

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование кафедры)

15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение

машиностроительных производств»

(код и наименование направления подготовки)

Технология автоматизированного машиностроения

(профиль)

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему: «Технология повышения производительности и качества
производственных процессов машиностроительных предприятий»

Студент(ка)

Д.В. Антипов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель
Консультанты

Д.Г. Левашкин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель программы д.т.н., доцент Н.М. Бобровский

(личная подпись)

« _____ » _____ 2017 г.

Допустить к защите

Заведующий кафедрой
к.т.н, доцент Н.Ю. Логинов

(личная подпись)

« _____ » _____ 2017 г.

Тольятти 2017

Аннотация

Тема проекта: «Технология повышения производительности и качества производственных процессов машиностроительных предприятий».

Научный руководитель: к.т.н., доцент Д.Г. Левашкин

Цель исследования – повысить производительность и качество производственных процессов машиностроительного предприятия многономенклатурного производства за счет разработки технологии повышения производительности и качества.

Объект исследования: производственные процессы потока прохождения заказа многономенклатурного машиностроительного предприятия, «позаказного» типа производства, выпускающего сложную техническую продукцию.

Предмет исследования: методологические подходы, инструментарий, технологии и методики повышения производительности и качества производственных процессов.

Методы исследования: фундаментальные принципы и методы технологии машиностроения, теории организации и управления производством, аппарат математического моделирования, теория систем и системный анализ, методология всеобщего управления качеством, теория ограничения систем, процессный подход, концепция бережливого производства, а также реальные экспериментальные исследования, проводимые с целью проверки адекватности теоретических положений.

Структура и объем проекта. Проект состоит из введения, 4 разделов, заключения, списка литературы и приложений. Общий объем проекта, без приложений – 93 страниц машинописного текста.

Содержание

Введение.....	5
1. Теоретические подходы к повышению производительности и качества производственных процессов машиностроительных производств	11
1.1 Современные тенденции в повышение производительности и качества производственных процессов на машиностроительном производстве.....	11
1.2. Поток прохождения заказа, скрытые потери, «узкие» места и системные ограничения, влияющие на производительность и качество	19
1.3 Направления для улучшения целевых показателей производительности и качества производственной системы	32
Выводы по главе.....	44
2. Системный подход к улучшению производительности и качества производственных процессов	45
2.1 Методика построения дерева системных ограничений, влияющих на целевые показатели производственной системы.....	45
2.2. Методика разработки целей в области производительности и качества производственных процессов	53
2.3 Технология повышения производительности и качества производственных процессов	58
Выводы по главе.....	62
3 Внедрение мероприятий по производительности и качеству в инженерной службе.....	63
3.1 Построение диаграмм потока прохождения заказа и циклограмм в инженерной службе.....	63
3.2 Организация мониторинга «скрытых» потерь в инженерной службе	77
3.3 Внедрение организационных и технологических методов в «узких» местах инженерной службы	85
Выводы по главе.....	91
4. Внедрение мероприятий по производительности и качеству в производстве	92
4.1 Построение карт управления производством и циклограмм	92
4.2 Мониторинг и анализ скрытых потерь в производстве	98
4.3 Внедрение организационных и технологических методов в «узких» местах производства	104
Выводы по главе.....	116

Основных результаты и выводы.....	117
Список использованной литературы.....	119
Приложение 1	129

Введение

Современные рыночные условия можно характеризовать как «борьба за каждого потребителя», т.к. высокая конкуренция в таких отраслях промышленности как автомобилестроение и авиастроение заставляет постоянно бороться за предпочтения потребителя машиностроительной продукции и повышать конкурентоспособность продукции. С изменениями, происходящими на рынке, меняются и подходы к технологии производства. Современные тенденции предполагают повышение гибкости производства, выраженное в выполнении индивидуальных требований заказчиков (переход от массового и серийного производства к производству под заказ), увеличение производительности производственных процессов для возможности расширения доли рынка, а также обеспечение эффективности производства продукции. Особенно это актуально для предприятий единичного показного типа производства, изготавливающих сложную машиностроительную продукцию (узлы и агрегаты авиационной и машиностроительной техники, штамповую и станочную оснастку, высокоточный режущий инструмент, металлоконструкции и др.).

Состояние изученности проблемы.

Различные аспекты технологии производства, организации и управления производственными системами рассматриваются в трудах российских и зарубежных ученых, специалистов и практиков.

Исследованиям в области технологии производства и разработки тех. процессов посвящены работы А.П. Соколовского (типовой подход к разработке ТП), С.П. Митрофанова (групповой подход к разработке ТП), Б.М. Базрова (модульный подход к разработке ТП), А.В. Королёва, Б.М. Бржозовского, П.Ю. Бочкарёва (планирование многономенклатурных ТП). Проблемам автоматизации и разработки технологических процессов изготовления деталей в многономенклатурных производствах занимались Б.М. Базрова, Б.М. Бржозовского, П.Ю. Бочкарёва, Г.К. Горанского, Н.М.

Капустина, А.И. Кондакова, А.В. Королёва, В.С. Корсакова, В.В. Кузьмина, В.Г. Митрофанова, И.П. Норенкова, Ю.М. Соломенцева, Н.М. Султан-Заде, В.Д. Цветкова и других учёных. В Проблемы организации производства для обеспечения эффективности функционирования машиностроительных предприятий достаточно полно отражаются в трудах зарубежных и российских ученых. Большое значение в развитии теории и практики организации производства послужили научные труды отечественных и зарубежных авторов: Буркова В.Н., Васильева В.А., Гришанова Г.М., Кутина А.А., Засканова В.Г., Моисеева Н.Н., Гермейера Ю.Б., Новикова Д.А., Кононенко А.Ф., Цветкова А.В., Щепкина А.В., Arrow K.J., Maskin E.S., Голдратта Э. др. В работе использованы материалы научных конференций и семинаров, научных периодических изданий, авторефераты диссертаций.

Фундаментальными и прикладными исследованиями в области проектирования производственных систем машиностроительными предприятиями занимались российские и зарубежные ученые Бахтадзе Н.Н., Багриновский К.А., Волкович В.Л., Гвишиани Д.М., Глушков В.М., Дилигенский Н.В., Иванилова Ю.П., Ильясова Б.Г., Ириков В.А., Калянова Г.Н., Кутин А.А., Кононенко А.Ф., Морозов В.М., Нижегородцев Р.М., Петров А.А., Саати Т.Л., Фатхутдинов Р.А., Hart E.R., и др.

Вопросами организации и управления производственными процессами занимались такие ученые как Баркалов С.А., Бурков В.Н., Гришанов Г.М., Засканов В.Г., Новиков Д.А. и др. Однако, в существующих подходах не учитывается баланс интересов между участками - «узкими» местами и всеми участками производственного процесса с целью обеспечения максимальной эффективности «узких» мест, а также между участками производственного процесса и системой организации и управления производством в целом, с целью получения максимальной эффективности производственной системы в целом.

Несмотря на большое количество публикаций, посвященных технологии машиностроения и теории организации и управления производством, на

сегодняшний день не сформулированы единая технология и инструментарий повышения производительности и качества производственных процессов машиностроительного предприятия на основе совершенствования технологических и организационных подходов к процессам проектирования продукции, обеспечения материалами и комплектующими, производству продукции в многономенклатурных производствах.

Выявленные проблемы обусловили актуальность выбранного исследования и определили постановку целей и задач диссертационного исследования.

Цель работы – повысить производительность и качество производственных процессов машиностроительного предприятия многономенклатурного производства за счет разработки технологии повышения производительности и качества.

Задачи работы:

1. Провести анализ факторов и системных ограничений, влияющих на повышение производительности и качества «производственной цепи» при многономенклатурном «позаказном» типе производства.
2. Разработать структурную модель технологии комплексного повышения производительности и качества «производственной цепи»
3. Разработать методику построения дерева системных ограничений производственной цепи.
4. Разработать методику разработки целей в области производительности и качества для подразделений инженерной службы и службы производства
5. Разработать методику повышения качества и производительности в инженерной службе
6. Разработать методику повышения качества и производительности в производстве.
7. Провести практическую апробацию разработанной технологии и рассчитать экономическую эффективность от ее применения.

Объект исследования: производственные процессы потока прохождения заказа многономенклатурного машиностроительного предприятия, «позаказного» типа производства, выпускающего сложную техническую продукцию.

Предмет исследования: методологические подходы, инструментарий, технологии и методики повышения производительности и качества производственных процессов.

Методы исследования: фундаментальные принципы и методы технологии машиностроения, теории организации и управления производством, аппарат математического моделирования, теория систем и системный анализ, методология всеобщего управления качеством, теория ограничения систем, процессный подход, концепция бережливого производства, а также реальные экспериментальные исследования, проводимые с целью проверки адекватности теоретических положений.

Научная новизна исследования заключается в разработке технологии и инструментария повышения производительности и качества производственных процессов (производственной цепи). Основные научные результаты, определяющие новизну проведенного исследования, состоят в следующем:

1. Разработана структурная модель технологии повышения производительности и качества производственных процессов, обеспечивающую сбалансированное и комплексное улучшение элементов производственной системы, направленных на улучшение целевых показателей производственной системы. В основе технологии повышения производительности и качества производственных процессов лежат организационные и технологические методики обеспечивающие системное улучшение целевых показателей производственной системы

2. Разработаны математические модели оценки сбалансированности взаимодействия элементов производственной системы, а также механизм координационного управления.

3. Сформулированы новые подходы к организации и управлению производственными процессами, заключающиеся в структурировании производственного процесса и выделении участков «узких» мест и организации взаимодействия производственных участков, так, чтобы обеспечивалась максимальная эффективность участков «узких» мест.

Практическая значимость исследования заключается в разработке научно-практических рекомендаций, которые могут быть использованы при организации и управлении производственной системой машиностроительного предприятия. В частности, практическое значение имеют: методика построения дерева системных ограничений производственной цепи; методика разработки целей в области производительности и качества для подразделений инженерной службы и службы производства; методика повышения качества и производительности в инженерной службе; методика повышения качества и производительности в производстве.

Результатом применения разработанного инструментария является улучшение производственных показателей машиностроительных предприятий: сокращение времени производственного цикла, в среднем на 25%; увеличение производительности производственных процессов, в среднем на 30%; увеличение процента заказов, выполненных в срок, в среднем на 50%; снижение объема запасов незавершенного производства, в среднем на 30%; снижение затрат на доработку и устранение несоответствий по качеству на 20%.

Положения, выносимые на защиту:

- структурная модель технологии комплексного повышения производительности и качества «производственной цепи»;
- математические модели оценки сбалансированности взаимодействия элементов производственной системы, а также механизм координационного управления;

- методика построения дерева системных ограничений производственной цепи;

- методика разработки целей в области производительности и качества для подразделений инженерной службы и службы производства;

- методика повышения качества и производительности в инженерной службе

- методика повышения качества и производительности в производстве.

Публикации по теме диссертации. Основные результаты представлены в 30 научных трудах, из которых 3 монографии, 17 публикации в журналах, рекомендованных ВАК, и 2 учебных пособия.

Структура и объем диссертации. Магистерская диссертация состоит из введения, четырех глав, основных результатов и выводов, списка использованных источников.

Глава 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПОВЫШЕНИЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

1.1 Современные тенденции в повышение производительности и качества производственных процессов на машиностроительном производстве

Наиболее распространёнными типами организации производства в машиностроении являются:

- «Массовое производство», которое характеризуется изготовлением в большом количестве и большими партиями небольшой номенклатуры продукции.

- «Серийное производство», характеризующееся изготовлением продукции крупными и средними сериями, которые могут поставляться сразу нескольким потребителям.

- «Мелкосерийное» и «единичное» (позаказное) производство, изготавливающее большую номенклатуру продукции, с индивидуальными характеристиками, небольшими партиями конкретным потребителям.

На сегодняшний день в машиностроении наметилась тенденция перехода от производства массового продукта к персональному подходу к каждому потребителю и производству «позаказному». Это обусловлено тем, что потребитель определяет индивидуальные требования к характеристикам продукции, объемам поставляемых партий, номенклатуре и срокам поставки (рисунок 1.1). В связи с этим обстоятельством машиностроительные предприятия вынуждены увеличивать номенклатуру выпускаемой продукции и обеспечивать индивидуальные параметры заказа.

Увеличение номенклатуры и характеристик производимой продукции, а также параметров заказа (объемы, параметры, сроки) определяют совершенствование подходов к формированию эффективной производственной программы.

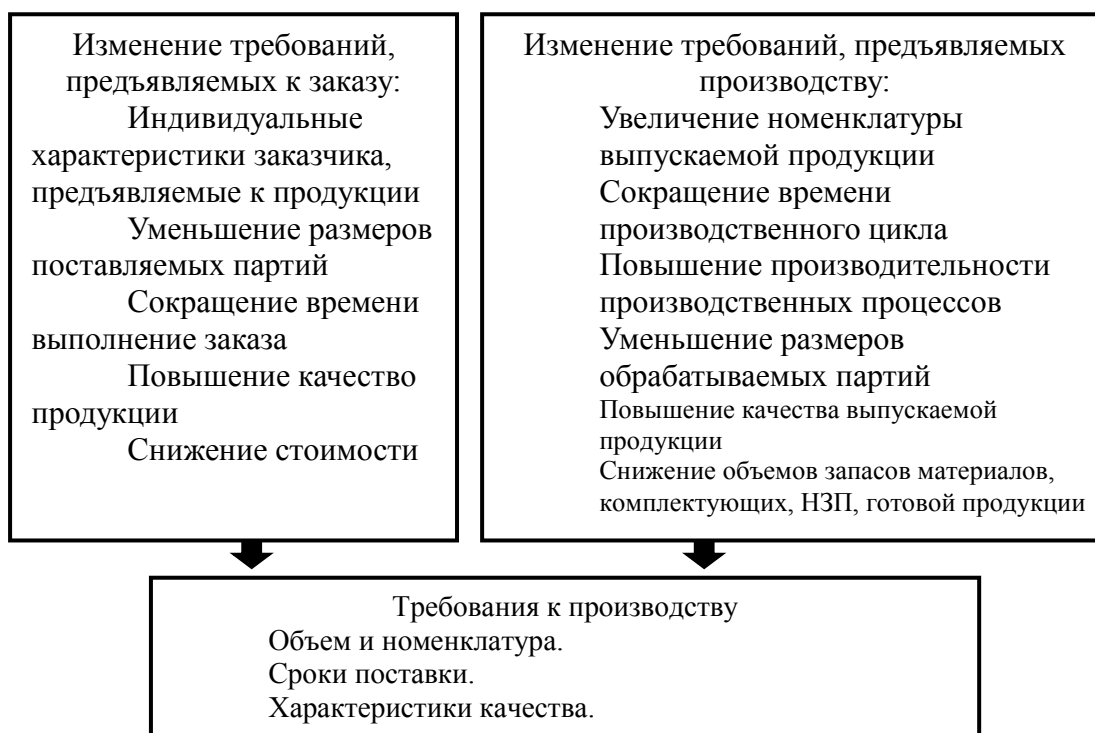


Рисунок 1.1 – Современные тенденции перехода машиностроительных производств от массового к позаказному производству

Обобщенные требования потребителей к заказам приведены в таблице

1.1.

Таблица 1.1 - Требования потребителей машиностроительной продукции

№ п/п	Требования к производственной программе	Показатели, характеризующие выполнение требований
1.	Требования к объемам поставляемой продукции, поставляемой номенклатуре и размеру партий	Объемы поставок ($V_{\text{пос}}$)
		Размеры партии (p)
		Номенклатура поставляемой продукции (H)
2.	Требования к стоимости продукции	Цена продукции ($C_{\text{пр}}$)
		Стоимость хранения, владения, обслуживания и эксплуатации продукции ($C_{\text{вл}}$)
3.	Требования к инновационности и качеству продукции	Уровень дефектности (потери от использования некачественной продукции) (q)
		Инновационность продукции (конструкционная, технологическая, распределительная) (In)
4.	Требования ко времени выполнения заказа	Время на размещение заказа (T_p)
		Время выполнения заказа ($T_{\text{заказа}}$)
		Время на внесение изменений в заказ ($T_{\text{изм}}$)

Эффективная производственная программа – планируемый объем выпускаемой продукции, отвечающий требованиям рынка и конкретных потребителей по количеству, номенклатуре, качеству, стоимости и срокам поставок. Характеристики и целевые показатели реализации производственной программы приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Характеристики производственной программы

Условия эффективности производственной программы	Целевые показатели выполнения производственной программы	Улучшения
1. Увеличение объемов производства продукции	1.1 Объем изготовленной и реализованной продукции за период (Пр), руб.; н/часы; шт.	Рост ↑
	1.2 Пропускная способность производственного потока (Р)	Рост ↑
	1.3 Инвестиции в развитие производственных мощностей (И_р), руб.	Рост ↑
2. Снижение издержек при производстве и поставке продукции	2.1 Себестоимость изготовления заказов (С_{сесб}), руб.	Сокращение ↓
3. Снижение затрат на утилизацию брака и доработку и устранение несоответствий продукции (дополнительная трудоемкость)	3.1 Затраты на доработку и устранение несоответствий в производстве (З_{нес}), руб.; н/часах	Сокращение ↓
	3.2 Затраты на утилизацию брака (З_{брак}), руб.	Сокращение ↓
4. Снижение издержек при хранении запасов ТМЦ (сырье и материалы, НЗП, готовая продукция)	4.1 Суммарная стоимость запасов ТМЦ (включая запасы материалов и комплектующих + НЗП + запасы готовой продукции, хранящейся на складах) + затраты на формирование и содержание запасов (З_{запас}), руб.	Сокращение ↓
5. Сокращения времени выполнения заказа	5.1 Длительность выполнения заказа D_z (дни) $D_z = D_{кр} + D_{тр} + D_{об} + D_{изг} + D_{п}$, где $D_{кр}$ – длительность конструкторских работ; $D_{тр}$ – длительность технологической проработки заказа; $D_{об}$ – длительность обеспечения заказов материалами и комплектующими; $D_{изг}$ – длительность изготовления заказа; $D_{п}$ – длительность поставки потребителю.	Сокращение ↓

Проведенный анализ факторов, влияющих на выполнение эффективной производственной программы, позволил выявить ряд системных проблем,

ключевой причиной которых является отсутствие сбалансированности при взаимодействии процессов ПС (таблица 1.3).

Таблица 1.3 – Факторы, влияющие на выполнение производственной программы

<p>Направления обеспечения производственной программы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - увеличение объемов производства и реализации продукции; - снижение издержек при производстве и поставки; - снижение издержек при хранении запасов ТМЦ (сырье и материалы, НЗП, готовая продукция); - снижение затрат на утилизацию брака и устранение несоответствий продукции (дополнительная трудоемкость); - сокращение времени выполнения заказа. 	
<p>Факторы, влияющие на выполнение производственной программы</p>	
<p>Маркетинг (формирование портфеля заказов)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - перенос сроков выполнения заказов (сокращение сроков) - отсутствие возможности формирования портфеля заказов в соответствии с имеющимися производственными мощностями
<p>Конструкторская проработка заказов</p>	<ul style="list-style-type: none"> - изменение требований заказчика в процессе выполнения заказа (поток изменений технической документации), влияющих на увеличение времени изготовления оснастки
<p>Технологическая подготовка</p>	<ul style="list-style-type: none"> - фактический процесс изготовления заказа не соответствует маршрутной технологии, как следствие - дополнительная трудоемкость, влияющая на загрузку оборудования - не определены технологические переходы между операциями по параметрам качества (геометрические размеры, шероховатость, микротвердость, прочность поверхностного слоя), позволяющим сократить трудоемкость выполнения операций на лимитирующем оборудовании (отсутствуют детальные рабочие инструкции)
<p>Обеспечение заказов материалами и комплектующими</p>	<ul style="list-style-type: none"> - большая номенклатура выпускаемой продукции предполагает большое количество применяемых материалов, заложенных в техническую документацию заказчиком, что приводит к увеличению запасов (в т.ч. неликвидных запасов) и неэффективной закупочной политике (стоимость материалов, закупаемых малыми партиями); - не всегда есть возможность обеспечить заказ материалами по причине длительности цикла заказа и поставки материалов (характерно для крупных организаций, проводящих централизованную закупочную политику).
<p>Производство</p>	<ul style="list-style-type: none"> - при разработке месячного плана изготовления и плана запуска, отсутствует возможность учета фактической загрузки оборудования; - планирование изготовления заказа проводится без учета ее обеспеченности (инструмент второго порядка, материалы и комплектующие); - не отражается фактическое выполнение операций (не проводится отбивка выполненных операций; в технологии не всегда отмечается закрытие операций); - отсутствует информация (система показателей), необходимая

	<p>для достоверной оценки эффективности производственного процесса;</p> <ul style="list-style-type: none"> - отсутствует достоверный учет и анализ дополнительной трудоемкости, возникшей по причинам несоответствий в технологии, отсутствие соответствующего инструмента, несоответствия по качеству изготовления; - отсутствуют достоверные данные, позволяющие выявить «узкие места», технологическое оборудование, сдерживающее производственный поток.
--	--

Для выполнения эффективной производственной программы, в которой каждый заказ имеет по сути уникальные характеристики требуется изменение подходов к технологии изготовления и организации производства. Для этого возникает необходимость в изменении производственной системы (ПС).

Производственная система - совокупность взаимосвязанных и согласованных элементов, направленных на организацию и управление процессами производства продукции с целью выполнения эффективной производственной программы [65]. Элементы ПС – процессы, необходимые для выполнения заказа на выпуск продукции, включающие в себя производственный персонал, необходимое технологическое оборудование, оснастку и инструмент, применяемые на производственных участках, а также объекты инфраструктуры и производственной среды, информационную систему и другие средства труда, необходимые для их эффективного функционирования.

В данной работе рассматриваются многономенклатурные предприятия машиностроения, авиационной промышленности и оборонно-промышленного комплекса, выпускающие сложную техническую продукцию. Выбор целевой группы предприятий обусловлен тем, что данные отрасли являются высокотехнологичными и высоко конкурентными, в которых предъявляются высокие к технологии производство продукции и организации производства. Большая номенклатура выпускаемой сложной продукции предполагает жесткие требования к технологии производства, а также к организации и управлению производственными процессами. Проведенный анализ подходов к совершенствованию производственных

систем многономенклатурных машиностроительных предприятий, изготавливающих продукцию под заказ позволил определить направления совершенствования ПС: обеспечение гибкости производства → обеспечение продуктивности производства → обеспечение эффективности производства → обеспечение устойчивости производства (рисунок 1.2) [13,17,71, 80, 81, 91, 92,].

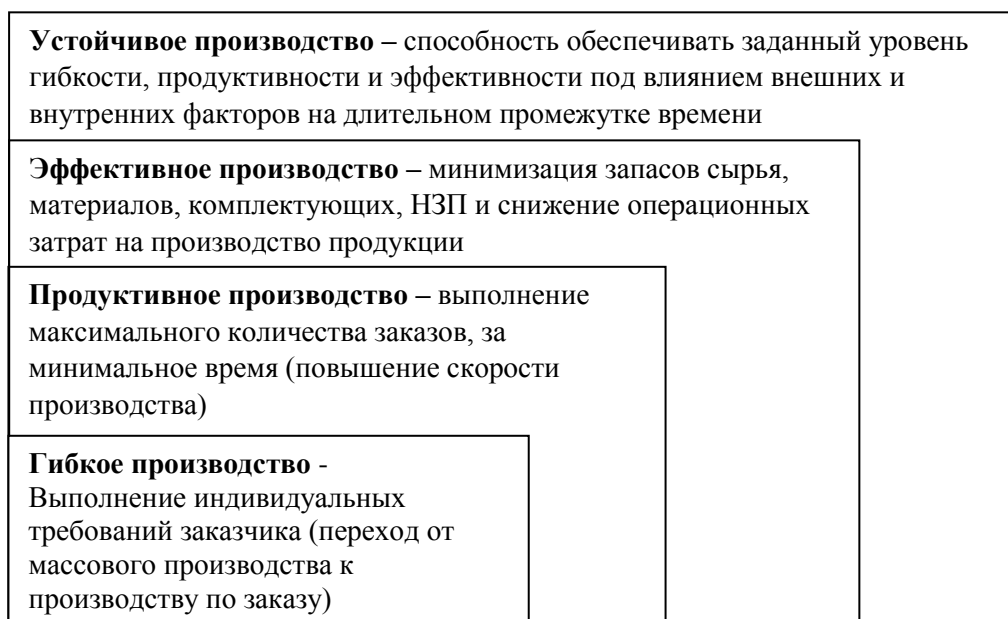


Рисунок 1.2 – Современные тенденции обеспечения конкурентоспособности машиностроительного предприятия

Таким образом, ожесточающиеся требования к срокам, объемам и характеристикам предъявляемые заказчиками к сложной технической продукции машиностроительных производств предполагают изменение подхода к технологии производства и организации и управлению производственными процессами.

Для осуществления данного перехода требуется в первую очередь совершенствовать систему целевых показателей производственной системы.

На сегодняшний день многие машиностроительные предприятия используют систему оценочных показателей, на направленных на повышение производительности и качества производственных процессов ПС и не способных оценить текущую ситуацию. Так например, показатели объём

производства продукции в рублях; производительность труда рабочих на участке; коэффициент загрузки производственного оборудования; фондоотдача и др. не способны дать информацию о фактической эффективности ПС, т.к. при их расчете учитывается «валовая» (совокупная) производственная мощность производственного процесса (оборудования/ линии/ участка/ цеха).

Для повышения производительности и качества производственных процессов необходимо применять только ключевые показатели, взаимосвязанные с экономическими показателями организации. Определение взаимосвязанных и согласованных «разно уровневых» показателей: экономических показателей ПС; целевых показателей ПС позволит обеспечить повышение конкурентоспособности организации в целом и достижение целевых показателей производственной системы. Система взаимосвязанных показателей ПС приведена в таблице 1.4.

Таблица 1.4. - Система взаимосвязанных показателей ПС

№	Уровень показателя	Наименование и характеристика
1	Показатели экономической эффективности организации	- Рентабельность производства; - Ликвидность активов; - Оборачиваемость оборотных производственных средств.
2	Целевые экономические показатели организации	- Маржинальный доход (Т) (характеризует способность организации генерировать денежные средства за счет обеспечения «прохода» - привлечения и обработка максимального количества заказов; - Операционные затраты (ОЕ) (характеризует суммарные затраты, связанные с производством продукции); - Инвестиции в запасы (I) (характеризует суммарные затраты, вложенные в материалы и комплектующие, полуфабрикаты и НЗП).
3.	Целевые показатели производственной системы	- Длительность выполнения заказа, включает влияние циклов прохождения заказа через производственный поток; - Пропускную способность потока прохождения заказа (характеризует максимально возможный объем заказов,

	способных пропустить через производственные процессы - Трудоемкость выполнения процессов (проектирования, тех.проработки, технологических операций и переходов и др.) - Дополнительная трудоемкость на доработку и устранение несоответствий продукции - Запасы незавершенного производства НЗП
--	---

Из таблицы видно, что ключевыми экономическими показателями производственной организации являются показатели рентабельность производства, ликвидность активов и оборачиваемость оборотных средств. На экономические показатели напрямую влияют целевые показатели ПС: Маржинальный доход; операционные затраты; инвестиции в запасы. Для достижения целевых показателей ПС необходимо обеспечить показатели производительности и качества подразделений, участвующих в производственном процессе (таблица 1.5).

Таблица 1.5 – Показатели производительности и качества подразделений, участвующих в производственном процессе

Подразделение (Служба)	Показатели производительности и качества
Конструкторский и технологический отдел (Инженерная служба)	- пропускная способность службы; - длительность циклов, прохождение заказа через ИС; - затраты на устранение несоответствий по качеству продукции, возникшие по причине ИС; - операционные затраты на функционирование ИС; - скрытые потери в «узких местах» в ИС.
Планово-диспетчерский отдел (Служба планирования производства)	- сбалансированная производственная программа; - загрузка производственных мощностей.
Служба обеспечения материалами и комплектующими	- стоимость запасов сырья, материалов и комплектующих, НЗП; - затраты на формирование и хранение запасов сырья, материалов и комплектующих; - оборачиваемость заказов.

Цеха (Производственная служба)	<ul style="list-style-type: none"> - пропускная способность в цехах и производственных участках; - длительность производственных циклов, дополнительные затраты на устранение; - несоответствия по качеству в производстве; - сверхурочные и дополнительные работы; - «скрытые потери в узких местах» производственных участков.
Служба ремонта и обслуживания оборудования	<ul style="list-style-type: none"> - общая эффективность использования оборудования; - цикл выполнения ППР и обслуживания.

Таким образом, выбирая для целей улучшения ПС системы взаимосвязанных показателей, характеризующих производительность и качество производственных процессов ПС можно обеспечить непрерывный процесс улучшений. Целевые показатели ПС позволяют управлять потоком прохождения заказа, выявлять и устранять скрытые потери; повышать пропускную способность узких мест производственных процессов.

1.2. Поток прохождения заказа, скрытые потери, «узкие» места и системные ограничения, влияющие на производительность и качество

Успех и достижение целевых показателей ПС определяется выбранной стратегией производства. В машиностроении выделяют несколько основных видов стратегии производства и поставки продукции [45], представленных на рисунке 1.3.

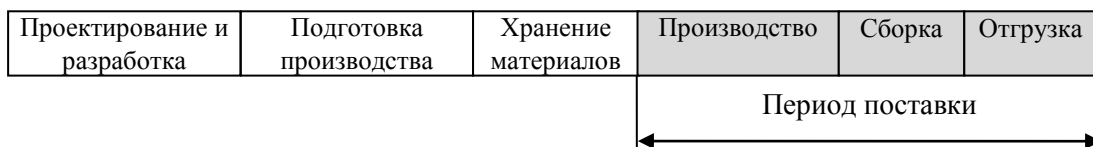
Производство на склад



Сборка под заказ



Производство под заказ



Разработка под заказ

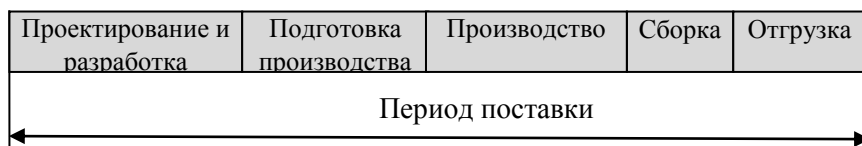


Рисунок 1.3 – Стратегия производства и поставки продукции

Выбор конкурентной стратегии производства обусловлен одним критерием: возможностью потребителя ожидать период поставки. Наиболее эффективной стратегией является разработка под заказ и производство под заказ. В данных стратегиях предприятия несет минимальные затраты перед тем как заключить договор с потребителями на поставку продукции. Однако, период поставки в данных стратегиях больше, чем период поставки аналогичной продукции с стратегией «производство на склад» т.к. в данной стратегии длительность определяется только временем отгрузки готовой продукции со склада.

