конференциях, среди которых следующие: VII Международная научно-практическая конференция «Наука и техника: новые вызовы современности» (г. Москва, 2022 г.); I Международная научно-практическая конференция «Научное пространство: актуальные вопросы, достижения и перспективы развития» (г. Анапа, 2022 г.); II Международная научно-практическая конференция «Обеспечение устойчивого развития в контексте сельского хозяйства, зеленой энергетики, экологии и науки о Земле» (г. Смоленск, 2022 г.); Международная научно-практическая конференция Технологическая перспектива: новые рынки и точки экономического роста» (г. Санкт-Петербург, 2021 г.); Межвузовская научно-практическая конференция с международным участием «Стратегия коллаборации науки, образования и бизнеса в современных условиях: лучшие практики» (г. Санкт-Петербург, 2021 г.); Научно-практическая конференция «Промышленная политика макрорегиона в глобальной трансформации современного общества» (г. Санкт-Петербург, 2021 г.); Межрегиональная научно-практической конференции «Финансовая грамотность в условиях цифровой экономики» (г. Санкт-Петербург, 2020 г.).

**Публикации.** За период проведения диссертационного исследования опубликовано 36 научных работ, в том числе 14 рецензируемых в научных изданиях из «Перечня ВАК», 4 входящих в Международные базы научного цитирования Web of Science/Scopus, 4 монографии (в том числе 2 без соавторов), 3 учебных пособия по тематике исследования, свидетельство о регистрации программы для ЭВМ с правообладанием в Федеральной службе по интеллектуальной собственности РФ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованных источников, приложений. Основное содержание исследования (без списка использованных источников и приложений) изложено на 302 страницах машинописного текста. Содержит 74 таблицы, 112 рисунков, 110 формул.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность темы диссертационного исследования по разработке методологии оперативно-производственного позаказного планирования в условиях организационной предметно-технологической фрагментации и экосистем, сформулирована цель и поставлены задачи, описана степень проработанности проблемы, методология и методы исследования и соответствия Паспорту научной специальности, сформулированы научная новизна, теоретическая и практическая значимость исследования, перечислены положения, выносимые на защиту, степень достоверности результатов и апробации результатов работы.

**В первой главе** на основе статистического аналитического обзора о состоянии и тенденциях роста производства продукции текстильной и легкой промышленности, а также возможных перспектив его развития сформулированы направления исследования организационно-производственной готовности предприятий текстильной и легкой промышленности к их реализации. На основе количественных оценок положительной динамики производства синтетических волокон (рис.1), тканей (рис.2), нетканых материалов, трикотажных и швейных изделий, преимущественно специальной одежды, обозначены направления интеграционных процессов предприятий отрасли, сырьевых отраслей и предприятий переработки сырья и отходов с целью обеспечения роста и развития производства за счет ресурсного разнообразия, как результата конгломеративной горизонтальной интеграции, коротких межорганизационных циклов, достигаемых за счет инструментов оперативного управления сквозным производственным процессом.

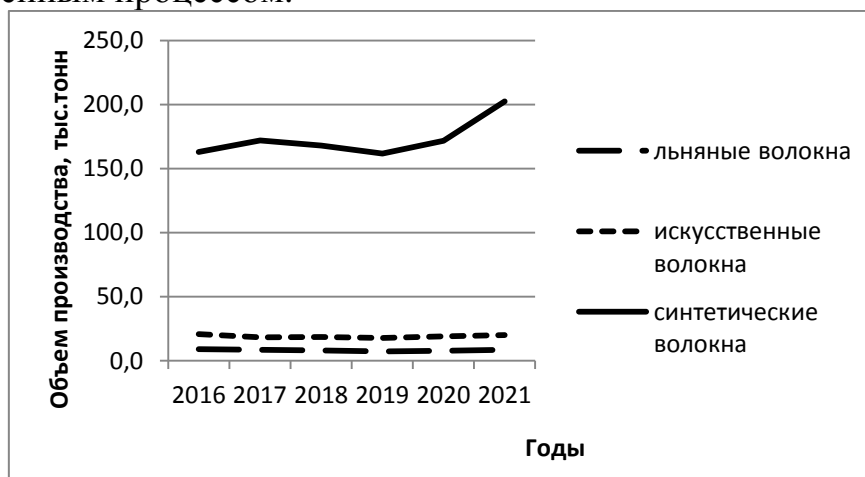


Рисунок 1. Динамика производства волокон по видам в России

Систематизированы сведения о распределении производства продукции текстильной и легкой промышленности, сырьевых отраслей по регионам Российской Федерации в 2021 г. (рис.3), согласно которым производство синтетических и искусственных волокон, тканей, нетканых материалов, пряжи и спецодежды неравномерно распределено по территории России. Отсутствие региональных контуров для создания непрерывных технологических цепочек

снижает ожидаемых эффект за счет сложности решения объективных транспортных задач отрасли.



Рисунок 2. Динамика производства тканей в России

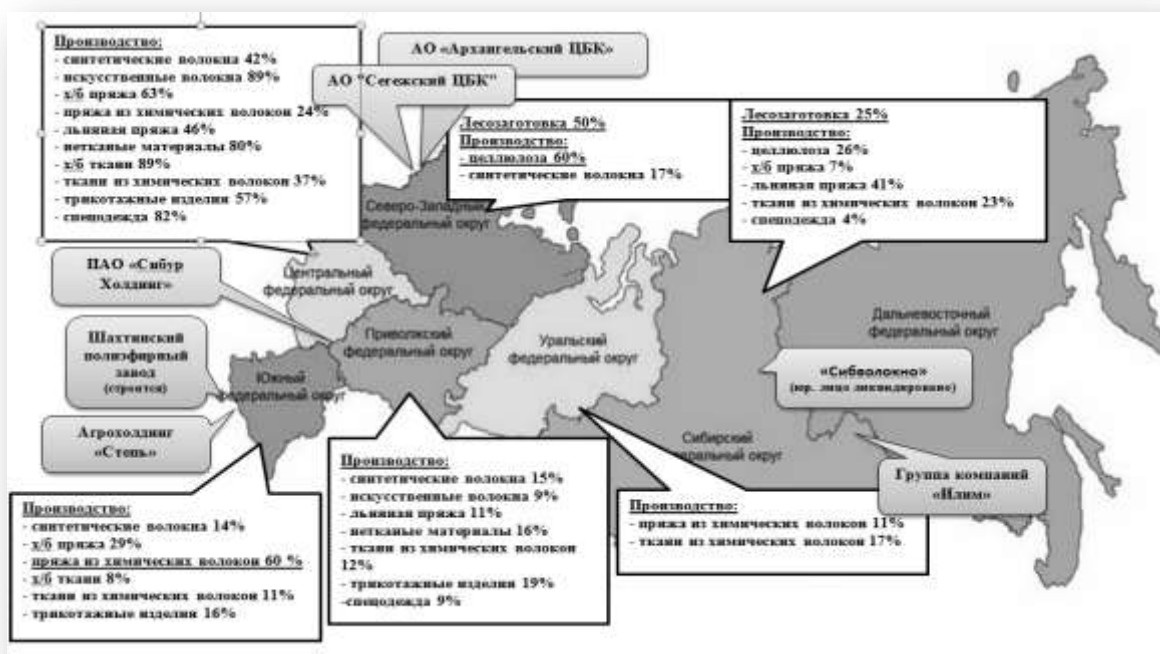


Рисунок 3. Распределение производства продукции текстильной и легкой промышленности, сырьевых отраслей по регионам Российской Федерации в 2021 г.

Преодоление большинства перечисленных проблем возможно за счет разработки эффективных организационных механизмов взаимодействия участников технологического процесса в цепочке создания конечного продукта с учетом реализации принципов организации непрерывных информационно-материальных потоков с использованием современных средств цифровизации управления ими.

**Во второй главе** на основе синтеза теоретических основ методологий управления производством сформулирована и описана категория производственной фрагментации по ее видам, определены задачи, функции и границы оперативно-производственного планирования, как инструмента

преодоления ее влияния на показатели непрерывности производственных процессов. На основе функционального подхода описана организационная структуризация как фактор нарушения непрерывности технологического процесса за счет его фрагментации (рис.4).

