

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(Национальный исследовательский университет)»
Факультет машиностроения
Кафедра технологии автоматизированного машиностроения

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент, начальник отдела бизнес-
моделирования ПАО «ЧТПЗ»

_____ С.Н. Забейворота
_____ 2019 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой, д.т.н.,
профессор

_____ В.И. Гузеев
_____ 2019 г.

Разработка модели загрузки прокатных станков заказами пересекающего
сортамента в условиях металлургического предприятия

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 15.04.01.2019.190.ПЗ ВКР

Консультанты
Экономический раздел,
к.т.н., доцент

_____ Н.С. Сазонова
_____ 2019 г.

Руководитель работы,
к.т.н., доцент

_____ Н.В. Сырейщикова
_____ 2019 г.

IDEF – моделирование,
д.т.н., профессор

_____ П.П. Переверзев
_____ 2019 г.

Автор проекта,
студент Группы П-262

_____ Е.И. Ионова
_____ 2019 г.

Нормоконтролер,
к.т.н., доцент

_____ А.В. Щурова
_____ 2019 г.

АННОТАЦИЯ

Ионова Е.И. Разработка модели загрузки прокатных станов заказами пересекающего сортамента в условиях металлургического предприятия. – Челябинск: ЮУрГУ, П-262, 81 с., 9 ил., 21 табл., библиогр. список – 28 наим., 7 прил., альбом ил. – 23 л. – ф.А4.

Выпускная квалификационная работа (ВКР) выполнена с целью повышения экономической эффективности деятельности металлургического предприятия путем разработки модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента.

В ВКР проведен анализ состояния дел на предприятии, выявлена проблема, изучены существующие подходы к её решению, разработана модель распределения заказов пересекающегося сортамента, которая адаптирована в условиях предприятия. Разработан процесс «Разработка модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента» и стандарт организации, регламентирующий порядок действий при использовании модели. В работе применены методы менеджмента качества такие как, стрелочная диаграмма, метод управления процессом с помощью его визуализации – IDEF0-модель; методы идентификации, анализа и оценки рисков: «HAZOP», «НАССР», «Анализ дерева неисправностей», «Причинно-следственный анализ». Определена результативность мероприятий по ликвидации рисков процесса. Дано экономическое обоснование результатов ВКР.

Результаты работы имеют практическую ценность и внедрены на предприятии.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ДЕЛ НА ПРЕДПРИИТИИ	11
1.1 Диагностика проблем предприятия	11
Цель и задачи ВКР	12
2 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА.....	13
2.1 Теоретические основы разработки управленческих решений	13
2.2 Опыт разработки моделей в отечественной и зарубежной практике	23
Выводы по разделу два	37
3 РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА «РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ЗАГРУЗКИ ПРОКАТНЫХ СТАНОВ ЗАКАЗАМИ ПЕРЕСЕКАЮЩЕГОСЯ СОРТАМЕНТА»	38
3.1 Описание процесса «Разработка модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента».....	39
3.2 Визуализация процесса «Разработка модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента».....	41
3.3 Разработка модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента	42
3.4 Оценочные показатели процесса «Разработка модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента»	45
Выводы по разделу три	47
4 РАЗРАБОТКА СТАНДАРТА ОРГАНИЗАЦИИ «ПОРЯДОК РАЗМЕЩЕНИЯ СДЕЛОКИ ЗАКАЗОВ ПЕРЕСЕКАЮЩЕГОСЯ СОРТАМЕНТА»	47
Выводы по разделу четыре	48
5 РИСК-МЕНЕДЖМЕНТ ПРОЦЕССА «РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ЗАГРУЗКИ ПРОКАТНЫХ СТАНОВ ЗАКАЗАМИ ПЕРЕСЕКАЮЩЕГО СОРТАМЕНТА»	48
5.1 Идентификация и классификация риска	50
5.2 Анализ и оценка риска.....	54
5.3 Мероприятия по воздействию на риск	61

Выводы по разделу пять.....	63
6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ.....	64
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	71
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	73
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	9
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Диаграмма А-0 для процесса «Разработка модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента»	9
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Дочерняя диаграмма А0 «Декомпозиция диаграммы А-0»	10
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Диаграмма Ганта процесса Разработка модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента»	11
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Расчет себестоимости изготовления заказов пересекающегося сортамента	12
ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Дерево неисправностей нежелательного события №7	14
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. Расчет эффекта от результатов ВКР	15

ВВЕДЕНИЕ

Постановлением Правительства Российской Федерации (далее по тексту – Р.Ф.) от 30.03.2018 г. № 368-15 утверждена государственная программа Р.Ф. «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» для создания в Р.Ф. конкурентоспособной, устойчивой, структурно-сбалансированной промышленности, способной к эффективному саморазвитию на основе интеграции в мировую технологическую среду, эффективно решающей задачи обеспечения экономического развития страны[1].

В условиях роста конкуренции и постоянной изменчивости внешней среды предприятий преимущества получают те из них, которые принимают верные управленческие решения в нужное время. Эффективность деятельности предприятий и качество управленческих решений связаны прямолинейной зависимостью. Разработка эффективных решений – основополагающая предпосылка обеспечения конкурентоспособности[2].

Проблема повышения конкурентоспособности актуальна и для рассматриваемого в ВКР предприятия. Для решения данной проблемы предприятием совместно с кафедрой технологии автоматизированного машиностроения ЮУрГУ выполнена работа, целью которой является повышение эффективности деятельности предприятия путем разработки модели загрузки, обеспечивающей рациональное распределение заказов пересекающегося сортамента для двух производственных площадок предприятия.

Задачи работы:

- 1 анализ состояния дел на предприятии, формулирование проблемы;
- 2 анализ изученности вопроса в отечественной и зарубежной практике;
- 3 разработка процесса «Разработка модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента»;
- 4 разработка стандарта организации, дополняющего процесс «Управление производством»;

5 риск-менеджмент процесса «Разработка модели загрузки прокатных станов заказами пересекающего сортамента»;

6 определение экономической эффективности результатов ВКР.

Объект исследования – металлургическое предприятие.

Предмет исследования – процесс «Управление производством».

Результаты работы имеют практическую ценность, внедрены на предприятии и используются при принятии решений в процессе работы.

1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ДЕЛ НА ПРЕДПРИИИИ

1.1 Диагностика проблем предприятия

1.1.1 Постановка проблемы

В рамках выпускной квалификационной работы проведен анализ деятельности структурного подразделения металлургического предприятия.

Основная деятельность подразделения включает в себя:

- формирование портфеля заказов по основным производственным цехам с учетом требований потребителей и особенностей производственных мощностей;
- обеспечение эффективного функционирования и совершенствования системы планирования производства;
- своевременное обеспечение производственного процесса заготовкой;
- анализ сдачи готовой продукции и формирование суточного задания на отгрузку автотранспортом.

В процессе анализа деятельности подразделения выявлены проблемы:

- длительный срок согласования сделок и заказов;
- длительный срок изготовления экспортных заказов;
- низкая дисциплина исполнения заказов (изготовление и отгрузка продукции в согласованные заказчиком сроки);
- экономические потери при производстве заказов пересекающегося сортамента.

Постановлением Правительства Российской Федерации (далее оп тексту – Р.Ф.) от 30.03.2018 г. № 368-15 утверждена государственная программа Р.Ф. «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» для создания в Р.Ф. конкурентоспособной, устойчивой, структурно-сбалансированной промышленности, способной к эффективному саморазвитию на основе интеграции в мировую технологическую среду, эффективно решающей задачи обеспечения экономического развития страны [1].

В условиях роста конкуренции и постоянной изменчивости внешней среды предприятий преимущества получают те из них, которые принимают верные управленческие решения в нужное время. Эффективность деятельности предприятий и качество управленческих решений связаны прямолинейной зависимостью. Разработка эффективных решений – основополагающая предпосылка обеспечения конкурентоспособности [2].

Таким образом, в качестве объекта для дальнейшего анализа выбрана четвертая проблема, так как её решение связано с рационализацией текущей деятельности, не требует крупных капиталовложений, но позволит увеличить маржинальный доход компании, что приведет к повышению конкурентоспособности компании. Кроме того, важность проблемы заключалась в значительном ежемесячном объеме выпуска продукции пересекающегося сортамента (порядка 15 000 т). Решение остальных проблем позволит повысить удовлетворенность потребителя, его лояльности к компании, что в конечном итоге также приведет к росту доходов и увеличению доли рынка, но для этого потребуются большой промежуток времени и экономический эффект от действий оценить сложно.

1.3.2 Описание проблемы, постановка цели и задач работы

Металлургическое предприятие имеет несколько производственных площадок. Продукция, производство которой возможно как в цехе № 1, так и в цехе №2 называется пересекающимся сортаментом. При этом цехами используется разный типзаготовки, станы имеют разную производительность, готовая продукция отличается по себестоимости. Необходимо определить, на какой из площадок, какой сортамент выгоднее производить путем разработки эффективного управленческого решения.

Цель и задачи ВКР

Целью ВКР является повышение эффективности деятельности предприятия путем разработки модели загрузки, обеспечивающей рациональное

распределение заказов пересекающегося сортамента для двух производственных площадок.

Задачи работы:

- 1 анализ состояния дел на предприятии, формулирование проблемы;
- 2 анализ изученности вопроса в отечественной и зарубежной практике;
- 3 разработка процесса «Разработка модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента»;
- 4 разработка стандарта,;
- 5 риск-менеджмент процесса «Разработка модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента»;
- 6 определение экономической эффективности результатов ВКР.

2 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

2.1 Теоретические основы разработки управленческих решений

Теория принятия решений – область знаний, разработанная мировой и отечественной наукой. Принятие решений – это выбор из множества наиболее предпочтительной альтернативы.

Под решением понимается:

- элемент множества возможных альтернатив;
- нормативный документ, регламентирующий деятельность системы управления;
- устные или письменные распоряжения необходимости выполнения конкретного действия, операции, процесса;
- регламентируемая последовательность действий для достижения поставленной цели;
- нечто, отражающее осуществление поставленной цели (материальный объект, число, показатель и др.);
- реакция на раздражитель.

Решение как процесс предполагает временной интервал, в течение которого оно разрабатывается, принимается и реализуется [2].

2.1.1 Управленческое решение на предприятии, классификация решений

Управленческое решение на предприятии – творческий акт субъекта управления (индивидуального или группового лица), определяющий программу деятельности коллектива по эффективному разрешению назревшей проблемы на основе знания объективных законов функционирования управляемой системы и анализа информации о ее состоянии.

Аспекты решения: организационный, психологический, социальный, информационный, экономический.

Организационный аспект проявляется в организации как разработки, так и выполнения управленческого решения. При этом реализуется ряд его функций. Направляющая функция решений проявляется в том, что они принимаются исходя из долговременной стратегии развития предприятия, конкретизируются в многообразных задачах. Одновременно решения являются направляющей основой для реализации общих функций управления – планирования, организации, контроля, мотивации, которые реализуются посредством решений. Координирующая роль решений отражается в необходимости согласования действий исполнителей для реализации решений в утвержденные сроки и соответствующего качества. Мотивирующая функция решений реализуется через систему организационных мер (приказы, постановления, распоряжения), экономических стимулов (премии, надбавки), социальных оценок (морально-политические факторы трудовой активности: самоутверждение личности, творческая самореализация).

Важно социальное содержание выбранного способа действий, так как оно отражается на жизни менеджера и всех, кто с ним работает, то есть на интересе организации, коллектива. Не всякое экономически выгодное решение может быть эффективным в социальном плане. Примером тому может служить решение о

росте производительности труда, сопряженное с нарушением техники безопасности, ухудшением условий труда работающих. В связи с этим чувство ответственности не должно покидать руководителя при выборе окончательной альтернативы.

В специальной литературе авторы выделяют самые разные признаки решений. В частности, многообразие управленческих решений и особенности их разработки раскрывает классификация, приведенная на рисунке 1 [7].

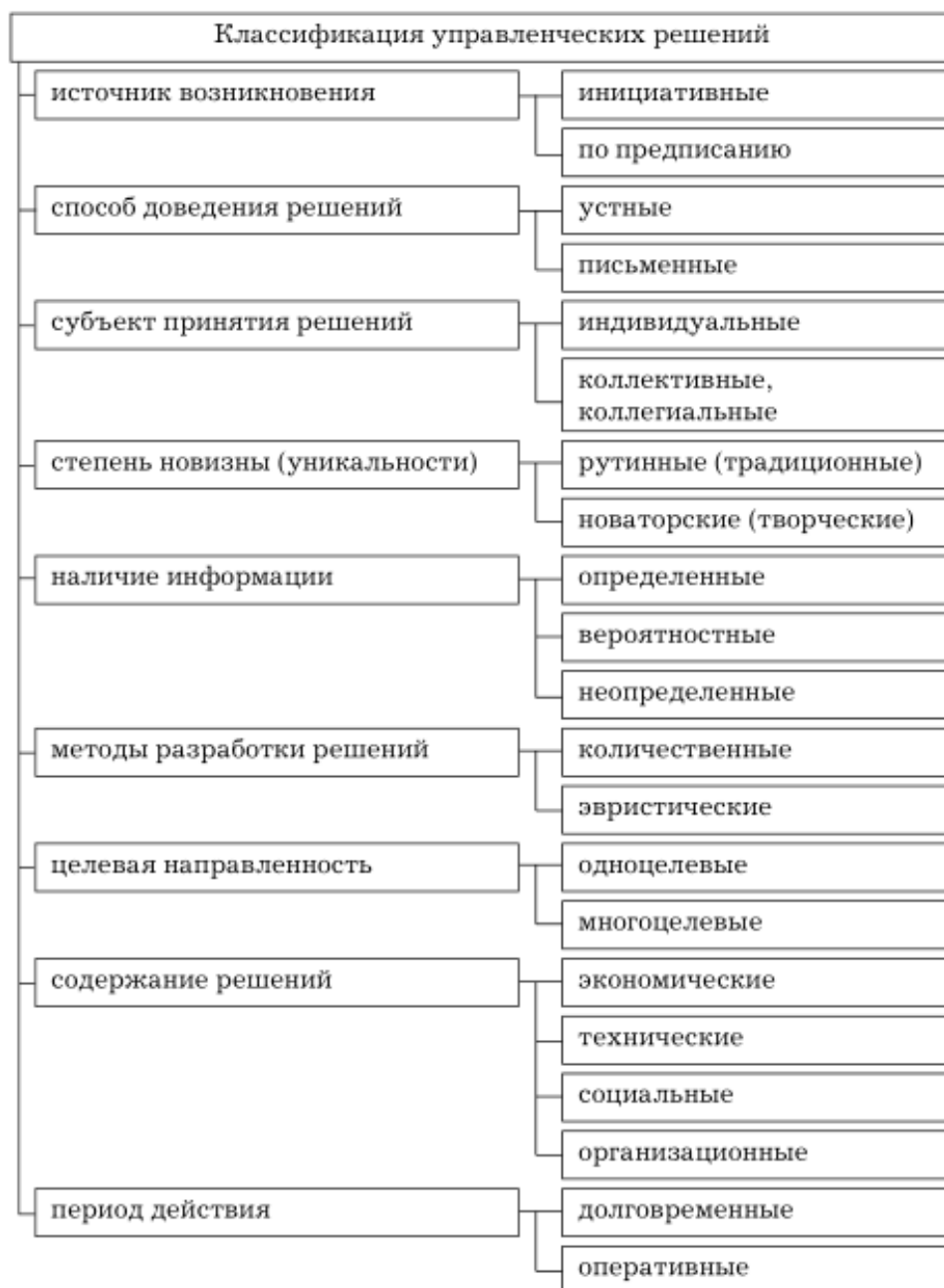


Рисунок 1 – Классификация управленческих решений

2.1.2 Качество управленческих решений

Управленческое решение в повседневной практике является продуктом управленческого труда, мыслительной деятельности человека. Ошибка руководителя при принятии решений является своего рода браком и отражается на результатах работы, политике предприятия в целом, а в крайних случаях может привести к банкротству, потере рабочих мест, иметь глубокие социальные последствия.