Для успешной реализации стратегии организацию работ по изготовлению заказа можно представить в виде потока прохождения заказа (рисунок 1.4).

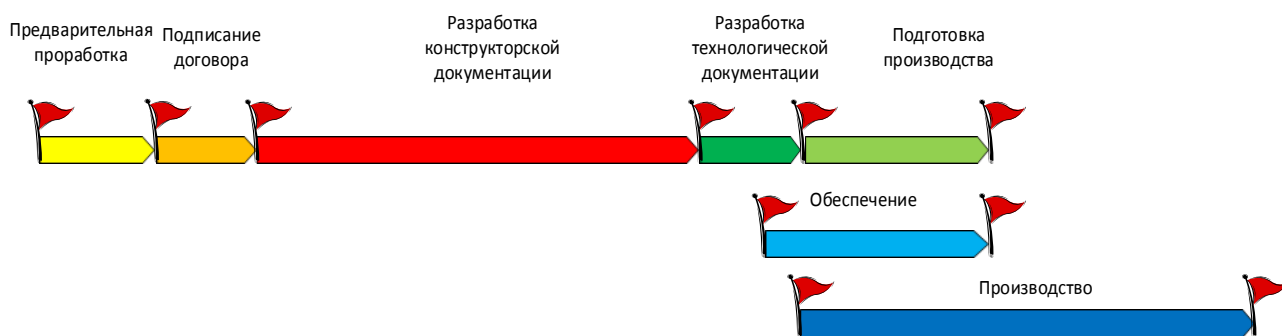


Рисунок 1.4 – Поток прохождения заказа в производственной системе

Поток заказа – совокупность последовательных производственных процессов, в которых заказ, проходит этапы жизненного цикла: анализ требований потребителя → проектирование и разработка → подготовка производства → производство продукции → поставка потребителю → приёмка-сдаточные испытания. Последовательность процессов «преобразование заказов» представляет собой «производственную цепь», в которой задействованы основные службы предприятия:

- Инженерная (конструкторский отдел; технологический отдел).
- Служба обеспечения материалами и комплектующими (отдел материально-технического обеспечения).
- Производственная служба (планово-диспетчерский отдел; цеха).

В работе будет использоваться термин производственные процессы, которые и представляют собой «производственную цепь» соединяющие основные службы.

Производственные процессы - основные процессы, которые добавляют ценность продукции.

Необходимо отметить, то помимо основных производственных процессов в организации необходимо организовать и обеспечивавшие процессы – которые обеспечивают ресурсами подразделения «основных» процессов. К вспомогательным процессам ПС относятся: обеспечение персоналом; обеспечения работоспособным оборудованием и инфраструктурой; обеспечение безопасной и экологичной производственной средой; обеспечение энергоресурсами; обеспечение финансовыми и информационными ресурсами.

Ключевым показателем производственных процессов является длительность прохождения заказа через инженерную и производственную службу. Длительность прохождения заказа влияют на пропускную способность, операционные затраты, запасы материалов, комплектующих и НЗП.

Анализ проведенной на ряде предприятий позаказного типа показал, что наиболее длительными циклами являются:

- Цикл разработки конструкторской и технологической документации.
- Цикл изготовления продукции в производстве.

На основании проведенного анализа, определено, что данная работа направлена на повышения производительности и качества процессов в инженерной службе (ИС) и в производстве.

На рисунках 1.5 и 1.6 приведены факторы, влияющие на длительность циклов разработки конструкторской и технологической документации и изготовления продукции в производстве.

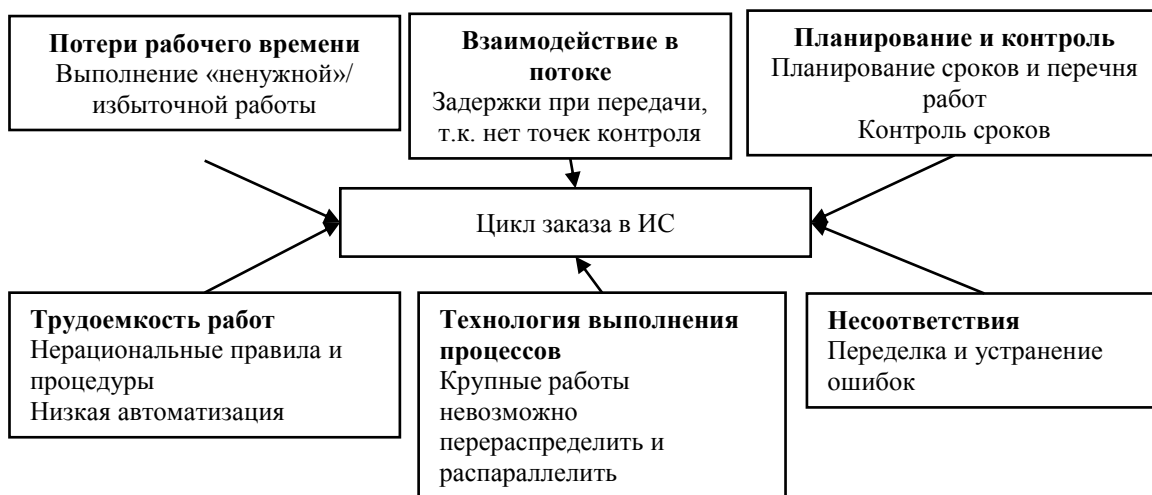


Рисунок 1.5 – Факторы, влияющие на длительность циклов в инженерной службе

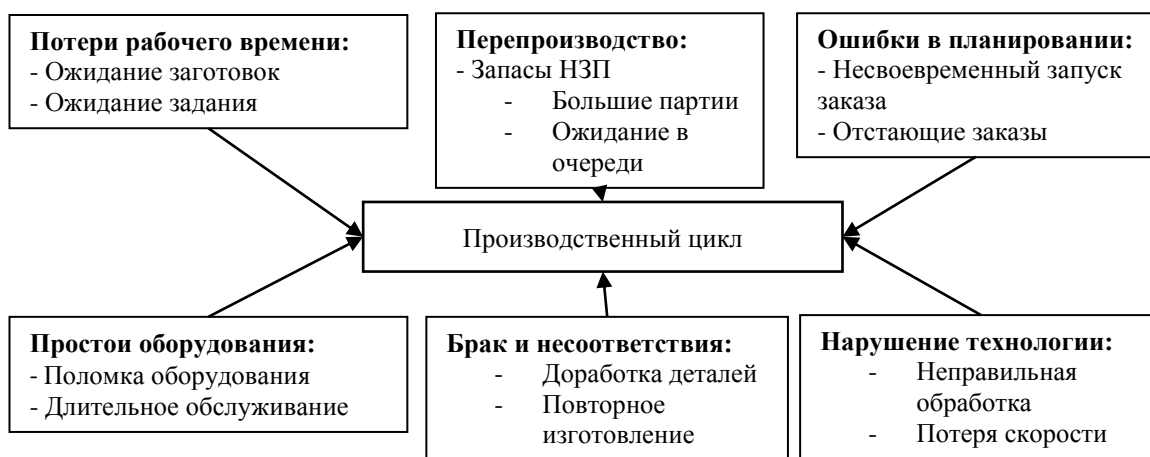


Рисунок 1.6 – Факторы, влияющие на длительность циклов в производстве

Из рисунков видно, что длительность циклов в ИС и производстве увеличивают скрытые (непроизводительные) потери. **Скрытые потери** – это негативное явление, которое расходует ресурсы (временные и финансовые) организации, снижает эффективность производственной системы и удлиняет производственный цикл и цикл выполнения заказа.

В соответствии с концепцией Бережливое производство (Lean Production) все процессы (операции) в выполняемые в производственной системе по отношению к добавлению ценности для потребителя можно разделить на три группы:

1 группа – действия по созданию продукции, добавляющие ценность для потребителя (например, технологические операции и технологические переходы, преобразующие поверхность заготовки и др.)

2 группа – действия, не добавляющие ценность для потребителя, но необходимые для выполнения технологических операций (например, операции по переналадке оборудования, контрольные операции и др.)

3 группа – действия, не добавляющие ценность для потребителя, которые называются скрытые потери, от которых можно избавиться (например, перепроизводство, избыточные запасы, брак, лишние перемещения, лишняя обработка и т.д.)

На рисунке 1.7 приведены основные виды скрытых (непроизводительных) потерь, возникающих производственных процессов.

1. Перепроизводство	7. Лишняя транспортировка или перемещение
2. Ожидание	8. Нереализованный человеческий потенциал
3. Дефекты и несоответствия продукции	9. Применяемые технологии
4. Запасы сырья, материалов, полуфабрикатов продукции	10. Использование производственных помещений
5. Излишняя или неправильная обработка	11. Методы управления
6. Лишние движения	

Рисунок 1.7 – Виды скрытых непроизводительных потерь в ПС

На появление скрытых потерь влияют системные ограничения – «коренные» факторы, оказывающие значимое влияние на производительность и качество производственных процессов.

Системное ограничение – фактор внешней или внутренней среды, который из всех влияющих факторов в большей степени негативно влияет на целевую эффективность ПС в целом и показатели производительности и качества производственных процессов в частности.

Термин системное ограничение и принципы устранения/ минимизации системных ограничений впервые предложил в своей теории Э.Голдратт. Методология Э. Голдратта называется «теория ограничений систем» [60, 64].

Для понимания природы системных ограничений необходимо рассматривать организацию как производственную систему (ПС), со своими свойствами, характерными всем системам. С точки зрения теории систем, если рассматривать машиностроительное производство как производственную систему, то у любой системы есть следующие атрибуты:

- 1) Целевое назначение, измеряемое целевыми показателями ПС.
- 2) Системные свойства (устойчивость, адаптивность, целостность, эмерджентность, и др.).
- 3) Элементы ПС - процессы, необходимые для выполнения целевого назначения, включающие в себя средства труда и предметы труда.
- 3) Целевые системные функции ПС, которые определяются производственными процессами и показателями производительности и качества.

Одним из самых важных свойств ПС является то, что сумма локальных эффективностей элементов ПС (производственных процессов) не равна общей эффективности всей ПС (машиностроительного предприятия). Данную ситуацию можно представить в виде формулы 1.1

$$\text{Эф}_c \neq \sum \text{Эф}_{эл} \quad (1.1)$$

Это явление возникает из-за особенностей управления всеми ПС. При управлении ПС «по частям» - отдельными производственными процессами - возникает вероятность появления двух негативных последствий, влияющих на устойчивость функционирования:

- обеспечение локальных улучшений, приводимых к появлению локальной эффективности, что негативно может повлиять на общую эффективность системы;
- появлению системных ограничений вследствие недостаточно скоординированного управления бизнес-процессами.

С точки зрения ТОС Э.Голдратта выделяют небольшое количество системных ограничений, способных в значительной степени оказывать влияние на всю систему.

Нами предложена классификация укрупненных системных ограничений, влияющих на длительность производственного цикла, пропускную способность, затраты и качество выпускаемой продукции (таблица 1.6).

Таблица 1.6 – Классификация укрупненных системных ограничений

	Внутренние	Внешние
Физические	<ul style="list-style-type: none"> - Производственные мощности, влияющие на продуктивность системы (организации). - Качество и конкурентоспособность выпускаемой продукции. - Скорость выпуска продукции. - Скорость проектирования продукции. - Объемы запасов материалов, комплектующих, НЗП и готовой продукции на складах организации. - Конструкторские и технологические инновации. 	<ul style="list-style-type: none"> - Спрос на выпускаемую продукцию. - Конкурентоспособность продукции конкурентов. - Надежность цепи поставок. - Мощность цепи поставок. - Стоимость цепи поставок.
Управленческие	<ul style="list-style-type: none"> - Эффективность процесса продвижения продукции. - Компетентность персонала организации. - Финансовые ресурсы. - Методы и процедуры управления бизнес-процессами организации. 	<ul style="list-style-type: none"> - Требования и ожидания потребителей. - Законодательные требования. - Требования других заинтересованных сторон (акционеры, владельцы, партнеры и др.).

Самым распространённым системным ограничением является производственные мощности и производственные процессы.

Детальный анализ укрупненного системного ограничения позволил выделить его детализировать и конкретизировать (таблица 1.7)

Таблица 1.7 - Системные ограничения, возникающие в производственных процессах

Системное ограничение производственного процесса	Действие, направленное на устранения системного ограничения	Контролируемый параметр r
Производительность участка	<ul style="list-style-type: none"> - Снизить трудоемкость выполнения операции (изменение тех. процесса) - Добавить мощности на участке (увеличение оборудования, рабочего персонала, времени работы) - Изменить режимы обработки на технологических операциях. - Сократить потери рабочего времени на участке. 	<ul style="list-style-type: none"> - Трудоемкость тех. операции. - Количество единиц оборудования - Количество рабочих - Коэффициент загрузки оборудования - Доступное время работы участка. - Производительность участка.

Качество выполнения технологических операций на участке	<ul style="list-style-type: none"> - Ввести дополнительную контрольную операцию. - Внедрить методы «встроенного качества» и «защиты от ошибок» (PokeYoke). - Автоматизировать контрольные операции. - Добавить дополнительную доработку для устранения несоответствий по качеству. 	<ul style="list-style-type: none"> - Трудоемкость на контрольные операции. - Надежность контрольных операций. - Дополнительная трудоемкость на операции для обеспечения качества. - Размер премии.
Недостаток или избыток запасов НЗП	<ul style="list-style-type: none"> - Увеличить/ снизить заделы на участках. - Внедрить систему вытягивания - Уменьшить размеры межоперационных партий. 	<ul style="list-style-type: none"> - Объем запасов НЗП. - Размер межоперационной партии.
Высокая трудоемкость технологических операций участка	<ul style="list-style-type: none"> - Изменить технологические процессы. - Изменить режимы обработки. 	<ul style="list-style-type: none"> - Режимы обработки. - Трудоемкость на технологических операциях.
Длительное время переналадки оборудования	<ul style="list-style-type: none"> - Внедрить методы быстрой переналадки. - Изменить размеры межоперационной партии. 	<ul style="list-style-type: none"> - Трудоемкость на переналадку. - Размер межоперационной партии.
Потери рабочего времени	-Изменение системы оплаты труда и премирования.	- Размер премии рабочих.
Низкая управленческая компетентность персонала в производственном процессе	<ul style="list-style-type: none"> - Обучить персонал. - Перераспределить ответственность и полномочия персонала. - Разработать стандарты и регламенты. 	<ul style="list-style-type: none"> - Целостность управления. - Адаптивность управления.
Надежность и мощность цепи поставок	<ul style="list-style-type: none"> - Снизить уровень запасов в узлах цепи поставок. - Повысить качество и дисциплину поставок. 	<ul style="list-style-type: none"> - Мощность узлов цепи поставок. - Уровень удовлетворенности спроса. - Надежность узлов цепи по критериям качества и сроков.

Анализируя системные ограничения, возникающие в производственных процессах необходимо отметить, что негативные факторы, влияющие на производительность и качество, появляются на во всем потоке, а на отдельных производственных участках, называются «узкие» места.

«Узкое» место – физический ресурс (сотрудник/ рабочее место), имеющий наибольшую загруженность и сдерживающий поток заказов по производительности.

«Узкие» места возникают на протяжении всего потока прохождения заказа в организации.

«Узкие» места в инженерной службе – это сотрудники, как правило являющиеся самими компетентными, выполняющие узко специализированные функции. Загрузка таких сотрудников является максимальной, и как часто это бывает в организациях превышает допустимую. Т.е. сотрудник становится перегружен по причине того, что данную работу не может выполнить не кто другой. Из-за этого поток задач «начинает» скапливаться перед данным сотрудником и он становится «бутылочным горлышком».

«Узкие» места в производстве – это рабочие места или группы рабочих мест (ГРМ), загрузка которых также превышает допустимую из-за трудоемкости и сложности выполняемых работ. Данные «узкие» места начинают сдерживать поток прохождения заказа по скорости. Перед данным узким место начинают скапливаться заказы, приводящие к увеличению НЗП.

Из-за отличий в индивидуальных характеристиках производственных участках, таких как готовность участка (**a**), производительность участка (**p**), качество технологических операций на участке (**q**) и возникают «узкие» места - производственные участки, имеющие наименьшие значения параметров производительности и качества и определяющие производительность ПС в целом. Однако, эффективность производственных процессов в целом не является простой суммой составляющих эффективностей ее элементов. Если же все элементы нацелить на получение максимальной собственной эффективности, то в системе возникнут потери, связанные с избыточностью мощностей и используемых ресурсов, что приведет к увеличению экономических издержек и снизит эффективность ПС в целом. Возникает ситуация, когда некоторым элементам ПС необходимо

ограничивать (оптимизировать) свою эффективность для обеспечения максимума эффективности всей ПС. Для обеспечения максимальной эффективности ПС в целом, необходимо максимально использовать интересы «узких» мест «производственной цепи» и сбалансировать их взаимодействие относительно остальных элементов ПС. Производственные участки по своим характеристикам можно разделить на три группы: «узкие» места – участки, определяющие пропускную способность производственного процесса и являющиеся системными ограничениями процесса по производительности и/или качеству; «поставщики «узких» мест» - участки, имеющие большую производительность и располагающиеся перед «узкими» местами по технологическим цепочкам; «потребители «узких» мест» - участки, имеющие большую производительность и располагающиеся после «узких» мест.

Укрепление «сильных звеньев» – не ведет к укреплению системы. Прочность всей системы повышается за счёт укрепления «слабого звена» (рисунок 1.8)



Рисунок 1.8 – Цикл устранения узких мест

Важной задачей для создания технологии производства продукции, автоматизации технологических процессов и организации производства является методика выявления «узких» мест, сдерживающих производственный поток по производительности и качеству. Если технологические процессы имеют тип I, то выявление узких мест и

балансировка относительно других рабочих мест (ГРМ) не вызывает трудностей (рисунок 1.9).

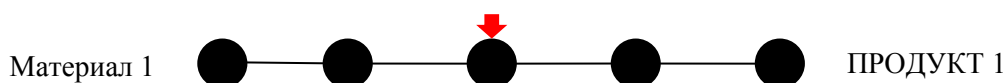


Рисунок 1.9 – Поток типа I

Поток типа I – представляет собой совокупность последовательных технологических операций по преобразованию материала в готовый продукт. Данный тип наиболее распространен в массовом производстве автомобилестроения и машиностроения при производстве комплектующих изделий (деталей) [45]. Поток типа I, как правило, применяется в машиностроении и автопроме при производстве деталей из одного материала (металл, пластик и т.д.). Однако, наиболее распространённым типом в многономенклатурном производстве является поток типа A (рисунок 1.10).

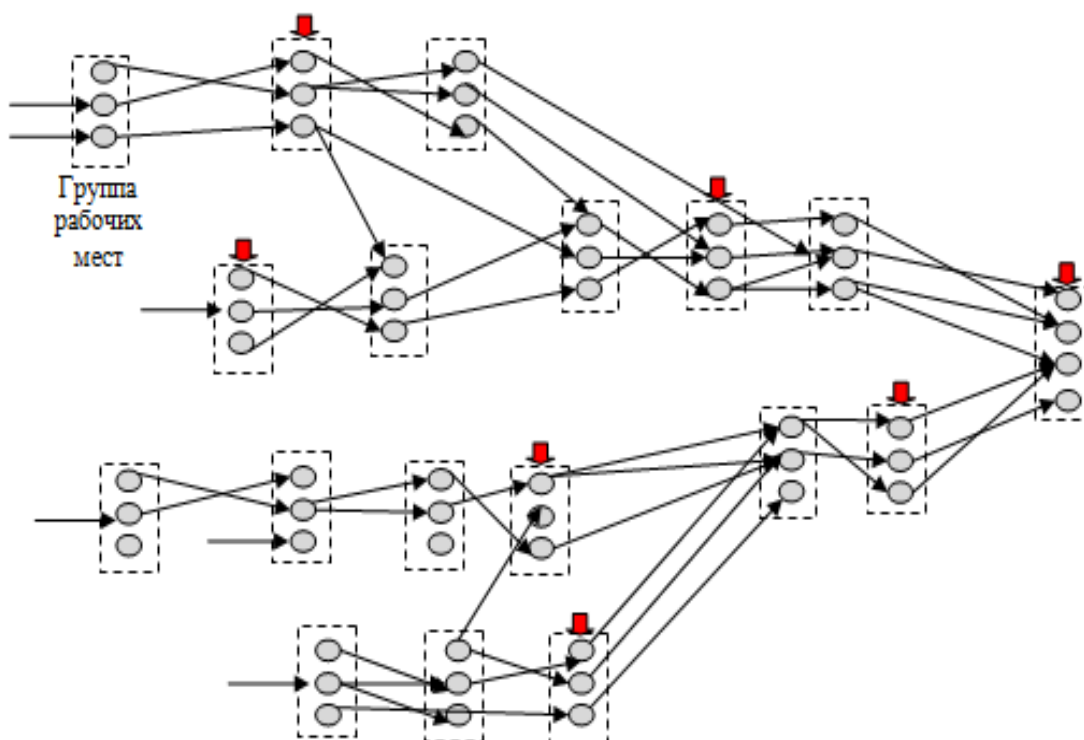


Рисунок 1.10 – Управление узкими местами в потоке типа A

В данном потоке может одновременно присутствовать несколько узких мест.

Организация и управление потоком через узкие места является уже сложной задачей. Решение данной задачи нами было найдено и описано ранее в диссертационной работе «Методология и инструментарий организации и управления сбалансированным взаимодействием элементов производственной системы машиностроительного производства» [15].

Выявить узкие места в производственных процессах можно тремя способами:

1. Визуальный способ. Наблюдение за работой производственных участков и отделов. Как правило данный способ применим только для производственных участков. Визуально, по скоплению заделов и НЗП можно определить какой участок сдерживает поток прохождения заказов в поточном производстве. Данный способ не применим в ИС, т.к. сложно оценить реальную загрузку ИТР. Визуальный способ имеет ряд ограничений, является наименее точным и подходит только в ряде случаев для производственных участков, которых можно оценить визуально.

2 Аналитический способ. При применении данного способа используется графические инструменты: диаграмма потока, карта управления производством, циклограмма выполнение работ (процессов). Данный способ позволяет выявить узкие места на основе построение и заполнение фактических собранных данных о ходе производственного процесса. Данный способ является относительно простым и не требует большого объема точной информации, которой не всегда владеет компания.

3. Расчетный способ. Данный способ основывается на расчетах загрузки имеющихся мощностей. Для этого берется информация о фактической трудоёмкости, имеющихся ресурсах (станках, сотрудниках, выполняемых работы) и фонде доступного времени. Данный способ основан на применение точной информации. Часто в организации отсутствует данная информация, по причине отсутствие ее автоматизированного расчет и высокой трудоёмкости сбора, поэтому расчетный способ не всегда применим для выявления узких мест.

Идеальным исходом событий для выявления в организации узких мест является последовательное применение всех трех способов выявления. Для этого 1-м или 2-м способом обозначаются возможные «узкие» места, а 3-м способом они подтверждаются, на основе создаваемой информационной системы по сбору данных.

Таким образом, для повышения производительности и качества производственных процессов необходимо организовать управление процессами как потоком прохождения заказа через инженерную службу, службу по обеспечению материалами и комплектующими, а также производственную службу. В производственных процессах возникают «узкие места» сдерживающие поток по производительности и качеству. Узкие места, возникают из-за организационных и технологических системных ограничений, возникающих из-за применяемых технологий производства и методов организации и управления производственными процессами.

1.3 Направления для улучшения целевых показателей производительности и качества производственной системы

Как уже отмечалось в параграфе 1.2 основным объектом внимания в данной работе является процессы инженерной и производственной службы. В традиционных организационных структурах управления машиностроительными предприятиями инженерная служба, участвующая в потоке прохождения заказа представлена конструкторским и технологическим отделами, а производственная служба представлена планово-диспетчерским отделом (ПДО) и производственными цехами. Основные направления для улучшения показателей производительности и качества приведены в таблице 1.8.

Таблица 1.8 – направления повышения производительности и качества в инженерной и производственной службах

Инженерная служба	Производственная служба
--------------------------	--------------------------------

Повысить пропускную способность отделов. Пропускная способность - характеризует способность обеспечивать установленные сроки прохождения заказа через конструкторский и технологический отдел при увеличивающемся количестве принятых заказов	Повысить пропускную способность цехов и участков. Пропускная способность цехов и участков – характеризует способность обеспечивать выполнения установленных сроков прохождения заказов в производстве
Сократить длительность циклов разработки КД и ТД. Длительность циклов разработки КД и ТД - характеризует способность сокращать сроки прохождения заказа	Сократить длительность производственного цикла. Длительность производственного цикла – характеризует способность производства сократить сроки прохождения заказа
Снизить объем сверхурочных работ в ИС. Сверхурочные работы характеризуют дополнительную трудоемкость, вызванную недостатком ресурсов организации	Снизить объем сверхурочных работ в производстве. Сверхурочные работы характеризуют дополнительную трудоемкость, вызванную недостатком ресурсов организации
Снизить дополнительные затраты на доработку и устранение несоответствий по качеству в производстве (вина КД и ТД). Дополнительные затраты на доработку и устранение несоответствий по качеству в производстве - характеризует затраты на обеспечения качества выпускаемой продукции	Снизить дополнительные затраты на доработку и устранение несоответствий по качеству в производстве (вина цехов). Дополнительные затраты на доработку и устранение несоответствий по качеству в производстве - характеризует затраты на обеспечения качества выпускаемой продукции

Изменение процессов разработки конструкторской документации в конструкторском отделе (КО) инженерной службы должны затрагивать следующие мероприятия:

1. Организационные мероприятия повышения производительности и качества.

1.1 Организовать регулярный мониторинг скрытых потерь в узких местах. Для выявления и устранения скрытых потерь рабочего времени.

1.2 Разработать процедуру оперативного планирования в КО. Для сокращения простоев «узких» мест и балансировку загрузки ресурсов (конструкторов и разработчиков). Включает разработку сменного задания для ключевых исполнителей в котором планируем объем и срок выполнения и введение «временных резервов».

1.3 Разработать процедуру контроля сроков выполнения работ. Для контроля передачи работ от исполнителя к исполнителю и сокращение потерь времени при передаче.

1.4 Детализация работ по разработке РКД. Для перераспределения между исполнителями по принципу «сложная работа – простая работа» и принципа параллельного выполнения задач.

1.5 Внедрить межфункциональные группы (производство – технологи – конструктора) для повышения пропускной способности, сокращению циклов и снижению несоответствий по качеству.

2. Технологические мероприятия.

2.1 Создание альбома **стандартных решений** и примера лучших практик в области проектирования. Для применения унифицированных и стандартизированных решений.

2.2 Внедрение процедуры верификации РКД (FMEA анализ). Для сокращения количества потенциальных несоответствий

Целевые показатели производительности и качества КО приведены в таблице 1.9.

Таблица 1.9 – Целевые показатели конструкторского отдела

Производительность	Качество
Ц: Выполнить план по разработке КД. П: Количество выданных заказов за период (Пр), н/часах. <i>рост</i> ↑	Ц: Повысить качество выпускаемой продукции и снизить затраты на несоответствия по качеству по конкретному виду продукции П: Суммарная дополнительная трудоемкость (затраты) на доработку и устранение несоответствий по причине КО в производстве н/часах (в руб.) <i>снижение</i> ↓ П: Суммарные затраты на устранение и утилизацию
Ц: Обеспечить разработку и выдачу КД в установленный срок П: Процент заказов в месячном плане сдачи, проработанных в первоначально установленный срок, % к общему количеству заказов в плане <i>рост</i> ↑	
П: простои производства по причине несвоевременной выдачи РКД.	
Ц: Выполнить график работы назначенного «узкого» места в отделе П: Процент работ в графике выполненных в установленный срок, %. <i>рост</i> ↑	

<p>П: Процент суммарных «скрытых» потерь, % <i>снижение ↓</i></p>	<p>брака по причине КО, руб. <i>снижение ↓</i></p> <p>П: Постои производства по причине несоответствий в КД в часах <i>снижение ↓</i></p> <p>П: Суммарные простои производства в рублях. <i>снижение ↓</i></p>
<p>Ц: Выполнить план по разработке КД без дополнительных и сверхурочных работ. П: Суммарная дополнительная трудоемкость на доп. работы (сверхурочные и доп. работы) из-за несовершенства технологии н/часах (в руб.). <i>снижение ↓</i></p>	
<p>Ц: Увеличить пропускную способность КО. П: Количество обработанных и выданных заказов, <i>в шт.</i> <i>рост ↑</i></p>	
<p>Ц: Увеличить пропускную способность «узкого» места назначенного в отделе П: Суммарное кол-во заказов, обработанных и выданных в СТСП/ производство <i>рост ↑</i></p>	
<p>Ц: Сократить средний цикл проектирования продукции П: Средняя длительность проектирование заказа (дни). <i>снижение ↓</i></p>	
<p>Ц: Унифицировать узлы и комплектующие продукции Соотношение унифицированных узлов к общему количеству узлов в продукции <i>рост</i></p>	
<p>Ц: Способствовать сокращению среднего цикла изготовления заказа по конкретному виду продукции (увеличить пропускную способность производства) П: Средняя длительность изготовление заказа $D_{изг}$ (дни) по конкретному виду продукции. <i>снижение ↓</i></p>	
<p>Ц: Повысить пропускную способность назначенного «узкого» места на участке цеха за счет технологичности П: Выработка на назначенном «узком» месте по нормам трудоемкости, определенным в технологии <i>рост ↑</i></p>	
<p>Ц: Сократить простои производства по причине срывов сроков выдачи КД. П: Суммарные простои производства в часах. <i>снижение ↓</i></p> <p>П: Суммарные простои производства в рублях. <i>снижение ↓</i></p>	

Изменение процессов технологической проработки заказа в технологическом отделе (ТО) инженерной службы должны затрагивать следующие мероприятия:

1. Организационные мероприятия.