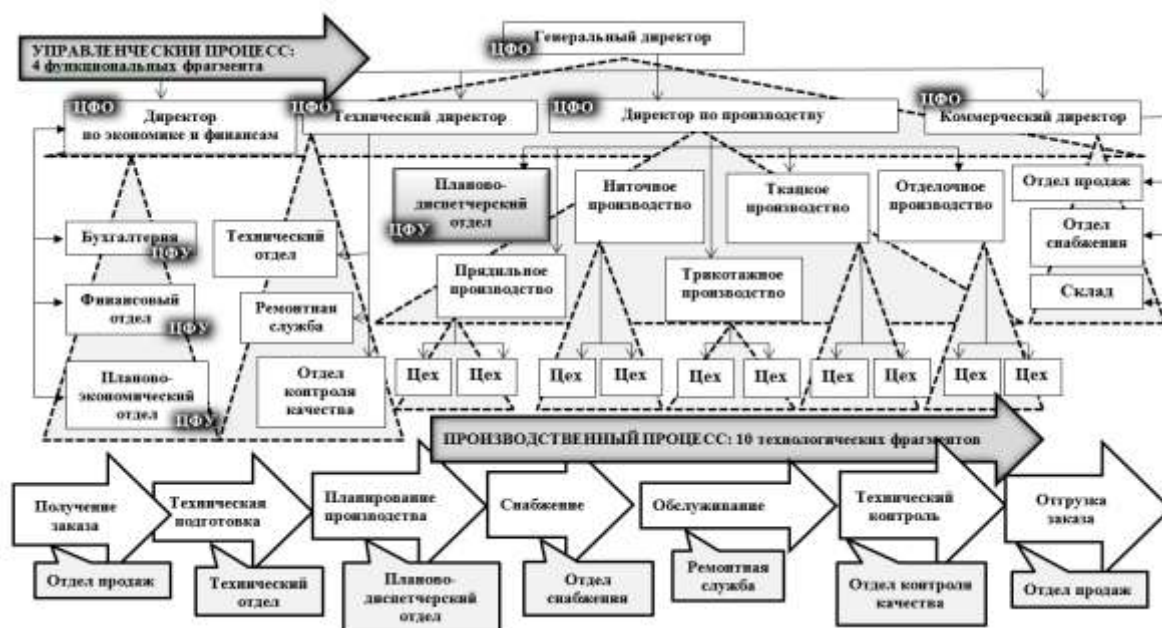


Рисунок 4. Функциональная организационная структура по ресурсному принципу департаментализации

Реализация процессного подхода предполагает позаказный принцип организационной структуризации, предложенный в исследовании, где ключевая роль в поддержании баланса длительности производственного процесса отводится централизованной функции оперативно-производственного планирования по технологическим (передел) и предметным (заказ) фрагментам с децентрализацией управляющей подсистемы по функциям и заказам (рис.5).



Рисунок 5. Предметно-функциональная процессная организационная структура промышленного предприятия

В работе развита модель оперативно-производственного планирования в условиях реализации процесса по технологическим фрагментам с расширением его функций и временных границ в пределах срока исполнения заказа дискретного операционного цикла предприятия (рис.6).



Рисунок 6. Модель оперативно-производственного позаказного планирования

В третьей главе в соответствии с общей методологией оперативно-производственного позаказного планирования в условиях технологической фрагментации разработана методика формализации календарно-плановых расчетов (КПН) организационной подготовки производства заказа с практическим описанием на примере заказа (рис.7). Организационная подготовка исполнения заказа предполагает расчет и регламентацию показателей длительности технологического и производственного цикла на основе материалоемкости заказа текстильного производства с учетом индекса сопряженности, рассматриваемого как показатель-критерий непрерывности производственного цикла.

Модель расчета длительности производственного цикла изготовления  $i$ -го заказа ( $T_{ци}$ ) имеет вид

$$T_{ци} = T_{тци} + T_{моi} + T_0 + T_{пзи} + T_{три}, \quad (1)$$

где  $T_{моi}$  – межоперационное время, как элемент дискретности процесса, то есть период ожидания обработки  $i$ -го заказа или его партии, возникающей как разница длительности технологического цикла смежных технологических фрагментов, час.;  $T_0$  – организационные простои оборудования в связи с необходимостью его обслуживания;  $T_{пзи}$  – длительность подготовительно-заключительных работ мероприятий переналадки взаимозаменяемого оборудования при исполнении  $i$ -го заказа;  $T_{три}$  – время внутрицеховых ( $T_{тр}^{вц}$ ) и межцеховых ( $T_{тр}^{мц}$ ) транспортных работ, возникающих как результат производственной фрагментации и зависящих от размера транспортной партии,

частоты транспортных работ и средств технического оснащения при исполнении i-го заказа, час.

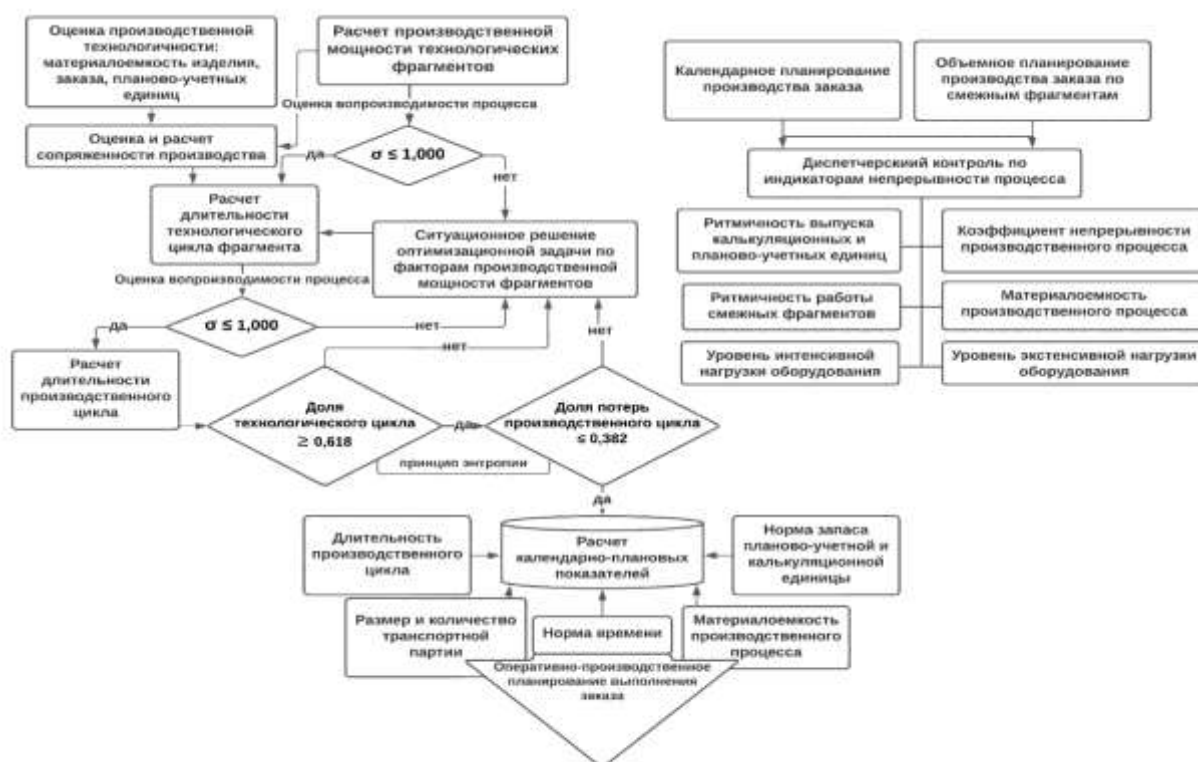


Рисунок 7. Этапы методики формализации календарно-плановых расчетов организационной подготовки производства заказа

Расчет длительности технологического цикла изготовления заказа при последовательной передаче планово-учетных единиц (ПУЕ) технологических фрагментов ( $T_{\text{тц}}^{\text{посл}}$ ) с учетом синхронизации процессов несмежных фрагментов имеет вид

$$T_{\text{тц}}^{\text{посл}} = \sum_1^j t_j - \sum_1^j t_{jns}^{\text{min}}, \quad (2)$$

$$t_{jns}^{\text{min}} = \min \{t_{1ns}, t_{2ns}, t_{3ns}, \dots, t_{jns}\} \quad (3)$$

где  $t_{jns}^{\text{min}}$  – минимальное значение длительности цикла из синхронизированных процессов несмежных технологических фрагментов ( $t_{jns}$ ) в соответствии с маршрутной картой производственного процесса, час.