Под качеством управленческих решений понимается совокупность свойств, обеспечивающих успешное их выполнение и получение определенного эффекта. В составе свойств управленческих решений выделяются обоснованность, своевременность, эффективность, непротиворечивость, конкретность, простота, полномочность [8].

Обоснованность управленческого решения проявляется в необходимости учета всей совокупности факторов и условий, связанных с его разработкой. При этом важное место отводится качеству используемой информации, ее достоверности и полноте, своевременности поступления.

Решения должны приниматься в срок. В этом смысле значение своевременного принятия решений подчеркивает утвердившееся мнение: недостаточно обоснованное решение предпочтительнее его отсутствия.

Эффективность управленческого решения подчеркивает обязательность соотношения ожидаемого и достигнутого экономического и социального эффекта с затратами на его разработку и реализацию. Соблюдение данного требования является основной предпосылкой выживания и процветания предприятия в условиях рыночной экономики.

Непротиворечивость управленческого решения выражает необходимость его предварительного согласования с ранее принятыми в данной фирме решениями, а также проверки соответствия нормативно-правовым документам органов управления и контроля (федеральным, региональным, ведомственным).

Чтобы решение было правомочным, оно должно приниматься органом (лицом), имеющим на это соответствующие полномочия, законное основание, право.

Конкретность управленческого решения проявляется в четком указании: кто, что и когда должен выполнить.

Решение должно быть простым по форме и ясным по содержанию, чтобы быть понятным не только лицу, его принимающему, но и адресату исполнения.

Важной предпосылкой качественных управленческих решений является их профессиональная разработка с учетом экономической и социальной целесообразности. Грамотный анализ проблемной ситуации, правильная постановка цели и задач, подготовка альтернатив и выбор оптимального варианта согласно установленным критериям – необходимые составляющие качества и эффективности управленческих решений.

Однако в каждой конкретной ситуации разработка управленческих решений осуществляется в специфических условиях, характерных для этой ситуации, с учетом факторов, оказывающих прямое или косвенное воздействие [2].

2.1.3 Технология разработки решения

Процесс управления реализуется через управленческие решения, подготовку которых условно можно назвать технологией разработки (принятия) решений. Она представляет собой совокупность последовательно повторяющихся действий, складывающихся из отдельных этапов, процедур, операций.

Специалистами по управлению предлагаются различные схемы процесса разработки решений, различающиеся между собой степенью детализации отдельных процедур и операций. Один из вариантов схем разработки и реализации управленческих решений представлен на рисунке 2 [7].



Рисунок 2 – Схема разработки и реализации управленческих решений

2.1.4 Методы разработки решений

В отечественной литературе приводится ряд классификаций методов, используемых при разработке решений. В соответствии с одной из них вся совокупность методов подразделяется на три группы. Состав методов по данной классификации приведен на рисунке 3.

В основе первой группы лежат субъективные суждения менеджеров, это методы, основанные либо на интуиции руководителей, что становится возможным благодаря накопленному опыту и знаниям в конкретной области деятельности либо на логических суждениях, последовательных доказательствах. Их достоинство – оперативность принятия; недостаток – отсутствие гарантии в

надежности интуиции. В состав данной Группы методов включают сравнение, абстрагирование, аналогию, обобщение.

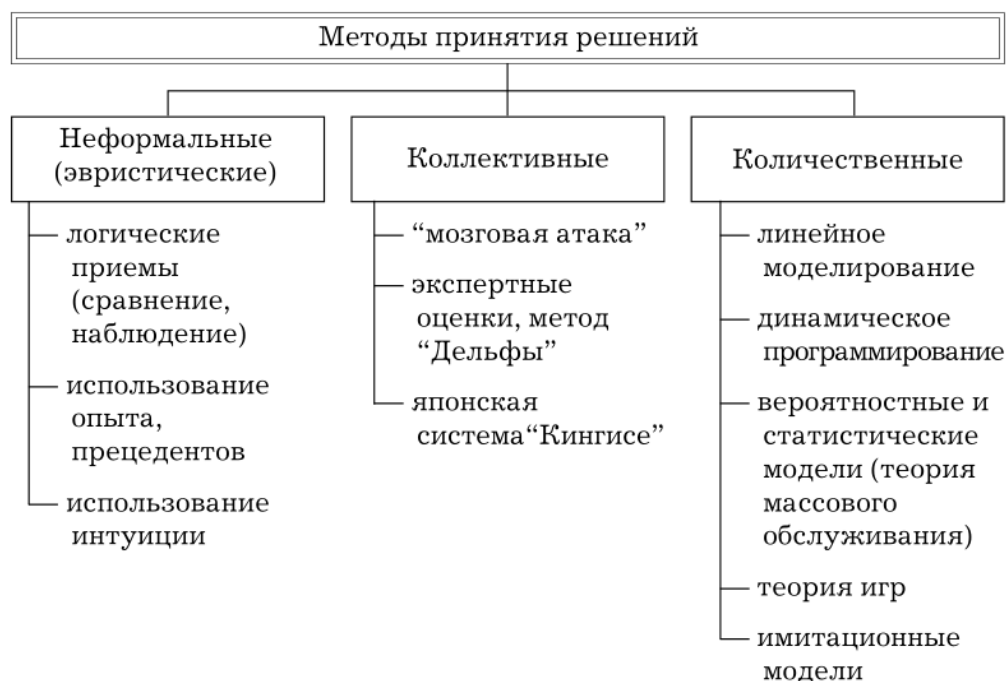


Рисунок 3 – Методы принятия решений

Коллективные решения принимаются на основе коллективного разума (участников группы, сотрудников отделов и др.), что позволяет избежать грубых ошибок при их разработке. Недостаток – значительные затраты времени в процессе работы над решением.

Количественные методы базируются на научно-практическом подходе (системном анализе, исследовании операций) и предполагают выбор оптимальных решений путем сбора и обработки значительного массива информации. Данный метод неизбежно связан с применением современных электронно-вычислительных средств [7].

2.1.5 Интеллектуальные системы и их роль в процессе принятия управленческих решений

Под интеллектуальными системами (далее по тексту – ИС) понимаются системы, созданные как для имитации, так и для расширения возможностей

интеллектуальной деятельности человека в области принятия решений. Любое логическое рассуждение, используемое руководством, может быть закодировано и воплощено в ИС. Умение пользоваться современными ИС делает человека более вооруженным при необходимости объяснения логики принятия решения и позволяет повысить качественный уровень принимаемых решений.

Компьютеризация процесса принятия решений – необходимость, обусловленная современными потребностями управленческой деятельности, так как решение сложных проблем, требующих многовариантных расчетов, связано с огромными затратами времени на их выполнение вручную. Практика показывает, что чаще всего решения по сложным проблемам принимаются в условиях диалога компьютера и человека.

При глубоком изучении крупных проблем, требующих решения, используются научные методы, такие как системный анализ, исследование операций. Их основу составляет математическое моделирование [9].

2.1.6 Системы поддержки принятия решений

Чтобы обеспечить управление экономической устойчивостью промышленного предприятия и, следовательно, своевременность принятия эффективных управленческих решений, соответствующих текущей ситуации, оценка и прогнозирование экономической устойчивости промышленного предприятия должна носить непрерывный характер. Процесс контроля обеспечения экономической устойчивости промышленного предприятия осуществляется на основе результатов оценки и прогнозирования экономической устойчивости и также проектируется с помощью специальных компьютерных средств имитационного моделирования.

Структура системы поддержки принятия решений в управлении экономической устойчивостью промышленного предприятия, использующая инструментарий интеллектуального анализа данных, позволяет на основе информации, поступающей из множества разнородных источников, оперативно

принимать решения по обеспечению экономической устойчивости промышленного предприятия в условиях нестабильной внешней среды.

Для создания простой системы поддержки принятия решений можно использовать следующие программные продукты – MS Excel, Lotus 1-2-3, MS Project, InteractiveFinancialPlanningSystem, PersonalPC и т.д.

Преимущества использования MS Excel:

- разработка системы поддержки принятия решений в MS Excel не требует значительных финансовых затрат;
- интерфейс программного продукта знаком большинству административного персонала;
- возможность импорта и экспорта данных из информационных систем управления предприятием, что позволяет не создавать отдельную базу данных.

Таким образом, использование в качестве системы поддержки принятия решений MS Excel в управлении экономической устойчивостью промышленного предприятия позволяет обосновывать управленческие решения и оперативно их реализовывать [10].

2.1.7 Модели предприятия, цели их создания и область применения

Модель – представление чего-либо, выраженного в математических формулах, обозначениях или терминах. Модель является абстракцией, представляющей понимание разработчиком системы или ситуации, соответствующих элементов и связей. Она представляет элементы системы и связь между элементами. Модели могут быть в форме электронных таблиц, инженерных чертежей, данных о протеканиях процессов, компьютерной инженерии, компьютерного проектирования и компьютерных производственных файлов.

Модель предприятия – представление того, что предприятие предполагает осуществить, как оно работает, как оно организовано. Модель предприятия

является абстракцией, которая представляет основные элементы предприятия и их разложение до любой необходимой степени.

Модели предприятия применяют как инструменты для описания и представления предприятия в контексте конкретной цели. Модели предприятия используют для того, чтобы рассматривать, что происходит с производственными факторами (например, людскими ресурсами, основными средствами, материалом, информацией, энергией и оборудованием) на стадиях жизненного цикла предприятия или продукции.

У моделей могут быть различные цели, которые могут применяться в качестве структурирования интересующей области для:

- представления или улучшения понимания области;
- определения структуры, логики и поведения системы;
- поддержки процесса принятия решения посредством анализа различных вариантов или решений;
- оказания помощи в проектировании или функционировании системы.

Модели предприятия определяют соответствующие аспекты предприятия, необходимые для:

- создания, проектирования, закупок и построения предприятия, включающего в себя любую совокупность соответствующим образом выбранных процессов;
- управления и работы предприятия для выполнения поставленной перед ним цели;
- поддержки процессов изменения, перепроектирования, ликвидации и перестройки предприятия [11].

Операционные модели решений имеют вид уравнения или системы уравнений. Они могут быть сложными с математической точки зрения, но структура их достаточно проста. Например, часто используемые операционные модели имеют вид [9]:

$$E = f(x_i, y_i), \quad (1)$$

где E – мера общей эффективности;

f – функция, задающая соотношение между E , x_i , y_i ;

x_i – управляемые переменные, определяющие поведение системы;

y_i – неуправляемые переменные, определяющие поведение системы.

Управляемыми переменными (x_i), являются факторы, на которые может оказывать влияние руководитель предприятия. К ним относятся численность работников, количество оборудования, используемые технологии производства продукции и так далее. Некоторые управляемые переменные могут иметь ограничения, и это следует учитывать в ходе построения модели. После установления перечня переменных факторов определяется значимость каждого из них.

Неуправляемыми переменными (y_i) считаются факторы, на влияние которых руководитель не может воздействовать. Это действия потребителей, поставщиков, установки государственных органов и другие [9].

2.2 Опыт разработки моделей в отечественной и зарубежной практике

2.2.1 Оптимизация годовой производственной программы предприятия методом справедливого компромисса

Формирование производственной программы – одна из центральных задач текущего планирования. Под производственной программой понимаются номенклатура и объем выпуска продукции, которая в наибольшей степени учитывает запросы потребителей, отвечает структуре ресурсов предприятия и обеспечивает наилучшие результаты его деятельности по принятым критериям.

Для постановки задачи многокритериальной оптимизации введены следующие обозначения:

$\Phi_k(X)$, $k [1; s]$ – частные критерии оптимизации;

$\Phi(X) = [\phi_1(X), \phi_2(X), \dots, \phi_s(X)]$ – векторный критерий оптимальности.

Поставлена задача минимизации каждого частного критерия оптимальности $\phi_1(X)$, $\phi_2(X)$, \dots , $\phi_s(X)$, в одной и той же области допустимых

значений $Dx \in R$, где Dx – множество допустимых значений вектора варьируемых параметров X .

Машиностроительное предприятие выпускает 24 вида продукции. Необходимо сформировать план производства, обеспечивающий максимум прибыли при минимальной трудоемкости программы. Решение такой задачи не является оптимальным для частных критериев, а оказывается некоторым компромиссом для вектора $\Phi(X)$ в целом. Исходные данные для модели приведены в таблицах 1 – 3.