1.1 Разработать стандартные операционные процедуры (СОП) и стандартов по переналадки оборудования (СП) в узких местах цехов.

1.2 Детализация работ по разработке ТД и нормированию, для перераспределения работ

1.3 Внедрить межфункциональные группы (производство – технологи – конструктора) для повышение пропускной способности, сокращению циклов и снижению несоответствий по качеству.

2. Технологические мероприятия

2.1 Разработать процедуру «анализ загрузки мощностей». Для обоснованного определения узких мест в производстве.

2.2 Разработать процедуру «балансировки» технологических процессов. Для расшивки узких мест в производстве.

2.3 Актуализировать систему учета несоответствий и технологических точек контроля. Для предупредительного реагирования и исключения повтора несоответствий, учёта прямых затрат на дефект, затрат на устранение несоответствия

Целевые показатели производительности и качества ТО приведены в таблице 1.10.

Таблица 1.10 – Целевые показатели технологического отдела

Производительность	Качество
Ц: Выполнить план по выдаче ТД П: Процент заказов в плане, выданных в цеха в установленный срок, % <i>рост</i> ↑	Повысить качество выпускаемой продукции и снизить затраты на несоответствия по качеству по конкретному типу и классу трансформаторов П: Суммарная дополнительная трудоемкость (затраты) на
Ц: Обеспечить разработку и выдачу ТД в установленный срок П: Процент заказов в месячном плане сдачи, проработанных в первоначально установленный срок, % к общему количеству заказов в плане	

<p><i>рост</i>↑ П: простои производства по причине несвоевременной выдачи ТД.</p>	<p>доработку и устранение несоответствий по причине ТО в производстве н/часах (в руб.) <i>снижение</i> ↓ П: Суммарные затраты на устранение и утилизацию брака по причине ТО, руб. <i>снижение</i> ↓ П: Постои производства по причине несоответствий в ТД в часах <i>снижение</i> ↓ П: Суммарные простои производства в рублях. <i>снижение</i> ↓</p>
<p>Ц: Выполнить план по подготовке производства П: Процент заказов в плане, выданных в цеха в установленный срок, %. <i>рост</i>↑</p>	
<p>Ц: Обеспечить подготовку производства в установленный срок П: Процент заказов в месячном плане сдачи, проработанных в первоначально установленный срок, % к общему количеству заказов в плане <i>рост</i>↑ П: простои производства по причине несвоевременной выдачи ТД.</p>	
<p>Ц: Выполнить график работы назначенного «узкого» места в отделе П: Процент работ в графике выполненных в установленный срок, %. <i>рост</i>↑ П: Процент суммарных «скрытых» потерь, % <i>снижение</i> ↓</p>	
<p>Ц: Увеличить пропускную способность ТО. П: Количество обработанных и выданных заказов, <i>в шт.</i> <i>рост</i>↑</p>	
<p>Ц: Увеличить пропускную способность «узкого» места назначенного в отделе П: Суммарное кол-во заказов, обработанных и выданных в СТСП/ производство <i>рост</i>↑</p>	
<p>Ц: Сократить средний цикл разработки ТД П: Средняя длительность разработки ТД (дни) по конкретному виду продукции. <i>снижение</i> ↓</p>	
<p>Ц: Сократить средний цикл подготовки производства П: Средняя длительность подготовки производства (дни) по конкретному виду продукции. <i>снижение</i> ↓</p>	
<p>Ц: Способствовать сокращению среднего цикла изготовления заказа по конкретному типу трансформатора (увеличить пропускную способность производства) П: Средняя длительность изготовление заказа $D_{изг}$ (дни) по конкретному виду продукции. <i>снижение</i> ↓</p>	

<p>Ц: Сократить простои производства по причине срывов сроков выдачи ТД. П: Суммарные простои производства в часах. <i>снижение</i> ↓ П: Суммарные простои производства в рублях. <i>снижение</i> ↓</p>	
<p>Ц: Сократить простои производства по причине срывов сроков подготовки производства. П: Суммарные простои производства в часах. <i>снижение</i> ↓ П: Суммарные простои производства в рублях. <i>снижение</i> ↓</p>	
<p>Ц: Повысить пропускную способность назначенного «узкого» места на участке цеха за счет технологичности П: Выработка на назначенном «узком» месте по нормам трудоемкости, определенным в технологии <i>рост</i> ↑</p>	
<p>Ц: Сократить простои производства по причине срывов сроков выдачи КД. П: Суммарные простои производства в часах. <i>снижение</i> ↓ П: Суммарные простои производства в рублях. <i>снижение</i> ↓</p>	

Изменение процессов производства продукции должны затрагивать следующие мероприятия:

1. Организационные мероприятия

1.1 Организовать мониторинг «скрытых» потерь в «узких местах»

1.2 Обеспечить выдачу сменно-суточных заданий в «узкие места» цехов

1.3 Обеспечить внедрение в «узких местах»

- стандартных операционных процедур,
- стандартов по переналадке оборудования,
- карт автономного обслуживания.

1.4 Внедрить в «узких местах» методику 5S (упорядочение рабочего места)

2. Технологические мероприятия.

2.1 Разработать процедуру внутрицехового планирования

2.2 Обеспечение системы 5S (места сортировки и хранения)

2.3 Визуализация работы «узких» мест и 5S

Целевые показатели производительности и качества ПДО и цехов приведены в таблице 1.11.

Таблица 1.11 – Целевые показатели ПДО и цехов

Производительность	Качество
Ц: Обеспечить выполнение производственной программы. П: Объем изготовленной и реализованной продукции за период (Пр), руб. <i>рост</i> ↑	Ц: Обеспечить качество обрабатываемых заказов. П: «Прямой» выход продукции (заказов или изделий в заказе) по качеству (FTT) в %
Ц: Обеспечить выполнение заказов в установленный срок П: Процент заказов, изготовленных в первоначально установленный срок, % от всей производственной программы <i>рост</i> ↑	производственного плана ($N_{изм}$) в (%) $FTT = \frac{Z_{год}}{N_{общ}} \cdot 100\%$, где $Z_{общ}$ – количество заказов, соответствующее требованиям, шт.;
Ц: Обеспечить эффективность использования рабочих (производственного персонала) П: Ежемесячная выработка на одного рабочего в н/час на 1 ед. рабочего $V_{р\text{ср}} = \frac{Tr_{сумм}}{N_{общ}} \cdot 100\%$, где $Tr_{сумм}$ – Суммарная трудоемкость заказов определенных по технологии в н/часах; $N_{общ}$ – Количество производственного персонала <i>рост</i> ↑	$N_{общ}$ – кол-во запланированных заказов в номенклатурном плане. <i>рост</i> ↑ П: Дополнительная трудоемкость на доработку и устранение несоответствий н/часах. <i>снижение</i> ↓ П: Дополнительные затраты на устранение несоответствий в руб. <i>снижение</i> ↓
Суммарная стоимость запасов ТМЦ (включая запасы материалов и комплектующих + НЗП + запасы готовой продукции, хранящейся на складах) $Z_{запас}$, руб. <i>снижение</i> ↓	
Ц: Выполнить производственный план. П: Объем выполнения производственного в н/часах, установленных в технологии <i>рост</i> ↑	
Ц: Обеспечить неизменность производственного плана по причине несоответствий в организации и планировании П: Процент изменения производственного плана ($N_{изм}$) в (%)	

$N_{\text{изм}} = \frac{K_{\text{изм}}}{V_{\text{план}}} \cdot 100\%,$ <p>где $K_{\text{изм}}$ – количество заказов, в которых было проведено изменение (перенос сроков, аннулирование и т.д.); $V_{\text{план}}$ – кол-во запланированных заказов в номенклатурном плане.</p>	
<p>Ц: Снизить объема НЗП до оптимального уровня П: Суммарная трудоемкость заказов, запущенных в производство, в н/часах <i>снижение</i> ↓</p>	
<p>Ц: Выполнить заказы без дополнительных и сверхурочных работ. П: Суммарная дополнительная трудоемкость на доп. работы (сверхурочные и доп. работы) из-за несовершенства технологии н/часах (в руб.). <i>снижение</i> ↓</p>	
<p>Ц: Выполнить номенклатурный план работы назначенного «узкого» места на участке П: Процент заказов в номенклатурном плане изготовленных и переданных в установленный срок, %. <i>рост</i> ↑ <i>Прим: Номенклатурный план выдается на участок и содержит график работы «узкого» места</i></p>	
<p>Ц: Обеспечить работу назначенного «узкого» места без «скрытых» потерь на участке. П: Процент суммарных скрытых потерь, % <i>снижение</i> ↓</p>	
<p>Ц: Обеспечить оптимальное количество заказов перед «узким» местом П: Суммарная трудоемкость заказов, запущенных в производство и обеспечивающее бесперебойную работу участка <i>Соотв. расчетному нормативу =</i></p>	
<p>Ц: Обеспечить эффективность работы оборудования в «узком» месте П: Соотношение машинного времени к времени работы оборудования <i>рост</i> ↑</p>	
<p>Ц: Выполнить номенклатурный план работы участка П: Процент заказов в номенклатурном плане изготовленных и переданных в установленный срок, %.</p>	

<p><i>рост</i>↑ Прим: Номенклатурный план выдается на участок и содержит график работы «узкого» места</p>	
<p>Ц: Обеспечить рациональность работы участка П: Количество выявленных несоответствий принципов FIFO и системы приоритетов при текущем контроле. <i>снижение</i> ↓</p>	

Для выявленных в производстве «узких» мест применяются следующие методы повышения пропускной способности (таблица 1.12).

Таблица 1.12 – Методы повышения пропускной способности «узких» мест в производстве

Методы для рабочих мест	Цель применения	Планируемый результат от внедрения
Бланк анализа «скрытых» (непроизводительных) потерь	Выявить и сократить скрытые потери на рабочем месте для повышения его пропускной способности и снижения/устранения несоответствий по	1. Перечень и величина скрытых потерь, возникающих на рабочем месте 2. Сокращение потерь рабочего времени (простои, ожидания задания, поиск и ожидания заготовок и др.)
Стандартная операционная процедура (СОП)	Снизить трудоемкость выполнения технологических операций и переходов за счет: - определения рациональной последовательности выполнения технологических переходов; - снижения трудоемкости выполнения технологических переходов (устранение и перераспределение технологических переходов); - применение спец. оснастки; - устранения «скрытых» потерь в технологических переходах. Контролировать соблюдения рационального выполнения технологических операций	1. Сокращение трудоемкости выполнения технологических операций и переходов 2. Сокращение длительности выполнения технологических операций и переходов $t_{\text{цикла}}$ 3. Сокращение длительности «не циклических» операций (подготовительно-заготовительных, организационных, обслуживающих, профилактических и т.д.) 4. Сокращение потерь рабочего времени (простои,

		ожидания задания, поиск и ожидания заготовок и др.)
Стандарт по переналадке оборудования (карта переналадки)	Снизить трудоемкость выполнения операций переналадки за счет: - определения рациональной последовательности выполнения переходов; - снижения трудоемкости выполнения переходов (устранение и перераспределение); - применение спец. оснастки; - устранения «скрытых» потерь в переходах. Контролировать соблюдения рационального выполнения технологических операций	1. Сокращение трудоемкости выполнения операций и переходов 2. Сокращение длительности выполнения операций и переходов $t_{пер}$ 3. Сокращение потерь рабочего времени (простои, ожидания задания, поиск и ожидания заготовок и др.)
Карта автономного обслуживания оборудования	Снизить простои оборудования по причине экстренного ремонта. Перераспределить профилактические и контрольно-диагностические функции между производственным и ремонтным персоналом	1. Сокращение длительности на выполнения профилактических и контрольно-диагностических функций 2. Сокращение длительности выполнения экстренного ремонта

Вышеперечисленные методы повышения производительности и качества производственных процессов адаптированы и апробированы в назначенных «узких» местах и могут быть применены на всех производственных участках. Результаты апробации методов приведены в главах 3 и 4.

Методы повышения производительности и качества в инженерной и производственной службе приведены в таблице 1.13.

Таблица 1.13 – Методы повышения производительности и качества в инженерной и производственной службе

Методы	Цель применения	Планируемый результат от внедрения
--------	-----------------	------------------------------------

Карта управления производством (по цехам и по производству в целом)	Описать последовательность прохождения заказа в цехах. Выявить «узкие» места в цехах. Оценить пропускную способность производственных участков и рабочих мест	Сокращение длительности производственных циклов за счет балансировки производственных участков и сокращения скрытых потерь
Циклограммы изготовления заказа (трансформатора, узлов, комплектующих, деталей) в цехах	Определить длительность изготовления заказа в цехах и производственных участках	
Диаграмма потока прохождения заказа в инженерной службе	Описать последовательность прохождения заказа в отделах. Выявить «узкие» места в отделах. Оценить пропускную способность отделов	Сокращение длительности циклов прохождения заказа в ИС за счет оптимизации выполнения процессов и сокращения скрытых потерь
Циклограммы прохождения заказа в ИС	Определить длительность прохождения заказа в ИС	
Дерево «системных» ограничений	Выявить негативные факторы, влияющие на пропускную способность, время прохождения заказа, качество продукции и их взаимодействие между собой	Выявленные негативные факторы и план мероприятий по их устранению

Таким образом, определены направления для повышения качества и производительности процессов ИС и производства. Для реализации данных направлений и достижения целевых показателей производительности и качества производственных процессов требуется разработка технологии повышения производительности и качества производственных процессов, распространяющаяся на инженерную и производственную службы.

Выводы по главе

1. Тенденции в многономенклатурном производстве определяются изменением требований потребителей к продукции машиностроительных производств. Главным трендом является переход к индивидуальному позаказному производству, особенностью которого является индивидуальные требования потребителя к заказам по номенклатуре, объемам, размерам партий, параметрам качества и характеристикам продукции, срокам и периодичности поставок.

2. Чтобы машиностроительное предприятия было успешно на рынке необходимо подстраиваться под изменение требований конкретных потребителей и рынка в целом.

3. Для обеспечения новых подходов к производству и поставкам продукции в многономенклатурных позаказных производствах необходимо менять подходы к технологии производства, организации и управлению производственными процессами и автоматизации технологии и управления производственными процессами

4. Ключевыми направлениями обеспечения требований потребителей является сокращение длительности циклов прохождения заказа. Для эффективного управления длительностью необходимо поток прохождения заказа рассматривать как производственную цепь представляющую последовательность основных производственных процессов, «проходящих» через инженерную службу, службу по обеспечению материалами и комплектующими, производственную службу.

5. Целевыми показателями улучшения производственных процессов являются показатели производительности и качества, улучшения которых приведет к улучшению целевых показателей производственной системы, а также к достижению экономических показателей организации.

ГЛАВА 2. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К УЛУЧШЕНИЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

2.1 Методика построения дерева системных ограничений, влияющих на целевые показатели производственной системы

Производственные процессы представляют собой совокупность взаимовлияющих факторов и ограничений. Среди всех влияющих факторов можно выделить негативные факторы, которые ограничивают достижение целевых показателей производительности и качества производственных процессов. Большинство негативные факторов взаимосвязаны между собой и представляют «цепочки» причинно-следственных связей. Данные причинно-следственные связи образуют «ветви деревьев» коренными факторами которых и являются системны ограничения. Нет необходимости пытаться устранять все негативные факторы, которые могут являться следствием влияния более глубинных причин. Поэтому, целесообразно влиять на коренные факторы, имеющиеся в процессах.

В основе методики построения дерева системных ограничений лежит алгоритм, позволяющий последовательно взаимоувязать целевые показатели производственной системы, коренные негативные факторы – системные ограничения и решения, направленные на устранения негативных факторов.

Алгоритм методики представляет собой последовательность этапов описанных ниже:

Этап 1. Выбираем целевой показатели эффективности (ЦПЭ) производственной системы.

Целевые показатели эффективности:

- Маржинальный доход;
- Операционные затраты;
- Инвестиции в запасы;
- Время выполнения заказа (от заявки до поставки).

Этап 2. Формулируем цель улучшения показателя.

Например, для ЦПЭ «Время выполнения заказа» целью улучшения может быть: сокращение времени выполнения заказа и/или выполнения заказа в установленный срок.

Этап 3. Определяем способ расчета ЦПЭ.

Например, для ЦПЭ «Время выполнения заказа»:

$$T_{\text{зак}} = T_{\text{кд}} + T_{\text{тд}} + T_{\text{пп}} + T_{\text{пц}} + T_{\text{д}}, \quad (2)$$

$T_{\text{зак}}$ - Время выполнения заказа; $T_{\text{кд}}$ – время на разработку конструкторской документации; $T_{\text{тд}}$ – время на разработку технологической документации; $T_{\text{пп}}$ – время на подготовку производства; $T_{\text{пц}}$ – время на прохождение заказа в производстве; $T_{\text{д}}$ – время на доставку потребителю.

Этап 4. Определяем методику расчета единичных показателей.

Например, для ЦПЭ «Время выполнения заказа»:

Показатель «Время разработки ТД» будем рассчитывать через показатель «Процент ТД разработанных в срок»

Этап 5. Определяем целевые функции и целевой результат службы (подразделения) которые обеспечивают выполнения ЦПЭ.

Например, для ЦПЭ «Время выполнения заказа»:

Целевой функцией ТО является – разработка ТД; целевым результатом – ТД (Тех. процессы; технологические инструкции; технологические нормы и т.д.)

Этап 6. Определяем требования для целевой функции службы (подразделения) – требования к процессу.

Например, для целевой функции ТО «Разработка ТД» требования:

- Минимальное время на разработку и согласование ТД;
- Разработка ТД в установленный срок;
- ТД без ошибок, не требующая доработки.

Этап 7. Определяем требования для целевого результата.

Например, для целевого результата «Технологическая документация» требования:

- Максимальная пропускная способность в «узких» местах;
- Сбалансированная загрузка производственных участков;
- Наличие буферных запасов, обеспечивающих бесперебойную загрузку узких мест.

Этап 8. Определяем количественные единичные показатели, измеряющие выполнения требований к целевой функции и целевому результату.

Например, для целевого результата «Технологическая документация» требования:

- Время производственного цикла на участках «узких» местах;
- Дополнительная трудоёмкость на устранение несоответствий.
- Потеря рабочего времени в «узких» местах.

Этап 9. Определяем негативные подфакторы, влияющие на количественные единичные показатели целевой функции и целевого результата.

Негативные подфакторы определяются на основании системного анализа по 6 производственным факторам: 1) персонал; 2) оборудование и оснастка; 3) материалы; 4) технологии и процедуры; 5) система управления и контроля; 6) производственная среда.

Например, для целевого результата «Технологическая документация» требования:

- Потери времени из-за невоспроизводимости технологии;
- Организационные потери времени;
- Неоптимальные режимы обработки;
- Отсутствие специализированной оснастки
- Применение несоответствующего инструмента и оснастки;
- др.

Этап 10. Определяем причинно-следственные связи негативных подфакторов.

Например, для целевого результата «Технологическая документация» требования:

Из-за того, что «технологи не знают возможности оборудования» возникает следствие «В ТД заложены не оптимальные режимы обработки».

Этап 11. Разрабатываем решения, направленные на устранение/минимизацию влияние негативных подфакторов.

Например, для целевого результата «Технологическая документация» требования: Для негативного под фактора «организационные потери рабочего времени» разработаны решения:

- мониторинг потерь рабочего времени;
- разработка детального план-графика на смену;
- разработка стандартной операционной процедуры;
- разработка карты автономного обслуживания оборудования и т.д.

Апробация разработанной методики проводилась на машиностроительном предприятии, производящим сложную продукцию энергетического машиностроения.

Для инженерной службы были построены деревья «Конструкторская подготовка производства» (рисунок 2.1) для конструкторского отдела и «Технологическая подготовка производства» (рисунок 2.2) для технологического отдела.

Для производственной службы построено дерево «Управление производством» (рисунок 2.3).

Таким образом построенные деревья системных ограничений позволяют выстроить связи негативно влияющих причинно-следственных факторов, выявить коренные факторы – системные ограничения и разработать решения по устранению или минимизации их влияния.

На основании построенных деревьев системных ограничений разрабатываются цели в области производительности и качества для служб и подразделений, участвующих в производственных процессах.

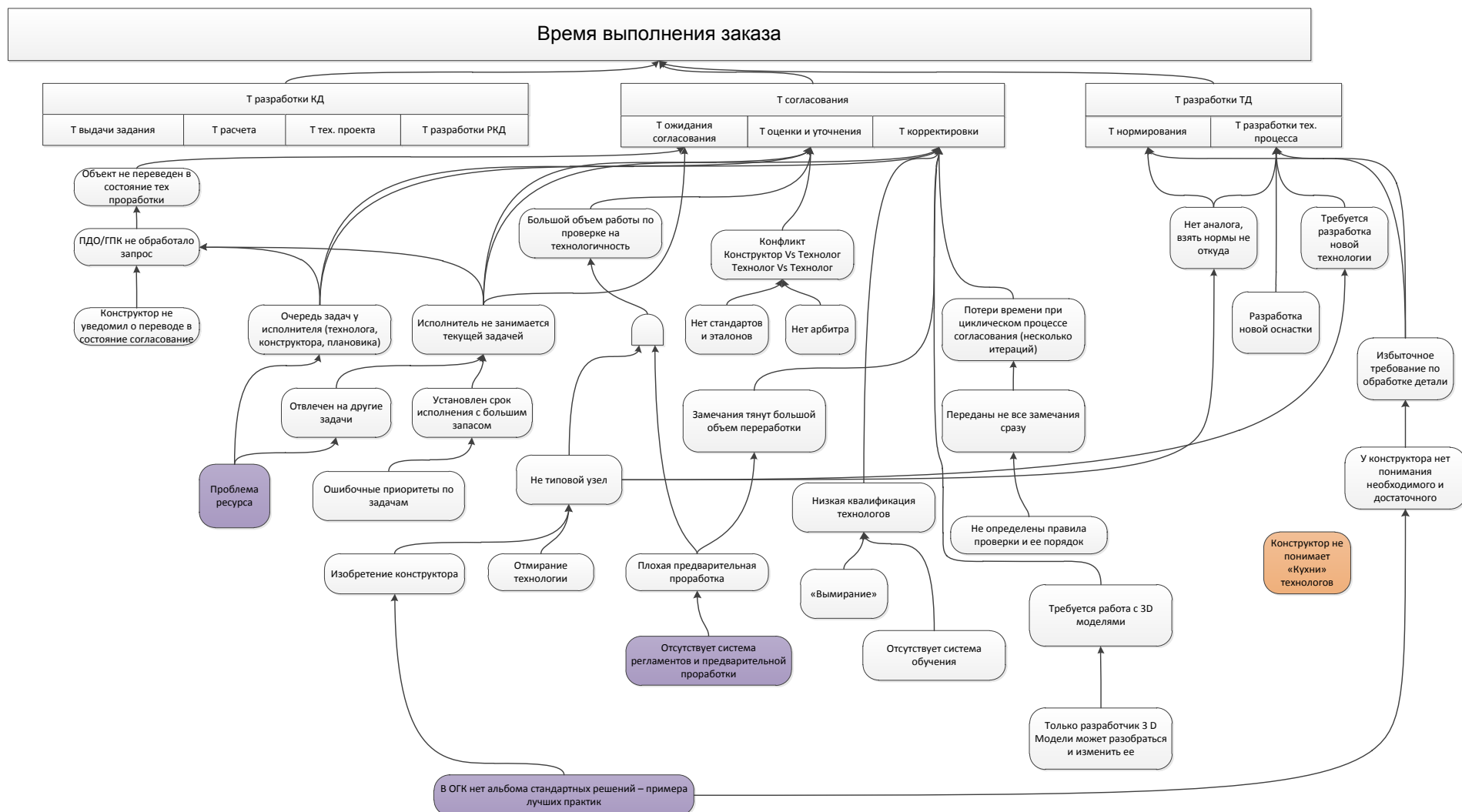


Рисунок 2.1 – Дерево «Конструкторская подготовка производства» (фрагмент)

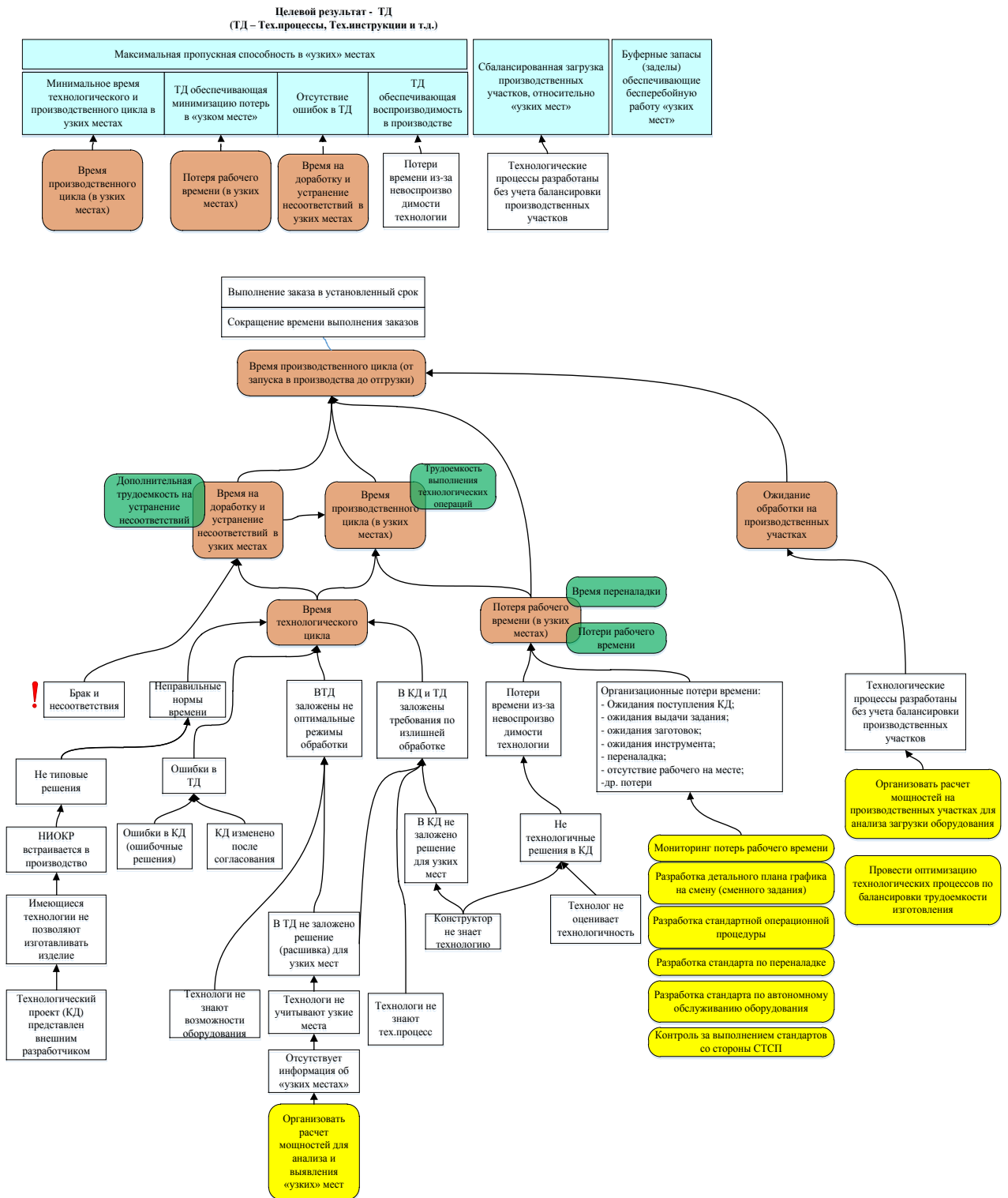
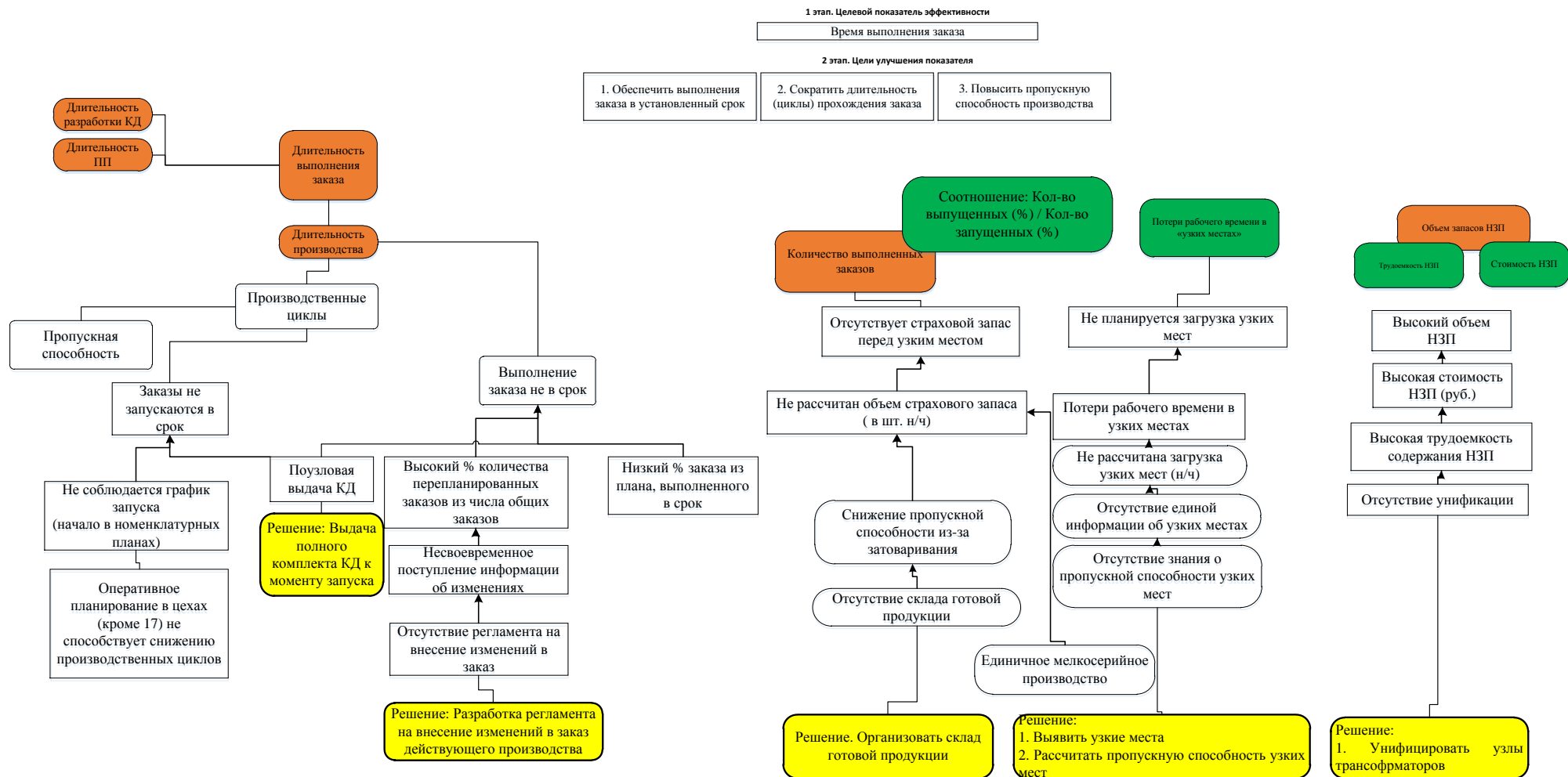


Рисунок 2.2 – Дерево «Технологическая подготовка производства» (фрагмент)



2.2. Методика разработки целей в области производительности и качества производственных процессов

Цели в области качества и производительности направлены на устранение системных ограничений, выявленных в ходе системного анализа и построения деревьев системных ограничений. Цели направлены на устранения коренных негативных факторов – системных ограничений, достижения которых приведет к достижению целевых показателей производительности и качества производственных процессов и как следствие, направлены на улучшения целевых показателей производственной системы.