Длительность технологического цикла изготовления заказа при параллельной передаче планово-учетных единиц ( $T_{\text{тц}}^{\text{пар}}$ ) равна наиболее короткой величине длительности цикла технологических фрагментов ( $t_j$ ). Ее расчет имеет вид

$$T_{\text{тц}}^{\text{пар}} = t_j^{\text{min}}, \quad (4)$$

$$t_j^{\text{min}} = \min \{t_1, t_2, t_3, \dots, t_j\} \quad (5)$$

$$\text{если } (T_{\text{тц}i}^{\text{пар}} + T_{\text{мо}i}) > t_j^{\text{max}}, \text{ То } \text{тц}i = \text{Тоц}j^{\text{max}}$$

Межоперационное время ожидания обработки заказа на технологических фрагментах рассчитывается по формуле

$$T_{\text{мо}} = \Delta t_{js}^{\text{max}} = \max \{(t_{2s} - t_{1s}), (t_{3s} - t_{2s}) \dots, (t_{(j+1)s} - t_{js})\}, \quad (6)$$



Показатель производственной технологичности – материалоемкость калькуляционной и планово-учетной единицы в единицах массы полуфабриката или сырья ( $ME_{ji}$ ) определяется формулой

$$ME_{ji} = \begin{pmatrix} a_{ji} \\ \text{или} \\ b_{ji} \end{pmatrix} \quad (15)$$

Материалоемкость заказа в единицах массы полуфабриката или сырья ( $ME_i$ ) определяется формулой

$$ME_i = \begin{pmatrix} a_{(j-1)i} * x_{ji} \\ \text{или} \\ \gamma_{if} * b_{(j=0)i} * x_{(j=max)i} \end{pmatrix} \quad (16)$$

Материалоемкость технологического фрагмента и процесса в единицах массы полуфабриката или сырья ( $ME_j$ ) определяется по формуле

$$ME_j = \begin{pmatrix} a_{j1} * x_{(j+1)1} + a_{j2} * x_{(j+1)2} + a_{j3} * x_{(j+1)3} + \dots + a_{ji} * x_{(j+1)i} + y_j \\ \text{или} \\ \gamma_{1f} * b_{j1} * x_{j+1} + \gamma_{2f} * b_{j2} * x_{j+1} + \dots + \gamma_{if} * b_{ji} * x_{j+1} + y_j \end{pmatrix} \quad (17)$$

В качестве календарно-планового показателя допустимая величина запаса планово-учетных единиц технологического фрагмента ( $HЗП_j$ ) рассчитывается с учетом величин межоперационного времени и его производственной мощности ( $H_{mj}$ ) определяется по формуле

$$HЗП_j = \Delta t_{js} * H_{mj} \quad (18)$$

Результирующая матрица допустимой величины запасов  $j$ -го технологического фрагмента может быть определена умножением матрицы межоперационных потерь на нормативный вектор-столбец норм производительности оборудования  $j$ -го технологического фрагмента. Для сопряженного производства расчет имеет вид

$$\begin{pmatrix} 2,43 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,004 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 2,12 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,12 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 163,78 \\ 74,76 \\ 16,30 \\ 9,50 \\ 27,25 \\ 33,26 \\ 31,87 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 397,26 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,04 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 57,69 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4,07 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Среди оценочных показателей, необходимых для осуществления планово-диспетчерского контроля хода производственного процесса предлагается использовать следующие показатели непрерывности производства:

1) коэффициент непрерывности производственного процесса без учета фрагментации, обуславливающей потери времени на внутрицеховые и межцеховые перемещения предмета труда, рассчитывается по формуле

$$K_{hi}^{оц} = \frac{T_{цi}}{T_{оцi}}; \quad (19)$$

2) коэффициент непрерывности производственного процесса с учетом фрагментации ( $x_{7j}$ ), рассчитывается по формуле

$$K_{hi} = \frac{T_{цi}}{T_{цi}}; \quad (20)$$

3) коэффициент непрерывности оперативной работы производственного процесса, рассчитывается по формуле



$$K_{Hi}^{оп} = \frac{T_{оцi}}{T_{цi}} \quad (21)$$

С целью повышения уровня сопряженности и непрерывности производства за счет выравнивания длительности технологического цикла фрагментов при регулировании уровня интенсивной и экстенсивной нагрузки оборудования модель линейного программирования в настоящем исследовании отражает потребность найти минимум значения среднеквадратического отклонения показателей производственной мощности технологических фрагментов, измеряемой в заказах, характеризующего уровень воспроизводимости процесса ( $\sigma$ ), как показателя его управляемости, рассматриваемого в качестве целевой функции ( $L(X)$ ), где  $X = x_1, x_2, x_3, \dots, x_j$  – область допустимых значений переменных.

Целевая функция имеет вид

$$L(X) = \sqrt{\sum_1^j \frac{(x_1 - x_{cp})^2 + (x_2 - x_{cp})^2 + (x_3 - x_{cp})^2 + \dots + (x_j - x_{cp})^2}{j-1}} \rightarrow \min, \quad (22)$$

где  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_j$  – переменные величины производственной мощности оборудования  $j$ -го технологического фрагмента, заказ/неделя;  $x_{cp}$  – переменная величина среднеарифметического значения производственной мощности оборудования технологического цикла, заказ/неделя.

Мультипликативно-кратная модель переменной величины производственной мощности оборудования  $j$ -го технологического фрагмента имеет вид

$$x_j = \frac{x_{1j} * x_{2j} * x_{3j} * x_{4j} * x_{5j} * \frac{100 - x_{6j}}{100}}{m_{ij}} \quad (23)$$

где  $x_{1j}$  – норма производительности оборудования  $j$ -го технологического фрагмента, кг/час;  $x_{2j}$  – количество единиц заправленного оборудования  $j$ -го технологического фрагмента;  $x_{3j}$  – коэффициент сменности  $j$ -го технологического фрагмента, смен/сутки;  $x_{4j}$  – количество рабочих дней в неделю  $j$ -го технологического фрагмента;  $x_{5j}$  – длительность рабочей смены  $j$ -го технологического фрагмента, час;  $x_{6j}$  – организационные простои оборудования  $j$ -го технологического фрагмента, % режимного фонда;  $m_{ij}$  – масса плано-учетной единицы (полуфабриката)  $i$ -го заказа  $j$ -го технологического фрагмента, кг.

Обеспечение воспроизводимости изучаемого производственного процесса с учетом достижения требуемого уровня непрерывности производственного процесса на уровне энтропии рассматривается по двум направлениям ограничений: 1) за счет ограничений параметров интенсивной нагрузки оборудования в результате изменения его количественного состава; 2) за счет ограничений временных интервалов работы оборудования по технологическим фрагментам и уровня экстенсивности производственного процесса. Модель переменных величин производственной мощности оборудования  $j$ -го технологического фрагмента в этом случае имеет вид

$$\left. \begin{aligned}
x_1 &= \frac{x_{11} * x_{21} * x_{31} * x_{41} * x_{51} * \frac{100 - x_{61}}{100}}{m_{i1}} \\
&\quad x_{71} = \frac{m_{i1}}{H_{M1} * x_{21} * T_{ц}} \\
&\quad x_{81} = \frac{x_{21}}{N_{\phi}} \\
&\quad x_{91} = \frac{x_{31} * x_{41} * x_{51} * \frac{100 - x_{61}}{100}}{FRO} \\
x_2 &= \frac{x_{12} * x_{22} * x_{32} * x_{42} * x_{52} * \frac{100 - x_{62}}{100}}{m_{i2}} \\
&\quad x_{72} = \frac{m_{i2}}{H_{M2} * x_{22} * T_{ц}} \\
&\quad x_{82} = \frac{x_{22}}{N_{\phi}} \\
&\quad x_{92} = \frac{x_{32} * x_{42} * x_{52} * \frac{100 - x_{62}}{100}}{FRO} \\
&\quad \dots \\
x_j &= \frac{x_{1j} * x_{2j} * x_{3j} * x_{4j} * x_{5j} * \frac{100 - x_{6j}}{100}}{m_{ij}} \\
&\quad x_{7j} = \frac{m_{ij}}{H_{Mj} * x_{2j} * T_{ц}} \\
&\quad x_{8j} = \frac{x_{2j}}{N_{\phi}} \\
&\quad x_{9j} = \frac{x_{3j} * x_{4j} * x_{5j} * \frac{100 - x_{6j}}{100}}{FRO}
\end{aligned} \right\} \quad (24)$$

Для целевой функции сформированы ограничения

$$\left. \begin{aligned}
&x_{21} + x_{22} \leq 12 \\
&x_{23} + x_{24} \leq 13 \\
&x_{27} \leq 35 \\
&x_{21} \geq 1, x_{22} \geq 1, x_{23} \geq 1, \dots, x_{27} \geq 1 \\
&0,1 \leq x_{31} \leq 3 \\
&0,1 \leq x_{32} \leq 3 \\
&0,1 \leq x_{33} \leq 3 \\
&\dots \dots \dots \\
&0,1 \leq x_{37} \leq 3 \\
&x_{71} \geq 0,618, x_{72} \geq 0,618, x_{73} \geq 0,618, \dots, x_{77} \geq 0,618 \\
&K_{\text{э}1}^c \leq x_{81} \leq 1,0, \\
&K_{\text{э}2}^c \leq x_{82} \leq 1,0, \\
&\dots \dots \dots \\
&K_{\text{э}j}^c \leq x_{8j} \leq 1,0, \\
&K_{\text{и}1}^c \leq x_{91} \leq 1,0, \\
&K_{\text{и}2}^c \leq x_{92} \leq 1,0, \\
&\dots \dots \dots \\
&K_{\text{и}j}^c \leq x_{9j} \leq 1,0
\end{aligned} \right\} \quad (25)$$

где  $K_{\text{инт}} = x_{8j}$  – коэффициент интенсивной нагрузки оборудования;  
 $K_{\text{энт}} = x_{9j}$  – коэффициент экстенсивной нагрузки оборудования.