Таблица 1 – Исходные данные для первой группы ограничений [13]

Наименование продукции	Норма расхода материалов на единицу продукции		Трудоемкость t_j , нормо-час
	m_{1j} , т	m_{2j} , кг	
Грохот ГИТ-1М	4,80	1,30	488,19
Грохот ГИТ-2М	4,20	1,10	553,50
Грохот ГИЛ-1К	4,34	1,2	667,38
Грохот ГИЛ-2К	4,1	1,4	976,1
Грохот ГИЛ-3К	4,53	1,23	1 137,42
Грохот ГИСЛ-УКА	4,61	1,12	1 750,71
Грохот ГИСТ-АК	4,4	1,42	2 563,3
Грохот ГИСЛ-АК	4,23	1,32	2 961,76
Сепаратор ПБМ-1	3,38	0,4	3 58,9
Сепаратор ПБМ-2	3,1	0,58	3 96,94
Сепаратор ЭБМ-П1	3,25	0,63	179,4
Сепаратор ЭБМ-П2	3,44	0,75	1 687,72
Сепаратор ЭВС	13,22	0,83	416,6
Питатель ДТ-1А	1,3	1,2	331,34
Питатель ДТ-2А	1,2	1,5	347,11
Питатель ПК-1	1,44	1,34	474,25
Питатель ПК-2	1,5	1,48	549,09
Питатель ПК-3	1,12	1,56	647,93
Буровой станок СБШ-МИА	2,5	2,1	10 919,3
Буровой станок РД	2,9	2	23 240
Самоходный вагон 5ВС-1М	2,22	0,5	3 543,6
Самоходный вагон 5ВС-2М	2,43	0,78	4 769,16

Погрузочная машина ПТ	1,8	3,3	1 011,86
Погрузочная машина ПД	1,87	3,5	6 258,86

Таблица 2 – Исходные данные для второй и третьей групп ограничений[13]

Наименование продукции	Оптовая цена единицы продукции a_j , тыс. руб.	Себестоимость единицы продукции c_j , тыс. руб.	Прибыль единицы продукции p_j , тыс. руб.	Количество продукции, ед.	
				$\min L_j$	$\max U_j$
Грохот ГИТ-1М	64,23	40,16	24,07	15	25
Грохот ГИТ-2М	73,06	45,29	27,77	15	25
Грохот ГИЛ-1К	48,43	35,59	12,84	3	10
Грохот ГИЛ-2К	75,93	69,10	6,83	3	10
Грохот ГИЛ-3К	87,72	79,83	7,89	8	12
Грохот ГИСЛ-УКА	162,68	149,01	13,67	8	12
Грохот ГИСТ-АК	250,05	230,04	20,00	8	12
Грохот ГИСЛ-АК	317,65	279,53	38,12	4	8
Сепаратор ПБМ-1	88,81	81,35	7,46	80	120
Сепаратор ПБМ-2	137,45	126,45	11,00	25	40
Сепаратор ЭБМ-П1	186,93	268,24	18,69	8	12
Сепаратор ЭБМ-П2	290,96	266,52	24,44	3	7
Сепаратор ЭВС	42,21	37,57	4,64	5	15
Питатель ДТ-1А	36,75	34,18	2,57	5	15
Питатель ДТ-2А	40,98	36,88	4,10	5	15
Питатель ПК-1	36,41	33,35	3,06	5	15
Питатель ПК-2	53,13	47,29	5,85	10	20
Питатель ПК-3	59,08	54,35	4,73	5	15
Буровой станок СБШ-МИА	1 322,82	1203,76	119,05	38	42
Буровой станок РД	2 408,95	2 206,60	202,35	1	4
Самоходный вагон 5ВС-1М	386,72	344,18	42,54	38	42
Самоходный вагон 5ВС-2М	450,68	414,62	36,05	8	12
Погрузочная машина ПТ	91,08	84,70	6,38	25	35
Погрузочная машина ПД	532,18	478,96	53,22	3	7

Таблица 3 – Исходные данные для правой групп ограничений [13]

Показатель	Граничное значение показателя
Контрольное значение по объему реализуемой продукции V, тыс. руб.	103 555
Контрольное значение по себестоимости C, тыс. руб.	100 497
Минимально допустимая годовая прибыль P, тыс. руб.	9 618
Максимально допустимая годовая трудоемкость производственной программы T, норма-час	891 420
Максимальный объем поставки материалов:	
– M1, т	1 360,206
– M2, кг	532,809

$x_j, j \in [1; 24]$ – годовое количество j -го изделия в производственной программе.

Оптимизационная модель имеет следующий вид [12]:

- функции цели

$$\begin{cases} \phi 1 = \sum_{j=1}^{24} p_j \times x_j \rightarrow \max \\ \phi 2 = \sum_{j=1}^{24} t_j \times x_j \rightarrow \min \end{cases} \quad (1)$$

- ограничения

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^{24} t_j \times x_j \leq T \\ \sum_{j=1}^{24} m_{1j} \times x_j \leq M_1 \\ \sum_{j=1}^{24} m_{2j} \times x_j \leq M_2 \\ \sum_{j=1}^{24} c_j \times x_j \leq C \\ \sum_{j=1}^{24} a_j \times x_j \geq V \\ \sum_{j=1}^{24} p_j \times x_j \geq P \\ L_j \leq x_j \leq U_j, j \in [1; 24] \end{cases} \quad (2)$$

где p_j – прибыль единицы j -го изделия;

x_j – годовое количество j -го изделия в производственной программе (искомая величина);

t_j – общая трудоемкость единицы j -го изделия;

T – максимально допустимая годовая трудоемкость производственной программы;

m_{ij} – норма расхода i -го лимитирующего вида материала на единицу j -го изделия;

M_i – максимально возможный объем расхода на производственную программу i -го лимитирующего вида материалов, обусловленный возможностями его поставки и имеющимися запасами;

c_j – себестоимость единицы j -го изделия;

C – контрольное (предельное) значение по себестоимости;

a_j – цена (оптовая) единицы j -го изделия;

V – контрольное значение по объему производства продукции;

P – контрольное значение по прибыли;

L_j – минимальное количество j -го изделия;

U_j – максимальное количество j -го изделия (определяется спросом).

Необходимо рассчитать годовое количество каждого изделия в производственной программе.

Первая группа ограничений – первые три неравенства в системе (2) – представляет собой ограничения на ресурсы. Вторая группа ограничений – четвертое, пятое и шестое неравенства системы (2) – это ограничения по основным показателям деятельности предприятия. Третья группа ограничений – последние соотношения в системе (2) – это ограничения по спросу (сбыту).

Решены две однокритериальные задачи целочисленного линейного программирования по отдельности. Первая задача – с максимизацией целевой функции $f_1 = \sum_{j=1}^{24} p_j \times x_j \rightarrow \max$. Оптимальное решение 11 243 тыс. руб.

(максимальная годовая прибыль предприятия), при этом трудоемкость производственной программы составила 891 312 нормо-часов.

Вторая задача – с минимизацией целевой функции $\Phi_2 = \sum_{j=1}^{24} t_j \times x_j \rightarrow \min$. Значение целевой функции равно 825 355 нормо-часам (минимальная годовая трудоемкость производственной программы), при этом годовая прибыль предприятия получилась равной 10 057 тыс. руб.

Оптимальные решения двух задач приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Оптимальные решения задач

Задача	Номер продукции											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Задача 1 (максимизация прибыли)	25	25	10	3	8	8	8	8	111	40	9	7
Задача 2 (минимизация трудоемкости)	15	15	3	3	8	8	8	4	120	40	8	6

Окончание таблицы 4

Задача	Номер продукции											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Задача 1 (максимизация прибыли)	5	5	15	5	10	5	40	1	42	8	25	3
Задача 2 (минимизация трудоемкости)	5	5	5	5	10	5	38	1	38	8	25	3

В строке «Задача 2» выделены жирным шрифтом компоненты решения, которые отличаются от компонент решения задачи 1. Этот факт позволяет сократить объем вычислений при решении двухкритериальной задачи (1) и (2). Для решения задачи (1) при ограничениях (2) реализован метод справедливого компромисса в Mathcad. Поскольку решение многокритериальной задачи требует сонаправленности функций цели (все критерии на минимум либо на максимум), а в нашем случае один критерий – максимизация прибыли, а другой – минимизация трудоемкости, то необходимо один из них принять со знаком «минус»:

$$\begin{cases} \phi 1 = -\sum_{j=1}^{24} p_j \times x_j \rightarrow \min \\ \phi 2 = \sum_{j=1}^{24} t_j \times x_j \rightarrow \min \end{cases} \quad (3)$$

Ранее отмечено, что выбор решений $X^V \in D_x^*$ производится с помощью полного перебора узлов сетки, покрывающей эффективное множество задачи. С учетом результатов, приведенных в таблице 4, перебор узлов сетки производится только номерам переменных, выделенных жирным шрифтом: 1, 2, 3, 8, 9, 11, 12, 15, 19, 21. Значения остальных переменных не изменяются. Для переменной № 3 диапазон изменения составит [3, 10], для переменной № 9 – [111, 120].

Результаты оптимизации приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Оптимальный план производства

Наименование продукции	Количество продукции, шт	Наименование продукции	Количество продукции, шт
Грохот ГИТ-1М	25	Сепаратор ЭВС	5
Грохот ГИТ-2М	25	Питатель ДТ-1А	5
Грохот ГИЛ-1К	10	Питатель ДТ-2А	5
Грохот ГИЛ-2К	3	Питатель ПК-1	5
Грохот ГИЛ-3К	8	Питатель ПК-2	10
Грохот ГИСЛ-УКА	8	Питатель ПК-3	5
Грохот ГИСТ-АК	8	Буровой станок СБШ-МИА	38
Грохот ГИСЛ-АК	8	Буровой станок РД	1
Сепаратор ПБМ-1	120	Самоходный вагон 5ВС-1М	38
Сепаратор ПБМ-2	40	Самоходный вагон 5ВС-2М	8
Сепаратор ЭБМ-П1	9	Погрузочная машина ПТ	25
Сепаратор ЭБМ-П2	7	Погрузочная машина ПД	3

Значения функций цели при оптимальном плане производства следующие: прибыль предприятия – 10 861 тыс. руб., трудоемкость программы – 855 058 нормо-часов. Решение задачи многокритериальной оптимизации в общем случае не является оптимальным ни для одного из частных критериев, а оказывается некоторым компромиссом в целом [12].

2.2.2 Оптимизационная модель и инструментарий для управления производством в цехе

Динамичность и вероятностный характер протекания производственного процесса требуют ежедневного оперативного планирования и регулирования хода производства для приближения его к оптимальному использованию исходя из сложившихся условий, а не только из планов и нормативов. В оперативных плановых заданиях цехам, производственным участкам и бригадам должно быть достигнуто соответствие между объявленной стратегией предприятия и реальными производственными процессами.

В этой связи для промышленного предприятия стало актуальным иметь оптимизационную модель управления производством, в которой были бы выделены все параметры, максимально влияющие на степень достижения поставленных целей. Выбору подлежат показатели, которые при ограниченных ресурсах обеспечивают рост эффективности производства, причем ключевое значение приобретает не столько значений отдельных показателей, сколько их взаимодействия и сбалансированность.

На основе исследований, проведенных на крупном промышленном предприятии, разработана оптимизационная модель управление производством, которая включает целевую функцию (критерий оптимальности) и систему ограничений. Целевая функция имеет вид[14]:

$$Z_{\text{НПП}} = \sum_{i=1}^L (B_{\phi l} + X_l + B_{Tl} + B_{\text{СПл}}) \times Z_i \rightarrow \min \quad (4)$$

при условиях

$$B_{\phi l} + \Pi_l + B_{Tl} - B_{\text{Пл}} \rightarrow 0 \quad (5)$$

$$(K_{\phi} + K_{\text{П}}) \geq 0 \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^L (\Pi_i \times Z_i = Z_{\text{д}}) \quad (7)$$

$$\sum_{\text{д}=1}^{\text{Дм}} Z_{\text{д}} = Z_{\text{м}}, \quad (8)$$

где $Z_{\text{НПП}}$ – плановая величина незавершенного производства на конец месяца;

$B_{\phi 1}$ – фактический остаток деталей 1-го наименования на начало месяца;

X_1 – плановое количество деталей 1-го наименования;

V_{T1} – количество деталей 1-го наименования на товарный выпуск изделий;

$V_{СП1}$ – количество деталей 1-го наименования в сверхплановом превышении;

Z_1 – основная заработная плата по детали 1-го наименования;

Π_1 – партия запуска в производства на конец месяца;

$V_{П1}$ – плановый задел деталей 1-го наименования;

K_{Φ} – фактический коэффициент комплектности незавершенного производства на конец месяца;

$K_{П}$ – плановый коэффициент комплектности незавершенного производства на конец месяца;

$Z_{д}$ – лимит основной заработной платы на текущий рабочий день;

$Z_{М}$ – фонд основной заработной платы на месяц;

$l = 1, 2 \dots L$ – количество наименований деталей;

$d = 1, 2, \dots, D_{М}$ – количество рабочих дней в месяце.

Целевая функция означает, что плановая величина незавершенного производства по цеху ($Z_{НП}$) должна стремиться к минимально необходимому значению. Для этого требуется определить плановое количество деталей (X_1), подлежащих изготовлению в расчетном месяце, которые в совокупности образуют минимально необходимое незавершенное производство в цехе для нормального протекания производственного процесса.

Плановая величина незавершенного производства выражается в основной заработной плате. Это позволяет достаточно точно определить величину незавершенного производства на конец месяца, так как при выполнении расчетов фонд основной заработной платы производственных рабочих является ограничением.

Первое условие для целевой функции: партия запуска в производство (Π_1) должна содержать такое количество деталей, чтобы на каждый плановый рабочий день разность между ожидаемым остатком деталей в незавершенном производстве ($V_{\Phi 1} + \Pi_1 + V_{T1}$) и плановым заделом ($V_{П1}$) стремилась к нулю. Это

ограничение направлено на создание необходимых заделов деталей и комплектного незавершенного производства на всех стадиях производственного процесса.

Второе условие дает общую оценку комплектации производства с учетом всех наименований деталей. Это условие показывает, что разность между фактическим ($K_{\text{ф}}$) и плановым ($K_{\text{п}}$) коэффициентами комплектности незавершенного производства на конец месяца должна быть больше или равна нулю.

Третье условие означает, что трудоемкость изготовления всех деталей должна равняться лимиту основной заработной платы производственных рабочих ($Z_{\text{д}}$) на текущий рабочий день месяца. Заметим, что при вероятностном характере протекания производственного процесса на предприятии, дневной лимит основной заработной платы производственных рабочих изменяется и устанавливается на каждый плановый рабочий день.

Четвертое условие показывает, что сумма дневных лимитов основной заработной платы должна равняться фонду основной заработной платы, установленному для цеха на расчетный месяц.

Сущность оптимизационной модели состоит в обеспечении минимально необходимой величины незавершенного производства при максимально возможном улучшении комплектации производства на каждый плановый рабочий день.

В качестве управляемых переменных в данной модели выбраны следующие показатели:

- 1 плановое количество деталей на месяц;
- 2 плановый коэффициент комплектности незавершенного производства на конец месяца;
- 3 фонд основной заработной платы производственных рабочих на день.

Показатели деятельности подразделений предприятия необходимы для того, чтобы управление могло опираться на четкую, объективную картину,

определяемую через знание набора показателей, а подразделения осмысленно стремились к заданному значению. Именно наличие целевых значений, то есть задание направления развития предприятия, и называется управлением предприятия.

Данная оптимизационная модель линейна, однокритериальна и детерминирована, поэтому она хорошо реализуется на практике. При этом считается, что конструктивные и технологические параметры производства известны, экономические цели заданы, производство осуществляется по плану, учитывающему предпочтения потребителей в заданном объеме, сочетании и последовательности.

Оптимизационная модель отражает существо происходящих на предприятии процессов, включает в себя систему измерений и систему реакции на нештатные ситуации и отклонения, что обеспечивает устойчивое функционирование производственной системы.

Для реализации предложенной оптимизационной модели в реальных заводских условиях разработан инструментарий, который включает графики планирования и картотеку очередности выполнения деталиеопераций. Картотека предназначена для составления сметно-суточных заданий производственным участкам и бригадам. Она формируется на ЭВМ на каждый плановый рабочий день, смену, более короткие отрезки времени, что позволяет учитывать изменения, происходящие в производстве за прошедшее время.

Основной проблемой составления оперативных плановых заданий была неясность способов определения сроков запуска деталей в производство. В предлагаемом подходе для формирования картотеки очередности разработаны правила приоритетов, которые построены на основе следующих показателей:

- 1 фактический день обеспечения производства деталями (H_{Φ});
- 2 количество деталей в незавершенном производстве на данный момент времени;

3 длительность производственного цикла изготовления партии деталей (Т).