Для постановки целей в области качества и производительности нами разработана методика «развертывания» целей, от целевых показателей ПС, приведенная в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Методика развертывания целей

Вход	Этап	Результат
1. Целевые показатели эффективности ПС: - Время выполнения заказа; - Операционные затраты и затраты качество. - Маржинальный доход и производительность 2. Целевые функции подразделения и целевые результаты	1. Показатели производительности и качества производственных процессов	1. Перечень показателей результативности (1-5)
1. Перечень показателей результативности	2. Определить методы расчета показателей производительности и качества производственных процессов	1. Перечень данных для сбора и расчета 2. Метод сбора данных 3. Формы для сбора данных
1. Перечень показателей результативности 2. Определить методы расчета показателей результативности	3. Выделить единичные показатели -составляющие показателя (при необходимости учета отдельной составляющей)	1. Перечень 2. Перечень данных для сбора и расчета 3. Метод сбора данных 4. Формы для сбора данных
1. Целевые показатели эффективности ПС: - Время выполнения заказа; - Операционные затраты и	4. Определить под факторы, негативно влияющие на целевую функцию и целевой результат,	1. Диаграмма Исикавы, содержащая все негативно влияющие под факторы

затраты качество. - Маржинальный доход и производительность 2. Целевые функции подразделения и целевые результаты	группированные по факторам (персонал, технологии, оборудования, материалы, система управления, производственная среда и др.)	
1. Диаграмма Исикавы, содержащая все негативно влияющие под факторы	5. Построить «Дерево системных ограничений»	1. Дерево системных ограничений
1. Причинно-следственное дерево	6. Проранжировать все коренные негативно влияющие под факторы (расчет ПЧР)	1. Перечень негативно влияющих под факторов и их ПЧР (ранг)
1. Перечень негативно влияющих под факторов и их ПЧР (ранг)	7. Подтвердить «измерить» влияние негативного под фактора	1. Перечень данных для сбора и расчета 2. Метод сбора данных 2. Форма для сбора данных
1. Перечень негативно влияющих под факторов и их ПЧР (ранг)	8. Определить цели по устранению негативно влияющих факторов – цели в области производительности и качества. Установить критерии SMART.	1. Цели в области производительности и качества. 2. Количественные показатели.
1. Цели в области производительности и качества. 2. Количественные показатели.	9. Разработать организационные мероприятия по достижению целей в области производительности и качества	План мероприятий по достижению целей в области качества

Результатом методики развертывания целей является:

- Определены целевые показатели эффективности (ЦПЭ) производственной системы.
- Определены целевая функция и целевой результат работы службы (подразделения) которые обеспечивают выполнение ЦПЭ.
- Определены количественные единичные показатели и негативные подфакторы, влияющие на них.
- Определены причинно-следственные связи между подфакторами.
- Подготовлена основа для разработки системы показателей работы подразделения.

– Разработаны решения по улучшению пропускной способности производства, сокращению циклов прохождения заказа и повышения эффективности производства.

Ключевым элементов методики развертывания целей является алгоритм разработки целей в области производительности и качества, представленного в виде последовательных этапов.

Условиями постановки целей в области качества и производительности являются:

- Цели должны быть направлены на достижение целей и целевых показателей производственной системы ПС
- Улучшение количественного значения целевого показателя цели в области качества и производительности должно приводить к улучшению целевого показателя ПС
- Направление для достижения показателей ПС должно определять цели в области качества и производительности службы (ОГК, СТСП)
- Цели в области качества и производительности ОГК/ СТСП должны быть развернуты (детализированы) до целей подразделений.

Последовательность из одиннадцати этапов представлена ниже:

Этап 1. Выбор целей и целевых показателей (ЦП) производственной системы (таблица 2.2).

Таблица 2.2 - Цели производственной системы.

Цели ПС: - Увеличить доход/ маржинальный доход; - Сократить операционные затраты. - Сократить запасы.	Целевые показатели эффективности: - Маржинальный доход; - Операционные затраты; - Инвестиции в запасы;
--	---

Этап 2. Формулировка направлений для достижения целей ПС – направления улучшения деятельности подразделений.

Этап 3. Формулировка целей в области качества и производительности и целевых показателей (таблица 2.3).

Таблица 2.3 - Формулировка целей в области качества и производительности.

Цель ОГК	Целевой показатель	Индекс Цели	Индекс ЦП
1. Сократить количество ТОПовых несоответствий КО (конкретных видов несоответствий из кодификатора) на новых моделях	1.1 Количество выявленных несоответствий за квартал, в шт.	Ц 1.	ЦП 1.1
	1.2 Суммарная дополнительная трудоемкость (затраты) на доработку и устранение несоответствий по причине КО в производстве н/часах (в руб.).		ЦП 1.2
	1.3 Постои производства по причине несоответствий в РКД, в часах.		ЦП 1.3

Этап 4. Определение методики расчета целевых показателей (таблица 2.4).

Таблица 2.4 – Методика расчета целевых показателей.

Индекс Цели	Индекс ЦП	Методика расчета ЦП	Данные для расчета/ источник данных / Регламент	Отв. за предоставление данных	Отв. за расчет ЦП
Ц 1.	ЦП 1.1	Суммарное количество собранных несоответствий (вида) по листам замечаний, картам простоев и актам о предупреждении брака за месяц	Лист замечания. Процедура "..."	Начальник ПДО	Начальники ТО
	ЦП 1.2	Суммарная дополнительная трудоемкость на доработку и устранение несоответствий, зафиксированная листами замечаний за месяц	Данные берутся в АИСу, транзакция "...." Процедура "..."	Данные берутся в АИСу, транзакция "___", в соответствии с процедурой "..."	Начальники ТО
	ЦП 1.3	Суммарное количество часов простоя, зафиксированная картами простоя, в соответствии с процедурой "..."	Данные берутся в АИСу, транзакция "...."	Данные берутся в АИСу, транзакция "___", в	Начальники ТО

			Процедура "..."	соответств ии с процедуро й "..."	
--	--	--	--------------------	--	--

Этап 5. Расчёт текущих значений целевого показателя (таблица 2.5).

Таблица 2.5 – Текущее значение ЦП

Индекс Цели	Индекс ЦП	Методика расчета ЦП	Текущее значение	План
Ц 1.	ЦП 1.1	Суммарное количество собранных несоответствий (вида) по листам замечаний, картам простоев и актам о предупреждении брака за месяц		
	ЦП 1.2	Суммарная дополнительная трудоемкость на доработку и устранение несоответствий, зафиксированная листами замечаний за месяц		
	ЦП 1.3	Суммарное количество часов простоя, зафиксированная картами простоя, в соответствии с процедурой "..."		

Этап 6. Назначение ответственного за достижение цели (таблица 2.6).

Таблица 2.6 – Назначение ответственного за цель

Индекс Цели	Индекс ЦП	Отв. за цель/ исполнители	Срок достижения
Ц 1.	ЦП 1.1	Главный конструктор	4 квартал
	ЦП 1.2		
	ЦП 1.3		

Этап 7. Ответственный за цель устанавливает плановое значение целевого показателя, с разбивкой по периодам (квартал, месяц) и крайний срок достижения цели (таблица 2.7).

Таблица 2.7– Установление плановых значений целевого показателя

Индекс Цели	Индекс ЦП	Срок достижения	1 кв. 17	2 кв.17	3 кв.17	4 кв.17
Ц 1.	ЦП 1.1	4 квартал				
	ЦП 1.2					

Этап 8. Из дерева негативных факторов – системных ограничений, определяем негативные подфакторы, влияющие на целевые показатели (количественные единичные показатели целевой функции и целевого результата). Анализируем ветви причинно-следственных связей; уточняем дополнительные факторы.

Этап 9. Из дерева негативных факторов – системных ограничений, формулируем мероприятия по достижению целей (решения по устранению негативных подфакторов).

Этап 10. Детализируем цели и целевые показатели на соответствующие подразделения службы:

- уточняем формулировки цели и целевого показателя;
- определяем ответственного за достижение цели
- устанавливаем плановое значение ЦП.

Этап 11. Разрабатываем детальный план мероприятий по достижению целей в области качества и производительности.

Таким образом, методика разработки целей в области производительности и качества позволяет определить и количественно измерить направления для улучшения производственных процессов.

2.3 Технология повышения производительности и качества производственных процессов

Технология повышения производительности и качества производственных процессов представляет собой последовательность этапов, содержащий цикл PDCA (планирование, реализация, контроль, улучшение), направленных на развёртывание целей в области производительности и качества в инженерную и производственную службы. Технология повышения производительности и качества производственных процессов приведена на рисунке 2.4.

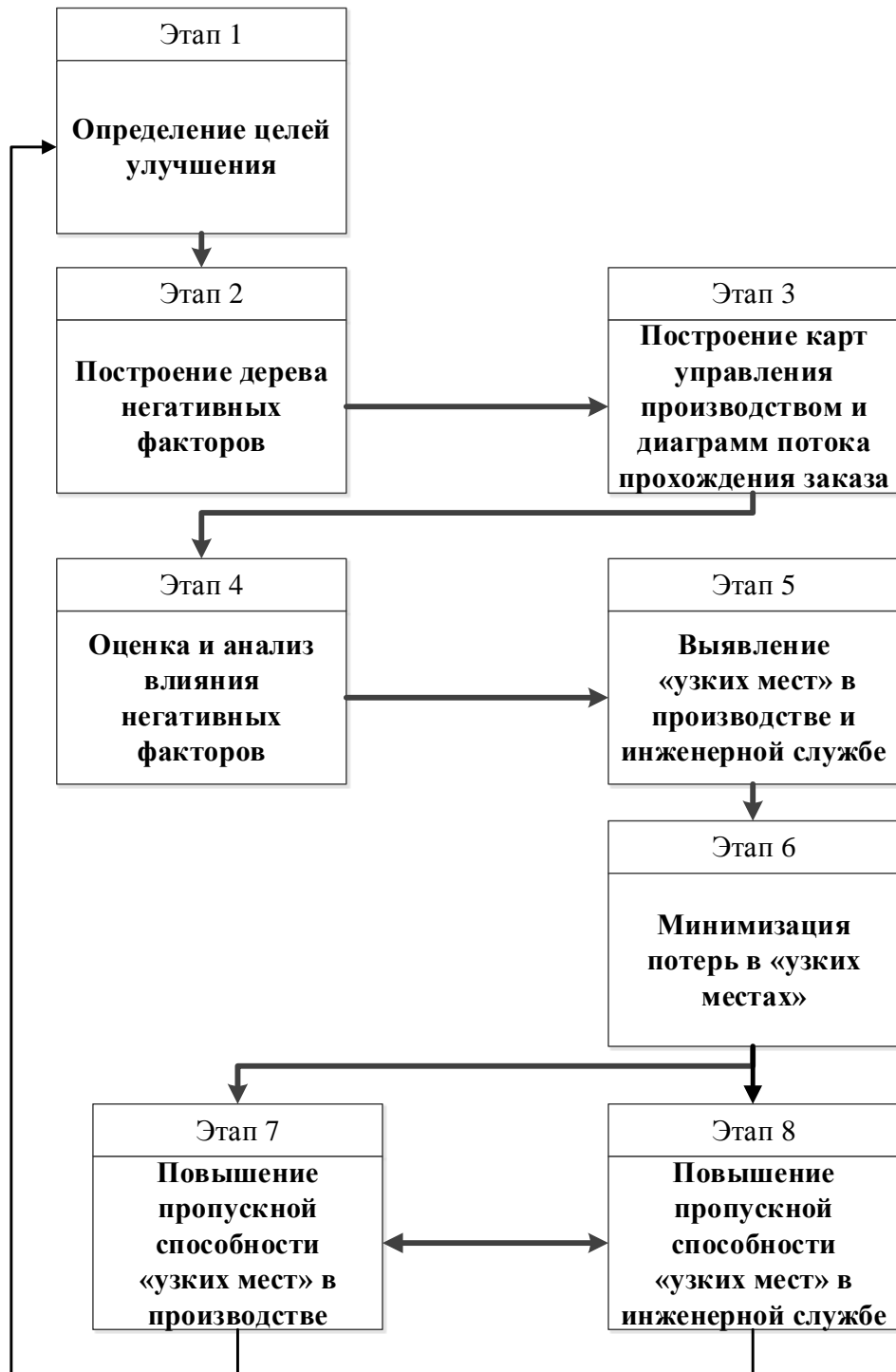


Рисунок 2.4 – Структурная схема технологии повышения производительности и качества производственных процессов

Описание технологии повышения производительности и качества производственных процессов приведено в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Описание технологии повышения производительности и качества производственных процессов

Этап	Методы	Результат
Этап 1. Определение целей улучшения	<ul style="list-style-type: none"> - Опыт руководителя - Экспертная оценка - Существующая система показателей - Имеющиеся данные для расчета целевых показателей <p>Цели:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Сокращение длительности циклов прохождения заказов 2. Повышение качества продукции 3. Сокращение затрат на выпуск продукции 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Целевые показатели производственной системы и методы расчета 2. Фактические значения целевых показателей 3. Количественные показатели бизнес-процессов
Этап 2. Построение дерева негативных факторов	<ul style="list-style-type: none"> - Опыт руководителя - Экспертная оценка 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Причинно-следственные связи факторов, негативно влияющих на целевые показатели. 2. Коренные причины появления факторов – системные ограничения. 3. Решения по устранению и /или минимизации влияния факторов.
Этап 3. Построение карт управления производством и диаграмм потока прохождения заказа	<ul style="list-style-type: none"> - Маршрутная технология производства продукции - Этапы прохождения заказа в инженерной службе - Трудоемкость выполнения технологических операций - Длительность выполнения работ/ технологических операций 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Пропускная способность производственных участков 2. «Узкие места» - физические рабочие места, сдерживающие поток по производительности и качеству.
Этап 4. Оценка и анализ	- Контрольные листы,	1. Количественные

влияния негативных факторов	<p>диаграмма Парето, диаграмма Исикава. - Хронометраж рабочего времени, расчеты показателей.</p>	показатели и характеристики.
Этап 5. Подтверждение «узких мест»	<p>- Карта управления производством - Циклограммы - Бланк анализа потерь на рабочем месте - Анализ загрузки мощностей</p>	<p>1. Подтвержденные «узкие места» 2. Скрытые потери в «узких местах»</p>
Этап 6. Минимизация потерь в «узких местах»	<p>- Мониторинг потерь на рабочем месте - Стандартные операционные процедуры (SOP), Карта переналадки (SMED), Карта автономного обслуживания оборудования (TPM) - Сменно-суточные задания.</p>	1. Сокращение потерь на рабочем месте
Этап 7. Повышение пропускной способности «узких мест» в производстве	<p>- План производства для обеспечения максимальной пропускной способности. - Сменно-суточные задания. - Организационные и технологические мероприятия по «расшивке» «узких мест» в производстве</p>	<p>1. Повышение пропускной способности производства 2. Сокращение циклов производства 3. Увеличение объема производства продукции</p>
Этап 8. Повышение пропускной способности «узких мест» в инженерной службе	<p>- План-график работы - Организационные и технологические мероприятия по «расшивке» «узких мест» в инженерной службе.</p>	<p>1. Повышение пропускной способности производства 2. Сокращение циклов технологической подготовки производства</p>

Выводы по главе

1. В производственных процессах на повышение производительности и качество влияют негативные факторы – системные ограничения. Для установления причинно-следственных связей и выявления коренных причин нами разработана методика построения деревьев системных ограничений, факторы в которых представляют собой причинно-следственные связи. Для конкретного машиностроительного предприятия построены Деревья системных ограничений для конструкторского отдела, технологического отдела и производства.

2. Для определения направлений для улучшений производственных процессов нами разработана методика развертывания целей в области производительности и качества. Данная методика позволяет связывать цели производственной системы (цели более высокого уровня) с целями производственных процессов. Цели являются измеримыми и отвечают критериям SMART. Для расчёта целевых показателей разработана и автоматизирована информационная система. Для конкретного машиностроительного предприятия разработаны и внедрены цели в области качества и производительности.

3. Для системного улучшения производственных процессов разработана структурная модель технологии повышения производительности и качества производственных процессов. Особенностью данной технологии является то, что она позволяет последовательно и системно улучшать производственные процессы.

ГЛАВА 3 ВНЕДРЕНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И КАЧЕСТВУ В ИНЖЕНЕРНОЙ СЛУЖБЕ

3.1 Построение диаграмм потока прохождения заказа и циклограмм в инженерной службе

Для улучшения показателей производительности и качества в ИС необходимо выявить «узкие места» и системные ограничения, а также устранить скрытые потери, в первую очередь в «узких» местах.

Узкими местами в ИС будут специалисты (конструктора и технологи) как правило обладающие специальными компетенциями и высокой квалификацией, способные выполнять работу, которую большинство выполнить не может.

Системными ограничениями в ИС будут управленческие процедуры, регламентирующие порядок планирования и выполнения процессов в ИС.

Для того, чтобы выявить узкие места и скрытые потери необходимо описать (регламентировать) процесс прохождения заказа через ИС. Для этого применяются инструменты: диаграмма потока и циклограмма длительности выполнения заказа. Диаграмма потока описывает последовательности работ, взаимодействие сотрудников в потоке, а также результаты – материальные объекты, которые будут созданы в потоке и которые необходимы для конструкторской и технологической проработки заказа. Циклограмма описывает длительность выполнения работ в потоке.

Первым шагом является построение диаграммы потока в ИС.

Диаграмма потока – это графическое представление последовательности и взаимосвязи работ (функций) выполняемых сотрудниками ИС для проработки заказа. Цель - визуализированное описание потока (материального, информационного) создания ценности бизнес-процесса, выявление действий, создающих и не создающих ценность, выявление «узких» мест.

В инженерных службах описывается информационный поток (поток проекта) - от концепции до запуска производства.

Алгоритм построения диаграммы потока создания ценности в инженерных службах:

1. Этапы/работы должны быть детализированы до конкретного ответственного и/ или исполнителя.
2. Этапы/работы должны иметь конкретный измеримый результат
3. Этапы/работы должны быть связаны между собой стрелками.
4. В диаграмме целесообразно указать вехи.
5. Вехи ставятся для контроля конечных результатов.

Диаграмма потока позволяет выявить:

- последовательность работ (функций)
- взаимосвязь работ и передачу от исполнителя к исполнителю
- форму результата, в которой исполнитель передает «внутреннему» потребителю
- установленные точки контроля;
- области в которых, последовательность и форма передачи работ не согласована.

На рисунках 3.1 – 3.6 приведены фрагменты диаграммы потока прохождения заказа в ИС для машиностроительного предприятия

Таким образом, нами разработаны диаграммы и описан поток, прохождения заказа через ИС.

Основными сделанными выводами являются, что что в процессах ИС отсутствует контроль (точек контроля) дат начала и завершения работ; дат передачи работ от руководителя к исполнителю; дат передачи работ от исполнителя к исполнителю по потоку. Это влияет на увеличение длительности выполнения работ появления трех негативно влияющих факторов:

- 1) «студенческого синдрома», т.е. когда исполнитель приступает к выполнению работ в последнюю очередь;

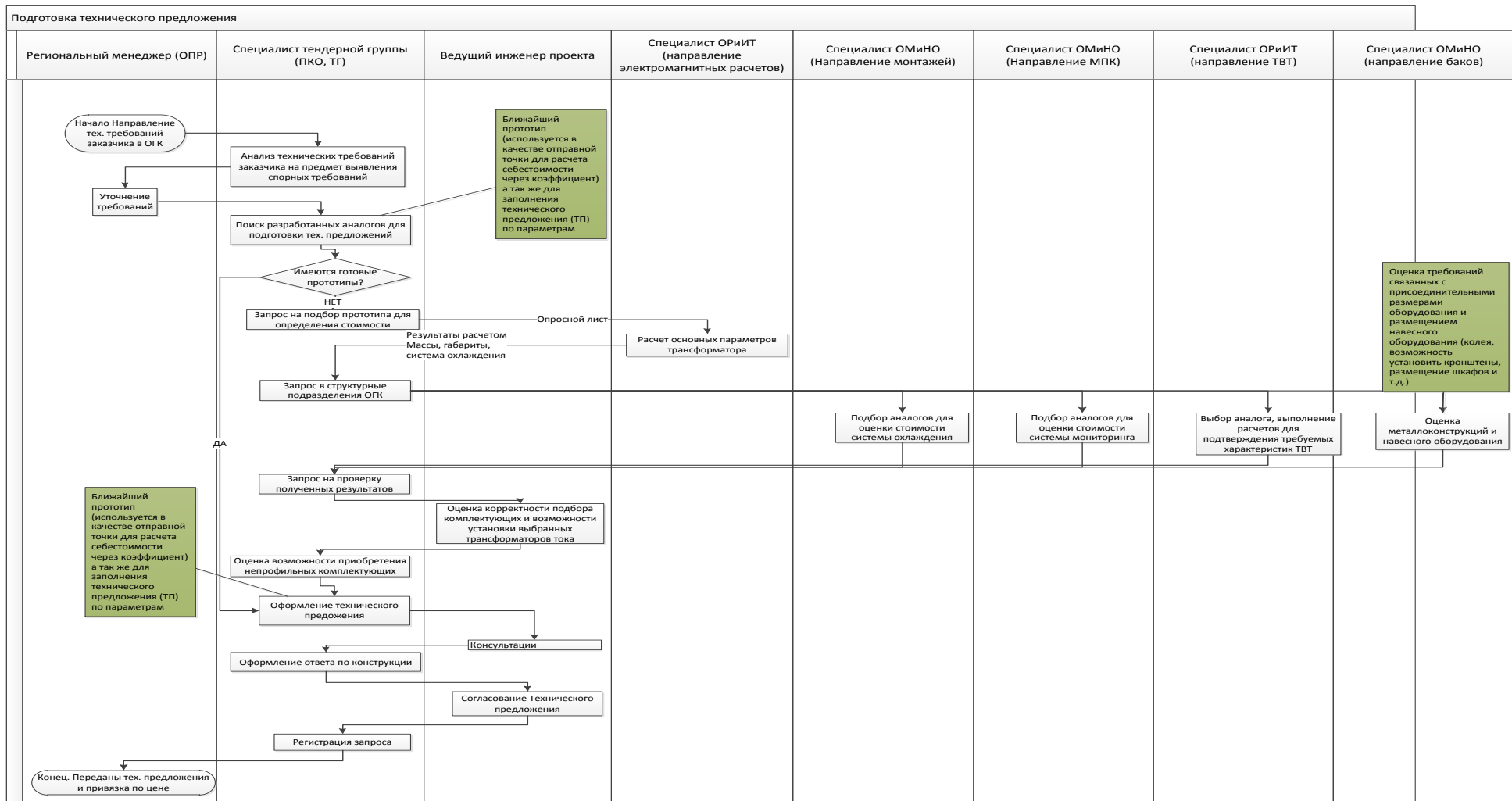


Рисунок 3.1. - Формализована диаграмма процесса «Разработка технического предложения» в КО (фрагмент)

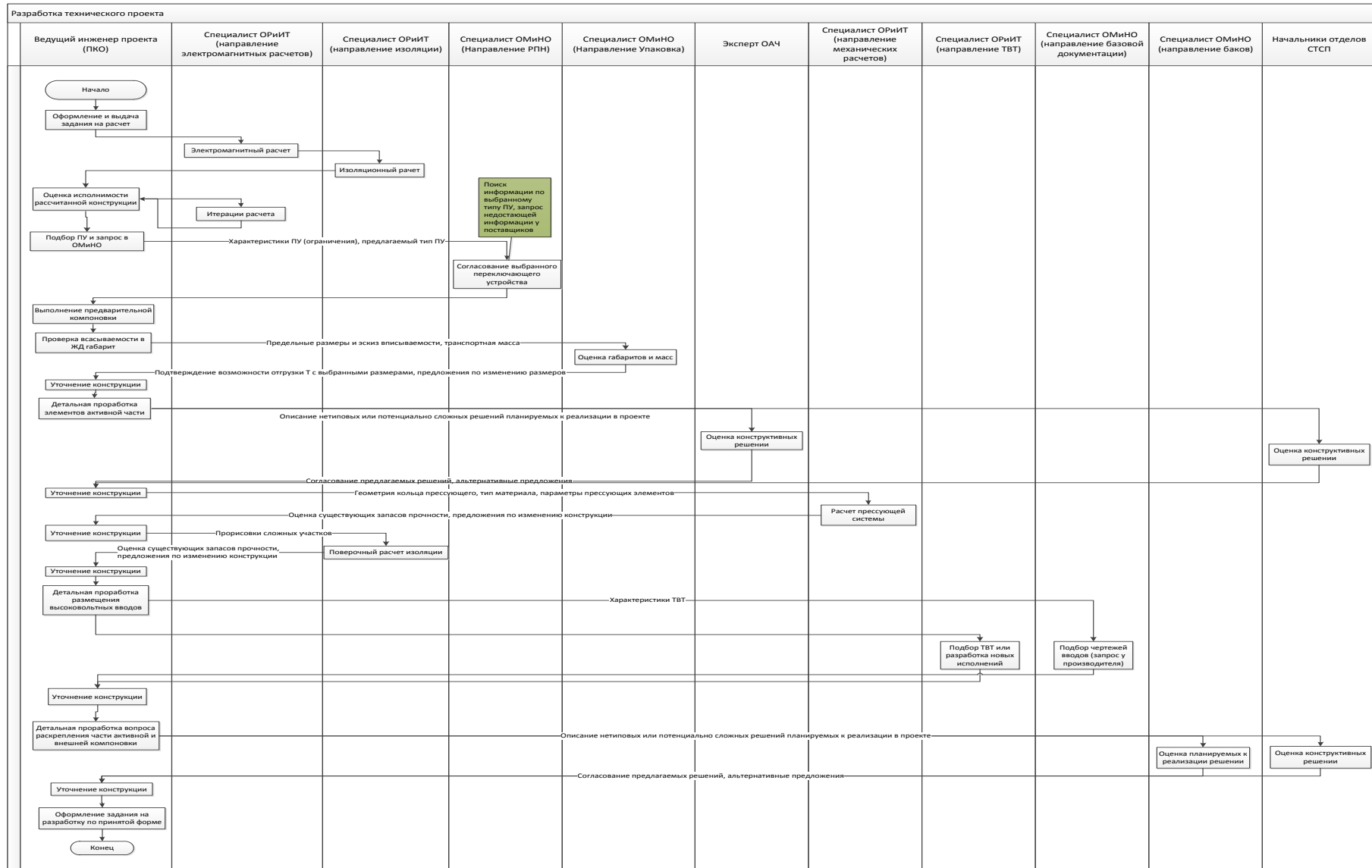


Рисунок 3.2 - Формализована диаграмма процесса «Разработка технического проекта» в КО (фрагмент)

Разработка РКД на часть активную

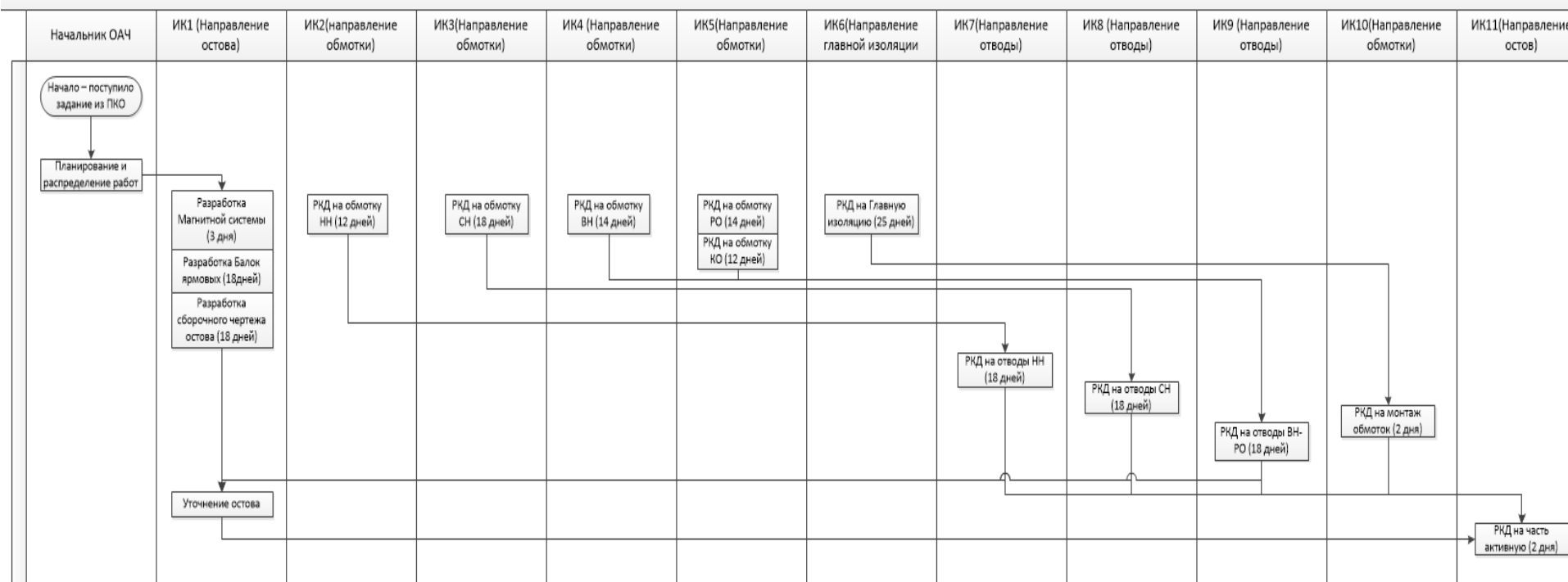


Рисунок 3.3 - Формализована диаграмма процесса «Разработка КД» в КО (фрагмент)