Мультипликативная модель эффективности использования временных ресурсов производства (ROP) имеет вид

$$ROP = ROS * Z_i^{FRO}, \quad (26)$$

где  $ROS$  – принятая рентабельность заказа и продукции, %

$Z_i^{FRO}$  – количество  $i$ -ых заказов, выполняемых за установленный период эффективного времени работы оборудования, рассчитываемое по формуле

$$Z_i^{FRO} = \frac{Z_i * FRO}{T_{\text{посл}}^{\text{тци}}} \quad (27)$$

Если  $\frac{ROS}{T_{\text{посл}}^{\text{тци}} * 100} = const$ , то влияние изменения фактора сопряженности производства ( $\Delta Z_i$ ) и фактора времени работы оборудования ( $\Delta FRO$ ) на изменение эффективности производственных временных ресурсов будет иметь вид

$$\begin{cases} \Delta ROP_{Zi} = const * \Delta Z_i * FRO * 100 \\ \Delta ROP_{FRO} = const * Z_i * \Delta FRO * 100 \end{cases} \quad (28)$$

Использование данной модели позволит оценить влияние временных производственных ресурсов и уровня сопряженности производственного процесса на изменение показателей эффективности производства.

**В четвертой главе** исследования разработана методика ситуационного оперативно-производственного планирования на основе календарно-плановых показателей организационной подготовки заказа (рис.8) с практическим ее описанием на примере заказа.

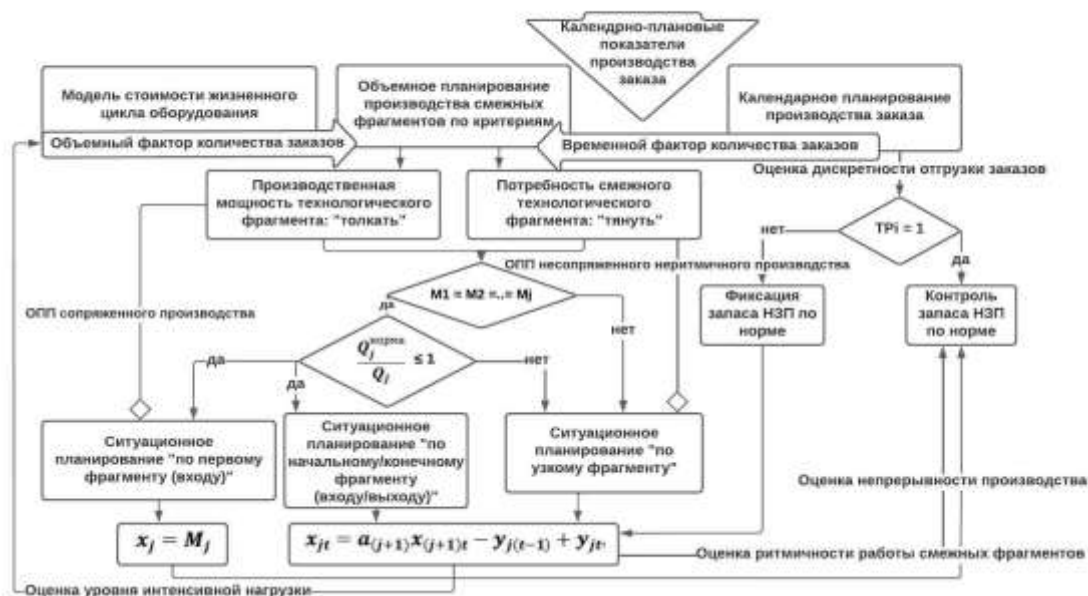


Рисунок 8. Методика ситуационного оперативно-производственного планирования на основе календарно-плановых показателей организационной подготовки заказа

Построение сбалансированных оперативных планов непрерывного производства требует выполнения следующих условий

$$\left\{ \begin{array}{l} T_{\text{тци}}^{\text{посл}} * M_{j=\text{max}} = m_i * Z_i \\ m_{i1} * Z_i = m_{i2} * Z_i = \dots = m_{ij} * Z_i \end{array} \right\} \quad (29)$$

где  $M_{j=\text{max}}$  – производственная мощность конечного фрагмента технологического процесса, кг/час.

Количеством заказов можно измерить кратность календарного периода при параллельном способе передачи заказа календарному периоду при последовательном способе его обработки.

Разработана динамическая модель стоимости жизненного цикла оборудования, которая имеет вид

$$LCCEQ = IC_{\text{пр}} + \sum_{t=1}^c (e_t^{\delta/i} * (1 + r_1)^t + e_t^{c/i} * (1 + r_1)^t * (1 + r_2)^t) + IC_{\text{терм}} * (1 + r_1)^c, \quad (30)$$

где  $IC_{\text{пр}}$ ,  $IC_{\text{терм}}$  – инвестиции в приобретение и утилизацию оборудование, соответственно;  $e_t^{\delta/i}$  – текущие затраты на содержание оборудования периода  $t$ , не учитывающие влияние физического износа, д. е.;  $e_t^{c/i}$  – текущие затраты на содержание оборудования периода  $t$ , учитывающие влияние физического износа, д. е. Динамика показателя формируется за счет наращивания затрат на эксплуатацию оборудования в связи с его физическим износом и снижения доходов от его производственной мощности с учетом ставки  $r$ . Динамическая модель доходов от эксплуатации оборудования имеет вид

$$PEQ = \sum_{t=1}^c \frac{p_t * (1 + r_3)^t}{(1 + r_2)^t} = \sum_{t=1}^c p_t * \frac{(1 + r_3)^t}{(1 + r_2)^t}, \quad (31)$$

где  $p_t$  – величина дохода от выручки от реализации продукции, произведенной с использованием оборудования, д. е.

Критическая точка эксплуатации оборудования наступает при достижении равенства  $PEQ$  и  $LCCEQ$ . (рис.9). Продление жизненного цикла оборудования в виде отсрочки наступления критической точки его эксплуатации за счет роста доходов возможно при выполнении условия

$$\frac{(1 + r_3)^t}{(1 + r_2)^t} \geq 1 \quad (32)$$

Полиномиальный характер поведения затрат на эксплуатацию оборудования и доходов от его использования во времени предполагает нахождение критической точки эксплуатации оборудования, соответствующей равенству затрат и доходов в некоторой точке ( $T_{\text{кр}}$ ), соответствующей периоду  $x$  путем решения системы уравнений

$$T_{\text{кр}} = \begin{cases} Y_{LCCEQ} = a_1 * x^2 + b_1 * x + c_1 \\ Y_{PEQ} = a_2 * x^2 + b_2 * x + c_2 \end{cases} \quad (33)$$

Решение системы уравнений позволяет оценить срок полезного использования оборудования и составить прогноз эффективного освоения производственной мощности изучаемого оборудования, являющейся одним из важнейших факторов оперативно-производственного планирования, аккумулирующим все временные потери производственного процесса.

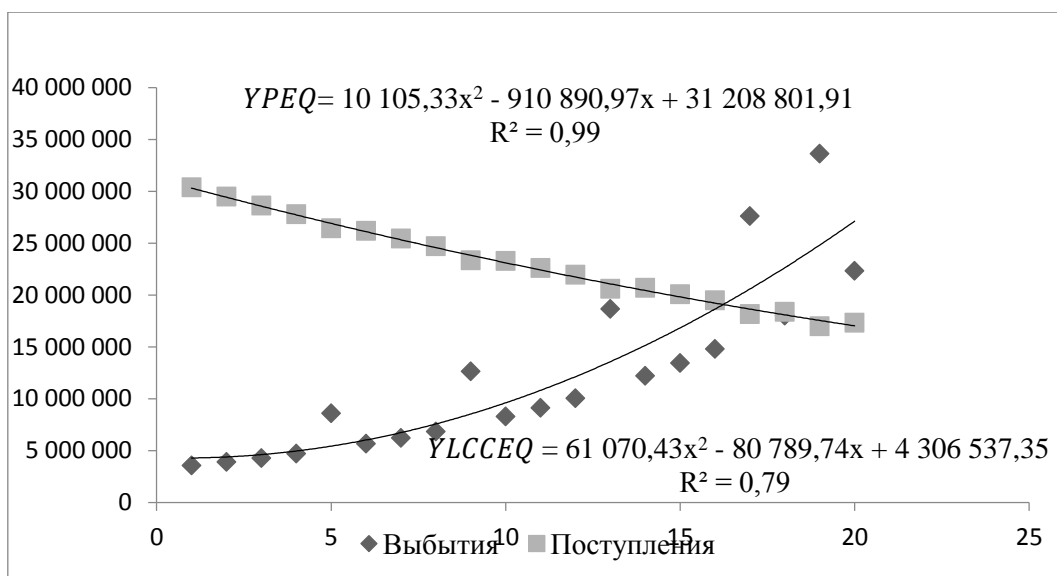


Рисунок 9. Динамика доходов и затрат жизненного цикла оборудования

В рамках проводимого исследования в MS Excel в программной среде VBA (*Visual Basic for Application*) создана программа по моделированию процесса оценки стоимости жизненного цикла оборудования, дохода от его эксплуатации и расчета критической точки эксплуатации оборудования при изменяющихся технических и экономических факторах организационно-технических условий производства.