Модель управления производством в цехе приведена в таблице 6.

В картотеку очередности включаются все детали, имеющие остатки в незавершенном производстве в данном цехе после первой и последующей операций. На рисунке 6 представлены графики планирования выполнения деталиеопераций по двум деталям (а,б).

Таблица 6 – Модель управления производством в цехе

Картотека очередности выполнения деталиеопераций				
№ части	№ группы	Деталеоперация	Условие	Приоритет
I	1	а3	$H_{фа3} < H_{пл}$	Имеет остаток от деталиеоперации а2; отставание больше, чем у деталиеоперации б3 ($H_{фа3} < H_{фб3}$)
		б3	$H_{фб3} < H_{пл}$	Имеет остаток от деталиеоперации б2; отставание меньше, чем у деталиеоперации а3 ($H_{фб3} > H_{фа3}$)
	2	б1	$H_{фб1} < H_{пл}$	Ожидает запуска в производство
II	1	б2	$H_{фб2} > H_{пл}$	Имеет остаток от деталиеоперации б1; превышение меньше, чем у деталиеоперации а2 ($H_{фб2} < H_{фа2}$)
		а2	$H_{фа2} > H_{пл}$	Имеет остаток от деталиеоперации а1; превышение больше, чем у деталиеоперации б2 ($H_{фа2} > H_{фб2}$)
	2	а1	$H'' \geq H_{фа1} > H_{пл}$	Ожидает запуска в производство

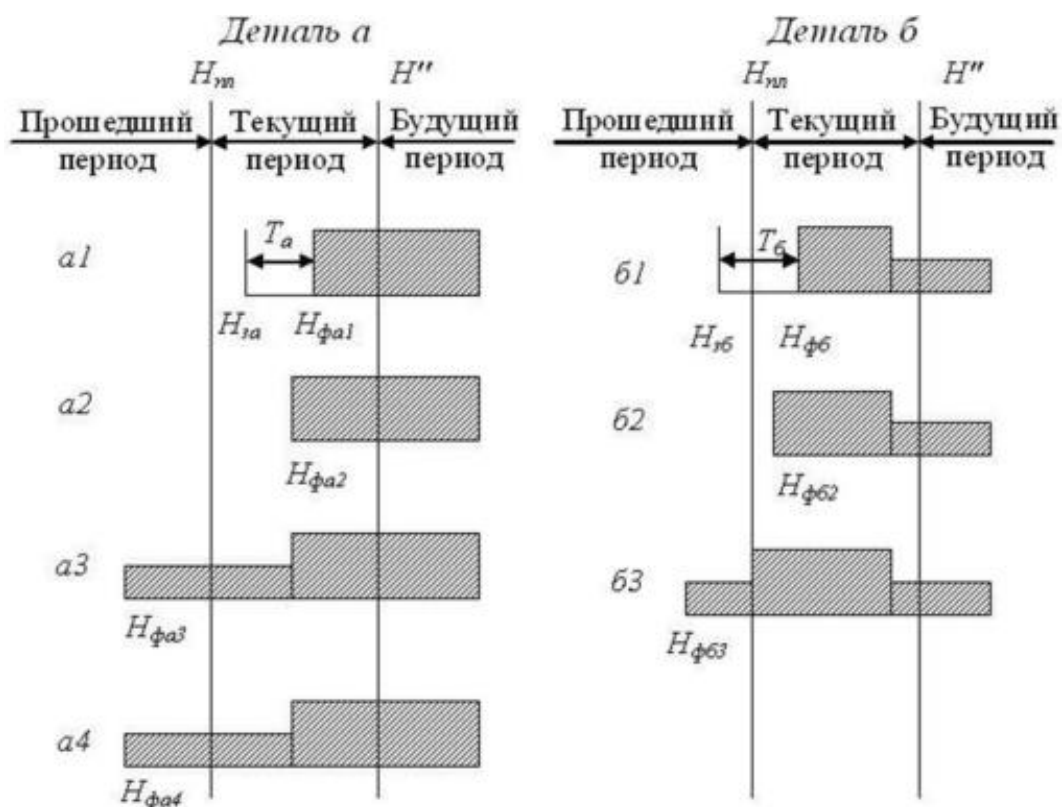


Рисунок 4 – Графики планирования выполнения детали операций

Таким образом, в приведенной модели не регламентируются жесткие сроки выполнения детали операций, что обеспечивает устойчивость и адаптацию оперативных плановых заданий реальным производственным условиям. Оперативное управление цехом осуществляется на основе потока данных о фактически поступающих заказах на поставку продукции, производственных заделах, состоянии и текущей загрузке оборудования, наличии материалов, инструментов, оснастки, фактическом количестве деталей, изготовленных на различных технологических операциях. Используя данный методологический подход можно добиться оптимизации работы цеха и предприятия в целом за счет полной синхронизации всех производственных операций [14].

2.2.3 Математические модели для задач планирования производства с последовательными затратами на настройку

Планирование производства направлено на принятие решений, повышающих производительность работы и оптимизирующих цепь поставок. Учитывая ограниченное количество ресурсов, сырья и складского пространства, планирование производства стремится к минимизации излишек произведённой продукции и затрат на ее производство, перемещение, хранение, в то же время обеспечивая необходимый объем производства.

В данной работе основное внимание уделено последовательным затратам на настройку, которые возникают при изменении производимой продукции в процессе производства. Эта стоимость обычно зависит как от подготовки к производству, так и от самого процесса производства. Затраты на настройку также называют затратами на установку или затратами на запуск. Эти затраты являются важной частью производственных затрат для многих существующих производственных систем. Оптимизация затрат на настройку может существенно повлиять на качество производственных планов с точки зрения эффективности работы оборудования, времени цикла, уровня обслуживания и оборота запасов. Также необходимо учесть, что существуют различные уровни детализации, которые в значительной степени влияют на сложность получаемых моделей.

В работе изучается проблема планирования производства, которое зависит от последовательности затрат на настройку, и предлагаются разные формы решений с различными уровнями операционных ограничений.

Одной из основных проблем в планировании производства является проблема определения размера партии для нескольких номенклатур продуктов. Нам дан набор продуктов $I = \{1, 2, \dots, n\}$, которые должны быть произведены в течение заранее определенного временного периода. Для каждого продукта i и временного интервала t назначаются стоимость установки SC_t^i , стоимость производства PC_t^i и стоимость хранения HC_t^i . Для каждого периода и продукта

задана максимальная производительность P_t^i . Задача состоит в том, чтобы удовлетворить ожидаемый спрос D_t^i (произвести запланированный объем продукции) при минимально возможных затратах. Модель смешанного целочисленного программирования показана ниже [15]:

$$\sum_i \sum_t (PC_t^i \times x_t^i + SC_t^i \times y_t^i + HC_t^i \times s_t^i) \rightarrow \min \quad (9)$$

$$s_{t-1}^i + x_t^i = D_t^i + s_t^i \quad (10)$$

$$x_t^i \leq P_t^i \times y_t^i \quad (11)$$

$$x_t^i \geq 0 \quad (12)$$

$$y_t^i \in \{0,1\} \quad (13)$$

$$s_t^i \geq 0 \quad (14)$$

где x_t^i , y_t^i , s_t^i – переменные решения, обозначающие количество произведенной продукции, решение о производстве и количество хранения продукта i во временном интервале t соответственно. Во многих работах стоимость установки зависит от текущей работы и рассматриваемого временного интервала. В этой работе мы рассмотрели задачу планирования затрат производства, зависящую от последовательности, которая требует определения размера партии и последовательности производственных партий.

Таким образом, предложена модель, учитывающая последовательность затрат на установку и требуемый объем производства. Модели оцениваются и сравниваются по размеру партии, производственным группировкам и производственным кругам, а также с точки зрения сложности и точности. Важно, что предлагаемая расчетная модель создана для того, чтобы определить, какую модель лучше использовать в зависимости от характеристик производства [15].

Выводы по разделу два

Во втором разделе рассмотрены теоретические основы разработки и принятия эффективных решений, системы поддержки принятия решений, цели создания и область применения моделей предприятий. Изучен опыт разработки моделей и их применения на отечественных и зарубежных предприятиях: в

каждом примере разработка модели осуществляется в специфических условиях, характерных для рассматриваемого предприятия. Таким образом, для предприятия, рассматриваемого ВКР, необходимо разработать индивидуальную модель, учитывающую все факторы и особенности объекта исследования. В качестве инструмента, обеспечивающего компьютеризацию процесса принятия решений при разработке модели, выбран MS Excel, так как его применение не требует значительных финансовых затрат, интерфейс программного продукта знаком сотрудникам предприятия; обеспечивает импорт и экспорт данных из корпоративной информационной системы.

3 РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА «РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ЗАГРУЗКИ ПРОКАТНЫХ СТАНОВ ЗАКАЗАМИ ПЕРЕСЕКАЮЩЕГО СОРТАМЕНТА»

По ГОСТ Р ИСО 9000-2015 под процессом понимается совокупность взаимосвязанных и (или) взаимодействующих видов деятельности, использующих входы для получения результата. Результат является выходом, услугой или продукцией. В соответствии с требованиями указанного стандарта организация должна определять процессы, необходимые для системы менеджмента качества, и их применение в рамках организации, а также:

- определять требуемые входы и ожидаемые выходы этих процессов;
- определять и применять критерии и методы (включая мониторинг, измерения и соответствующие показатели результатов деятельности), необходимые для обеспечения результативного функционирования этих процессов и управления ими;
- определять ресурсы, необходимые для этих процессов, и обеспечить их доступность;
- распределять обязанности, ответственность и полномочия;
- учитывать риски и возможности;

- оценивать процессы и вносить любые изменения, необходимые для обеспечения того, что процессы достигают намеченных результатов;

- улучшать процессы и систему менеджмента качества [16].

Описание процесса облегчает понимание его функционирования, позволяет анализировать действия, из которых он состоит, находить в них проблемы, приводящие к сбоям и искать пути решения. Согласно ГОСТ Р ИСО 9001-2015 организация должна в полном объёме разрабатывать, актуализировать и применять документированную информацию для обеспечения функционирования процессов [6].

3.1 Описание процесса «Разработка модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента»

Процесс «Разработка модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента» направлен на повышение экономической эффективности деятельности предприятия и состоит из следующих этапов:

1 определение пересекающегося сортамента:

1.1 выгрузка данных за прошедший год из программы;

1.2 анализ полученных данных.

1.3 сопоставление данных с номенклатурными справочниками цехов.

2 распределение пересекающегося сортамента:

2.1 выбор критерия распределения (совместно с отделом бизнес-моделирования);

2.2 получение данных о производительности у планово-диспетчерских бюро цехов;

2.3 получение данных у экономистов;

2.4 выполнение расчетов;

2.5 распределение пересекающегося сортамента на основе результатов расчетов;

3 Разработка и оформление документации:

3.1 разработка правил размещения сделок и заказов;

3.2 согласование модели с заинтересованными подразделениями (отдел бизнес-моделирования, отдел продаж, отдел планирования производства);

3.3 оформление полученной модели.

Одним из способов описания процесса является составление его паспорта. Паспорт процесса «Разработка модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента» представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Паспорт процесса «Разработка модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента»

Наименование процесса	Создание модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента
Код процесса	ПО 8.5.1
Цель процесса	Повышение экономической эффективности деятельности компании
Владелец процесса	Директор по управлению цепями поставок
Входы процесса	Портфель заказов ТПЦ№1 и ТПЦ№2 Расходные материалы Распоряжение руководства
Поставщик процесса	Отдел загрузки производства

Окончание таблицы 7

Выходы процесса	Задokumentированная модель загрузки заказов пересекающегося сортамента Отходы Отчетность для руководства
Потребители процесса	Подразделения предприятия (отдел продаж, отдел загрузки производства, отдел планирования производства)
Управляющее воздействие	Годовой/месячный план производства Номенклатурные справочники цехов Справочник цен, сырья и материалов Нормативно-законодательная база Распоряжения руководства Стандарт организации СТО СМК ЧТПЗ – 8.5.1 – 01 – 2019
Ресурсы	1 Человеческие ресурсы (инженер отдела планирования)

	<p>производства ПАО «ЧТПЗ», начальник управления планирования и загрузки производства);</p> <p>2 Инфраструктура (здание заводууправления, оборудование - компьютер, принтер, канцелярские принадлежности, телефон, программное обеспечение, корпоративная информационная система «Малахит»);</p> <p>3 Среда для функционирования процессов (физические – температура, влажность, освещение, гигиена, шум; социальные и психологические – спокойствие, бесконфликтность).</p>
Контролируемые параметры процесса	<p>1 Количество заказов, включенных согласно разработанной модели $K_1 = N_1/N_2$, где N_1 – количество заказов, включенных согласно разработанной модели за месяц; N_2 – общее количество заказов пересекающегося сортамента, включенных в портфель за месяц.</p> <p>2 Количество заказов, выполненных согласно разработанной модели $K_2 = N_3/N_4$, где N_3 – количество заказов, выполненных согласно разработанной модели за месяц; N_4 – общее количество заказов пересекающегося сортамента, выполненных цехами за месяц.</p> <p>3 Экономическая выгода, полученная от работы по модели $K_3 = (МД_1 - МД)/МД$, где $МД_1$ – маржинальный доход, полученный предприятием за отчетный месяц; $МД$ – фиксированный (текущий) уровень маржинального дохода.</p>
Критерии оценочных показателей	<p>1 $K_1 > 0,7$;</p> <p>2 $K_2 > 0,7$;</p> <p>3 $K_3 > 0,05$.</p>

3.2 Визуализация процесса «Разработка модели загрузки прокатных станков заказами пересекающегося сортамента»

Для отображения структуры и функций процесса, материальных и информационных потоков применена функциональная модель IDEF0. Модель описывает что она преобразует и во что, какие средства использует для выполнения своих функций, как ею управляют.

Каждая модель имеет контекстную диаграмму верхнего уровня, на которой объект моделирования представлен единственным блоком с граничными стрелками (диаграмма А-0). Диаграмма А-0 устанавливает область

моделирования и ее границу. В приложении А представлена контекстная диаграмма верхнего уровня, отображающая процесс «Разработка модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента».

Функция, представленная на диаграмме А-0, может быть описана подробнее при помощи её декомпозиции, то есть разделения на блоки дочерней диаграммы. В приложении Б показана дочерняя диаграмма А0, описывающая этапы процесса «Разработка модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента» [17].

Для отображения протекания процесса во времени воспользуемся одним из инструментов управления качеством – диаграммой Ганта. С его помощью осуществляется детальное планирование оптимальных сроков выполнения всех необходимых действий для достижения запланированного результата.

К преимуществам метода относятся простота его применения и использования, наглядность. Диаграмма Ганта для процесса «Разработка модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента» приведена в приложении В. На диаграмме отражены этапы, которые необходимо осуществить для разработки модели [18,19].