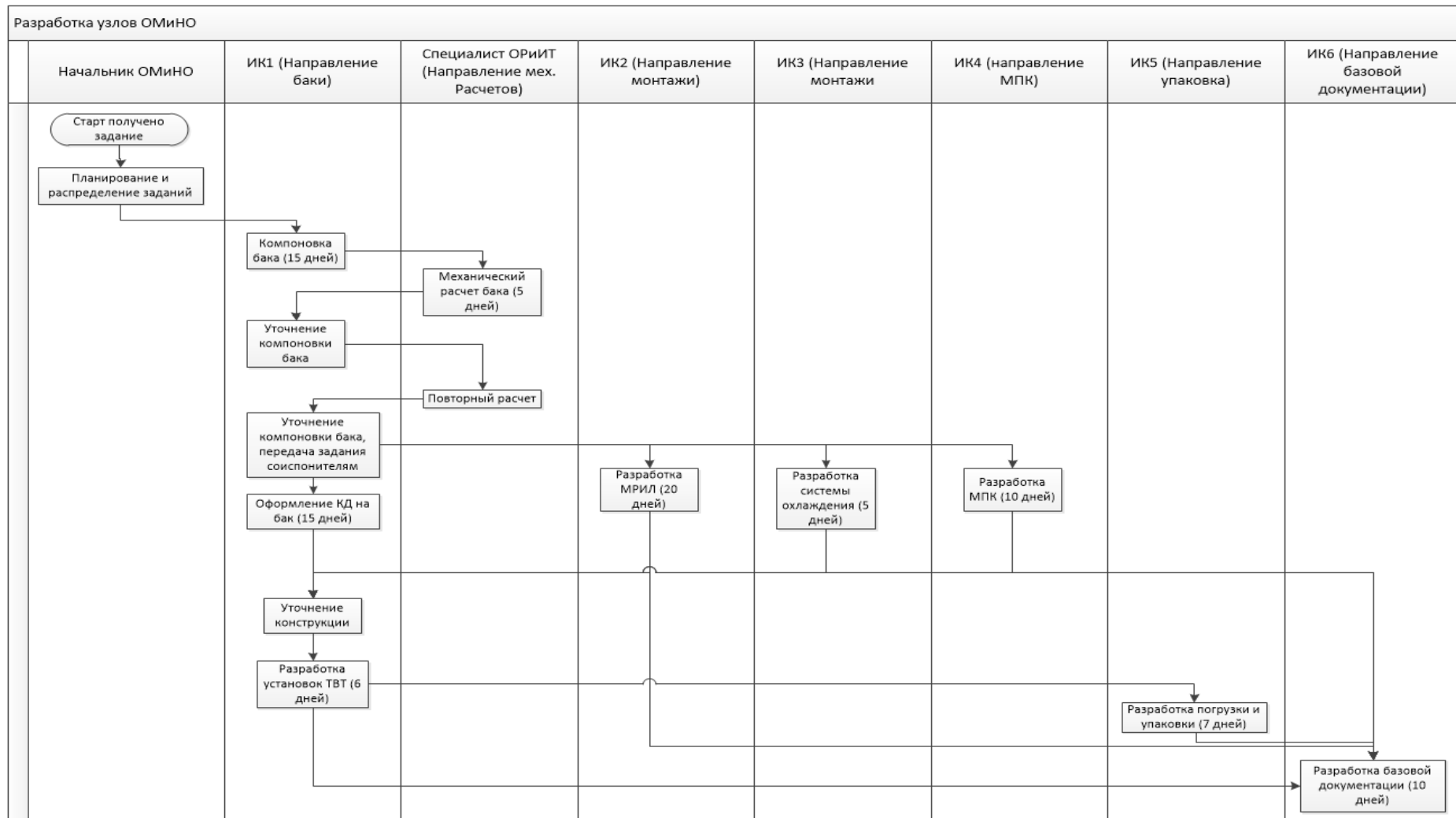


Рисунок 3.4 - Формализована диаграмма процесса «Разработка КД на металлоконструкцию» в КО (фрагмент)

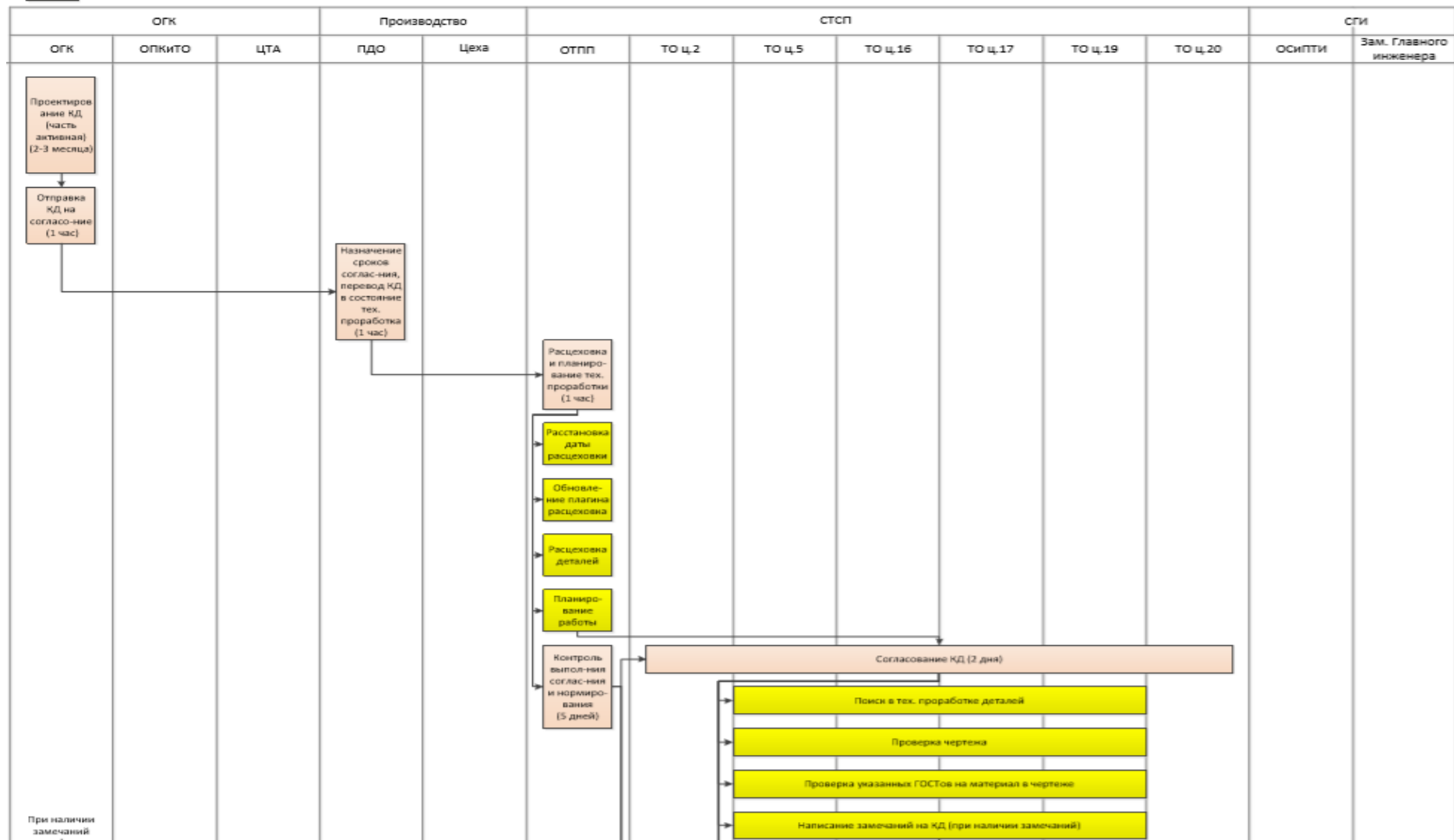


Рисунок 3.5 - Формализована диаграмма процесса «Разработка ТД» в ТО (фрагмент)

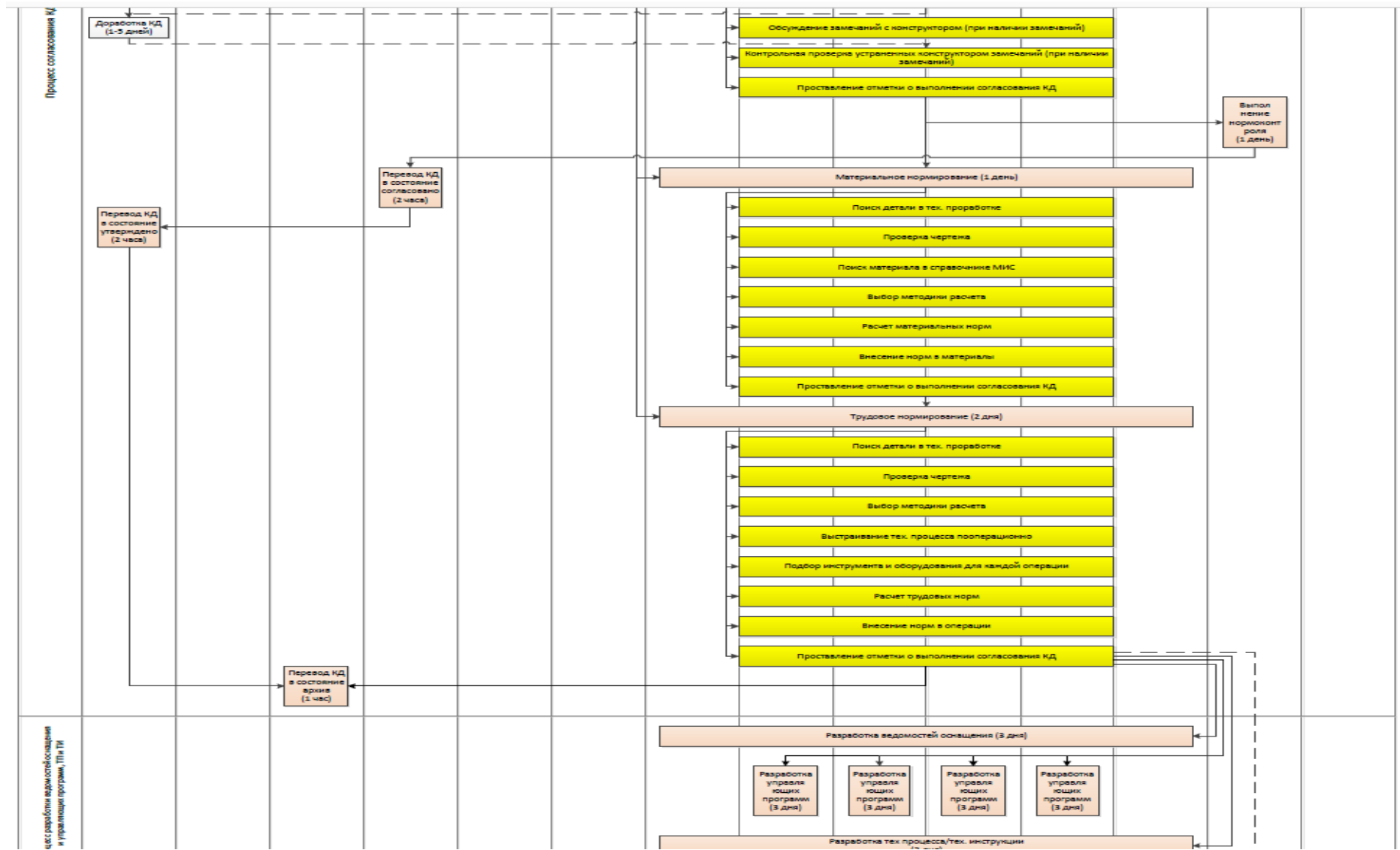


Рисунок 3.6 - Формализована диаграмма процесса «Разработка ТД» в ТО (фрагмент)

2) задержки исполнителя с началом работ, при передаче ему работы от предыдущего исполнителя, т.к. отсутствует точна начала работ и соответственно нет контроля за началом, то исполнитель преступает к началу тогда, когда ему это удобно.

3) опоздания начала и завершения работ в потоке аккумуруются.

Следующим шагом анализа потока заказа в ИС является построение циклограмм.

Циклограмма – это временная диаграмма, показывающая время и последовательность выполнения операций в процессе.

Циклограмма строится на основе диаграмм потока. Для построения необходимо определить длительность выполнения операций.

Длительность работы - это продолжительность времени, необходимого для выполнения всех операций. Оценка длительности операций зависит от содержания работ операции; требуемых ресурсов и доступности ресурсов. Длительность всего проекта определяется длительностью отдельных работ.

Циклограммы ИС для конструкторского отдела и технологического отдела построенные для конкурентного машиностроительного предприятия приведены на рисунках 3.7 и 3.8.

Основными выводами после построения циклограмм в ИС являются:

1. Работы по разработки КД не детализированы и не могут быть перераспределены и запараллелены между исполнителями.

2. Циклы удлиняются из-за отсутствие оперативного планирования и неполного контроля длительности выполнения работ.

3. Подстраховка в работах составляют более 200% от трудоемкости выполнения данных работ. Подстраховка – временной резерв, определяемый руководителем либо исполнителем для обеспечения высокой степени своевременности выполнение работы в срок.

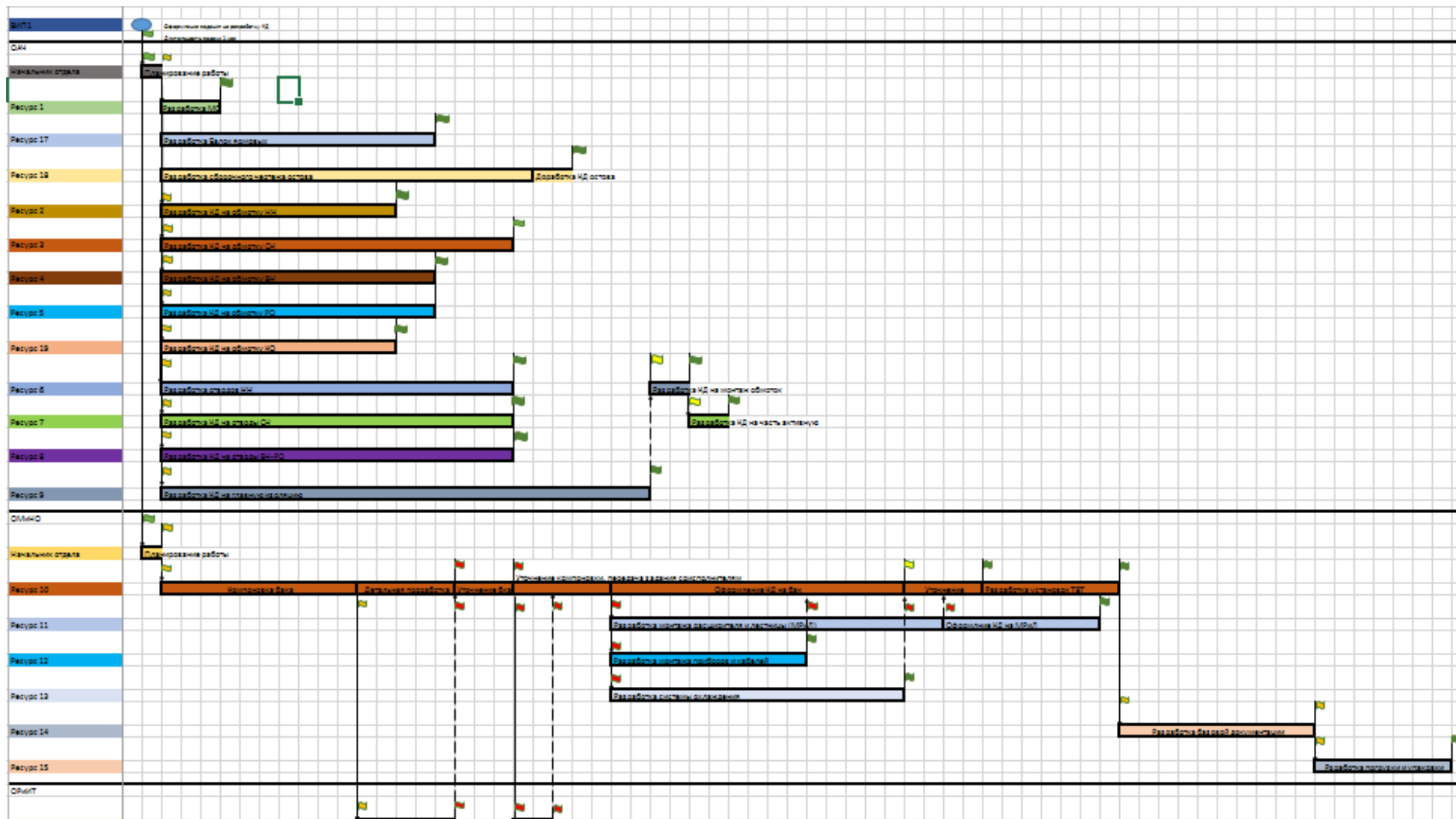


Рисунок 3.7 – Циклограмм прохождения заказа в конструкторском отделе

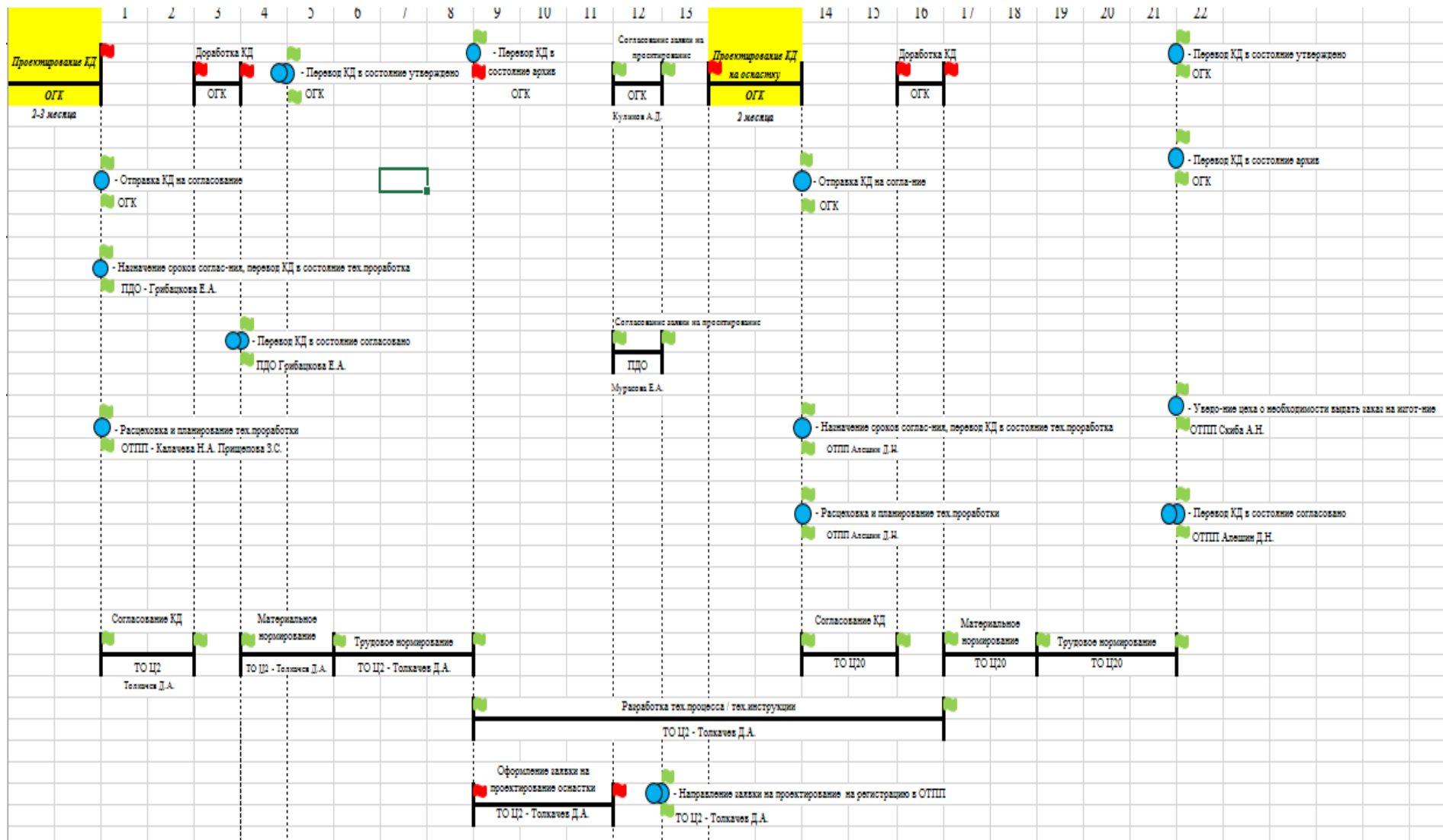


Рисунок 3.8 – Циклограмм прохождения заказа в технологическом отделе

4. Узкие места в конструкторском отделе – ресурс 9 и 10, т.к. самый длительный цикл работ по заказу. Узкие места в технологическом отделе технолог, осуществляющих технологическую проработку наиболее ответственной продукции.

Таким образом, построение диаграмм потока и циклограмм в ИС позволило описать процесс проектирования и разработки КД и ТД и выявить «узкие» места в ИС. Следующем этапом работы по повышению производительности и качества является выявление и анализ скрытых потерь в «узких» местах ИС.

3.2 Организация мониторинга «скрытых» потерь в инженерной службе

«Скрытые» (непроизводительные) потери – действия, не приносящие ценности для потребителя, но потребляющие ресурсы. Мониторинг скрытых потерь - это эффективный способ выявить потери.

Цель – определить количественно объем скрытых потерь в «узких местах»: остановки, задержки, ожидания, простои, перепроизводство, брак, запасы, «лишняя» транспортировка, «лишняя» обработка и др.

Этапы выполнения процедуры по проведению мониторинга скрытых потерь:

Этап 1. Разработать бланк анализа потерь рабочего времени. Бланк анализа потерь (контрольный листок) – «управленческий инструмент» в который вносят фактические данные хронометража и регистрацию потерь времени. Бланк анализа потерь является одним из самых эффективных инструментов повышения производительности и качества, т.к. позволяет при минимальной трудоемкости использования получить достоверные данные по фактической ситуации в ИС.

Этап 2. Организовать ежесменное заполнение бланка анализа потерь рабочего времени для каждого узкого места. Предварительно, на основании

диаграммы потока и циклограмм в ИС определяются узкие места, которые необходимо мониторить. Определяются длительность данного мониторинга и ответственные за заполнения бланков анализа потерь.

Этап 3. Провести обработку собранных данных и построить диаграммы Парето по видам потерь.

Этап 4. Выявлены ключевые проблемы, подлежащие первоочередному решению и определить методы решения.

Предварительный анализ скрытых потерь на конкретном машиностроительном предприятии вывил основные виды (таблица 3.1)

Таблица 3.1 – Виды скрытых потерь в ИС

Конструкторской отдел	Технологический отдел
- выполнение (внеплановой) работы; - выход в цех для решения проблем; - телефонные переговоры; - проверка информационной системы; - совещания; - чаепития перекуры.	- выполнение (внеплановой) работы; - выход в цех для решения проблем; - телефонные переговоры; - проверка информационной системы; - совещания; - чаепития перекуры.

На основании видов возможных скрытых потерь разработан бланк анализа в конструкторском отделе (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Бланк анализа потерь в конструкторском отделе

Отдел:		Начальник:		Дата:			Заполнил:	
Время, час	План – задание для конструктора	Примечание	Факт выполнения работ	Виды потерь в конструкторском отделе				
				Телефонные переговоры	Выход в цех	Перекуры, чаепитие	Проверка Директума/Почты	Прочие потери
7:00								
7:15								
7:30								
7:45								
8:00								
8:15								
8:30								
8:45								
9:00								
9:15								
9:30								
9:45								
10:00								
10:15								
10:30								
10:45								

11.00								
11.15								
11.30								
11.45								
12.00-13.00	ОБЕДЕННЫЙ ПЕРЕРЫВ							
13.15								
13.30								
13.45								
14.00								
14.15								
14.30								
14.45								
15.00								
15.15								
15.30								
15.45								
16.00								
16.15								
16.30								
16.45								
17.00								

Проведенный анализ скрытых потерь в конструкторской службе показал следующие результаты (рисунок 3.9)

17 октября					
№	Вид потерь	Потери времени	Накопленные потери	% потерь от общей суммы потерей	Накопленный %
1	Выход в цех/в другой отдел	114	114	73,55%	73,55%
2	Телефонные переговоры/ переговоры с коллегами	22	136	14,19%	87,74%
3	Прочие потери	12	148	7,74%	95,48%
4	Проверка директума	7	155	4,52%	100,00%
5	Перекуры, чаепитие	0	155	0,00%	100,00%
	итог	155		100,00%	
18 октября					
№	Вид потерь	Потери времени	Накопленные потери	% потерь от общей суммы потерей	Накопленный %
1	Выход в цех/другой отдел	132	132	73,33%	73,33%
2	Прочие потери	24	156	13,33%	86,67%
3	Телефонные переговоры/переговоры с коллегами	11	167	6,11%	92,78%
4	Перекуры, чаепитие	7	174	3,89%	96,67%
5	Проверка директума	6	6	3,33%	3,33%
	итог	180		100,00%	
19 октября					
№	Вид потерь	Потери времени	Накопленные потери	% потерь от общей суммы потерей	Накопленный %
1	Телефонные переговоры/ переговоры с коллегами	25	25	46,30%	46,30%
2	Проверка директума	23	48	42,59%	88,89%
3	Прочие потери	4	52	7,41%	96,30%
4	Выход в цех/другой отдел	2	54	3,70%	100,00%
5	Перекуры, чаепитие	0	54	0,00%	100,00%
	итог	54		100,00%	
20 октября					
№	Вид потерь	Потери времени	Накопленные потери	% потерь от общей суммы потерей	Накопленный %
1	Выход в цех/другой отдел	90	90	69,23%	69,23%
2	Телефонные переговоры/переговоры с коллегами	32		24,62%	0,00%
3	Проверка директума	8	8	6,15%	6,15%
4	Перекуры, чаепитие	0	8	0,00%	6,15%
5	Прочие потери	0	8	0,00%	6,15%
	итог	130		100,00%	

Рисунок 3.9 – Результаты заполнения бланка анализа потерь в конструкторском отделе

На основании полученных данных построена диаграмма Парето (рисунок 3.10).

Из рисунка видно, что потери составляют 17 %. Однако, при анализе выявилось, то «основная» работа планируется с подстраховкой, т.е. длительность ее выполнения больше чем фактическая трудоемкость работы. Это говорит о том, что подстраховка также является скрытой потерей, т.к. используются не продуктивно.



Рисунок 3.10 – Анализ Парето по скрытым потерям в конструкторском отделе.

Также был проведен анализ скрытых потерь в технологическом отделе. Результаты замеров по одному сотруднику приведены на рисунке 3.11

Таким образом, проведенный анализ скрытых потерь позволил сделать следующие выводы:

1. В процессах ИС скрытые потери могут достигать до 60% рабочего времени, что негативно влияет на продуктивность службы и длительность цикла прохождения заказа.
2. Потери возникают из-за не совершенной организации работ, когда узкие места перегружены «не той» работой.
3. В инженерной службе имеется «новый» вид потерь – излишняя или избыточная подстраховка, когда задание ИТР планируется и длительность выполнения работ превышает трудоемкость более чем на 200%.
4. На длительность работ и появление скрытых потерь влияет отсутствие детализации задач, которая позволит перераспределить работы между исполнителями, которые загружены не равномерно.