Показатели эффективности использования оборудования могут быть оценены категорией рентабельности владения производственным оборудованием за период (*ROEQ*), расчет которой имеет вид

$$ROEQ = \frac{PEQ - LCCEQ - CC}{LCCEQ} * 100, \quad (34)$$

где *CC* – цена капитала реальных инвестиционных вложений, д. е.

**В пятой главе** исследован механизм влияния предметно-технологической фрагментации и материалоемкости заказа на контрольные показатели-индикаторы непрерывности и производственной технологичности процесса изготовления текстильных и швейных изделий. Предлагаемая в работе методика расчета длительности производственного цикла по принципу минимакса соответствует подходу теории принятия решений с использованием экспертных методов. Определение длительности технологического цикла осуществляется по минимальному значению показателя из всех технологических фрагментов в условиях синхронизации процесса производства заказа. С учетом максимального значения из перекрываемых межоперационных, организационных простоев и транспортных потерь определяется длительность производственного цикла. Наличие фактора выбора минимального времени работы и максимального перекрываемого времени простоев указывает на вероятностный эксперимент, в котором сложное соединение обусловленных организацией производства причин может привести и к случайному результату. Исследуя распределение случайных величин по критерию согласия ( $\chi^2$ ) Пирсона, Колмогорова-Смирнова и Андерсена-

Дарлинга, выявлено равномерное (прямоугольное) распределение показателей длительности технологического и производственного цикла с учетом и без учета фрагментации в сопряженном производстве. Сложившиеся организационно-технические условия определяют обоснованный календарно-плановыми показателями выбор состава смеси используемого сырья и оптимальную с точки зрения экономики производства номенклатуру планово-учетных и калькуляционных единиц, формирующих заказ.

Используя показатели производственной и утилизационной технологичности продукции текстильного производства, разработана шкала-классификатор уровня ее экологичности (табл.). В качестве критериев рейтинговой оценки и классификации ( $R_k$ ) предлагается использовать показатели, характеризующие уровень отходов полезного вещества производства пряжи ( $K_1$ ), содержания вторичного сырья в смеси волокон ( $K_2$ ), биоразлагаемости готовой продукции ( $K_3$ ), возможность переработки готового продукта во вторичное сырье ( $K_4$ ), а также показатели материалоемкости пряжи по видам используемых волокон ( $K_5, K_6$ ).

Таблица. Шкала классификации уровня экологичности продукции

Критерий рейтинга (К)	Условное обозначение	1 класс	2 класс	3 класс
Уровень отходов полезного вещества производства пряжи	$K_1$	менее 0,05	менее 0,10	менее 0,20
Уровень содержания вторичного сырья	$K_2$	более 0,5	более 0,3	более 0
Уровень биоразлагаемости продукции	$K_3$	более 0,8	более 0,5	более 0,15
Возможность переработки продукции во вторичное сырье	$K_4$	полностью (П)	ограничено (О)	нет (-)
Материалоемкость пряжи по виду базового волокна, кг/кг	$K_5$	1÷1,05	1,05÷1,15	1,15÷1,25
Материалоемкость пряжи по виду сопутствующего волокна, кг/кг	$K_6$	1÷1,05	1,05÷1,15	1,15÷1,25

Рейтинговую оценку определяет индекс экологичности нити (*Index*) как по каждому отдельному критерию, так совокупности критериев с учетом их значимости для оценки влияния ( $\varphi_k$ ). Расчет совокупного индекса имеет вид

$$Index = \sum_{k=1}^6 R_k * \varphi_k \quad (35)$$

Использование критерия материалоемкости пряжи по видам волокон позволяет оценить уровень экологической устойчивости, наилучшему значению которого соответствует утверждение, что готовый продукт потребляет меньше своей массы.

Сформирована трехфакторная модель оценки ритмичности выпуска и работы технологических фрагментов текстильного производства по факторам ритмичности выпуска технологического фрагмента, фактический/ прогнозный уровень интенсивной нагрузки оборудования, бюджетно-прогнозные технологические запасы на конец оперативного периода.

Ритмичность выпуска технологического фрагмента ( $P_B$ ) определяется по формуле

$$P_B = \sum_{t=1}^{T_{\text{ОПП}}} \delta_{t[\text{ф/пр}]}^j \quad (36)$$

при условии  $\delta_{t[\text{ф/пр}]}^j \leq \delta_{t[\text{б}]}^j$ , иначе  $\delta_{t[\text{ф/пр}]}^j = \delta_{t[\text{б}]}^j$

где  $T_{\text{ОПП}}$  – продолжительность бюджетного периода, единиц  $t$ ;

$\delta_{t[\text{ф/пр}]}^j, \delta_{t[\text{б}]}^j$  – удельный вес объема выпуска  $j$ -го технологического фрагмента в оперативном периоде  $t$  по факту/прогнозу и плану (бюджету), соответственно, %

Ритмичность работы технологических фрагментов ( $P_p$ ) может быть рассчитана по формуле

$$P_p = \sum_{t=1}^{T_{\text{ОПП}}} \delta_{t[\text{ф/пр}]}^{(j-1)} \quad (37)$$

при условии  $\delta_{t[\text{ф/пр}]}^{(j-1)} \leq \delta_{t[\text{б}]}^j$ , иначе  $\delta_{t[\text{ф/пр}]}^{(j-1)} = \delta_{t[\text{б}]}^j$

Ориентация на потребность следующего в цепочке технологического фрагмента при реализации плана в оперативном режиме демонстрирует единые высокие показатели ритмичности их работы за счет гибкости производственного процесса. Учет завершающего процесса передачи продукта является обязательным условием обеспечения непрерывности и бесперебойности производства.

Разработана методика формирования траектории движения информационных потоков оперативно-производственного планирования и мониторинга исполнения заказа швейного предприятия (рис.10).

**В шестой главе** на основе сформированных методологических принципов разработана организационная модель промышленной экосистемы замкнутого цикла по ресурсному (функциональному) принципу департаментализации (рис.11,12).

Построение матрицы смежности оперативных связей предприятий-участников промышленной экосистемы по их видам с использованием метода парных сравнений в соответствии со схемой межорганизационных отношений позволяет оценить уровень загруженности каждого участника со стороны экосистемы и уровень загруженности экосистемы со стороны каждого конкретного ее участника.