3.3 Разработка модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента

Заказы пересекающегося сортамента – это заказы, выполнение которых возможно на двух основных производственных площадках предприятия: в условиях цехов № 1 и № 2. При этом производство однотипной продукции в данных цехах отличается: себестоимостью из-за применения разных заготовок, коэффициентом использования металла, величиной расходов на передел и производительностью оборудования. Таким образом, необходимо разработать и принять управленческое решение по выбору оптимального сортамента продукции для условий каждой из производственных площадок при ограниченных временных и денежных ресурсах. Кроме того, важность проблемы заключается в

значительном ежемесячном объеме выпуска продукции пересекающегося сортамента (порядка 15 000 тонн.). Для достижения поставленной цели выполнены этапы процесса, указанные в пункте 3.1.

Ответственным на всех этапах является начальник управления планирования и загрузки производства, исполнителем – инженер по планированию производства.

3.3.1 Определение пересекающегося сортамента

Для определения пересекающегося сортамента при помощи программы MS Excel проанализирован портфель фактически произведенных и отгруженных заказов цеха № 1 и цеха № 2 за год, результат представлен в таблице 8.

Полученные данные систематизированы и скорректированы согласно номенклатурных справочников цехов. Пересекающийся сортмент приведен в таблице 9[20].

Таблица 8 – Сравнение сортамента, производимого в цехе № 1 и цехе № 2

Диаметр трубы, мм	Цех № 2	Цех №1
	Толщина стенки, мм	Толщина стенки, мм
Г/к и коррозионностойкие (м.ст. 10, 20, 20А, 13ХФА, 09Г2С)		
114	5-16	4,5-12
121	5-14	5-12
127	5-14	5-12
133	5-14	5-12
146	5-14	5-14
159	4,5-14	4,5-16
168	6-14	6-16
Обсадные трубы (м.ст. Д, ДБ, 30Г2, 37Г2Ф, 18ХМФБ)		
146,1	7; 7,7; 8,5; 9,5; 10,7	7; 7,7; 8,5; 9,5; 10,7
168,28	7,32; 8; 8,94	8; 8,94
168,3	7,3; 8; 8,9; 10,6; 12,1	7,3; 8; 8,9; 10,6

177,8	8,1; 9,19; 9,2	8,1; 9,19; 9,2; 10,4
-------	----------------	----------------------

Таблица 9 – Пересекающийся сортамент цехов № 1 и № 2.

Диаметр изделия, мм	Толщина стенки изделия, мм
114	5–12
121	
127	
133	
146	5–14
159	
168	6–14
177,8	8,1; 9,19; 9,2

3.3.2 Распределение пересекающегося сортамента

В качестве критерия распределения пересекающегося сортамента выбрана стоимость машинного времени (далее по тексту – МВР). Данный показатель учитывает себестоимость изготовления продукции, производительность станов и показывает, сколько денег зарабатывает стан за 1 час работы. Стоимость МВР рассчитывается по формуле (15).

$$\text{МВР} = \text{МД} \times \text{П}, \text{ руб} \times \text{тн/ч}, \quad (15)$$

где МД – маржинальный доход, руб., рассчитывается по формуле (16);

П – производительность оборудования, тн/ч.

$$\text{МД} = \text{С} - \text{СП}, \text{ руб.}, \quad (16)$$

где С – цена готовой продукции, руб.;

СП – себестоимость переменная, руб., рассчитывается по формуле (17):

$$\text{СП} = \text{М}_e \times \text{РКМ} + \text{РПП}, \text{ руб.}, \quad (17)$$

где М_e – стоимость металла, руб.;

РКМ – расходный коэффициент металла, ед.;

РПП – расходы на передел, руб.

Таким образом, окончательно стоимость машинного времени рассчитывается по формуле (18):

$$MBP = (C - Me \times PKM + PPI) \times \Pi, \quad \text{руб} \times \text{тн} / \text{ч} (18)$$

Расчет стоимости MBP для каждой группы сортамента в соответствии с данными таблицы 9 производился по формуле (4) в программе MS Excel, выбор которой проведен в пункте 2.1.6. Расчет себестоимости заказов пересекающегося сортамента приведен в приложении Ж, расчет стоимости MBP – в приложении И.В результате анализа полученных данных, была определена модель загрузки заказами пересекающегося сортамента для цехов № 1 и № 2 на основе установления выгоды производства продукции на той площадке, где MBP больше, значит, себестоимость ниже, производительность выше. Модель приведена в таблице 10 [21].

Результатом выполнения третьей задачи является стандарт организации, описание которого приведено в четвертой главе.

Таблица 10 – Модель загрузки цехов № 1 и № 2 заказами пересекающегося сортамента

Диаметр изделия, мм	Толщина стенки изделия, мм	
	ТПЦ № 2	ТПЦ № 1
114	5–12	
121	5–12	
127	5–12	
133	5–12	
146	5–10	11–14
159	5–11	12–14
168	6–12	13–14

3.4 Оценочные показатели процесса «Разработка модели загрузки прокатных станков заказами пересекающегося сортамента»

Для процесса «Разработка модели загрузки прокатных станков заказами пересекающегося сортамента» определены оценочные показатели, разработаны аналитические модели их расчета и установлены критерии.

1 Количество заказов, включенных согласно разработанной модели (K_1):

$$K_1 = \frac{N_1}{N_2}, \text{ усл. ед.}, \quad (19)$$

где N_1 – количество заказов, включенных согласно разработанной модели за месяц, шт;

N_2 – общее количество заказов пересекающегося сортамента, включенных в портфель за месяц, шт.

Критерий оценки: $K_1 > 0,7$; $K_1 \rightarrow 1$

Количество заказов, включенных согласно разработанной модели должно стремиться к общему количеству заказов пересекающегося сортамента, включенных в портфель за месяц.

2 Количество заказов, выполненных согласно разработанной модели (K_2):

$$K_2 = \frac{N_3}{N_4}, \text{ усл. ед.}, \quad (20)$$

где N_3 – количество заказов, выполненных согласно разработанной модели за месяц, шт;

Критерий оценки: $K_2 > 0,7$; $K_2 \rightarrow 1$

Количество заказов, выполненных согласно разработанной модели должно стремиться к общему количеству заказов пересекающегося сортамента, произведенных за месяц.

3 Экономическая выгода, полученная от работы по модели (K_3):

$$K_3 = \frac{MD_1 - MD}{MD}, \text{ усл. ед.}, \quad (21)$$

где MD_1 – маржинальный доход, полученный предприятием за отчетный месяц, тыс. руб.;

MD – фиксированный (текущий) уровень маржинального дохода, тыс. руб.

Критерий оценки: $K_3 > 0,05$.

4 Объем произведенной продукции пересекающегося сортамента (M):

$$M = \frac{M_1}{M_2}, \text{ усл. ед.}, \quad (22)$$

где M_1 – объем произведенной продукции пересекающегося сортамента за отчетный период, т;

M_2 – общий объем произведенной продукции за отчетный период, т.

Критерий оценки: $M > 0,2$, при $M < 0,2$ провести анализ необходимости разработанной модели.

5 Количество отработанных замечаний от пользователей модели (K_4):

$$K_4 = \frac{N_5}{N_6}, \text{ усл. ед.}, \quad (23)$$

где N_5 – количество отработанных замечаний, поступивших от пользователей модели, шт;

N_6 – общее количество поступивших замечаний, шт.

Критерий оценки: $K_4 > 0,9$, $K_4 \rightarrow 1$.

Выводы по разделу три

В процессе выполнения ВКР разработан процесс «Разработка модели загрузки прокатных станков заказами пересекающегося сортамента» путем его описания, оформления паспорта, разработки контролируемых параметров процесса и их критериев. Процесс визуализирован при помощи построения IDEF0-модели и диаграммы Ганта. IDEF0-модель показывает входы, выходы, управляющее воздействие и ресурсы каждого этапа процесса, диаграмма Ганта – этапы процесса и планируемое время их выполнения. Также разработана модель загрузки прокатных станков заказами пересекающегося сортамента для цехов № 1 и № 2 на основе установления выгоды производства продукции на той площадке, где стоимость МВР больше, следовательно, себестоимость ниже, а производительность выше.

4 РАЗРАБОТКА СТАНДАРТА ОРГАНИЗАЦИИ «ПОРЯДОК РАЗМЕЩЕНИЯ СДЕЛОКИ ЗАКАЗОВ ПЕРЕСЕКАЮЩЕГОСЯ СОРТАМЕНТА»

В процессе выполнения ВКР разработан стандарт организации СТО СМК – 8.5.1 – 01 – 2019 «Порядок размещения сделок и заказов пересекающегося сортамента».

Данный стандарт апробирован в сроки с 01.03.2018 по 30.04.2018 и внедрен на предприятии с 01.05.2019.

Стандарт организации состоит из следующих разделов: область применения, нормативные ссылки, термины и определения, обозначения и сокращения, основные нормативные положения.

Стандарт организации устанавливает правила размещения сделок и заказов пересекающегося сортамента между цехом № 2 и цехом № 1, дополняет требования регламента процесса «Управление производством».

Действие стандарта организации распространяется на персонал коммерческой дирекции и дирекции по управлению цепью поставок. На ранее выпущенные документы, ранее оформленные записи действие стандарта организации не распространяется.

Ответственность за соблюдение требований стандарта организации возлагается на начальников подразделений коммерческой дирекции и дирекции по управлению цепью поставок.

Выводы по разделу четыре

В процессе выполнения ВКР разработан стандарт организации «Порядок размещения сделок и заказов пересекающегося сортамента». Стандарт организации является результатом работы по созданию модели загрузки прокатных станков заказами пересекающегося сортамента, внедрен на предприятии. В стандарте даны требования процессу, выполнение которых позволит достичь запланированного результата – повышения экономической эффективности деятельности предприятия.

5 РИСК-МЕНЕДЖМЕНТ ПРОЦЕССА «РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ЗАГРУЗКИ ПРОКАТНЫХ СТАНОВ ЗАКАЗАМИ ПЕРЕСЕКАЮЩЕГО СОРТАМЕНТА»

Организации всех типов и размеров сталкиваются с внутренними и внешними факторами и воздействиями, которые порождают неопределенность в отношении того, достигнут ли они своих целей. Цели организации могут затрагивать различные аспекты ее деятельности: от стратегии до выпуска

конкретной продукции, разработки процессов и проектов. Влияние неопределенности на цели организации и есть риск. Для обеспечения уверенности в достижении запланированного результата необходимо управлять рисками [22].

В настоящее время управление рисками является одним из наиболее актуальных направлений в деятельности промышленных предприятий. Так как конкуренция на внутреннем и внешнем рынке возрастает, каждому предприятию необходимо снизить вероятность наступления событий, которые могут отрицательно повлиять на достижение поставленных целей.

Применение риск-ориентированного мышления при создании СМК и планировании ее деятельности – одно из прямых требований стандарта ISO 9001:2015. Риск-ориентированное мышление обеспечивает уверенность в том, что риски выявляются, рассматриваются и управляются в ходе проектирования и применения СМК.

Под управлением рисками понимается оценка (идентификация, анализ и определение степени риска) и воздействие на риск.

В процессе выполнения ВКР изучены методы оценки риска по ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010 – 2011 [22], их цель, суть и область применения. Для использования выбраны методы, наиболее соответствующие сущности предмета исследования ВКР, а также методы, которые в совокупности охватывают все этапы оценки риска. Перечень методов оценки риска и их классификация по этапам процесса оценки риска приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Методы оценки риска процесса «Разработка модели загрузки прокатных станов заказами пересекающего сортамента» [22]

Наименование метода	Процесс оценки риска				Сравнительная оценка риска
	Идентификация риска	Анализ риска			
		Последствие	Вероятность характеристики	Уровень риска	
Мозговой штурм	SA ¹	NA ²	NA	NA	NA

Исследование опасности и работоспособности (HAZOP)	SA	SA ³	A	A	A
Анализ «галстук-бабочка»	NA	A	SA	SA	A
Анализ опасности и критических контрольных точек (НАССР)	SA	SA	NA	NA	SA
Анализ дерева неисправностей (FTA)	A	NA	SA	A	A
Причинно-следственный анализ	SA	SA	NA	NA	NA

¹ SA – строго применим.

² NA – не применим.

³ A – применим.

5.1 Идентификация и классификация риска

По результатам сравнения и сопоставления входных и выходных данных, последовательности выполнения действия, преимуществ и недостатков изученных методов идентификации риска выбран метод исследования опасности и работоспособности HAZOP, так как в отличие мозгового штурма его применение обеспечивает систематическое и более полное исследование процесса мозгового штурма и метода исследования опасности и работоспособности (HAZOP).

Метод HAZOP состоит из следующих этапов:

- разделение системы, процесса или процедуры на меньшие элементы, подсистемы, подпроцессы, компоненты для проведения их анализа;
- согласование задач проекта для каждой подсистемы, подпроцесса или компонента и применение для каждого элемента подсистемы или компонента управляющих слов, что позволяет выявить возможные отклонения, которые могут привести к нежелательным результатам;

- в случае идентификации нежелательных результатов определение причин и последствий для каждого события и выбор способов их обработки, которая направлена на предотвращение их повторного появления или смягчения возможных последствий, если они неизбежны;

- регистрация протоколов обсуждения и предложенных способов обработки риска.

Согласно указанным выше действиям процесс «Разработка модели загрузки прокатных станков заказами пересекающегося сортамента» разделен на следующие этапы:

1 Определение пересекающегося сортамента:

1.1 выгрузка данных за прошедший год из программы;

1.2 анализ полученных данных;

1.3 сопоставление данных с номенклатурными справочниками цехов.

2 Распределение пересекающегося сортамента:

2.1 выбор критерия распределения (совместно с отделом бизнес-моделирования);

2.2 получение данных о производительности у планово-диспетчерских бюро цехов;

2.3 получение данных у экономистов;

2.4 выполнение расчетов;

2.5 распределение пересекающегося сортамента на основе результатов расчетов.

3 Разработка и оформление документации:

3.1 разработка правил размещения сделок и заказов;

3.2 согласование модели с заинтересованными подразделениями (с отделом бизнес-моделирования, отделом продаж, отделом планирования производства);

3.3 оформление полученной модели.

При помощи управляющих слов проведена идентификация риска процесса «Разработка модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента». Для каждого риска определена причина его возникновения, факторы риска, классификационная группа (критерий – сфера возникновения) и возможные последствия. Результатом проделанной работы является реестр риска, который приведен в таблице 12.