№	Наименование операции	Кол-во, мин.	Процент потерь	Накопленный процент
6	Разработка ТД	3520	24,55%	24,55%
8	Работа в почте и ПК	3420	23,85%	48,40%
5	Работа в цеху	2520	17,57%	65,97%
10	Другое	1170	8,16%	74,13%
1	Согласование	1150	8,02%	82,15%
2	Операции	740	5,16%	87,31%
3	Оборудование	640	4,46%	91,77%
4	Материал	630	4,39%	96,16%
7	Работа в Директум	540	3,77%	99,93%
9	Работа с почтой	10	0,07%	100,00%
		14340		

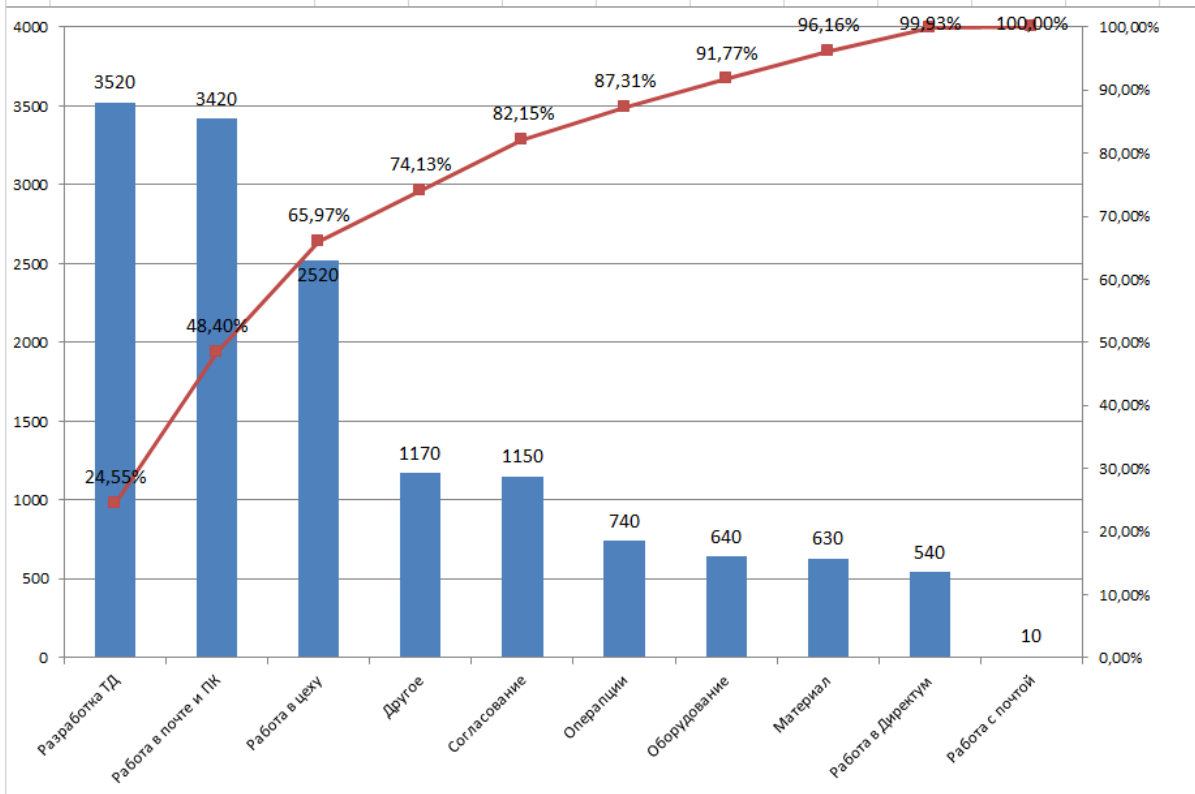


Рисунок 3.11 – Анализ скрытых потерь в конструкторском отделе

3.3 Внедрение организационных и технологических методов в «узких» местах инженерной службы

Ключевыми целями в области качества и производительности для ИС являются:

1. Сокращение длительности цикла прохождения заказа в КО и ТО.
2. Сокращение потока несоответствий по качеству продукции, возникших по причине ИС.

Организационные и технологические мероприятия по достижению целей в области производительности и качества для КО приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Мероприятия в конструкторском отделе

Цель	Мероприятия в конструкторском отделе	На что направлено мероприятие/ Количественный критерий результативности мероприятия
1. Сокращение длительности цикла прохождения заказа	Автоматизировать процесс контроля прохождения заказа в ТО: назначить и отслеживать точки контроля начала и завершения выполнения работ при получении от руководителя.	Сокращение времени ожидания начала выполнения работ по тех. проработке/ Сокращение длительности выполнения работ по тех. проработке на 50%.
	Разработать и внедрить стандарт оперативного планирования работы КО (разработка номенклатурного плана; разработка плана-графика работы узких мест (сменно-суточное задание)); выявить и "назначить" узкое место	Сокращение длительности разработки КД/ Длительность сократиться на 50%
2. Сокращение потока несоответствий по качеству продукции, возникших по причине ИС.	Внедрить каталог стандартных решений	Сокращение количества несоответствий
	Расширить использование чек-листов по проверке КД и выявлению несоответствий	Сокращение количества несоответствий
	Внедрить процедуру верификации КД FMEA анализа	Сокращение количества несоответствий
	Внедрить параллельную проверку всего проекта на этапе подготовки к сдаче	Сокращение количества несоответствий

	базовой документации ("Мега" чек-лист) Создать группу контроля соответствия КД Тех. тр.	
--	---	--

В основе стандарта оперативного планирования лежат ряд правил:

1. Устанавливать временной резерв в конце проекта (рисунок 3.12).

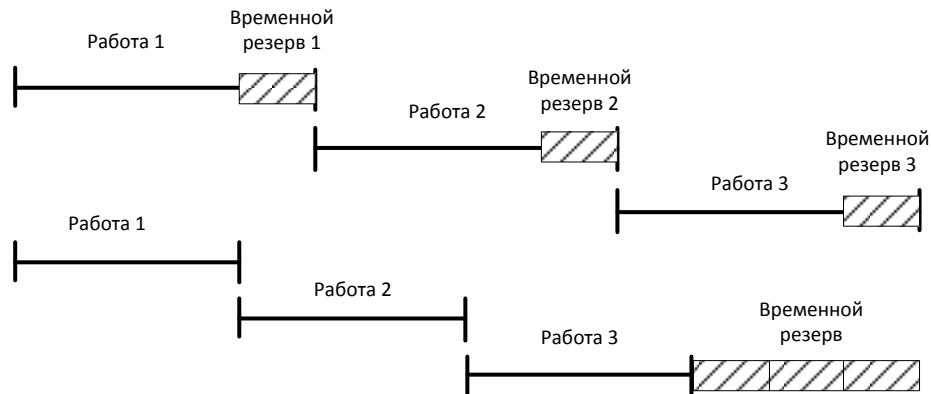


Рисунок 3.12 – Размещение временного резерва в конце группы работ в КО

2. Устанавливать временной резерв перед узким местом (рисунок 3.13)

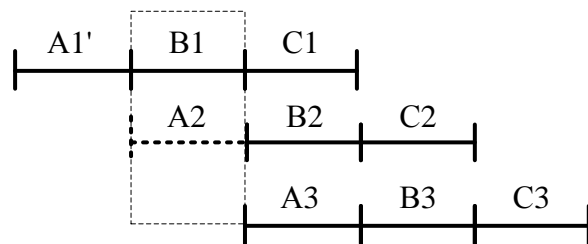


Рисунок 3.13 – Установка временного резерва перед «узким» местом

3. Сокращать циклы, где это возможно (рисунок 3.14).

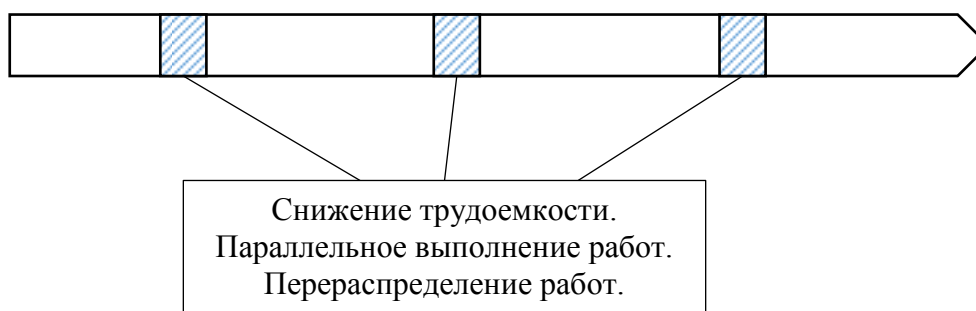


Рисунок 3.14 – Снижение трудоемкости и длительности цикла

4. Выявить узкое место (самый загруженный ресурс)

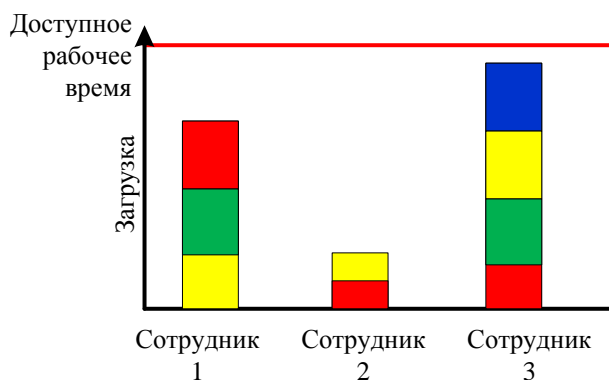


Рисунок 3.15 – Выявление «узкого» места

Механизм реализации оперативного управления конструкторской проработкой в КО основывается на выполнении 4 шагов:

Шаг 1. Выявить узкое место

Методы:

- Построение Диаграммы потока
- Построение Циклограммы
- Анализ загрузки
- Анализ задержек

Шаг 2. Обеспечить максимальное использование узкого места (таблица 3.3; рисунок 3.16).

Таблица 3.3 – Методы повышения узких мест в ИС

Цель	Методы
Сократить потери	Проводить мониторинг потерь
Сократить ожидание без работы	Планировать график работы Назначить точки контроля Определить временной резерв

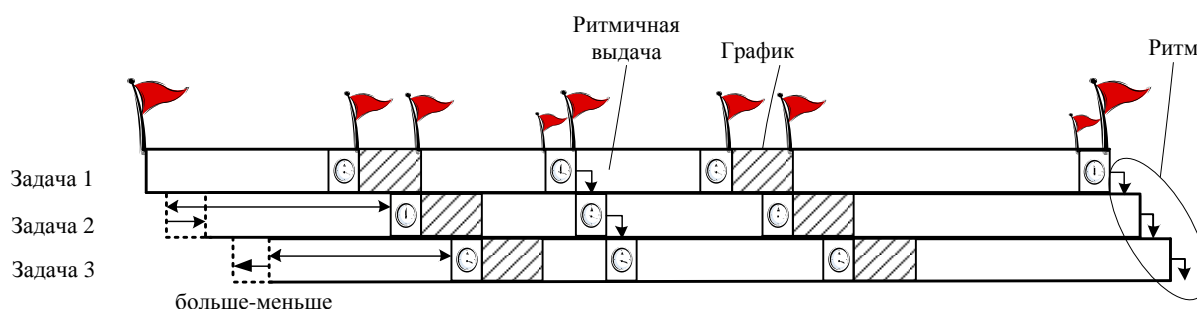


Рисунок 3.16 – Ритмичная выдача работ в узких местах

Шаг 3. Подчинить все ресурсы узкому месту (рисунок xx)

- Точки контроля
- Прямой контроль
- Правила
- Приоритеты «больше-меньше»
- Ориентация на временной резерв «быстрее-медленнее»
- Своевременный запуск

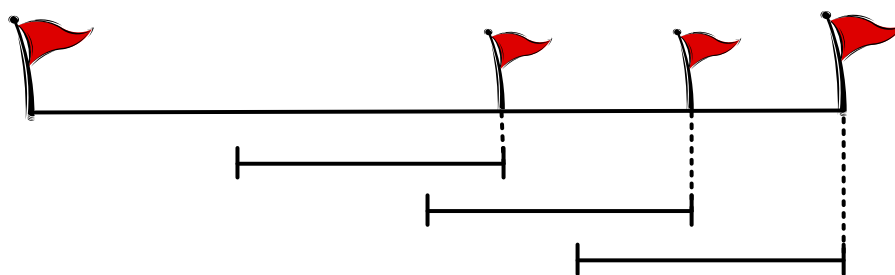


Рисунок 3.17 – Ритмичная выдача работ в узких местах

Шаг 4. Расшить «узкое» место

- 1) Детализация задач (работ)
 - Детальное планирование
 - Детальное выполнение
- 1) Перераспределение задач (работ)
- 2) Параллельное выполнение работ
- 3) Изменение правил и процедур

Организационные и технологические мероприятия по достижению целей в области производительности и качества для ТО приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Мероприятия в технологическом отделе

Цель	Мероприятия в технологическом отделе	На что направлено мероприятие/ Количественный критерий результативности мероприятия
1. Сокращение длительности цикла	Автоматизировать процесс контроля прохождения заказа в ТО: назначить и отслеживать	Сокращение времени ожидания начала выполнения работ по тех. проработке/

прохождения заказа	точки контроля начала и завершения выполнения работ при получении от руководителя.	Сокращение длительности выполнения работ по тех. проработке на 50%.
	Разработать регламент планирования работ в потоке заказов который должен содержать 3 Правила: 1) Правило неотложности работ - исполнитель приступает к выполнению работ сразу же после того как освободился, не ориентируясь на даты завершения работы. Вместо этого исполнитель ориентируется на длительность выполнения работы. 2) Правила очередности работ – исполнитель приступает к выполнению работ, которая определена в списке работ первой (информационная система сама определяет последовательность работ исходя из трудоемкости, срочности заказа и т.д. 3) Правило приоритетов работ – если какой либо заказ является приоритетным, то его помечают красным флажком	Сокращение длительности выполнения работ по технологической проработке/ Средняя фактическая длительность тех. проработке снизится с 27 до 5 дней
	Разработать процедуру по решениям вопросов в производственных цехах (реагирование на вызов в цех):	Сокращение времени выхода в цех для решения проблем/ Скрытая потеря «Выход технолога в цех» для узкого места на 100% для других сотрудников – на 20 %
	Перераспределить функции по выполнению этапов тех. проработки сотрудниками внутри технологических отделов.	Сокращение трудоемкости работ по тех. проработке/ Средняя фактическая длительность тех. проработке снизится с 27 до 5 дней
	Автоматизировать процесс трудового нормирования	Сокращение трудоемкости работ по тех. проработке/ Средняя фактическая длительность тех. проработке снизится с 27 до 5 дней
	Разработать электронную систему формирования ТП (маршрутной карты, тех. процесса) на основании данных указанных СТСП в Лоцмане при тех. проработке КД.	Сокращение трудоемкости работ по тех. проработке/ Средняя фактическая длительность тех. проработке снизится с 27 до 5 дней
2. Сокращение	Разработать и внедрить	Сокращение количества

потока несоответствий по качеству продукции, возникших по причине ИС.	шаблоны (чек-листы) по согласованию КД (список параметров которые необходимо сверять при рассмотрении КД по каждому типу узла или детали).	несоответствий в КД, «пропущенных» технологом/ Количество несоответствий в ТД
	Разработать и внедрить справочные таблицы с техническими характеристиками оборудования по каждому цеху	Сокращение количества несоответствий при проверке на технологичность/ Количество несоответствий в производстве из-за ошибок при проверке на технологичность
	Разработать кодификатор первопричин отклонений.	-

Разработанные и внедренные мероприятия по цели «Сокращение длительности технологической проработки привели к следующим результатам работы:

1. Длительность технологической проработке сократилась в среднем с 26 дней до 2 дней (таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Показатели длительности тех. проработки

период	Медиана	Среднее значение
январь	7	26
февраль	7	17
март	5	9
апрель	3	5
май	2	2

2. Процент своевременного выполнения тех. проработке (выполнения норматива 5 дней) увеличился с 27% до 90% (таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Показатели своевременности выполнения тех. проработке

	% своевременной тех. проработке	Кол-во поступившей КД	Кол-во выданной в срок КД
январь	27	1 125	301
февраль	26	1 862	485
март	37	2 154	800
апрель	50	1 818	910
май	90	1 134	1 025

Таким образом оценить эффективность процессов ТО можно на основании того, что при сокращении длительности выполнения работ (при неизменном кол-ве персонала в ТО) пропускная способность обработки большего количества заказов возрастает.

При неизменном объеме поступающих заказов операционные затраты, на тех. проработку снижаются.

Выводы по главе

1. Установлено, что длительность прохождения заказа через инженерную службу сопоставима с длительностью прохождения заказа через производство, а в некоторых случаях даже больше. В связи с этим сокращения циклов и повышение производительности процессов проработки заказа влияет на длительность всего заказа

2. Нами разработана методика описание потока прохождения заказа через ИС на основе построения диаграмм потока и циклограмм.

3. Построение диаграмм потока и циклограмм позволяет выявить аналитическим способом узкие места в потоке заказа, для дальнейшего их устранения.

4. Разработанная нами методика мониторинга скрытых потерь в узких местах позволяет проводить количественную оценку потерь. Установлено что потери в потоке ИС могут достигать до 60%.

5. Предложенные нами мероприятия по повышению производительности и качества позволили на конкретном предприятии улучшить показатели длительности выполнения заказа и своевременности выдачи заказов в цех. Данные показатели были улучшены более чем на 70%.

ГЛАВА 4. ВНЕДРЕНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И КАЧЕСТВУ В ПРОИЗВОДСТВЕ

4.1 Построение карт управления производством и циклограмм

Цель построения карт управления производством – визуализированное описание потока (материального, информационного) создания ценности бизнес-процесса, выявление действий, создающих и не создающих ценность, выявление «узких» мест. В производстве описывается поток создания материальной ценности (производственный поток) – от сырья до готовой продукции.

Алгоритм построения карт потока создания ценности в производстве:

1. Определение перечня поступающих материалов, комплектующих.
2. Определение последовательности (маршрута) изготовления деталей, узлов.
3. Определение рабочих мест/ группы рабочих мест. Определение параметров рабочих мест/ групп рабочих мест (число смен, человек, производительность, число единиц оборудования).
4. Определение длительности выполнения технологических операций.
5. Выявление «узких» мест.

Для конкретного машиностроительного предприятия построены карты управления производством по всем цехам, приведенные на рисунках 4.1 – 4.3.

Результат:

1) Визуализированы, графически представлены последовательность прохождения заказа через рабочие места.

2) Зафиксировано число единиц оборудования, смен, число рабочих каждого рабочего места.

3) Построение карт управление производством является подготовительным этапом для аналитического и расчетного определения рабочих мест/ГРМ с низкой пропускной способностью.

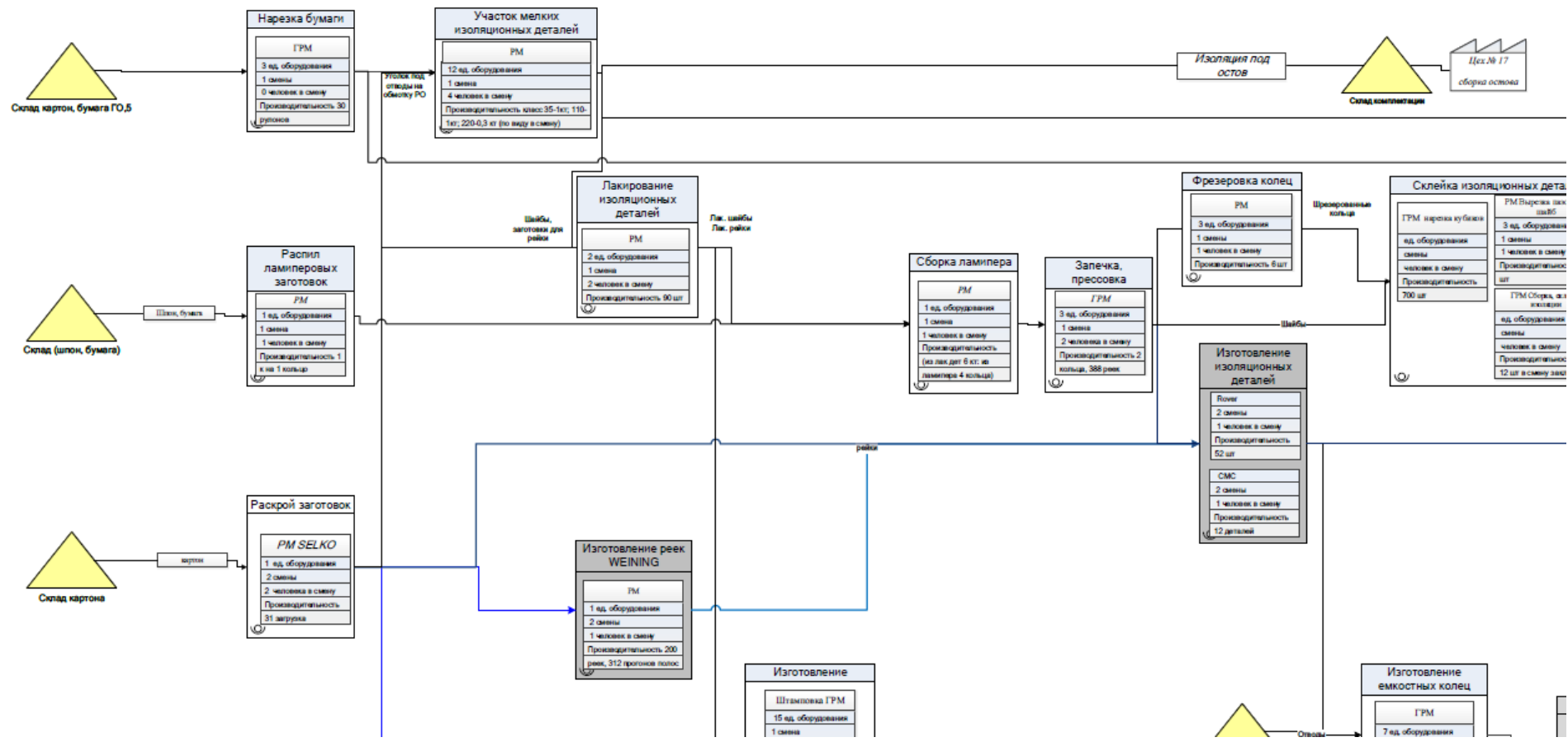


Рисунок 4.2 – Карта управления производством цеха комплектующих №2 (фрагмент)

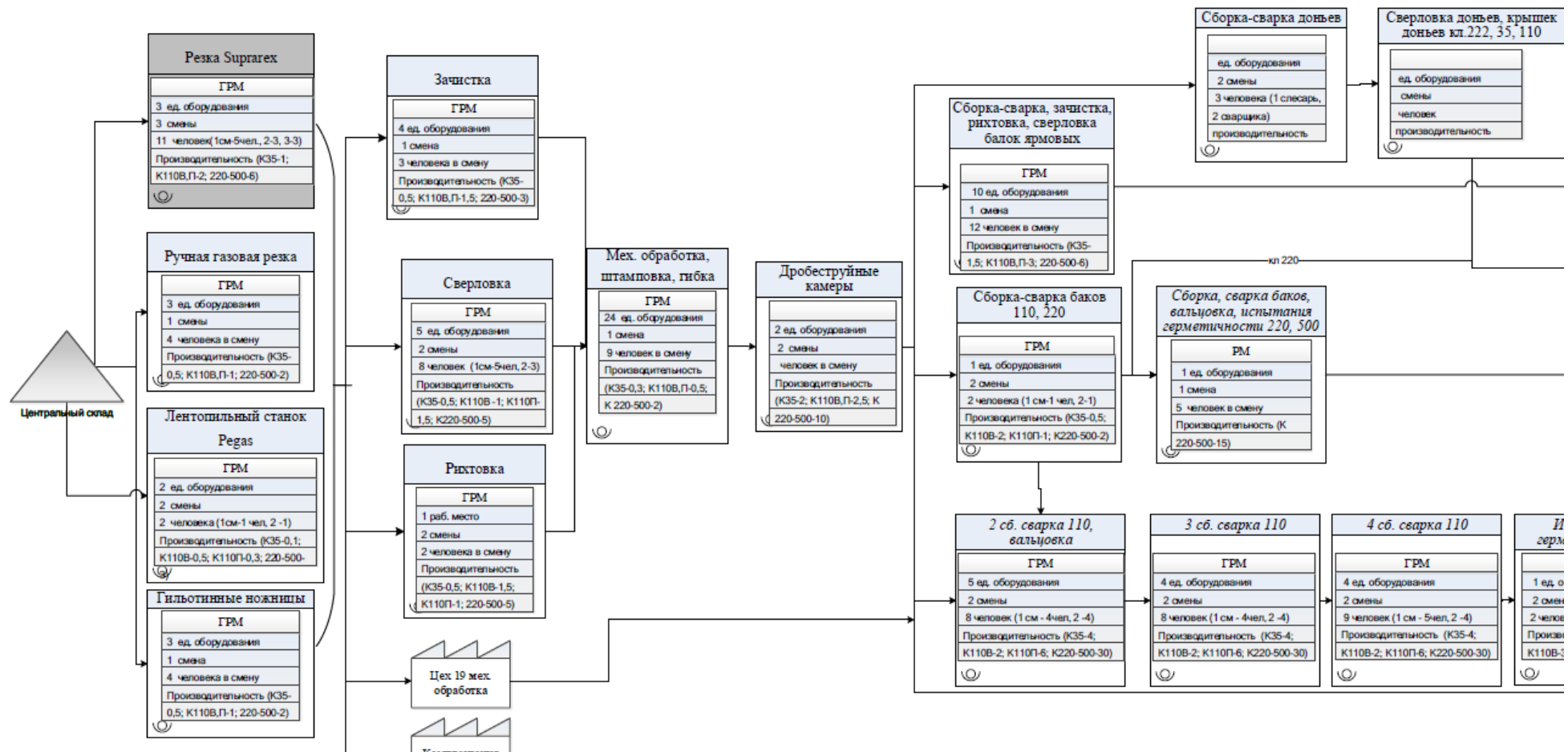


Рисунок 4.3 – Карта управления производством цеха металлоконструкций (фрагмент)

На основании карты управления производством построены циклограммы прохождения заказа по цехам

Результат:

1. Визуализированы определены циклы изготовления деталей, узлов, комплектов и трансформаторов на производственных участках.

2. Сравнение циклов и технологической трудоемкостью, определенной СТСП в системе, позволит сделать заключение о величинах скрытых потерь на производственных участках и аналитическим методом определить «узкие» места производства.

Построенная циклограмма позволили определить «узкие» места в производстве и выявить места, где циклы можно сократить за счет устранения скрытых потерь на рабочих местах (рисунок 4.4).

Внедрения внутрицехового оперативного планирования хода производства позволит управлять пропускной способностью «узких» мест.

Построение карт управление производством и циклограмм позволяют аналитическим способом выявлять «узкие» места производственных участков и повышать их пропускную способность, влияющую на производительность и длительность прохождения заказа в производственных цехах (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Узкие места на производстве

Цех	Участок/ рабочее место
Цех металлоконструкций	- Резка на МТП «Suprarex» - Дробеструйная обработка (большая камера)
Цех комплектующих	- Станок ROVER - Станок WEINIG
Цех сборки	- Участок пневмоиспытания бака - Участок сварки бака

Следующим этапом является анализ узких мест с целью выявления и устранения, скрытых потерь.

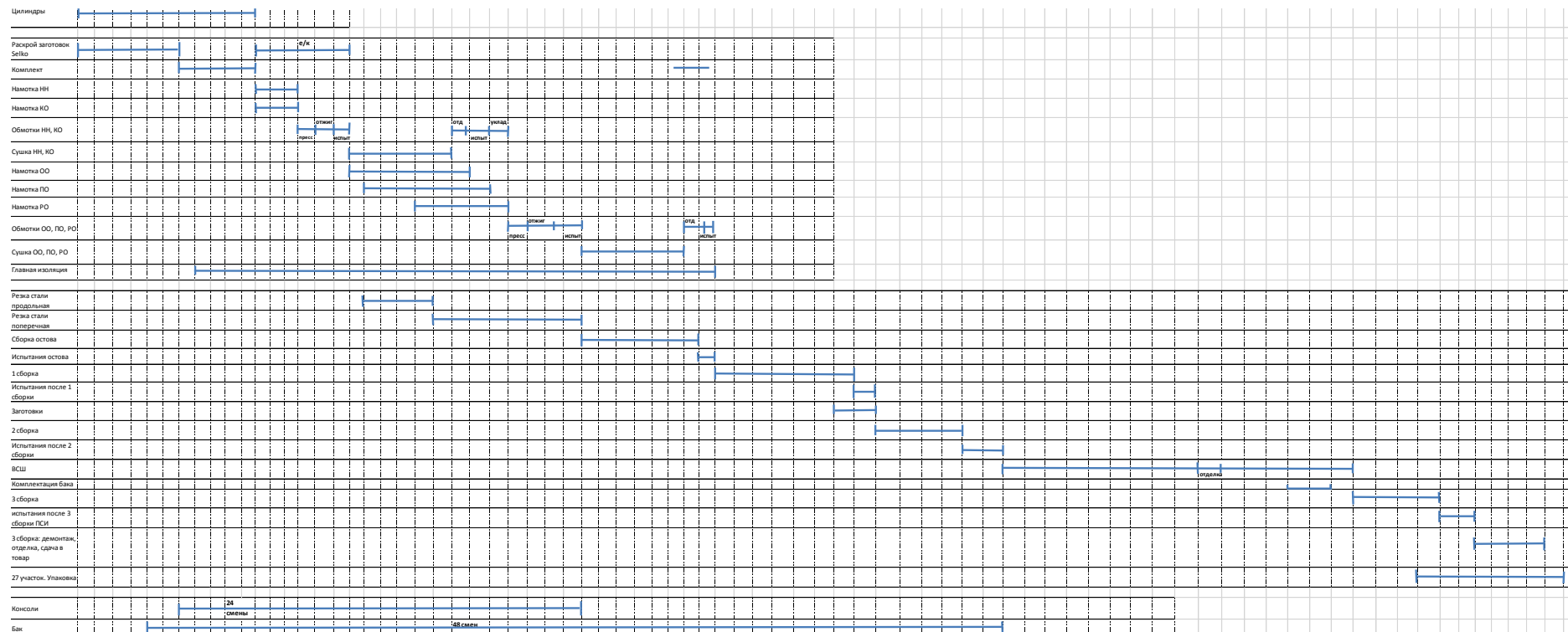


Рисунок 4.4 – Циклограмма прохождения заказа в производстве

4.2 Мониторинг и анализ скрытых потерь в производстве

Цель – определить количественно объем скрытых потерь в «узких местах»: остановки, задержки, ожидания, простои, перепроизводство, брак, запасы, «лишняя» транспортировка, «лишняя» обработка и др.

Описание выполнения этапа:

1. Разработан бланк анализа потерь рабочего времени
2. Организовано ежемесячное заполнение бланка анализа потерь рабочего времени для каждого узкого места.
3. Произведена обработка собранных данных и построены диаграммы Парето по видам потерь.
4. Выявлены ключевые проблемы, подлежащие первоочередному решению.

Узкие места в цехах были выбраны на основе аналитического метода построения карт управления производством и циклограмм.

Критериями выбора узких мест являлись:

- потери рабочего времени на рабочих местах;
- задержки с выдачей заказа на производственные участки, стоящие в технологической цепочке после данных рабочих мест.
- «скопление» заказов, требующих обработки, перед рабочим местом.