Загруженность экосистемы рассчитывается по формуле

$$a_i = \frac{S_{qi}}{\sum_1^i S_{qi}} \quad (38)$$

Загруженность предприятия рассчитывается по формуле

$$c_i = \frac{S_{pi}}{\sum_1^i S_{pi}} \quad (39)$$

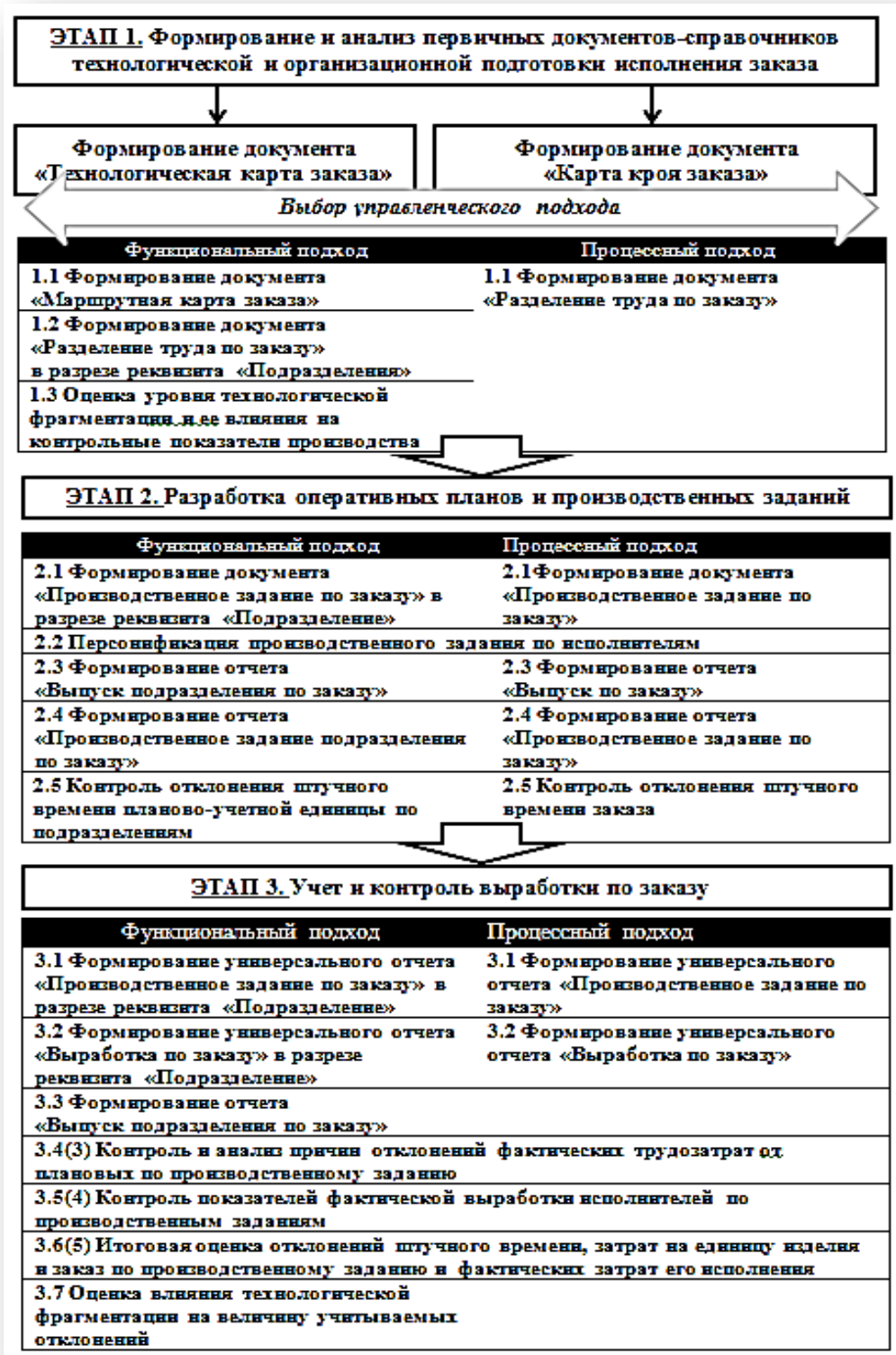


Рисунок 10. Алгоритм формирования траектории движения информационных потоков оперативно-производственного планирования и мониторинга исполнения заказа

Агрегированная модель производства в условиях текстильного предприятия имеет вид



$$\left\{ \begin{array}{l} X_{(i-1)} = \sum_1^f b^f * X_i - O_i \\ X_{(i-2)} = \sum_1^l b^l * X_{(i-1)} - O_{(i-1)} \\ \dots \\ X_{(i-1)}^o = \sum_0^i O_i - O_{(i-1)}^o \\ O_{(i-1)}^o \rightarrow \min \\ X_i \leq M_i, X_{(i-1)} \leq M_{(i-1)} \\ \dots \\ X_{(i=0)} \leq \min(M_1^c, M_2^c, M_3^c, \dots, M_k^c) \\ X_{(i-1)}^o \leq M_{(i-1)}^o \end{array} \right. \quad (40)$$

где  $X_i$  – объем выпуска пряжи  $i$ -ым предметным фрагментом – текстильное предприятие;  $X_{(i-1)}^o$  – объем вторичного сырья переработки отходов производства экосистемы по ее предметным фрагментам;  $b$  – удельная норма расхода полуфабриката (коэффициент загона);  $f, l$  – количество видов входящего полуфабриката предметного фрагмента, определяющее ресурсное разнообразие экосистемы;  $M^c$  – производственная мощность сырьевой базы;  $O_i$  – отходы  $i$ -го предметного фрагмента;  $O_{(i-1)}^o$  – отходы производства экосистемы;  $M_i$  – производственная мощность предметного фрагмента;  $M_{(i-1)}^o$  – производственная мощность переработки отходов производства экосистемы.

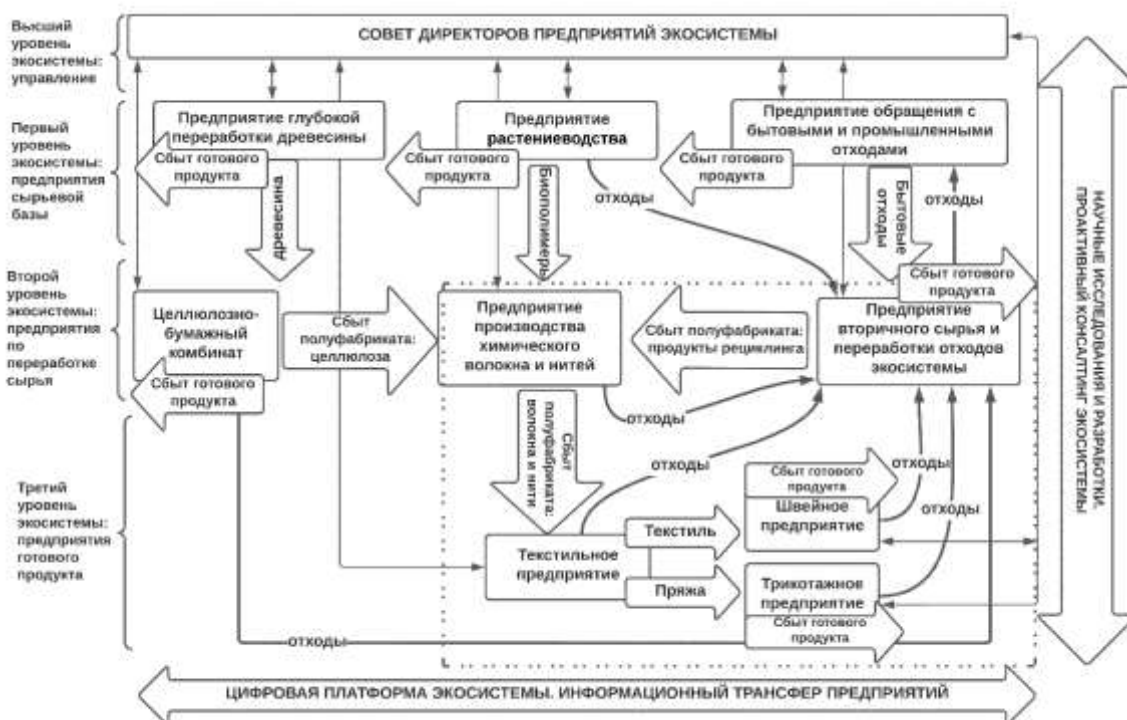


Рисунок 11. Организационная модель промышленной экосистемы

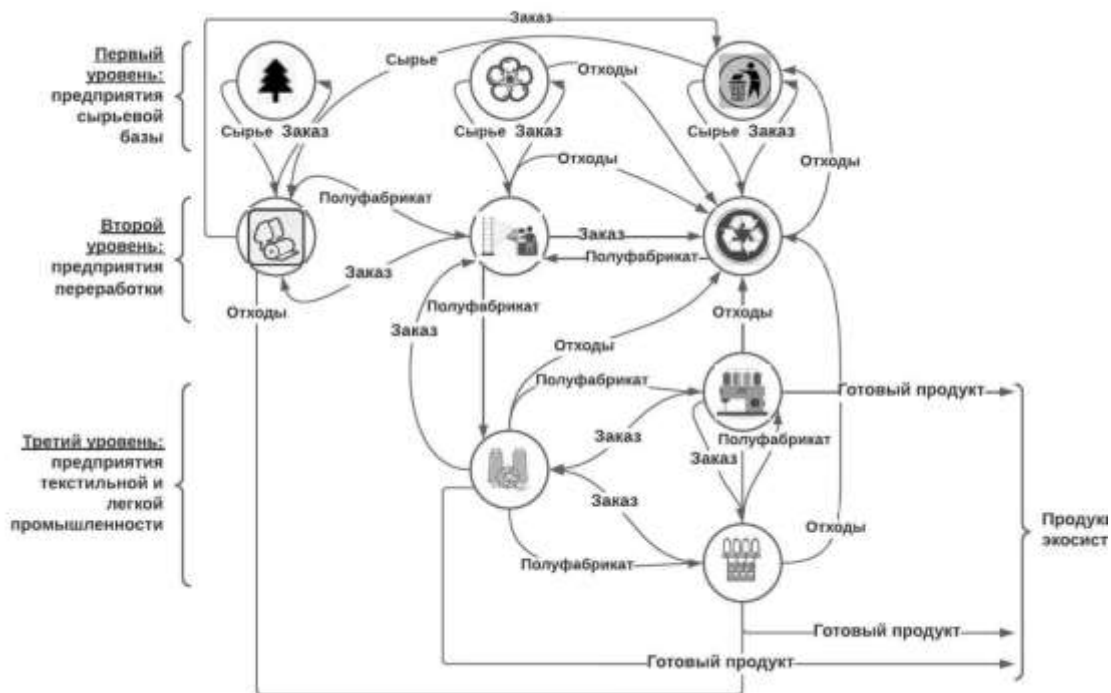


Рисунок 12. Схема и содержание межорганизационных отношений промышленной экосистемы

Сырьевой баланс позволяет решить проблему объемного планирования, разработать нормы расхода ресурсов в соответствии с рецептурой, а также оценить уровень материалоемкости не только полуфабриката, но и процесса производства в целом. Специфика технологии вторичной переработки определяется набором факторов, среди которых коэффициент потерь процесса с установлением влияния отходов на потребности в сырье. Коэффициенты потерь на уровне процесса включает в себя как влияние отходов, так и потребность в сырье. В соответствии с методикой ситуационного оперативно-производственного планирования по технологическим фрагментам предприятия с использованием календарно-плановых показателей организационной подготовки заказа, а также спецификой потребляемых отходов при производстве текстильной нити сформированы ситуационные балансы сырья по заказу, реализуемому на втором и третьем этапе экосистемы.