Таблица 12 – Реестр риска процесса «Разработка модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента»

Управляющее слово	Риск	Причина	Фактор риска	Классификационная группа	Следствие
1 Определение пересекающегося сортамента					
«Не или нет», «Другой»	Пересекающийся сортament не определен или определен неверно	Отсутствие контроля	Ошибки менеджмента	Организационный	Модель не создана или
		Ошибки при проведении анализа	Человеческий	Социальный	создана неверно
«Меньше (ниже)»	Пересекающийся сортament определен не в полном объеме	Ошибки при проведении анализа	Человеческий	Социальный	Ошибки в модели
2 Распределение пересекающегося сортамента					
«Не или нет»	Критерий распределения недостаточен либо избыточен	Отсутствие понимания процесса	Человеческий	Организационный, социальный	Ошибки в модели

Окончание таблицы 12

Управляющее слово	Риск	Причина	Фактор риска	Классификационная группа	Следствие
«Часть»	Собранные данные не являются полными	Неверная постановка задачи; Недостаток полномочий	Ошибки менеджмента;	Организационный	Модель не отражает реальную ситуацию
«Так же, как»	Использование различных методик, критериев расчетов при предоставлении	На каждом заводе разработаны и применяются	Ошибки менеджмента	Организационный	Ошибки в модели

	аналогичных данных специалистами разных заводов	свои методики			
«Не или нет»	Ошибки в расчетах, при проведении анализа	Невнимательность сотрудника	Человеческий	Социальный	Ошибки в модели
«Не или нет»	Модель не создана	Отсутствие контроля со стороны руководителя	Ошибки менеджмента	Организационные	Модель не создана
3 Стандартизация					
«Не или нет»	Отсутствие согласования полученных результатов у ключевых лиц	При разработке не учтены особенности цеха	Ошибки менеджмента	Организационные	Модель не применяется в работе
«Другой»	Результаты работы не задокументированы	Отсутствие контроля; Нехватка ресурсов	Ошибки менеджмента	Организационные	Моделью перестали пользоваться
4 Риски, связанные с использованием разработанной модели					
	Разработанная модель не используется в работе	Отсутствие контроля; Модель не задокументирована; Исполнители не ознакомлены с результатами работы	Ошибки менеджмента	Организационные	Модель не применяется в работе

Организационные риски – это риски, связанные с ошибками менеджмента компании, ее сотрудников; проблемами системы внутреннего контроля, плохо разработанными правилами работ, то есть риски, связанные с внутренней организацией работы компании [23].

Социальные риски непосредственно связаны с жизнью, здоровьем и трудоспособностью работников предприятия, а также их личностными характеристиками и условиями труда [25].

5.2 Анализ и оценка риска

Методы, используемые при анализе риска, могут быть качественными, количественными или смешанными. При качественной оценке риска определяют последствия, вероятность и уровень риска по шкале "высокий", "средний" и "низкий" [28] по критериям, представленным в таблицах 13 и 14.

Таблица 13 –Качественная оценка вероятности возникновения события

Оценка вероятности	Описание	Индикаторы
Высокая (вероятно)	Вероятность наступления больше 25%	Потенциальная вероятность того, что событие наступит несколько раз в течении периода времени
Средняя (возможно)	Вероятность наступления меньше 25%	Событие может произойти несколько раз в течении определенного периода времени
Низкая (отдаленно)	Вероятность наступления меньше 2%	Вероятность наступления мала

Таблица 14 –Качественная оценка последствий реализации события

Оценка тяжести последствий	Описание
Высокий	Существенное влияние на стратегическое развитие и деятельность организации. Существенная обеспокоенность заинтересованных лиц
Средний	Умеренное влияние на стратегическое развитие и деятельность организации. Умеренная обеспокоенность заинтересованных лиц
Низкий	Слабое влияние на стратегическое развитие и деятельность организации. Слабая обеспокоенность заинтересованных лиц

5.2.1 Качественная оценка риска процесса «Разработка модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента»

Проведем качественную оценку вероятности возникновения риска и тяжести последствий от его реализации. Результат проведения качественной оценки риска процесса представлен в таблицах 15 и 16.

Таблица 15 –Качественная оценка вероятности риска процесса

Риск	Вероятность возникновения, %	Оценка вероятности
1 Пересекающийся сортамент не определен или определен неверно	15	Средняя
2 Пересекающийся сортамент определен не в полном объеме	20	Средняя
3 Критерий распределения недостаточен либо избыточен	20	Средняя
4 Собранные данные не являются полными	30	Высокая
5 Использование различных методик, критериев расчетов при предоставлении аналогичных данных специалистами разных заводов	70	Высокая
6 Ошибки в расчетах при проведении анализа	2	Низкая
7 Модель не создана	1	Низкая
8 Отсутствие согласия с полученными результатами ключевых лиц	30	Высокая
9 Результаты работы не задокументированы	2	Низкая
10 Созданная модель не используется в работе	20	Средняя

Таблица 16 –Качественная оценка последствий реализации риска

Риск	Уровень последствий
1 Пересекающийся сортамент не определен или определен неверно	Средняя
2 Пересекающийся сортамент определен не в полном объеме	Средняя
3 Критерий распределения недостаточен либо избыточен	Средняя
4 Собранные данные не являются полными	Средняя

Окончание таблицы 16

Риск	Уровень последствий
5 Использование различных методик, критериев расчетов при предоставлении аналогичных данных специалистами разных заводов	Высокий
6 Ошибки в расчетах при проведении анализа	Средняя
7 Модель не создана	Высокий
8 Отсутствие согласия с полученными результатами ключевых	Высокий

лиц	
9 Результаты работы не задокументированы	Средняя
10 Созданная модель не используется в работе	Высокий

Таким образом, проведена качественная оценка риска процесса «Разработка оптимальной модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента». Опасными рисками являются ситуации 4, 5 и 8, так как для них характерна высокая вероятность и высокая тяжесть последствий.

5.2.2 Количественная оценка риска

Количественную оценку риска проведем методом НАССР.

Последовательность действий при использовании метода:

1 Идентификация опасностей, которые могут повлиять на достижение запланированных результатов (выполнена в пункте 5.1).

2 Балльная оценка первого показателя риска O (вероятность наступления неблагоприятного события) экспертами, исходя из четырех возможных вариантов оценки в виде баллов:

- практически равна нулю (1);
- незначительна (2);
- значительна (3);
- высокая (4).

3 Балльная оценка второго показателя риска S (тяжесть последствий наступления неблагоприятного события) экспертами, исходя из четырех возможных вариантов оценки в виде баллов:

- легкая (1);
- средней тяжести (2);
- тяжелая (3);
- критическая (4).

4 Составление диаграммы анализа рисков, представленной на рисунке 7, с нанесением границы допустимого риска.

5 Нанесение точки с координатами O и S для рассматриваемой опасности. Риск представляется точкой на плоскости с координатами $P(O; S)$, где P – риск, O – балльная оценка вероятности реализации опасного фактора, S – балльная оценка тяжести последствий от реализации опасного фактора. Попадание точки на границу диаграммы, представленной на рисунке 7, или за нее (точки 2 и 3) означает, что риск недопустим, а значит, необходимо разработать и осуществить действия, направленные для его уменьшения.

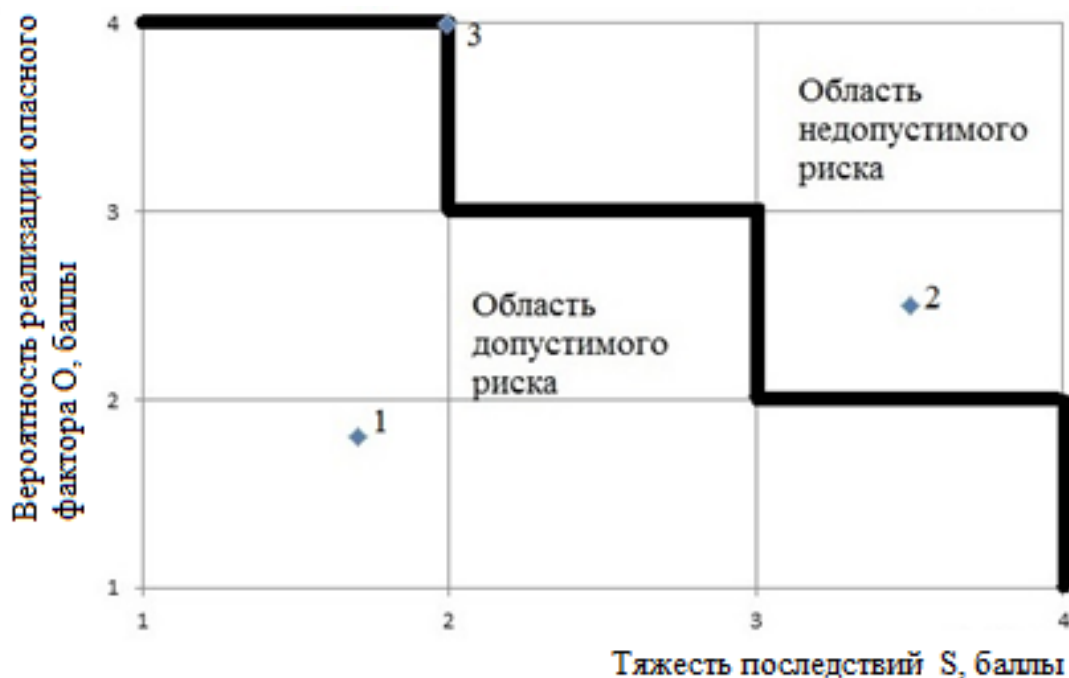


Рисунок 5 – Диаграмма анализа рисков

6 Определение корректирующих действий для параметров процесса, которые вышли за установленные границы.

7 Установление процедур верификации.

8 Внедрение процедур управления записями и документацией на каждом этапе процесса [27].

Результат выполнения 1-3этапов метода НАССР и расчета уровня риска R [27]при оценке риска процесса «Разработка модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента» представлен в таблице 17.

$$R = O \times S, \text{ ус. ед.}, \quad (24)$$

где O – вероятность реализации опасного фактора, балл;

S – тяжесть последствий от реализации опасного фактора, балл.

Таблица 17 – Результат оценки показателей рисков исследуемого процесса

Риск	O , балл	S , балл	R , балл
1 Пересекающийся сортамент не определен или определен неверно	2	4	8
2 Пересекающийся сортамент определен не в полном объеме	2	2	4
3 Критерий распределения недостаточен либо избыточен	2	2	4
4 Собранные данные не являются полными	2	2	4
5 Использование различных методик, критериев расчетов при предоставлении аналогичных данных специалистами разных заводов	3	3	9
6 Ошибки в расчетах при проведении анализа	1	3	3
7 Модель не создана	1	4	4
8 Отсутствие согласия с полученными результатами ключевых лиц	2	3	6
9 Результаты работы не задокументированы	1	3	3
10 Созданная модель не используется в работе	2	4	8

Результат выполнения этапов 4 и 5 метода НАССР для анализа рисковпроцесса «Разработка модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента» представлен на рисунке 6.

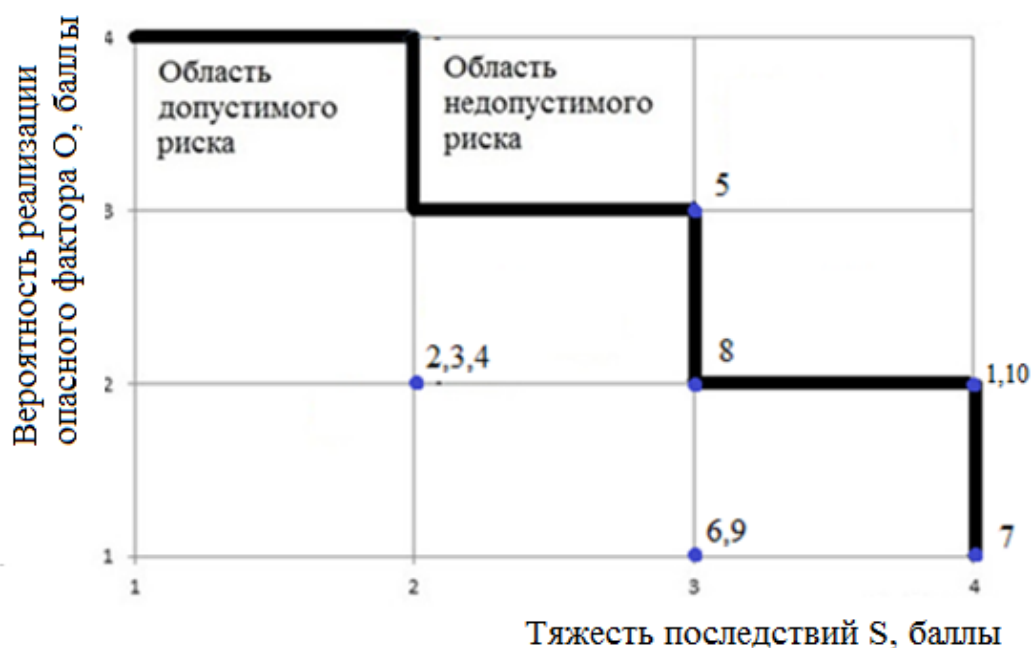


Рисунок 6 – Диаграмма анализа рисков процесса «Разработка модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента»

Анализируя диаграмму, представленную на рисунке 8, можно сделать вывод о том, что в зоне допустимого риска находятся события 2, 3, 4, 6 и 9, в области недопустимого риска – события 1, 5, 7, 8 и 10.

Таким образом, наиболее опасными рисками для процесса «Разработка оптимальной модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента» является реализация событий 1, 5, 7, 8 и 10. Событие №7 «Модель не создана» – это риск, связанный с недостижением поставленной цели реализуемого проекта, значит, наиболее неблагоприятный и не желаемый риск. События 1-8 являются его причинами. Событие №10 «Созданная модель не используется в работе» также является неблагоприятным, так как обозначает, что время и усилия, затраченные на создание модели, потрачены впустую. Дальнейший анализ событий №7 и №10 проведем путем построения дерева неисправностей и причинно-следственного анализа.

5.2.3 Анализ неблагоприятного события №7 путем построения дерева неисправностей

Для идентификации и анализа факторов, которые могут способствовать возникновению исследуемого нежелательного события № 7 «Модель не создана / созданная модель не отражает реальную ситуацию», а также определения их вероятностей построено дерево неисправностей – приведено в приложении М.

Анализируя схему, можно сделать вывод о том, что причины возникновения риска относятся к человеческому и организационному фактору.

5.2.4 Причинно-следственный анализ неблагоприятного события №10

Для выяснения причин возникновения события 10 «Созданная модель не используется в работе» проведем причинно-следственный анализ, основываясь на данных, полученных при помощи метода мозгового штурма. Результат применения метода представлен на рисунке 7.



Рисунок 7 – Причинно-следственный анализ возникновения события 10

Анализируя схему, можно сделать вывод о том, что причины возникновения риска относятся к человеческому и организационному фактору.

Человеческий фактор включает в себя кадровый риск (недостаток компетенций и знаний) и поведенческий риск. Поведенческие риски возникают в процессе деятельности, имеют субъективный характер и связаны с психологическими особенностями человека. К особенностям поведенческих рисков относятся их непредсказуемость; трудность выявления; субъективность; невозможность предварительной оценки их последствий.

Факторы, вызывающие поведенческий риск:

- психологические особенности конкретного человека (связано с темпераментом человека);
- неудовлетворенность работой (условиями), уровнем ее оплаты, а также морально-психологическим климатом в коллективе;
- неэффективное руководство организацией и персоналом в частности.