Цель анализа сменного задания – выявить несоответствия при ведении сменно-суточных заданий

1. Организована разработка и применение сменно-суточного задания, в котором отражаются планируемые для изготовления детали (заказы) в назначенных рабочих местах.
2. Рабочий, выполняя сменное задание, проставляет фактическое ее выполнение, указывая последовательность и примерное время начала и окончания обработки деталей.
3. Организован дополнительный контроль рабочего: технолог фиксировал фактически выполненные рабочим задания.

Проведенный анализ скрытых потерь на рабочем месте «Ровер» позволил собрать следующие данные (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Анализ скрытых потерь на рабочем месте «Ровер»

Период мониторинга	с 5. 04. 16г. по 11. 04. 16г. с 14. 07. 16г. по 21. 07. 16г.	
Количество смен, проанализированных за период	14 смен	
Общее рабочее время за период	5760 минут	
Суммарное время потерь за период	3239 минуты	
Процент потерь времени за период	56,23 %	

Потери времени за период мониторинга составили 56,23 % от доступного рабочего времени.

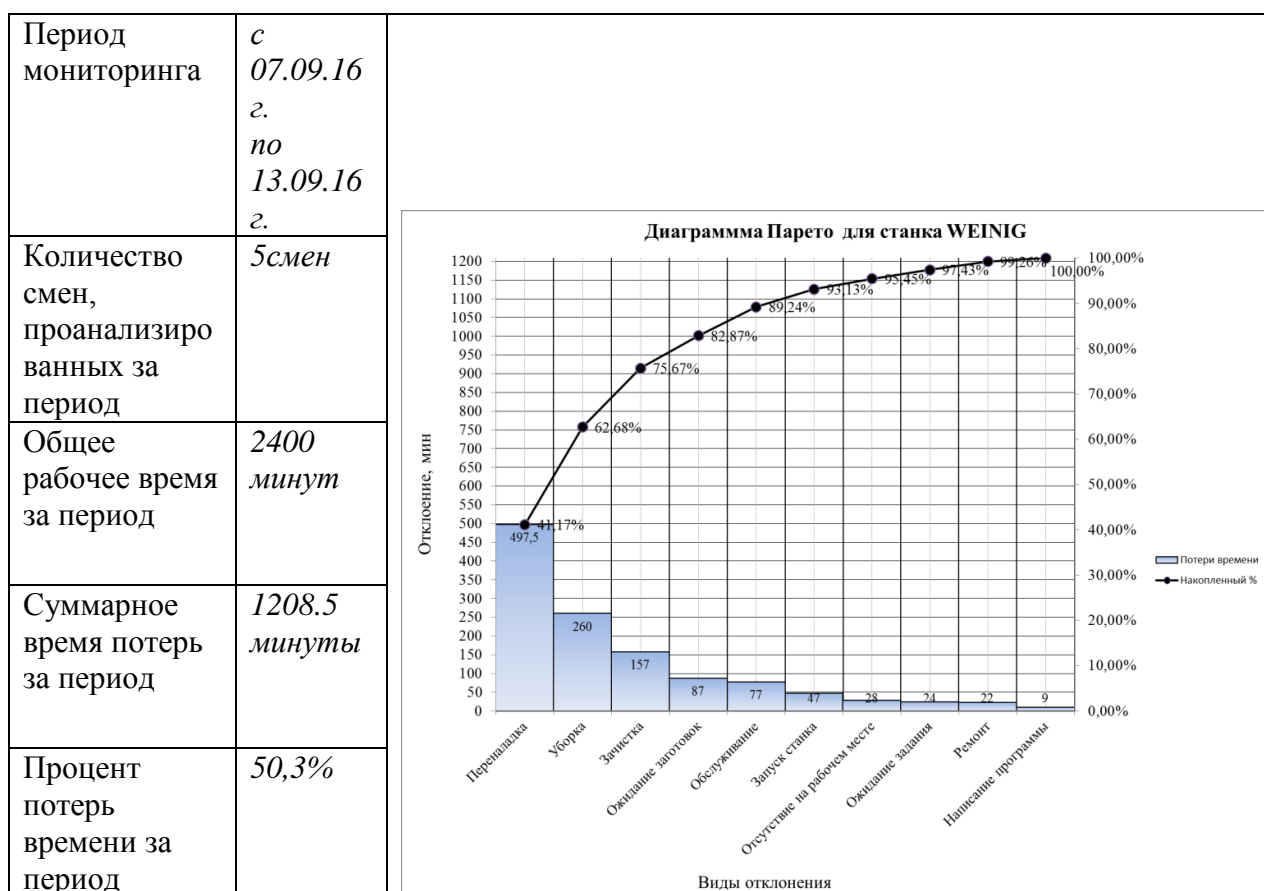
Основные виды потерь времени:

1. Переналадка - 709мин;
2. Написание программы - 633мин;
3. Ожидание заготовок - 305 мин.

Основными видами потерь являются технологические потери (переналадка, написание программы, ожидание заготовок) составляют 72,2% от общего времени потерь. Данные потери требуют минимизации в первую очередь.

Проведенный анализ скрытых потерь на рабочем месте «Вайненг» позволил собрать следующие данные (таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Анализ скрытых потерь на рабочем месте «Вайненг»



Потери времени за период мониторинга составили 50,3% от доступного рабочего времени.

Основные виды потерь времени:

1. Переналадка 497,5 мин;
2. Уборка 260 мин;
3. Зачистка 157 мин.

Данные потери требуют устранения в первую очередь.

Ниже приведена сводная таблица анализа скрытых потерь в узких местах производства (таблица 4.4).

Таблица 4.4 – Анализ «узких» мест в производственном процессе

Цех/ рабочее место	Параметры мониторинга			
	Общее доступно время,	Суммарное время потерь,	Потери в %	Основные 3 вида потерь (по Парето), в мин

	МИН	МИН		
Цех металлоконструкций				
Резка на МТР «Suprarex 2»	2400	785	33	Уборка стола (готовые детали и отход) - 200 Запуск, подготовка к работе (подготовка оборудования, включение, выбор программы резки, настройка режимов, базирование на листе) - 185; Поиск и установка листа металла на стол - 135.
Резка на МТР «Suprarex 3»	2400	1065	44	Уборка стола (готовые детали и отход) - 320; Запуск, подготовка к работе (подготовка оборудования, включение, выбор программы резки, настройка режимов, базирование на листе) - 185; Поиск и установка листа металла на стол - 180.
Дробеструйная обработка (большая камера)	2000	1126	56,3	Загрузка/выгрузка – 520 мин Установка/снятие заглушек – 155 мин Кантовка – 110 мин
Цех производства комплектующих				
Станок ROVER	5760	3239	56,23	Переналадка 709; Написание программы 633; Ожидание заготовок 305.
Станок WEINIG	2400	1208	50,3	Переналадка 497,5; Уборка 260; Зачистка 157.
Цех сборки				
Участок пневмоиспытания бака	960	288	30	Ремонт оборудования – 90 мин. Ожидание заготовок – 80 мин. Устранение пор на сварных швах – 80 мин.
Участок сварки бака	6240	747,6	29,41	Переход на другое рабочее место Отсутствие рабочего

Во всех рабочих местах выявлены «скрытые» потери, которые могут быть устранены за счет внедрение организационных и технологических мероприятий, таких как разработка стандартных операционных процедур (СОП), упорядочение (5S), быстрая переналадка (SMED), всеобщее обслуживание оборудования (TPM).

Далее нами был проведен анализ системы внутрицехового планирования производством. Основные выявленные за период анализа несоответствия в сменно-суточном планировании:

1. Не на всех рабочих местах выдаются сменно-суточное задание, в котором отражено перечень заказов деталей, требуемых к изготовлению.

РИСК: Нарушение в системе планирования, нарушение в системе приоритетов влияет на сроки выполнения заказа и дополнительные сверхурочные работы.

2. Суммарная трудоемкость заказов (деталей), запланированных в сменном задании по технологическим нормам меньше чем доступное время работы в смену. Это влияет на выработку на рабочем месте и продуктивность.

Таблица 4.5. – Сравнение технологических норм и фактической выработки на рабочем месте

Смена	Запланировано в сменном задании		Подтверждено по факту технологом				
	Номер изготовленной детали	Количество	Номер изготовленной детали	Количество	Суммарная трудоемкость		Продуктивность %
					ДСЕ	Т маш	
1	008 1 уст. Поводок	27	008 1 уст. Поводок	27	7,101	6,048	75,6
2	008 2 уст. Поводок	27	008 2 уст. Поводок	27	4,968	3,402	47,6
	007 1 уст Вал-шестерня	6	007 1 уст Вал-шестерня	6	0,69	0,408	

РИСК: Увеличение сроков выполнения заказов; дополнительные сверхурочные работы.

3. Не все запланированные в сменно-суточном задании позиции (детали) изготовлены (таблица 4.6).

Таблица 4.6 – План/факт анализ изготовления продукции (пример)

Дата	Запланировано в сменном задании		Изготовлено по факту (подтверждено цехом)	
	Номер изготовленной детали	Количество	Номер изготовленной детали	Количество

05.12. 2016	429	1	429	1
	588	1	588	1
	588	1	588	1
	588	1	588	1
	385-28	1	-	-
	385-28	1	-	-
	385-28	1	-	-

РИСК: Снижение выработки и продуктивности; увеличение сроков выполнения заказов; дополнительные сверхурочные работы.

4. Имеются несовпадения в запланированном задании и изготовленными по факту заказами.

РИСК: Невыполнение номенклатурного плана; увеличение сроков выполнения заказов; дополнительные сверхурочные работы.

Анализ данных по выполнению сменных заданий показал в «узких» местах, что имеются значительные отклонение по выработке и продуктивности. Обработанный данные приведены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Анализ данные по выработке в узких местах (фрагмент)

<i>Рабочее место</i>	<i>Дата</i>	<i>Смена</i>	<i>Объем производства, шт.</i>	<i>Трудоемкость, н/ч</i>	<i>Продуктивность (за смену 8ч), %</i>
Suprarex 1	11.07.2016	1	26	3,298	41
	11.07.2016	2	94	5,041	63
	11.07.2016	3	55	5,92	74
Suprarex 2	11.07.2016	1	294	12,971	162
	11.07.2016	2	71	9,308	116
	11.07.2016	3	29	3,698	46
Suprarex 3	11.07.2016	1	119	9,483	119
	11.07.2016	2	30	3,668	46
	11.07.2016	3	65	4,746	59
Rover	05.04.2016	1	432	7,3	91
	06.04.2016	1	40	7,7	96
	07.04.2016	1	43	8,8	110
	11.07.2016	1	22	6,48	81
	11.07.2016	2	20	3,79	47

Результаты:

1. Низкая продуктивность по причине скрытых потерь и несоответствий в сменно-сточном планировании.

2. Высокая продуктивность (более 120%) по причине некорректных технологических норм.

Выводы:

1. Для всех «узких» мест целесообразно разрабатывать сменно-суточные задания для эффективного планирования выполнения заказа.

2. В сменно-суточном задании отражать перечень требуемых к изготовлению заказов/ деталей/ видов работ, и оценивать загрузку рабочего места.

3. Необходимо регулярно проводить план-фактный анализ выполнения сменно-суточных заданий для оценки загрузки «узких» мест; их продуктивности; корректности технологических норм.

4.3 Внедрение организационных и технологических методов в «узких» местах производства

Для назначенных «узких» мест применены и апробированы следующие методы повышения производительности и качества (таблица 4.8).

Таблица 4.8 – Методы снижения скрытых потерь в «узких» местах производства

Методы для рабочих мест	Цель применения	Планируемый результат от внедрения
Упорядочение (5S)	Снизить трудоемкость выполнения технологических операций и переходов за счет: <ul style="list-style-type: none"> - определения рациональной последовательности выполнения технологических переходов; - снижения трудоемкости выполнения технологических переходов (устранение и перераспределение технологических переходов); - применение спец. оснастки; - устранения «скрытых» потерь в технологических переходах. Контролировать соблюдения рационального выполнения	1. Сокращение трудоемкости выполнения технологических операций и переходов 2. Сокращение длительности выполнения технологических операций и переходов $t_{цикла}$ 3. Сокращение длительности «не циклических» операций (подготовительно-заготовительных, организационных, обслуживающих, профилактических и т.д.) 4. Сокращение потерь рабочего времени (простои, ожидания задания, поиск и

	технологических операций	ожидания заготовок и др.)
Быстрая переналадка оборудования (SMED)	Снизить трудоемкость выполнения операций переналадки за счет: - определения рациональной последовательности выполнения переходов; - снижения трудоемкости выполнения переходов (устранение и перераспределение); - применение спец. оснастки; - устранения «скрытых» потерь в переходах. Контролировать соблюдения рационального выполнения технологических операций	1. Сокращение трудоемкости выполнения операций и переходов 2. Сокращение длительности выполнения операций и переходов $t_{пер}$ 3. Сокращение потерь рабочего времени (простои, ожидания задания, поиск и ожидания заготовок и др.)
Всеобщее обслуживание оборудования (TPM)	Снизить простои оборудования по причине экстренного ремонта. Перераспределить профилактические и контрольно-диагностические функции между производственным и ремонтным персоналом	1. Сокращение длительности на выполнения профилактических и контрольно-диагностических функций 2. Сокращение длительности выполнения экстренного ремонта

Организация и оптимизация рабочего места (5С) – это метод организации и рационализации рабочего места (рабочего пространства), целью которого является создание оптимальных условий для выполнения операций, поддержания порядка, чистоты, аккуратности, экономии времени и энергии. 5S — это пять шагов: сортировка, соблюдение порядка, содержание в чистоте, стандартизация и совершенствование.

Первом этапе внедрение 5S является оценка соответствия рабочего места. Для этого нами адаптирован чек-лист оценки рабочего места (таблица 4.9).

Таблица 4.9 - Чек- лист оценки соответствия рабочего места

Цех _____ РАБОЧЕЕ МЕСТО _____

Этапы	Критерий	Оценка (0,1 балл)
	Определен перечень предметов и средств производства,	

Сортировка	требуемых на рабочем месте	
	На рабочем столе сотрудника находятся только необходимые для работы предметы, документы (устаревшая, неиспользуемая оснастка, документация отсутствует)	
	Все ненужные вещи перемещены на новое место или утилизированы	
	Определены и обозначены зоны нахождения поступающих материалов, оснастки, инструмента, обработанных заказов и др.	
	Есть бирки и контуры, обозначающие предметы и инструмент	
Соблюдение порядка	Все пути и проходы доступны и свободны	
	Все предметы и средства труда, требуемые на рабочем месте, находятся на обозначенных местах и с идентификационными бирками	
	Сменно-суточное задание имеется на рабочем месте	
	Сменно-суточное задание ведется на рабочем месте	
	Все средства производства чисты и функциональны	
	Рабочие места содержатся в чистоте	
	Рабочие места для производственных отходов и их переработки в наличии и функциональны	
Содержание в чистоте	Графики уборки и обслуживания существуют и соблюдаются	
	Рабочие зоны для рабочих мест разграничены и обозначены	
	Пространство для загрузки доступно и свободно	
	Оборудование чистое, без следов масла и другого загрязнения	
	Оснастка чистая, без следов масла и другого загрязнения	
	Отсутствует разливы масла, других жидкостей на полу, стеллажах	
	Отсутствует пыль на стеллажах	
Стандартизация	Порядок поддерживается через визуализацию	
	Стандарты размещены на видном месте	
	Бланк анализа потерь имеется на рабочем месте	
	Бланк анализа потерь ведется на рабочем месте	
	СОП имеется на рабочем месте	
	СОП выполняется на рабочем месте	
	Карта переналадки имеется на рабочем месте	
	Карта переналадки выполняется на рабочем месте	
	Карта автономного обслуживания имеется на рабочем месте	
	Карта автономного обслуживания выполняется на рабочем месте	
	Бланк анализа упорядочения на рабочем месте имеется на рабочем месте	
	Бланк анализа упорядочения на рабочем месте ведется на рабочем месте	
	Проводится обучение всех сотрудников соблюдению стандартов	
Регулярно проводятся совещания (1 раз в неделю), на которых устанавливаются цели на неделю и подводятся итоги		
Совершенствование	Результаты предыдущего аудита вывешены для ознакомления	
	Проводится внутренний аудит рабочего места	

Руководители структурных подразделений принимают активное участие в аудите	
Проводится анализ текущих результатов аудита с предыдущими и принимаются меры по устранению недостатков	
Итоги аудитов освещаются на еженедельных совещаниях в структурном подразделении	
Предлагаются и реализуются идеи по улучшению системы 5S	
Проводится обучение по системе "5S" вновь принятых сотрудников	
Существует система мотивации персонала, которая используется для поддержания достигнутых результатов по внедрению системы "5S" и генерации идей по совершенствованию деятельности в рамках системы "5S"	
Регулярно подводятся итоги, награждаются сотрудники	
Общая оценка в баллах	
Установленный целевой показатель	

0 баллов – действия не выполняются/ выполняется не регулярно.

1 балл – действия выполняются регулярно в полном объеме.

Следующим этапом является разработка бланка 5S в котором внесены все предметы и средства производства, требуемые на рабочих местах (таблица 4.10).

Таблица 4.10 - Разработанный бланк упорядочения на рабочем месте по форме.

Зона	Перечень необходимых предметов	Место расположения
1 уровень Зона постоянной доступности	Перечень НД:	
	Перечень технологической оснастки, инструмента:	
	Перечень вспомогательных средств труда:	
2 уровень Зона периодической доступности (удаленная зона)	Перечень НД:	
	Перечень технологической оснастки, инструмента:	
	Перечень вспомогательных средств труда:	

Для примера в таблице 4.11 приведен заполненный бланк упорядочения для рабочего места «Ровер»

Таблица 4.11 - Разработка бланка упорядочения на рабочем месте

Зона	Перечень необходимых предметов	Место расположения
1 уровень Зона постоянной доступности	Перечень НД:	
	Сменно-суточное задание	Рабочий стол
	СОП для оператора станка с ЧПУ	Рабочий стол
	Перечень технологической оснастки, инструмента:	
	Рулетка Р5У3П	Рабочий стол
	Штангенциркуль ШЦ-I-200-0,1	Рабочий стол
	Нож 640-ТМ/ОГТ-011а	Рабочий стол
	Нож «NOGA 1 Stk S10»	Рабочий стол
	Шлифовальная шкурка ГОСТ 5009-82	Рабочий стол
	Карандаш цветной ТУ 205 РФ 09.2949479-009-92	Рабочий стол
	Маркер черный с круглым концом CENTROPEN Чехия	Рабочий стол
	Перечень вспомогательных средств труда:	
	Штамп личного клейма	Рабочий стол
	Заглушки	Инструментальный ящик
	Резиновые уплотнители	Инструментальный ящик
2 уровень Зона периодической доступности (удаленная зона)	Перечень НД:	
	СОП по переналадке	Шкаф
	Перечень технологической оснастки, инструмента:	Шкаф
	Приспособление для монтажа фрез	Шкаф
	Оправка HSK63; ISO40	Шкаф
	Набор цанг ER 40	Шкаф
	Фреза Ø18 x 43/20 «LEUCO»	Шкаф
	Фреза Ø18x20/175 «LEUCO»	Шкаф
	Фреза Ø20 x 75/135 «LEUCO»	Шкаф
	Сверло 10x90 «LEUCO»	Шкаф
	Сверло 12x100 «LEUCO»	Шкаф
	Фреза Ø8 x 22/70 «СМТ»	Шкаф
	Фреза Ø10 x 42 «FREUD»	Шкаф
	Фреза Ø12 x 42/90 «СМТ»	Шкаф
	Фреза Ø16 x 95/150 «СМТ»	Шкаф
	Фрезарадиусная Ø20 x 20	Шкаф
	Молоток	Шкаф
	Приспособление для монтажа фрез SCHAUBLINE40	Шкаф
	Пила дисковая 180x3,2x30 «LEUCO»	Шкаф
	Приспособление вакуумное	Шкаф
Перечень вспомогательных средств труда:		

Наличие вышеперечисленных предметов труда и нормативной документации в установленных местах достаточно для организации работы оборудования. Данные условия выполняются.

Стандартные операционные процедуры (СОП) - это документально оформленный набор инструкций или пошаговых действий, которые надо осуществить, чтобы выполнить ту или иную работу.

Результатом внедрения СОП является сокращения трудоемкости выполнения технологических операций и технологических переходов

Пример внедрения СОП на рабочем месте в цехе комплектующих приведен в таблице 4.12.

Таблица 4.12 – Показатели технологических операций при внедрении СОП.

Наименование разработанного СОП	Изготовление изолирующих деталей на обрабатывающих центрах с ЧПУ на участке изоляции (116 03) для трансформаторов и автотрансформаторов напряжением до 500кВ.	
Длительность выполнения технологической операции до применения СОП	$t_{\text{общ}}$, минут - общая длительность выполнения технологической операции	45,86 мин
	$t_{\text{осн}}$ - основное время (переменное), минут	25 мин
	$t_{\text{всп}}$ - вспомогательное время (const), минут	19,86 мин
	$t_{\text{цикл}}$ - время не циклических операций, минут	1 мин
Плановая длительность выполнения технологической операции с применением СОП	$t_{\text{общ}}$, минут - общая длительность выполнения технологической операции	34,62 мин
	$t_{\text{осн}}$ - основное время (переменное), минут	25 мин
	$t_{\text{всп}}$ - вспомогательное время (const), минут	8,92 мин
	$t_{\text{цикл}}$ - время не циклических операций, минут	0,7 мин

Внедрение СОПа позволит сократить длительность выполнения технологической операции за счет снижения времени на вспомогательные операции на 10,94 мин. (55,1%).

Пример внедрения СОП на рабочем месте в цехе металлоконструкций приведен в таблице 4.13.

Таблица 4.13 – Показатели технологических операций при внедрении СОП.

Наименование разработанного СОП	«Изготовление деталей на МТР «Suprarex»»	
Длительность выполнения технологической операции до применения СОП	$t_{\text{общ1}}$, минут - общая длительность выполнения технологической операции	<u>100</u> мин
	$t_{\text{осн1}}$ - основное время (переменное), минут	<u>39</u> мин
	$t_{\text{всп1}}$ - вспомогательное время, минут	<u>51</u> мин
	$t_{\text{цикл1}}$ - время не циклических операций (const), минут	<u>10</u> мин
Плановая длительность выполнения технологической операции с применением СОП	$t_{\text{общ2}}$, минут - общая длительность выполнения технологической операции	<u>86</u> мин
	$t_{\text{осн2}}$ - основное время (переменное), минут	<u>39</u> мин
	$t_{\text{всп2}}$ - вспомогательное время, минут	<u>37</u> мин
	$t_{\text{цикл2}}$ - время не циклических операций (const), минут	<u>10</u> мин

Длительность выполнения технологической операции до применения

СОП:

$$T_{\text{общ1}} = T_{\text{цикл1}} + T_{\text{всп1}} + T_{\text{осн1}} = 100 \text{ мин.}, \text{ где}$$

$$T_{\text{цикл1}} = 10 \text{ мин. (операция 10)}; T_{\text{всп1}} = 51 \text{ мин. (операции 20-80)};$$

Непосредственно время резки детали $T_{\text{осн1}}$ будет постоянно разным в зависимости от толщины и размера детали. Для примера возьмём деталь 224 (крышка): $T_{\text{осн1}} = 39 \text{ мин.}$

Номер операции	Наименование операции	Трудоёмкость, мин
10	Получить задание и подготовить оборудование к работе	10
20	Подобрать требуемый лист металла	7
30	Застропить лист и подать краном на стол	7
40	Выполнить базирование листа на столе	3
50	Подобрать программу, файл резки и расходники	10
60	Запустить программу резки (резка)	1
60.1	Выполнить контроль геометрических размеров	2
70	Маркировать деталь	1
80	Произвести уборку стола (готовые детали и отход)	20
Общее время выполнения операций		61

Оценку степени внедрения СОП можно проводить по разработанному нами отчету (таблица 4.14).

Таблица 4.14 – Сводный отчет по выполнению СОП на рабочем месте

№ перехода	Наименование перехода	Выполнение операции Да/Нет	Причина отклонения
10	Получение задания	ДА	
20	Найти требуемый чертеж	ДА	

30	Выбрать заготовку	ДА	
40	Установка уплотнителей	ДА	
50	Изъятие заглушек	ДА	
60	Установка боковых прижимов	ДА	
70	Установка заготовки	ДА	
80	Написание программы	ДА	
100	Контроль выполнения операции	Нет	В процессе работы станка написание программ для следующих деталей не выполнялось
110			
120	Очистка детали	ДА	
130	Снятие заготовки	ДА	
140	Вырезка детали из заготовки	Нет	Отсутствует подручный
150	Уборка отходов	ДА	
160	Обработка кромок детали	Нет	Отсутствует подручный
170	Сверка детали с чертежом	ДА	
180	Замер контролируемых размеров	ДА	
190	Маркировка детали	ДА	
200	Отправка детали на место хранения	ДА	
210	Уборка станка	ДА	
Выводы: Операции внедрённого СОПа выполняются в не в полном объеме, операция 100 не выполняется по причине (В процессе работы станка написание программ для следующих деталей не выполнялось)., операция 140,160 не выполняется (Отсутствует подручный).			

Быстрая переналадка (SMED) — это методика, представляющая собой набор организационных и технических методов, которые используются для сокращения времени переналадки или переоснастки оборудования.

Карта переналадки – это стандартная операционная процедура по быстрой переналадке оборудования.

Пример внедрения Карты переналадки на рабочем месте в цехе металлоконструкций приведен в таблице 4.15.

Таблица 4.15 – Показатели операции переналадки при внедрении Карты переналадки.

Наименование Карты переналадки оборудования	<i>Стандартизированная процедура переналадки на обрабатывающем центре Hermlec30и</i>
Длительность выполнения переналадки до применения Карты переналадки	<i>54 мин.</i>

Плановая длительность выполнения переналадки с применением Карты переналадки	23мин
--	-------

$T_{\text{внеш}} = 31$ мин

$T_{\text{внут}} = 23$ мин

Внедрение Карты переналадки оборудования позволит сократить длительность переналадки на 31 мин. (57,4%), за счет выполнения внешних операций до остановки оборудования.

Оценку степени внедрения Карт перенададок можно проводить по разработанному нами отчету (таблица 4.16).

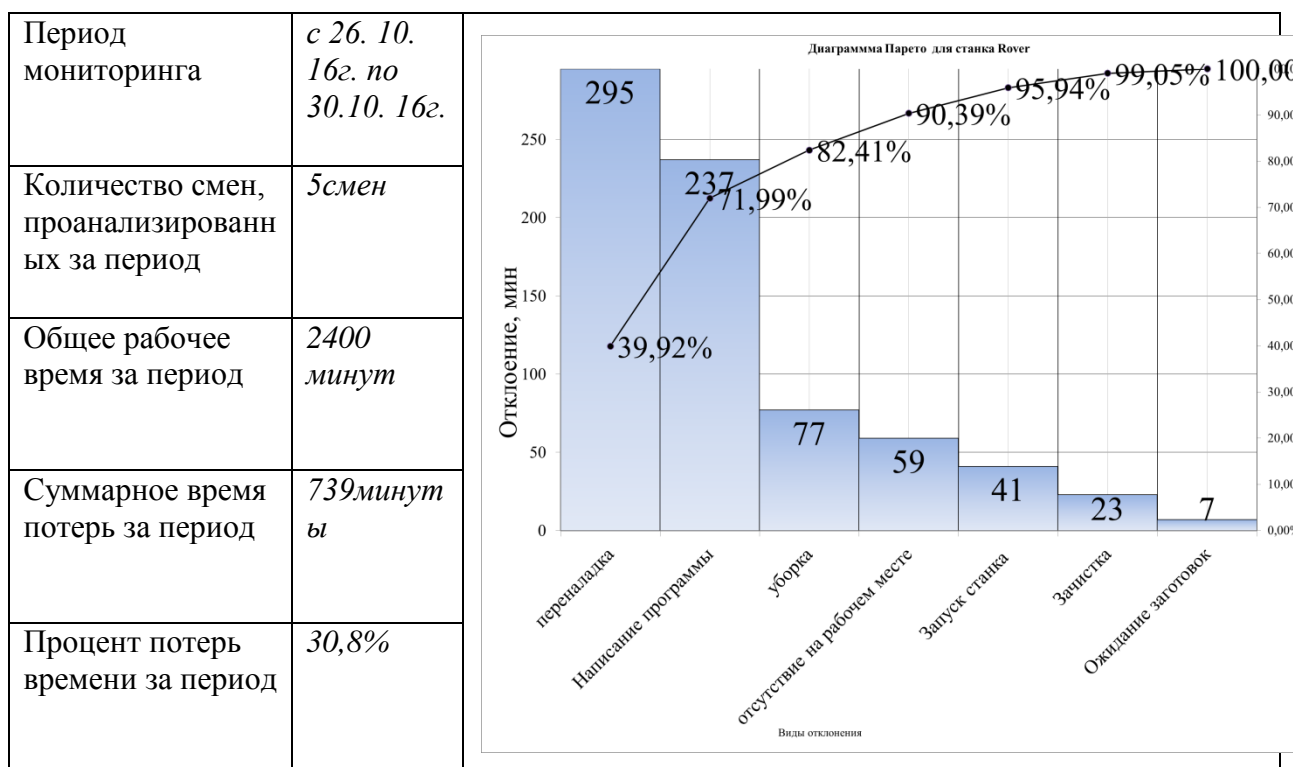
Таблица 4.16 – Сводный отчет по выполнению карты переналадки на рабочем месте

№ перехода	Наименование перехода	Выполнение операции Да/Нет	Причина отклонения
10	Остановка станка	Да	
20	Выбор нужных опций на ДУ	Да	
30	Извлечение оправки с фрезой	Да	
40			
50	Установка фрезы в приспособление	Да	
60	Изъятие фрезы и приспособления	Да	
70	Перемещение фрезы в лоток с нерабочими фрезами	Да	
80	Выбор рабочей фрезы	Да	
90	Замер рабочей фрезы	Да	
100	Занесение данных станок	Да	
110	Установка фрезы в оправку	Да	
120	Фиксация фрезы в оправке	Да	
130	Изъятие оправки из приспособления	Да	
140	Установка оправки в магазин станка	Да	
150	Закрытие станка и запуск	Да	
160			
Выводы: Операции внедрённой Карты переналадки оборудования выполняются в полном объеме.			

Проведенный анализ скрытых потерь после внедрения СОП и Карты переналадки позволяет сделать вывод об эффективности внедрения методов.