В практическом приложении исследования математическая модель материалоемкости этапа производства текстильной нити ( $ME_T$ ) имеет вид

$$ME_T = 1,14 * X_T + 4363 \quad (41)$$

Математическая модель материалоемкости этапа производства химического волокна ( $ME_X$ ) имеет вид

$$ME_X = 1,11 * X_X + 10278 \quad (42)$$

Математическая модель материалоемкости рециклинга и производства вторичного сырья ( $ME_P$ ) имеет вид

$$ME_P = 1,06 * X_P + 10662, \quad (43)$$

где  $X_T$ ,  $X_X$ ,  $X_P$  – объем выпуска комплексной нити, химволокна, гранулята, кг.

На основе сценарного планирования в практическом приложении оценены контрольные показатели производственного процесса экосистемы (рис.13). Решение проблемы ритмичного производственного цикла экосистемы обеспечивается за счет описанных инструментов оперативно-производственного планирования на уровне всех предметных фрагментов, участвующих в исполнении заказа для достижения наиболее коротких производственно-сбытовых циклов исполнения заказов.

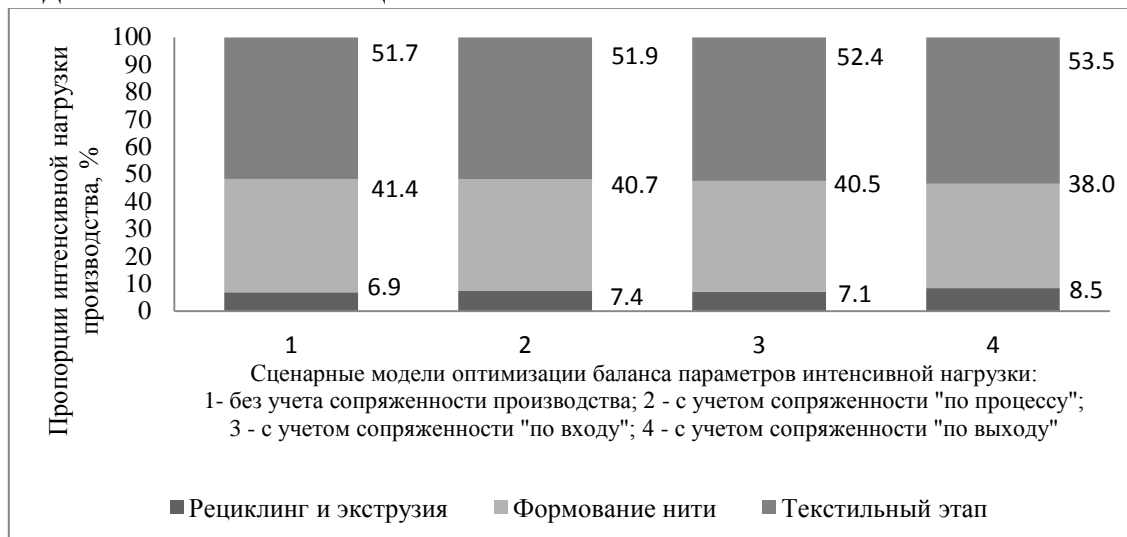


Рисунок 13. Структура интенсивной нагрузки производства предметных фрагментов

Валентность, как мера соединительной способности межорганизационной модели промышленной экосистемы, учитывает фактор эффективности использования временных ресурсов экосистемы ( $ROP^{эко}$ ) и фактор экологичности продукта экосистемы ( $Index^{эко}$ ). Двухфакторная модель валентности промышленной экосистемы ( $V$ ) имеет вид

$$V = \left\{ \begin{array}{l} ROP^{эко} = \sum_{1}^i ROP_i * a_i \\ Index^{эко} = \sum_{1}^i Index_i * c_i \end{array} \right\}, \quad (44)$$

где  $ROP_i$  – эффективности использования временных ресурсов производства  $i$ -го фрагмента экосистемы;  $Index_i$  – индекс экологичности продукта  $i$ -го фрагмента экосистемы;  $a_i$  – уровень загруженности экосистемы  $i$ -тым предприятием;  $c_i$  – уровень загруженности предприятия экосистемой.

Решение проблемы ритмичного производственного цикла экосистемы обеспечивается за счет описанных инструментов оперативно-производственного планирования на уровне всех предметных фрагментов, участвующих в исполнении заказа для достижения наиболее коротких производственно-сбытовых циклов исполнения заказов.

Следуя выдвинутой гипотезе, согласно которой принципы организации производства не должны противоречить принципам организации управления

им независимо от реализуемого подхода, можно утверждать, что преемственность организационной структуризации управляемой управляющей подсистеме обеспечит должную адаптацию оперативно-производственного планирования требованиям эффективного производства, как в условиях отдельного предприятия, так и на межорганизационном уровне. Реализация функционального подхода в управлении предприятием и производством предполагает ресурсный принцип необходимых интеграционных процессов с целью повышения их оперативности и гибкости при выполнении определенных требований реализации интеграционных стратегий.

Рассматривая технологическую цепочку неоднородных технологических процессов производства текстильных материалов и изделий из них, как единый непрерывный процесс, структурированный на технологические фрагменты в пределах отдельного предприятия, являющегося предметным фрагментом в межорганизационной схеме их взаимодействия, формируется потребность разработки единого организационно-производственного механизма обеспечения его непрерывности и ритмичности на всех этапах. Реализация сформулированных в работе общих, идеологических и адаптивных принципов горизонтальных интеграционных процессов в соответствии с принятыми подходами функциональной департаментализации обеспечивает возможность формирования промышленных экосистем замкнутого цикла по ресурсному принципу.

### **ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ**

Наличие сбалансированной организационной модели определяет временные и ресурсные пропорции производственного процесса. Наличие единого подхода в решении задачи организационной структуризации как на уровне управляющей, так и на уровне управляемой подсистем позволяет сформировать наилучшую коммуникационную конструкцию управления объектами организационных отношений и, прежде всего, производственным процессом. Использование функционального принципа организационного проектирования предполагает определение производственного процесса, как процесса движения ресурсов в управляемой подсистеме и порядок их распределения по видам – в управляющей подсистеме. В соответствии с поставленной целью и задачами исследования получены следующие результаты:

1) на основе аналитического обзора о состоянии и тенденциях роста производства продукции текстильной и легкой промышленности, а также перспектив его развития сформулированы направления исследования;

2) на основе синтеза теоретических основ методологии управления производством сформулирована и описана категория производственной фрагментации, определены задачи, функции и границы оперативно-производственного планирования, как инструмента преодоления ее влияния на показатели непрерывности производственных процессов. Сформирована модель оперативно-производственного планирования в условиях реализации процесса по технологическим фрагментам;

3) предложена методика формализации расчетов календарно-плановых показателей заказа производства текстильных изделий с учетом условий организации производства и использования оборудования. Разработана оптимизационная модель достижения необходимого уровня сопряженности производственного процесса;

4) разработана методика объемно-календарного оперативно-производственного планирования на основе организационных показателей заказа и модели эффективности использования временных ресурсов производства;

5) разработана динамическая модель оценки стоимости жизненного цикла оборудования, позволяющая актуализировать показатели производственного планирования и контроля и оценить критическую точку эксплуатации оборудования;

6) изучен механизм влияния предметно-технологической фрагментации и материалоемкости заказа на показатели непрерывности производства и ритмичности производства;

7) разработана методика рейтинговой оценки экологичности продукции по видам волокон и нитей;

8) сформирована аналитическая модель оценки ритмичности выпуска и работы подразделений, а также методика оперативно-производственного планирования и мониторинга исполнения заказа швейного предприятия;

9) разработаны организационная и производственная модели промышленной экосистемы замкнутого цикла по ресурсному принципу. Описана категория «валентности промышленной экосистемы» и порядок ее расчета.

**Основное содержание диссертации опубликовано в работах  
Статьи в Web of Science/Scopus, входящие в "Перечень ВАК" по  
специальности 05.02.22**

1. Сиротина Л.К. Совершенствование бизнес-процесса бюджетирования деятельности текстильного предприятия / Сиротина Л.К. // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности, 2007, №1С, с.12-15. (Web of Science, Scopus).

2. Титова М.Н. Сценарное моделирование и оптимизация пропорций параметров сопряженного производства химических волокон и текстильных изделий в условиях вторичной переработки сырья /Титова М.Н., Сиротина Л.К.// Химические волокна. – 2021. – № 3. – С. 45-49

англ. версия: Titova M. N. Scenario Modeling and Optimization of Parametric Proportions for the Conjugated Production of Chemical Fibers and Textiles in Conditions of Raw Material Recycling / M. N. Titova, L. K. Sirotnina // Fibre Chemistry. – 2021. – Vol. 53. – No 3. – P. 194-198. – DOI 10.1007/s10692-021-10266-2 (Web of Science, Scopus).