Методы, применяемые для оценки поведенческих рисков:

- психологические;
- все качественные [24].

5.3 Мероприятия по воздействию на риск

Воздействие на риск – процесс модификации (изменения) риска [29].

Для борьбы с рисками доступны следующие варианты действий:

1 полностью исключить источник риска, то есть избавиться от конкретной опасности;

2 уменьшить вероятность наступления нежелательного события или его последствия;

3 уменьшить тяжесть последствий [26].

Качественный и количественный анализ показали необходимость управления рисками 7 и 10 (модель не создана / созданная модель не отражает реальную ситуацию, созданная модель не используется в работе). Для обоих событий факторами возникновения риска являются человеческий и

организационный. В процессе выполнения ВКР разработаны мероприятия по воздействию на риск. Перечень мероприятий представлен в таблице 18. Оценка результативности осуществлена экспертным методом.

Таблица 18 – Мероприятия по воздействию на риски процесса «Разработка модели загрузки прокатных станков заказами пересекающегося сортамента»

Наименование риска	Мероприятия по минимизации риска	Ответственный	Сроки	Результативность
Модель не создана	Четкая постановка задач	Начальник УПиЗП	В течение всего времени разработки	25%
	Контроль за ходом исполнения работ			25%
	Содействие при возникновении сложностей при работе с другими подразделениями			25%
	Определение заинтересованных сторон и вовлечение их в работу		На первых этапах осуществления	25%
Созданная модель не используется в работе	Согласование полученных результатов со всеми заинтересованными службами	Начальник УПиЗП	На 3 этапе	15%
	Документирование полученных результатов	Начальник ОСМиС		40%
	Ознакомить заинтересованные подразделения с полученными результатами, объяснить важность применения их в работе	Начальник УПиЗП	На 3 этапе	15%
	Анализ и оценка работы компании по модели	Начальник ОСМиС	Ежемесячно первое полугодие, далее 1 раз в пол года	15%
	Актуализация модели (по необходимости)		По результатам анализа	15%

Для принятия решения о необходимости проведения действий, направленных на снижение вероятности риска, проведен сравнительный анализ стоимости риска (фактических убытков из-за реализации рискованной ситуации и затрат на возмещение этих убытков) и предупреждающих действий.

Основным риском процесса «Разработка оптимальной модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента» является не достижение цели, то есть отсутствие модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента. Применение в работе модели направлено на повышение экономической эффективности деятельности компании, является возможностью для улучшения и получения дополнительной прибыли. Планируемый экономический эффект от внедрения составит 10 000 000 руб. в год, что является стоимостью реализации риска. Стоимость предупреждающих действий складывается из части заработной платы исполнителя и владельца проекта и составляет – 45 000 руб. Таким образом, предупреждение риска при мощи выполнения мероприятий по воздействию на риск целесообразно.

Таким образом, суммарная результативность для каждого неблагоприятного события составляет 100%, значит, для обеспечения уверенности в достижении запланированного результата необходимо провести комплекс мероприятий, указанных в таблице 18.

Выводы по разделу пять

Проведен риск-менеджмент процесса «Разработка оптимальной модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента». С помощью метода исследования опасности и работоспособности HAZOP проведена идентификация рисков процесса и их причин на каждом из этапов процесса. Для выявленных рисков проведен анализ и качественная и количественная (методом НАССР) оценка вероятности возникновения риска и тяжести последствий от его реализации, определены события с высоким показателем потенциальной опасности – события №7 «Модель не создана / созданная модель не отражает

реальную ситуацию» и №10 «Созданная модель не используется в работе». Возможные причины возникновения этих событий определены при помощи методов «Анализ дерева неисправностей» и «Причинно-следственный анализ». Реализация обоих неблагоприятных событий является для компании упущенной возможностью. Для снижения вероятности реализации неблагоприятных событий разработаны меры по воздействию на существенные риски с определением их результативности. Все разработанные мероприятия являются результативными.

6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Экономическая эффективность оценивается сопоставлением показателей экономической результативности предложенных мероприятий со стоимостными затратами на реализацию этих мероприятий.

В экономической науке категория эффективности (ЭФ) характеризует отношение конечного результата (эффекта) к ресурсу, затраченному на его достижение [30]:

$$\text{ЭФ} = \text{Э} / \text{З}, \%, \quad (25)$$

где Э – эффект, руб;

З – ресурсы, затрачиваемые на достижение эффекта, руб.

Экономический эффект оценивается на основе расчета и сопоставления результатов (в денежном выражении) до и после внедрения модели и затрат на ее разработку.

Эффект от внедрения результатов ВКР ожидается за счет рационального распределения заказов, что позволит снизить себестоимости изготовления продукции (за счет производства продукции на той площадке, где себестоимость производства меньше) и уменьшить времени на производство (за счет изготовления продукции на оборудовании с большей производительностью).

По результатам ВКР реформирован текущий портфель заказов предприятия, что привело к единовременному увеличению маржинального

дохода компании на 898 911,83 руб. и позволило сократить времяпроизводства на 6,5 ч. Расчет эффекта (Э) выполнен по формуле (26) и приведен в приложении Н.

$$\text{Э} = \text{МД}_1 - \text{МД}_2, \text{ руб.}, \quad (26)$$

где МД_1 – маржинальный доход «стало» (производство согласно модели), руб., рассчитывается по формуле (16);

МД_2 – маржинальный доход «как было», руб.

Планируемый ежемесячный эффект от результатов ВКР составит 2 000 000 руб. Данная величина рассчитана по средним значениям МД_2 и получена исходя из условия, что ежемесячно 500 т пересекающегося сортамента будет производиться согласно разработанной модели. Среднее значение маржинального дохода за 1 т произведенных заказов горячекатаных труб составляет 3 000 руб/т, для обсадных труб – 1 000 руб/т.

Затраты на любой вид деятельности рассчитываются по следующим элементам расходов с последующим суммированием:

1 материальные затраты;

2 затраты на оплату труда;

3 затраты на энергию и топливо;

4 накладные расходы (прочие затраты);

5 амортизация основных фондов и нематериальных активов.

Сумма указанных статей формирует себестоимость разработки.

Затраты на фонд оплаты труда ($\text{З}_{\text{ФОТ}}$) рассчитываются по формуле:

$$\text{З}_{\text{ФОТ}} = (\text{З}_{\text{з.п.РУК}} + \text{З}_{\text{з.п.ИТР}}) \times \text{К}_{\text{р.н.}} \times \text{К}_{\text{в.ф.}}, \text{ руб.}, \quad (27)$$

где $\text{З}_{\text{з.п.РУК}}$ – общие затраты на оплату труда всех руководителей, руб., рассчитывается по формуле (28);

$\text{З}_{\text{з.п.ИТР}}$ – общие затраты на оплату труда исполнителя, руб., рассчитывается по формуле (29);

$\text{К}_{\text{р.н.}}$ – районный (уральский) коэффициент к зарплате, $\text{К}_{\text{р.н.}} = 0,15$;

$\text{К}_{\text{в.ф.}}$ – коэффициент, учитывающий отчисления по зарплате во внебюджетные фонды $\text{К}_{\text{в.ф.}} = 0,345$.

$$Z_{з.п.РУК} = \Phi_{зп} \times \frac{t_k}{t_m} \times n, \text{ руб.}, \quad (28)$$

где $\Phi_{зп}$ – заработная плата руководителя за месяц, руб.:

t_k – время консультаций за месяц, час;

t_m – фонд времени руководителя за месяц, час;

n – количество месяцев, требуемых на разработку, шт.

Таким образом, общие затраты на оплату труда всех руководителей:

$$Z_{з.п.РУК} = 50\,000 \times \frac{8}{40} \times 3 = 30\,000 \text{ руб.}$$

$$Z_{з.п.ИТР} = \Phi_{зп\ итр} \times \frac{t_r}{t_n} \times n, \text{ руб.}, \quad (29)$$

где $\Phi_{зп\ итр}$ – заработная плата исполнителя за месяц, руб.:

t_r – время, необходимое на разработку в месяц, час;

t_n – фонд времени исполнителя за месяц, час;

n – количество месяцев, требуемых на разработку, шт.

Таким образом, общие затраты на оплату труда исполнителя:

$$Z_{з.п.ИТР} = 23\,000 \times \frac{20}{40} \times 3 = 34\,500 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию ($Z_э$) рассчитываются по формуле:

$$Z_э = \frac{N \cdot t \cdot T}{\text{КПД}}, \text{ руб.}, \quad (30)$$

где N – мощность используемого электронного устройства, в данном случае используется компьютер, мощность которого 0,55 кВт/ч;

t – время, необходимое для работы над ВКР с помощью компьютера, $t = 60$ ч;

T – тариф на электрическую энергию для города Челябинск. В 2019 году $T = 3,19$ руб.;

КПД – коэффициент полезного действия компьютера, КПД = 0,85.

Таким образом, затраты на электроэнергию работы компьютера составят:

$$Z_э = \frac{0,55 \cdot 60 \cdot 3,19}{0,85} = 123,84 \text{ руб.}$$

Затраты, понесенные на выполнение ВКР, приведены в таблице 19. Графически структура себестоимости результатов ВКР показана на рисунке 8. Расчет чистой прибыли от ВКР приведен в таблице 20.

Таблица 19 – Калькуляция затрат на выполнение ВКР

Статья затрат на ВКР	Сумма, руб	Себестоимость ВКР, %
1 Затраты на оплату труда:	96 427	98,7
- зарплата руководителя проекта	30 000	31
- зарплата исполнителя	34 500	35
- районный коэффициент	9 675	10
- отчисления по зарплате во внебюджетные фонды	22 252	22,7
2 Затраты на энергию:	324	0,3
- затраты на электроэнергию (компьютер)	124	0,1
- затраты на электроэнергию (принтер)	50	0,05
- затраты на электроэнергию (освещение)	150	0,15
3 Накладные расходы:	1 000	1,
- канцелярские расходы	1 000	1
4 Итого себестоимость ВКР (1+2+3)	97751	100

В соответствии с формулой (25) проведем расчет фактической эффективности:

$$\text{ЭФ} = (898\,911/97751) \times 100\% = 919\%.$$

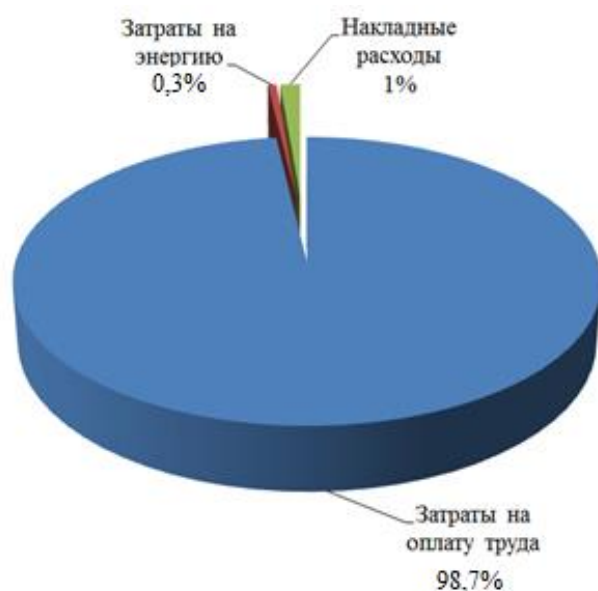


Рисунок 8 – Структура себестоимости результатов ВКР

Таблица 20 – Расчет чистой прибыли от ВКР

Статья стоимости ВКР	Сумма, руб.	Выручка от результатов ВКР, %
1 Фактический маржинальный доход	898 911	100
2 Затраты на оплату труда	96 427	10,73
3 Затраты на энергию	324	0,04
4 Накладные расходы	1 000	0,11
5 Налогооблагаемая прибыль	801 160	89,13
6 Налог на прибыль	160 232	17,83
7 Чистая прибыль	640 928	71,30
8 Рентабельность, %	655	

Суммарный ожидаемый экономический эффект от результатов ВКР работ по за расчетный период Т (6 лет) определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{ожт}} = \sum \frac{\mathcal{E}_t}{(1+r)^t}, \text{ руб.}, (31)$$

где \mathcal{E}_t – экономический эффект в t-том году, руб.;

t – количество рассматриваемых лет.

Так как при внедрении модели загрузки прокатных станков заказами пересекающегося сортамента затраты требуются только на её разработку и приходятся на первый год, затраты на её функционирование отсутствуют, то в последующие года при расчете суммарного экономического эффекта учитывается только ожидаемый эффект.

Таким образом, суммарный ожидаемый эффект за 6 лет равен:

$$\begin{aligned} \sum \mathcal{E} &= \frac{\mathcal{E}_{2019}}{(1+r)} + \frac{\mathcal{E}_{2020}}{(1+r)^2} + \frac{\mathcal{E}_{2021}}{(1+r)^3} + \frac{\mathcal{E}_{2022}}{(1+r)^4} + \frac{\mathcal{E}_{2023}}{(1+r)^5} + \frac{\mathcal{E}_{2024}}{(1+r)^6} = \\ &= \frac{640\,928 + 2\,000\,000 * 6}{(1 + 0,19)} + \frac{2\,000\,000 * 12}{(1 + 0,19)^2} + \frac{2\,000\,000 * 12}{(1 + 0,19)^3} + \frac{2\,000\,000 * 12}{(1 + 0,19)^4} \\ &\quad + \frac{2\,000\,000 * 12}{(1 + 0,19)^5} + \frac{2\,000\,000 * 12}{(1 + 0,19)^6} = 74\,307\,514 \text{ руб.} \end{aligned}$$

График ожидаемого экономического эффекта за 6 лет представлен на рисунке 9.