Пример результатов внедрения СОП и Карты переналадки на рабочем месте приведен в таблице 4.17.

Таблица 4.17. – Результаты внедрения СОП и Карты переналадки



Потери времени за период мониторинга составили 30,8% от доступного рабочего времени.

Основные виды потерь времени:

1. Переналадка 295мин
2. Написание программы 237
3. Уборка 77мин

Внедрение СОП и карты переналадки позволило сократить потери рабочего времени на 25,43 % (с 56,23% до 30,08%). Сокращение времени происходит за счет сокращения вспомогательного времени. Уменьшилось время на вырезку детали из заготовки, зачистка (операции переданы подручному). Операция написание программы происходит во время обработки детали.

Анализ показателей после внедрения мероприятия приведен в таблице 4.18.

Таблица 4.18 – Анализ показателей результативности

«Узкое место» Rover		
Показатель	Был	Стало

	0	
Выработка, н/час	575	813
Скрытые потери, %.	56,2	30,8
	3	
Качество, несоответствующие ед.	Нет	Нет
Пропускная способность в шт/комплектах по типам трансформаторов		
Продуктивность, %	336, 32%	461%

Выводы: Согласно проведенному анализу выявили что:

- скрытие потери удалось уменьшить на 25,43%;
- Выработка оборудования выросла на 41%;
- Продуктивность оборудования выросла на 124%.

Внедрение СОП на рабочих местах сократит длительность выполнения тех. операций/ переходов (в основном вспомогательных тех. операций, время которых постоянно и не зависит от обрабатываемых деталей и узлов) за счет:

- рациональной последовательности выполнения операций;
- «выноса» и перераспределение технологических операций на другие рабочие места, не являющиеся узкими с точки зрения пропускной способности;
- нормирования выполнения тех. операций/ переходов;
- контроля последовательности и длительности выполнения тех. операций/ переходов.

Результаты внедрения СОП приведены в таблице 4.19.

Таблица 4.19 - Результаты внедрения СОП:

Цех/ Рабочее место	Текущая ситуация	Планируемые улучшения
Резка на МТР «Suprarex»	Вспомогательное время на обработку 1-го заказа (не зависящая от наименования заказа) $t_{всп1}$ – 51 мин.	Вспомогательное время на обработку 1-го заказа $t_{всп2}$ – 37 мин. Сокращение длительность выполнения тех. операции на 14 мин. (27%) для 1 заказа.
Станок ROVER	Вспомогательное время на обработку 1-го заказа (не зависящая от наименования заказа) $t_{всп1}$ – 19,86 мин.	Вспомогательное время на обработку 1-го заказа $t_{всп2}$ – 8,92 мин. Сокращение длительность выполнения тех. операции на 10,94 мин. (55%) для 1 заказа.
Станок WEINIG	Вспомогательное время на обработку 1-го заказа (не зависящая от наименования заказа) $t_{всп1}$ – 28 мин.	Вспомогательное время на обработку 1-го заказа $t_{всп2}$ – 13 мин. Сокращение длительность

		выполнения тех. операции на 15 мин (53%) для 1 заказа. Сокращение основного времени $t_{осн2}$ на 30 мин. (50%) за счет передачи технологических операции «зачистка, укладка деталей, уборка».
Цех 112 Участок пневмоиспытания бака	-	Внедрения разработанных мероприятий позволит сократить время на операцию в среднем на 7-10 минут в зависимости от заказа, что увеличит пропускную способность участка с 147 баков до 168 баков в месяц при 1 сменном режиме работы. Пропускная способность рабочего места увеличится на 21 шт. или 14%.

* - под заказом, в зависимости от цеха, понимается деталь, узел, комплект либо трансформатор, имеющее идентификационный номер и определенная в плане производства как самостоятельная единица, которую необходимо изготовить на конкретном рабочем месте/ ГРМ.

Результаты: Внедрения СОП позволяет сократить трудоемкость технологических операций, сократить «скрытые» потери и повысить пропускную способность в среднем на **30-40%**.

Внедрение Карт (стандартов) переналадки оборудования сократит длительность операций по переналадки за счет:

- рациональной последовательности выполнения операций;
- перевода «внутренних» операций (с полной остановкой оборудования) во внешние операции, которые можно производить до остановки и после запуска оборудования, что влияет на потери времени при переналадки;
- нормирования выполнения операций/ переходов;
- контроля последовательности и длительности выполнения тех. операций/ переходов.

Результаты внедрения Карт переналадки приведены в таблице 4.20.

Таблица 4.20 - Результаты внедрения Карт переналадки

Цех/ Рабочее место	Текущая ситуация	Планируемые улучшения
Станок ROVER	Длительность переналадки $t_{пер1} - 10$ мин.	Длительность переналадки $t_{пер2} - 5,6$ мин. Сокращение длительность на 4,4 мин. (44%).
Станок WEINIG	Длительность переналадки $t_{пер1} - 5$ мин.	Длительность переналадки $t_{пер2} - 4$ мин. Сокращение длительность на 1 мин. (20%).
Обработка центр Hermlec30u	Длительность переналадки $t_{пер1} - 54$ мин.	Длительность переналадки $t_{пер2} - 23$ мин. Сокращение длительность на 31 мин. (57%).

Результаты: Внедрение карт переналадки позволят сократить время переналадки в среднем на 40-50%. Это позволит повысить пропускную способность узких мест и всего производственного процесса в цехах.

Внедрение СОП, Карт переналадки и 5S позволят снизить трудоемкость и повысить пропускную способность(производительность) в «узких» местах. Это напрямую повлияет на сокращение длительности производственных циклов и повышение пропускной способности производственных участков и цехов.

Выводы по главе

1. Разработанная нами методика описание потока прохождения заказа через производство на основе построения карт управления производством и циклограмм позволяет выявить аналитическим способом узкие места в потоке заказа, для дальнейшего их устранения.

2. Разработанная нами методика мониторинга скрытых потерь в узких местах позволяет проводить количественную оценку потерь. Установлено что потери в производстве могут достигать до 80%.

3. Предложенные нами мероприятия по повышению производительности и качества позволили на конкретном предприятии улучшить показатели производительности и качества.

Основных результаты и выводы

1. Достигнута цель диссертационной работы, направленная на повышения производительности и качества производственных процессов машиностроительного предприятия многономенклатурного производства за счет разработки технологии повышения производительности и качества. Длительность циклов конструкторской проработки сокращено в среднем в **2 раза**. Длительность технологической проработки сокращено в среднем с **26 дней до 4 дней**, а норматив своевременности выдачи ТД в цех возрос с **27% до 90%**.

2. Проведен анализ факторов и системных ограничений, влияющих на повышение производительности и качества «производственной цепи» при многономенклатурном «позаказном» типе производства. Установлен подход, при котором управление производственными процессами осуществляется системно, при этом достигаются целевые показатели производственной системы и экономические показатели эффективности организации в целом.

3. Разработана структурную модель технологии комплексного повышения производительности и качества «производственной цепи». В основе технологии организационные и технологические методы повышений производительности и качества производственных процессов.

4. Разработана методика построения дерева системных ограничений производственных процессов в инженерной службе и производственной службе. Дерево системных ограничений позволило выявить коренные причины влиявшие на производительность и качество. К ним относятся процедуры организации и планирования работ исполнителей.

5. Разработана методика разработки целей в области производительности и качества для подразделений инженерной службы и службы производства. Данная методика позволяет установить количественные цели для ИС и производства и согласовать с целями более высокого уровня.

6. Разработана методика повышения качества и производительности в инженерной службе и на производстве, которая основана на управлении потоком заказов через узкие места. В узких местах выявляются и сокращаются скрытые потери, тем самым повышается пропускная способность и сокращаются длительность циклов

7. Проведена практическая апробация разработанной технологии и рассчитаны показатели результативности и эффективности от ее применения на конкурентном предприятии машиностроения выпускающем сложную многономенклатурную продукцию.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gotzamani, K.D. An empirical study of the ISO 9000 standards contribution towards total quality management [Текст]/ K.D. Gotzamani, G.D. Tsiotras // International Journal of Operations & Production Management. - 2001. - № 10. - P. 132-134.
2. Hart, E. R. Designing process-based organizations [Текст]/ E. R. Hart // Plan. Rev. 21, № 5, 1993. - С.39-40.
3. Ishikawa, K. What Is Total Quality Control? [Текст]/ K. Ishikawa.- The Japanese Way, Prentice Hall, 1985. - p. 235.
4. Ivanov, D. Structure dynamics control – based framework for adaptive reconfiguration of collaborative enterprise networks [Текст]/ D. Ivanov, B. Sokolov, J. Kaeschel // International Journal of Manufacturing Technology and Management. – 2009. - Vol. 17 (1/2), pp. 23-41.
5. Juran, J.M. A History of Managing for Quality. The Evolution, Trends, and Future Directions of Managing for Quality [Текст]/ J.M. Juran.- ASQC Quality Press, 1995.- p. 597.
6. Juran, J.M. Architect of Quality. The autobiography of Dr. Joseph M. Juran. [Текст]/ J. M. Juran.- McGraw-Hill, 2004.- pp. 379.
7. Kaplan, R. The Balanced Scorecard: Enhancing the Mc Kinsey 7-S Model [Текст]/ R. Kaplan, Balanced Scorecard Report, March, 2005.
8. Maskin, E. S. Credit and Efficiency in Centralized and Decentralized Economies [Текст]/ E. S. Maskin // Review of Economic Studies, 62, 1995. - pp.541-555.
9. Smirnov, A. Ontology-Driven BTO Production Network Configuration Based on Knowledge Logistics. [Текст] / A. Smirnov, N. Shilov, T. Levashova, A. Kashevnik, In: Proceedings of the German-Russian Logistics Workshop, Saint-Petersburg, 2006, pp. 162-171.
10. The integrated use of management system standards [Текст]. – British: ISO, 2008. – 145 с.

11. Van der Wiele, A. ISO 9000 series and excellence models: fad to fashion to fit [Текст]/A. Van der Wiele, B. Dale, R. Williams // Journal of General Management. - 2000. - № 3. - P. 50-66.

12. World Commision on Enviroument and Development.- Our common Fature[Текст]: Pxford University Press, 1987.- p.43.

13. Александров, А. А. Разработка организационно-экономических методов и моделей управления логистической системой поддержки жизненного цикла наукоемкой продукции : диссертация ... кандидата технических наук : 05.02.22 / Александров Александр Анатольевич; [Место защиты: Моск. гос. техн. ун-т им. Н.Э. Баумана]. - Москва, 2008. - 180 с.

14. Амелин, Станислав Витальевич. Теория и методы принятия решений в системе оперативного управления производством: автореферат дис. ... доктора экономических наук : 05.02.22 / Амелин Станислав Витальевич Воронеж. гос. техн. ун-т. - Воронеж, 2005. - 37 с.

15. Антипов Д.В. Методология и инструментарий организации и управления сбалансированным взаимодействием элементов производственной системы машиностроительного предприятия: диссертация доктора технических наук: специальность 05.02.22 – «организация производства» (машиностроение) [Место защиты: СГАУ им. С.П. Королева]. - Самара, 2014. - 316 с.

16. Антипов, Д.В. Моделирование систем методов и средств управления качеством продукции и услуг: учебное пособие [Текст] / Д.В. Антипов [и др.] Тольятти: ТГУ, 2012. – 227 с.

17. Антипов, Д.В. Обеспечение конкурентоспособности промышленных предприятий на основе интеграции методов логистики и управления качеством: монография [Текст] / Д.В. Антипов, Ю.Г. Гушян – Тольятти: Изд. ТГУ, 2013 – 250 с.

18. Антипов, Д.В. Обеспечение устойчивой конкурентоспособности предприятий автомобильной промышленности: монография [Текст] / Д.В. Антипов - Самара : Изд-во СНЦ РАН, 2012 – 300 с.

19. Антипов, Д.В. Разработка научных и методических методов и подходов повышения эффективности функционирования и качества организации производственных систем: монография [Текст] /Клочков Ю.С., Антипов Д.В. и др. - Самара: Изд-во СНЦ РАН, 2013 – 450 с.

20. Анциферов К. Д. Формирование механизмов устойчивого развития промышленных предприятий на основе управления бизнес-изменениями : Дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 /Анциферов Константин Дмитриевич: Орел, 2002.- 165 с.

21. Багриновский, К. А. Современные методы управления технологическим развитием [Текст]/ К. А. Багриновский, М. А. Бендииков, Е. Ю. Хрусталева. - М. : РОССПЭН, 2001. - 270 с.

22. Барабанов, Д. В. Разработка метода организации процессов технической подготовки производства на машиностроительном предприятии на основе стандартов ИСО серии 9000 : диссертация ... кандидата технических наук : 05.02.22/ Барабанов Дмитрий Валериевич. - Москва, 2003. - 170 с.

23. Бойцов,Б. В. Концепция качества жизни [Текст]/ Б. В. Бойцов, М. А. Кузнецов, Г. И. Элькин М.: Акад. проблем качества, 2007 .- 238 с.

24. Бойцов, В.В. Научные основы комплексной стандартизации технологической подготовки производства [Текст]/ В.В. Бойцов. - М.: Машиностроение, 1982. - 319 с.

25. Бурков В.Н. Механизмы функционирования организационных систем [Текст] / монография / В.Н.Бурков, В.В. Кондратьев – М.: Наука, 1981. – 384 с.

26. Бурков В.Н. Модель согласование интересов в задаче управления проектами [Текст] / В.Н.Бурков, С.А. Баркалов /Матем. моделирование информационных и технологических процессов – Воронеж: ВГТА, 2003. Вып. 6. – С. 58-60.

27. Бурков В.Н. Основы математической теории активных систем. – М.: Наука, 1977. – 255 с.

28. Бурков В.Н. Теория графов в управлении организационными системами [Текст] / монография В.Н.Бурков, А.Ю. Заложнев, Д.А. Новиков – М.: Синтег, 2001. – 124 с.
29. Бурков, В.Н. Механизмы внутрифирменного управления [Текст]/ В.Н. Бурков, В.Н. Трапезова; Рос. акад. наук. Ин-т проблем упр. им. В.А. Трапезникова. -М. : Ин-т проблем упр., 2000. - 58 с.
30. Великанов, К. М. Расчет экономической эффективности новой техники [Текст]/ К. М. Великанов, Э. Г. Васильева. - Л.: ЛДНТП, 1981.- 26 с.
31. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей и ее инженерное приложение [Текст] / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров— М.: Наука, 1988. – 480 с.
32. Виноградова, Г. Л. Методология эволюционного реинжиниринга бизнес-процессов машиностроительного предприятия : диссертация ... доктора технических наук : 05.13.01 / Виноградова Галина Леонидовна; [Место защиты: Рыбинская государственная авиационная технологическая академия]. - Рыбинск, 2007. - 273 с.
33. Волкова, В.Н. Теория систем и системный анализ в управлении организациями: Справочник: Учеб. пособие [Текст] / Под ред. В.Н. Волковой и А.А. Емельянова/- М.: Финансы и статистика, 2006. - 848 с.
34. Воронин, А.А. Оптимальные иерархические структуры [Текст] / А.А. Воронин, С.П. Мишин / – М.: ИПУ РАН, 2003. – 214 с.
35. Вумек, Джеймс П. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании [Текст] / Джеймс П. ВумекД. Джонс (4-е издание). – М.: Издательство Альпина Бизнес Букс, 2008. – 230с.
36. Вэйдер, МайклИнструменты бережливого производства: Мини-руководство по внедрению методик бережливого производства [Текст]/ Майкл Вэйдер (5-е издание). – М.: Альпина Паблишерз, 2009. – 330с.
37. Гвишиани, Д. М. Организация и управление [Текст]/ Д. М. Гвишиани. - М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана , 1998. - 332 с.

38. Гермейер, Ю. Б. Введение в теорию исследования операций [Текст]/ Ю. Б. Гермейер. – М: Наука, 1971. - 384 с.
39. Глудкин, О.П. Всеобщее управление качеством: Учебник для вузов [Текст] / О.П. Глудкин, Н.М. Горбунов, А.И. Гуров, Ю.В. Зорин. под ред. О.П. Глудкина. – М: Радио и связь, 1999. – 600с.
40. Голдрат, Э. Критическая цепь [Текст] / Э. Голдрат // Перевод с англ. – М.: ТОС-центр, 2006 – 272 с.
41. Голдрат, Э. Цель: процесс непрерывного совершенствования [Текст] / Э. Голдрат, Дж. Кокс. – М.: Поппури, 2007. – 500 с.
42. Гришанов, Г.М. Исследование систем управления: Учебное пособие [Текст] / Г.М. Гришанов, О.В. Павлов. – Самара.:Самар. гос. аэрокосм. ун-т., 2005. - 128 с.
43. Гришанов, Г.М. Математические основы экономической теории производства : Учеб. пособие [Текст]/ Г.М. Гришанов, М.И. Гераськин. - Самара : Сам. гос. аэрокосм. ун-т, 2001. - 101с.
44. Детмер, У. Производство с невероятной скоростью: Улучшение финансовых результатов предприятия [Текст] /Уильям Детмер, Эли Шрагенхайм; Пер. с англ. – М.: Альпина Паблишерз, 2009. – 330с.
45. Егорова, Т.А. Организация производства на предприятиях машиностроения [Текст]/ Т.А. Егорова. – СПб.: Питер, 2004. – 304с.
46. Захаров, М.Н. Основы теории надежности оборудования. Учебное пособие [Текст]/ М.Н. Захаров. – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2009.- 94 с.
47. Игнатьева, А.В. Исследование систем управления [Текст] / А.В. Игнатьева, М. М. Максимцов. – М.: Юнити-Дана, 2000. – 167 с.
48. Карлик, Е. М. Оптимизация производственных объединений в машиностроении [Текст]/ Е. М. Карлик, Ю. А. Филимонов, Л. А. Филиппов - Л. : Машиностроение : Ленингр. отд-ние, 1981. - 272 с.
49. Карлик, Е. М. Экономическая эффективность концентрации и специализации производства в машиностроении [Текст]/ Е. М. Карлик, А. П.

Градов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л. : Машиностроение : Ленингр. отд-ние, 1983. - 216 с.

50. Коллектив авторов Канбан и точно вовремя на «Toyota»: Менеджмент начинается на рабочем месте. Пер. с англ. [Текст]. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2008 – 218 с.

51. Кочетов, В. В. Разработка теоретических основ и методологии организационно-экономической системы создания конкурентной продукции машиностроения : диссертация ... доктора технических наук : 05.02.22 / Кочетов Валентин Васильевич Моск. гос. техн. ун-т им. Н.Э. Баумана. - Москва, 2006. - 383 с.

52. Лайкер, Джеффри Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира [Текст] / Джеффри Лайкер (4-е издание). – М.: Издательство Альпина Бизнес Букс, 2008. – 190с.

53. Лайкер, Джеффри Практика Дао Toyota: Руководство по внедрению принципов менеджмента Toyota [Текст]/ Джеффри, Лайкер, Майер, Дэвид (2-е издание). – М.: Издательство Альпина Бизнес Букс, 2008. – 255с.

54. Ланкин, В.Е. Теория систем и системный анализ в управлении организациями [Текст]/ В.Е. Ланкин. – М.: «Финансы и статистика», 2004.- 206 с.

55. Масааки, И. Гемба Кайдзен: Путь к снижению затрат и повышению качества [Текст]/ И. Масааки // Аудиокнига. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2008.

56. Месарович, М. Теория иерархических многоуровневых систем [Текст] / монография / М. Месарович, Д. Мако, Я. Такахара – М.: Мир, 1973. – 156 с.

57. Мехонцева, Д.М. Самоуправление и управление: Вопросы общей теории систем [Текст] / Д.М. Мехонцева.– Красноярск: Изд-во Красноярского университета, 1991 - 248с.

58. Мехонцева, Д.М. Универсальная теория самоуправления и управления: Прикладные аспекты: социология, политология, право, экология [Текст]/ Д.М. Мехонцева: Монография: 2 изд., перераб. и доп. – М.: Красноярск: изд-во «Универе». ПСК «Союз». 2000. – 416 с.
59. Мильнер, Б.З. Теория организации [Текст]/Б.З. Мильнер. учебник, 7-е изд., перераб. – М.: ИНФРА-М, 2008.-864 с.
60. Миронов, М.Г. Ваша конкурентоспособность [Текст]/ М.Г. Миронов. – М.: Альфа-Пресс, 2004. -258 с.
61. Ротер, Майкл Учитесь видеть бизнес-процессы. Практика построения карт потоков создания ценности (2-е издание) [Текст]/ Майкл Ротер, Джон Шук. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. – 180с.
62. Фасхиев, Х.А. Конкурентоспособность автомобилей и их агрегатов [Текст]/ Х.А. Фасхиев, А.В.Крахмалева, М.А. Сафарова. – Набережные Челны: КамПИ, 2005. – 256 с.
63. Фейгенбаум, А. Контроль качества продукции [Текст]/ А. Фейгенбаум. – М.: Экономика. 1986.- 471 с.
64. Флейшман, Б.С. Основы системологии [Текст] / Б.С. Флейшман – М.: Радио и связь, 1982. – 368 с.
65. Флейшман, Б.С. Элементы теории потенциальной эффективности сложных систем [Текст] / Б.С. Флейшман. – М.: Советское радио, 1971. – 224 с.
66. Харинтгтон, Д. Совершенство управления изменениями [Текст]/ Д. Харинтгтон. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2008. – 192 с.
67. Холл, А.Д. Опыт методологии для системотехники [Текст]/ А.Д. Холл. – М.: Сов. радио, 1975.- 100с.
68. Холл, А.Д. Определение понятия системы. - Исследования по общей теории систем [Текст] / А.Д. Холл, Р.Е. Фейджин М.: 1969. – 252с.
69. Адлер, Ю.П. Процессное описание бизнеса – основа основ и для системы экономики качества [Текст]/ Ю.П. Адлер, С.Е. Щепетова // Стандарты и качество. – 2002. - №2 – С. 66-69.

70. Азаров, В.Н. Качество как национальная идея [Текст]/ В.Н. Азаров, Б.В. Бойцов, Ю.Н. Коняев // Качество. Инновации. Образование. Москва: Изд-во №1, 2002 С. 4 – 7.

71. Антипов, Д.В. Ключевые направления конкурентоспособности машиностроительных предприятий [Текст] / Д.В. Антипов, В.В. Щипанов, А.А. Руденко, А.В. Никуленко // Europeansocialsciencejournal Европейский журнал социальных наук №8(24) 2012. Рига-Москва Международный исследовательский институт 2012. – С440-450.

72. Антипов, Д.В. Методика проектирование допусков на изготовление формообразующих инструментов [Текст] / Д.В. Антипов // Известия СНЦ РАН. – Самара: изд-во СНЦ РАН. –2006. – Вып. 2. – С. 48-54.

73. Антипов, Д.В. Методология процессно-ориентированного подхода в управлении организацией [Текст] / Д.В. Антипов, М.О. Искосков // Известия СНЦ РАН. – Самара: изд-во СНЦ РАН. –2007. – Вып. 3. – С. 51-56.

74. Антипов, Д.В. Механизм сбалансированного управления производственной системой машиностроительного предприятия [Текст] / Д.В. Антипов Г.М. Гришанов// Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – Тольятти: изд-во ТГУ - 2013.- № 3 (21) – С. 115-124.

75. Антипов, Д.В. Обеспечение устойчивой конкурентоспособности промышленного предприятия за счет повышения его продуктивности [Текст] / Теория и практика общественного развития Вып. № 9 2012.-С 241-244.

76. Антипов, Д.В. Особенности обеспечения устойчивой конкурентоспособности промышленного предприятия [Текст] / Д.В. Антипов // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – Тольятти: изд-во ТГУ - 2013.- № 1 (19) – С. 97-104.

77. Антипов, Д.В. Особенности организационного развития управления предприятий [Текст] / Д.В. Антипов // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – Тольятти: изд-во ТГУ - 2011.- № 3 (17) – С.139-145.

78. Антипов, Д.В. Повышение эффективности оперативного управления производством продукции [Текст] / Д.В. Антипов // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – Тольятти: изд-во ТГУ - 2013.- № 1 (19) – С. 97-104.

79. Антипов, Д.В. Разработка алгоритма оперативного вмешательства в технологический процесс в системе логистического управления качеством производства машиностроительных изделий [Текст] / Д.В. Антипов, Ю.Г. Гющян // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2012. – Т. 19, № 2. – С. 297–303.

80. Антипов, Д.В. Разработка модели оценочных показателей устойчивого развития организации [Текст] / Д.В. Антипов // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – Тольятти: изд-во ТГУ - 2010.- № 4 – С.186-189.

81. Антипов, Д.В. Системные подходы к разработке технологии повышения эффективности бизнес-процессов предприятий автомобилестроения [Текст]/ Д.В. Антипов // Актуальные проблемы менеджмента в России. Проблемы развития экономического анализа и бухгалтерского учёта в условиях финансового кризиса: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, Тольятти, 3-5 марта 2010 г. / отв. ред. Е.В. Никифорова. В 2-х т. – Тольятти: ТГУ, 2010. – Т.1, ч. 1. – 304 с.

82. Антипов, Д.В. Методика управления потоком качества в производственном процессе [Текст] / Д.В. Антипов, Ю.Г. Гющян, И.Ю. Сачков // Вестник Волжского университета имени В.Н. Татищева Научно-теоретический журнал. Сер. «Экономика». Выпуск 26(3), 2012. - С. 226-235.

83. Архипов, А.В. Обобщенная задача оперативного планирования работ в производственно-логистических сетях [Текст] / А.В. Архипов, Д. А. Иванов // Информационные технологии. – 2005. - №3. – С. 24-32.

84. Кутин, А.А. Инновационное развитие высокотехнологичных производств на основе интегрированных АСТПП [Текст]/ А.А. Кутин, С.Н. Григорьев // Автоматизация и современные технологии, №11, 2011. - с.22-25.

85. Кутин, А.А. Критерий структурной оптимизации производственного процесса изготовления сложных деталей машиностроения [Текст]/ А.А. Кутин, М.В. Туркин // Известия высших учебных заведений. Машиностроение №10(619), 2011. – с. 72-75.

86. Кутин, А.А. Организация и управление сложным машиностроительным производством на основе calcs технологий [Текст]/ А.А. Кутин, С.Н. Григорьев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 14, №4(2), 2012. – с. 403-407.

87. Лисенков, А.Н. О многокритериальной оценке качества [Текст]/ А.Н. Лисенков // Методы менеджмента качества. – 2007. – №6. С 10-16.

88. Щипанов, В.В. Оценка качества проектирования оргструктуры предприятия [Текст] / В.В. Щипанов, Д.В. Антипов, Д.В. Айдаров // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Специальный выпуск: «Технологии управления организацией. Качество продукции и услуг». – Вып. 10. - 2008. – С. 165-171.

89. Зеткина, О. В. Об управлении устойчивостью предприятия - [Электронный ресурс] - <http://www.conif.boom.ru/third/section3.htm>

90. Коули, С. Алхимия роста [Текст]/ С. Коули, Д. Уайт, М. Багхай // Вестник McKinsey - [Электронный ресурс] - <http://www.vestnikmckinsey.ru>.

91. Менеджмент: электронный учебник / Под ред. Ю.В. Кузнецова, Л.В. Тюленева - [Электронный ресурс] - <http://de.ifmo.ru/>

92. Родионова, Л.Н. Устойчивое развитие промышленных предприятий: термины и определения / Л.Н. Родионова, Л.Р. Абдуллина - [Электронный ресурс] - <http://www.ogbus.ru>

93. Руководство по отчетности в области устойчивого развития. Версия 3. - [Электронный ресурс] - <http://www.globalreporting.org/>

Определения, применимые в работе

Базирование - Придание заготовке или изделию требуемого положения относительно выбранной системы координат [ГОСТ 21495-76].

Информационная модель - Формальная модель ограниченного набора фактов, понятий или инструкций, предназначенная для удовлетворения конкретному требованию [ГОСТ Р ИСО 10303].

Организационный объект технологического процесса - Часть технологического процесса, содержащая вспомогательные действия необходимые для выполнения технических объектов в зависимости от принятых организационных решений.

Организационно технический объект технологического процесса - Часть рабочей технологической документации, содержащая информацию об организации выполнения технических и организационно-технических объектов технологического процесса.

Программно-методический комплекс системы автоматизированного проектирования - Взаимосвязанная совокупность компонентов программного, информационного и методического обеспечения системы автоматизированного проектирования, включая, при необходимости, компоненты математического и лингвистического обеспечения, необходимая для получения законченного проектного решения по объекту проектирования или выполнения унифицированной процедуры [ГОСТ 34.003-90].

Производственная система – взаимосвязанная совокупность элементов, направленная на создания продукта машиностроительного предприятия

Системное ограничение – фактор (как правило управленческий – процедура/правило), влияющий на появление несоответствий и невыполнений требований.

Технологическая подготовка производства - Вид производственной деятельности предприятия (группы предприятий), обеспечивающей

технологическую готовность производства к изготовлению изделий, отвечающих требованиям заказчика или рынка данного класса изделий [ГОСТ Р 50995.3.1-96].

Технологическая система - Совокупность функционально взаимосвязанных средств технологического оснащения, предметов производства и исполнителей для выполнения в регламентированных условиях производства заданных технологических процессов или операций [ГОСТ 27.004-85].

Технический объект технологического процесса - Часть технологического процесса, содержащая действия, непосредственно изменяющие и/или определяющие состояние предмета труда.

«Узкое место» – физический ресурс (отдел/сотрудник), имеющий наибольшую загруженность и сдерживающий поток заказов по производительности

Элементы ПС – процессы, необходимые для выполнения заказа на выпуск продукции, включающие в себя производственный персонал, необходимое технологическое оборудование, оснастку и инструмент, применяемые на производственных участках, а также объекты инфраструктуры и производственной среды, информационную систему и другие средства труда, необходимые для их эффективного функционирования.

Магистерская работа выполнена мною самостоятельно.

Использованные в работе материалы и концепции из опубликованной научной литературы и других источников имеют ссылки на них.

Отпечатано в _____ экземплярах.

Библиография составляет _____ наименований.

Один экземпляр сдан на кафедру « _____ » _____ 201__ г.

Дата « _____ » _____ 201__ г.

Студент _____ (_____)

(Подпись)

(Имя, отчество, фамилия)