3. Сиротина Л.К. Планирование производства химических волокон и нитей из вторичного сырья на основе оптимизации показателей и разработки моделей материалоемкости производственных процессов / Сиротина Л.К., Титова М.Н. // Химические волокна. – 2021. – № 3. – С. 60-65

англ. версия: Sirotnina L. K. Planning the Production of Chemical Fibers and Threads from Secondary Raw Materials Based on Optimization of Indicators and

Development of Models of Material Intensity of Production Processes / L. K. Sirotina, M. N. Titova // *Fibre Chemistry*. – 2021. – Vol. 53. – No 3. – P. 208-214. – DOI 10.1007/s10692-021-10270-6 (Web of Science, Scopus).

4. Сиротина Л.К. Актуальные проблемы и подходы к моделированию непрерывных процессов производства химических волокон и нитей / Сиротина Л.К. // *Химические волокна*. – 2021. – № 4. – С.14-20

англ. версия: Sirotina L. K. Current Problems and Approaches to Simulation of Continuous Processes of Chemical Fibres and Threads Production / L. K. Sirotina // *Fibre Chemistry*. – 2022. – Vol. 53. – No 4. – P. 235-241. – DOI 0.1007/s10692-022-10276-8 (Web of Science, Scopus).

5. Сиротина Л. К. Применение процессного подхода в оперативном управлении производством / Сиротина Л.К. // *Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки*. – 2017. – № 4. – С. 137-141

6. Сиротина Л. К. Обеспечение ритмичности и экономичности производства в системе оперативного управления поставками и запасами / Сиротина Л.К. // *Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки*. – 2017. – № 5. – С. 108-112.

7. Сиротина Л. К. Разработка календарно-плановых производственных показателей на основе модели жизненного цикла оборудования / Сиротина Л.К. // *Омский научный вестник*. – 2022. – № 1(181). – С. 42-49.

8. Сиротина Л. К. Методы оценки стоимости жизненного цикла оборудования в управлении производством / Сиротина Л.К. // *Компетентность*. – 2022. – № 1. – С. 34-39.

9. Сиротина Л.К. Реализация принципов организации непрерывного производства в условиях фрагментации технологического цикла / Сиротина Л.К. // *Наука и бизнес: пути развития*. – 2022. – № 2(128). – С.77-81.

10. Сиротина Л.К. Принципы разработки организационно-производственной модели промышленной экосистемы / Сиротина Л.К. // *Компетентность*. — 2022. — № 3. С.40-45.

11. Сиротина Л.К. Направления реализации принципа экологичности производства в условиях промышленной экосистемы / Сиротина Л.К., Титова М.Н., Шульгина Л.А., Сеньшова Е.А. // *Наука и бизнес: пути развития*. – 2022. – № 3(129). – С.82-86.

12. Титова М.Н. Методологические этапы цифровизации оперативно-производственного позаказного планирования на швейном предприятии / Титова М.Н., Сиротина Л.К. // *Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 4: Промышленные технологии*. – 2022. – № 2. – С.75-79.

13. Сиротина Л.К. Методологические подходы и целеполагание разработки показателей производственной технологичности заказов и процессов / Сиротина Л.К. // *Омский научный вестник*. – 2022. – № 3(183).

14. Сиротина Л.К. Методология нормирования труда на предприятии / Сиротина Л.К. // *Наука и бизнес: пути развития*. – 2022. – № 5(131).

**Основное содержание диссертации опубликовано в прочих публикациях  
Монографии**

15. Сиротина Л. К. Организационно-экономическое проектирование: исторические аспекты и методологические подходы / Л. К. Сиротина. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2013. – 143 с.
16. Сиротина Л. К. Факторы и инструменты обеспечения хозяйственной устойчивости организации в условиях динамичной среды / Л. К. Сиротина. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2016. – 170 с.
17. Титова М. Н. Инновационные факторы конкурентоспособности и прогнозирование тенденций развития рынка игрушек / Титова М. Н., Любименко А. И., Чигиринова М. В., Сиротина Л. К., Николаев Р. Н. – СПб.: СПГУТД, 2015.— 166 с.
18. Титова М.Н. Современные проблемы повышения конкурентоспособности предприятий на основе совершенствования риск-менеджмента /Титова М. Н., Шульгина Л. А., Сиротина Л. К., Жикина О. В., Касаткин Б. А., Любименко А. И., Чигиринова М. В. – СПб.: СПГУТД, 2011. – 175 с.

**Учебные пособия**

19. Сиротина Л.К. Основы менеджмента / Сиротина Л.К. – СПб.: СПГУТД, 2006. – 82 с.
20. Сиротина Л.К. Основы менеджмента / Сиротина Л.К., Жикина О.В. – СПб.: ФГБОУ «СПГУТД», 2012. – 111 с.
21. Друзгальская Н.М. Организация, нормирование и оплата труда в текстильной и легкой промышленности / Друзгальская Н.М., Петрова И.Е., Сиротина Л.К. – СПб: Изд. СПГУТД, 2002. – 80 с.

**Научные статьи**

22. Титова М.Н. Методология рейтинговой оценки экологичности полимерных волокон и текстильных материалов / Титова М.Н., Сиротина Л.К. // Химические волокна. – 2022. – № 2, с. 75-79.
23. Сиротина Л.К. Совершенствование деятельности предприятия на основе процессно-ориентированного подхода/ Сиротина Л.К. // Вестник СПГУТД Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. – 2007. – №14. – С. 22-26
24. Сиротина Л. К. Совершенствование организации труда на предприятии / Л. К. Сиротина, Л. А. Федорова//Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. – 2009. – № 1(16). – С. 37-40.
25. Мохова О. А. Реинжиниринг бизнес-процессов как инновационный процесс / О. А. Мохова, Л. К. Сиротина // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 3: Экономические, гуманитарные и общественные науки. – 2011. – № 1. – С. 17-19.
26. Игнатюк А. А. Инновации в организационном проектировании / А. А. Игнатюк, Л. К. Сиротина // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 3: Экономические, гуманитарные и общественные науки. – 2011. – № 1. – С. 20-22.
27. Сиротина Л. К. Совершенствование ассортимента продукции с использованием элементов функционально-стоимостного анализа / Л. К.

Сиротина, Т. Б. Альгина // Экономика и управление: сборник научных трудов. – СПб: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2015. – С. 99-103.

28. Сиротина Л. К. Факторы и параметры обеспечения хозяйственной устойчивости организации / Л. К. Сиротина // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. – 2016. – № 4. – С. 374-379.

29. Финансово-экономическая безопасность: содержание, факторы, модели / Н. Н. Погостинская, М. С. Власова, Ю. А. Погостинский [и др.]. – Москва: "Русайнс", 2018. – 172 с.

30. Сиротина Л. К. Инвестиции в коллективный интеллектуальный потенциал организации / Л. К. Сиротина // Финансовая грамотность в условиях цифровой экономики: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2020. – С. 236-240.

31. Альгина Т. Б. Актуальные проблемы цифровизации производственного учета и оперативного планирования на промышленном предприятии / Т. Б. Альгина, Л. К. Сиротина // Промышленная политика макрорегиона в глобальной трансформации современного общества: Сборник статей по результатам научно-практической конференции. – СПб, 2021. – С. 28-32.

32. Сиротина Л.К. Перспективы и модели развития производства текстильных материалов в условиях Арктической зоны / Сиротина Л.К., Альгина Т.Б. // Технологическая перспектива: новые рынки и точки экономического роста: сборник статей международной научно-практической конференции. – СПб: Санкт-Петербургский государственный университет, 2021

33. Сиротина Л.К. Организационные аспекты интеграции технологий в условиях промышленных экосистем / Сиротина Л.К., Альгина Т.Б. // Стратегия коллаборации науки, образования и бизнеса в современных условиях: лучшие практики: сборник научных трудов межвузовской научно-практической конференции с международным участием. – СПб: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2021

34. Сиротина Л. К. Современное состояние и проблемы технического нормирования производственных ресурсов промышленного предприятия / Л. К. Сиротина // Научное пространство: актуальные вопросы, достижения и перспективы развития: сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. – Анапа: ООО «Научно-исследовательский центр экономических и социальных процессов» в Южном Федеральном округе, 2022. – С. 23-29.

35. Сиротина Л.К. Методологические особенности организации комплексной технической подготовки позаказного производства продукции / Л.К. Сиротина // Наука и техника: новые вызовы современности: сборник научных трудов международной научно-практической конференции. – М.: Научно-образовательная платформа «Цифровая наука», 2022.–С.217-225.

**Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ**

36. Сиротина Л.К. Программа для расчета критической точки эксплуатации оборудования по модели стоимости его жизненного цикла № 2022661137 от 15.06.2022