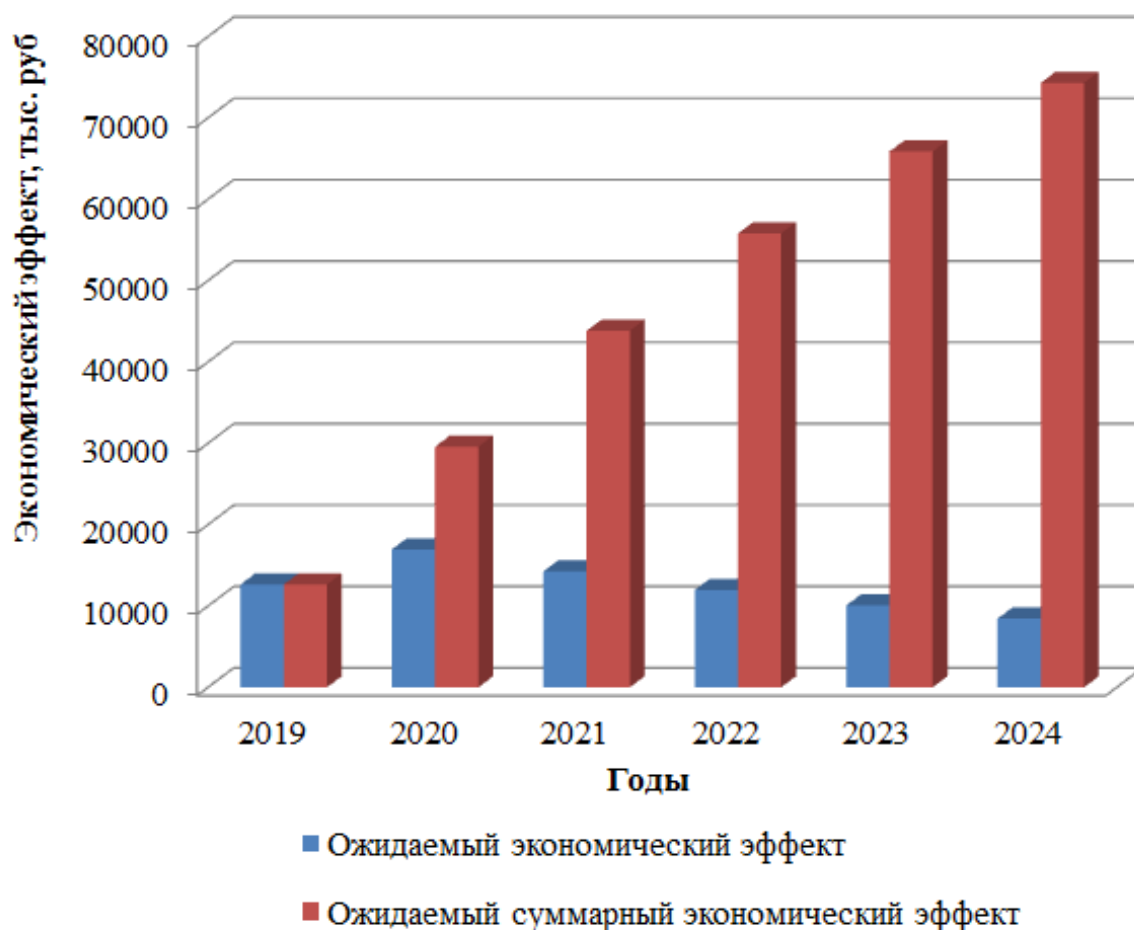


Рисунок 9 – Ожидаемый экономический эффект

Таблица 21 – Суммарный ожидаемый экономический эффект от внедрения результатов ВКР

Расчетный период	Ожидаемый экономический эффект, руб.	Суммарный ожидаемый экономический эффект, руб.
2019	12 640 928	12 640 928
2020	16 947 956	29 588 884
2021	14 241 980	43 830 863
2022	11 968 050	55 798 913
2023	10 057 185	65 856 098
2024	8 451 416	74 307 514

Расчет срока окупаемости осуществляется по формуле:

$$PBP = I_0/S_i, \text{ лет,} \quad (32)$$

где I_0 – первоначальные инвестиции, руб;

S_i – годовой доход, обусловленный единовременными затратами.

Как видно из таблицы 19, разработка модели сопровождается затратами в размере 97 751 руб., ожидаемый экономический эффект годовой за 2019 год равен 12 640 928 руб. Подставим значения в формулу (32), получим:

$$PBP = 97\,751/12\,640\,928 = 0,007 \text{ лет} = 2,55 \text{ дней}$$

Так как началом работы является разработка модели, которая длится 3 месяца и сопровождается затратами, а эффект достигается в течение месяца после внедрения модели, срок окупаемости составляет 4 месяца.

Выводы по разделу шесть

В данном разделе приведен расчет экономического эффекта работы по созданию модели загрузки прокатных станков заказами пересекающегося сортамента, который составил 898 911 руб.

Факторами экономии являются:

- снижение себестоимости изготовления продукции (за счет производства продукции на той площадке, где себестоимость производства меньше), среднее значение составило 3 000 руб/т для готовой продукции и 1 000 руб/т для полуфабрикатов (планируемая загрузка станков – 500 т перераспределённой продукции пересекающегося сортамента в месяц);

- уменьшение времени на производство (за счет изготовления продукции на оборудовании с большей производительностью), среднее значение которого составляет 32 часа на 1 000 т произведенной продукции.

Срок окупаемости составляет 4 месяца.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения ВКР достигнута её цель и решены поставленные задачи.

В результате работы проведен анализ состояния дел на металлургическом предприятии, выявлена проблема, требующая первоочередного решения – разработки модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента.

Рассмотрены теоретические основы разработки и принятия эффективных решений, системы поддержки принятия решений, цели создания и область применения моделей предприятий. Изучен опыт разработки моделей и их применения на отечественных и зарубежных предприятиях.

Разработан процесс «Разработка модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента» путем его описания и оформления паспорта, разработки контролируемых параметров процесса и их критериев. Процесс визуализирован IDEF0-моделью и диаграммой Ганта.

Разработана модель загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента для производственных площадок на основе установления выгоды производства продукции на той площадке, где стоимость машинного времени больше, следовательно, себестоимость ниже, а производительность выше. Важной особенностью разработки модели является использование стандартного пакета прикладных программ (MS Excel), что снижает затраты предприятия на внедрение и обеспечивает совместимость программных средств и обучение персонала.

Разработан стандарт организации «Порядок размещения сделок и заказов пересекающегося сортамента». Стандарт организации является результатом работы по созданию модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента, внедрен и постоянно совершенствуется. В стандарте организации приведены требования, следование которым позволяет достичь запланированного результата – повышения экономической эффективности деятельности предприятия.

Проведен риск-менеджмента процесса «Разработка оптимальной модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента» с использованием методов исследования опасности и работоспособности HAZOP, НАССР, «Анализ дерева неисправностей» и «Причинно-следственный анализ». Для снижения вероятности реализации неблагоприятных событий разработан план мероприятий по воздействию на риск с оценкой результативности запланированных действий.

Рассчитана чистая прибыль, которая составила 658 180,8 руб.

Достижение экономического эффекта ожидается за счет:

- снижение себестоимости изготовления продукции (за счет производства продукции на той площадке, где себестоимость производства меньше);
- уменьшение времени на производство (за счет изготовления продукции на оборудовании с большей производительностью), среднее значение которого составляет 32 часа на 1 000 т произведенной продукции.

Срок окупаемости составляет 4 месяца.

Результаты работы имеют значительную практическую применимость и внедрены на предприятии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Постановление Правительства Российской Федерации от 30.03.2018 г. № 368-15 – <http://government.ru/docs/11912/>.

2 Юкаева, В.С. Принятие управленческих решений: учебник / В.С. Юкаева, Е.В. Зубарева, В.В. Чувилова. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016. – 324 с.

3 Агарков, А.П. Управление качеством : учебное пособие / А.П. Агарков. – М.: Издательско-торговая корпорация Дашков и К, 2017. — 208 с.

4 ГОСТ Р ИСО 9001 – 2015. Система менеджмента качества. Требования. – М.:Стандартинформ, 2015. – 32 с.

5 Балдин, К.В. Управленческие решения: учебник / К.В. Балдин, С.Н. Воробьев, В.Б. Уткин. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. – 495 с.

6 Stringer, R.. How to Manage Radical Innovation / R. Stringer // California Management Review. – 2012. – №40(4). – P. 70 – 88.

7 Катулев, А. Н. Математические методы в системах поддержки принятия решений: учебное пособие / А. Н Катулев., Н. А. Северцев. – М.: Высшая школа, 2005. –311 с.

8 Скрыль, О.К. Система поддержки принятия решений в управлении экономической устойчивостью промышленного предприятия / О.К. Скрыль //Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2015. – №5.– С. 222 – 226.

9 ГОСТ Р ИСО 14258-2008. Концепции и правила для моделей предприятия. – М.: Стандартинформ, 2009. – 29 с.

10 Лихачева, Л. Н. Практикум по применению экономико-математических моделей для формирования продуктовой (производственной) программы коммерческой организации: учебник / Л.Н. Лихачева, И. Н. Щепина, О. С. Воищева, С. С.Щекунских. – Воронеж: ВГУ, 1999 – 50 с.

11 Мицель, А.А. Оптимизация годовой производственной программы предприятия методом справедливого компромисса / А.А. Мицель, М.А. Зедина // Экономический анализ: теория и практика. – 2012. – №41 (296). – С. 54 – 59.

12 Коновалова, Г.И. Оптимизационная модель и инструментарий для управления производством в цехе / Г.И. Коновалова // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. – 2011. – № 32. – С. 79 – 85.

13 Shen, X. Mathematical models for real-world production planning problems with sequence-dependent set-up costs / X. Shen, F. Focacci, F. Furini, V. Gabrel, D. Godard // LAMSADE, Université Paris-Dauphine. – 2016. – №2. – P. 26-28.

14 ГОСТ Р ИСО 9000-2015. Система менеджмента качества. Основные положения и словарь. – М.: Стандартинформ, 2015. – 54 с.

15 РД IDEF 0 – 2000. Методология функционального моделирования IDEF0. – ИПК Издательство стандартов, 2000. – 75с.

16 Globerson, S. Effective Management of Project process / S. Globerson // Project Management Journal. – 2012. – № 33 (3). – P. 58–64.

17 Kanji G.K. Total Quality Management: Proceedings of the first world congress (Paperback) / G.K. Kanji – U.K.: Chapman and Hall, 2012. – P. 615

18 Ионова, Е.И. Разработка оптимальной модели загрузки прокатных станков / Е.И. Ионова, Н.В. Сырейщикова // Сборник научных статей. – 2019. – С. 389 – 392.

19 Ионова, Е.И. Совершенствование работы прокатных станков путем применения оптимальной модели загрузки / Е.И. Ионова, Н.В. Сырейщикова // Сборник «Молодой исследователь. Материалы 6-й научной выставки-конференции научно-технических и творческих работ студентов». – 2019. – С. 491 – 497.

20 ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010 – 2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска. – М.: Стандартинформ, 2012. – 74с.

21 Kloman, H. Integrated Risk Assessment. Current Views Of Risk Management / H. Kloman // GARP Articles, Papers and Présentations. – 2014. – P.116.

22 Шевченко, С.Ю. Математическое обоснование процедур риск-менеджмента в инновационном предпринимательстве /Шевченко С.Ю., Силкина Г.Ю. // Проблемы современной экономики. – 2012. – № 2 (42). – С. 159–162.

23 Уродовских, В.Н. Управление рисками предприятия: учебное пособие / В.Н. Уродовских. – М.: Инфра-М. Вузовский учебник, 2017. – 168 с.

24 Иткин, Б.А. Риск и риск-ориентированное мышление: можно ли с помощью второго управлять первым? / Б.А. Иткин // Стандарты и качество. – 2016. – №10. – С. 68-73.

25 Пономарев, С.В. Практические подходы к оценке рисков СМК / С.В. Пономарев // Методы менеджмента качества. – 2016. – №7.

26 Чалдаева, Л.А. Методы оценки операционных рисков: вопросы систематизации и применения / Л.А. Чалдаева, Ю.А.Митина // Финансы и кредит. – 2012. – №29 (509). – С. 12-19.

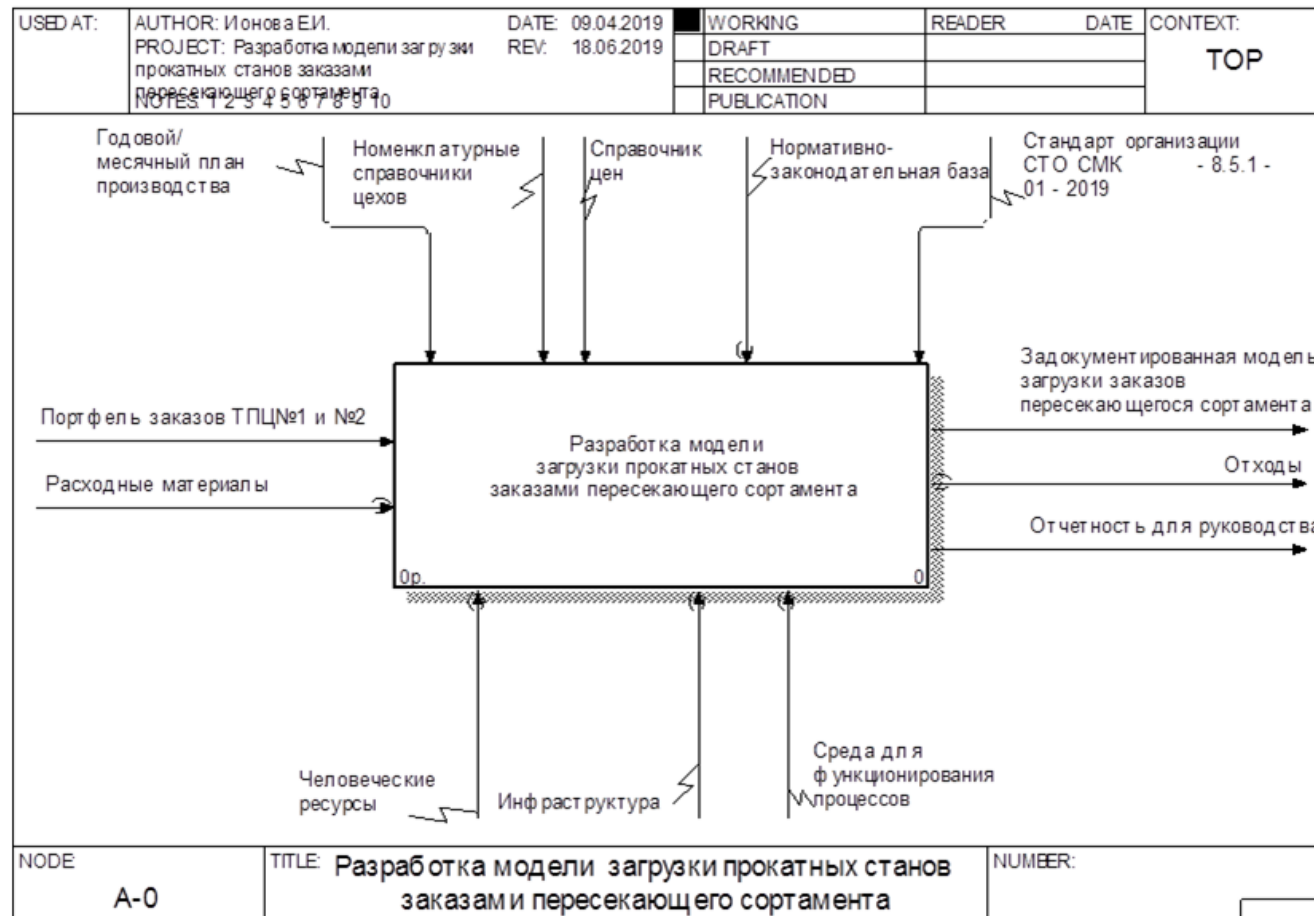
27 ГОСТ 31000 – 2010. Менеджмент риска. Принципы и руководство. – М.: Стандартиформ, 2012. –24с.

28 Ермолина, Л.В. экономическое содержание категории «эффективность». Понятие стратегической эффективности / Л.В. Ермолина // Основы экономики, управления и права. – 2013. – № 2 (8) – С. 98-102.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Диаграмма А-0 для процесса «Разработка модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента»

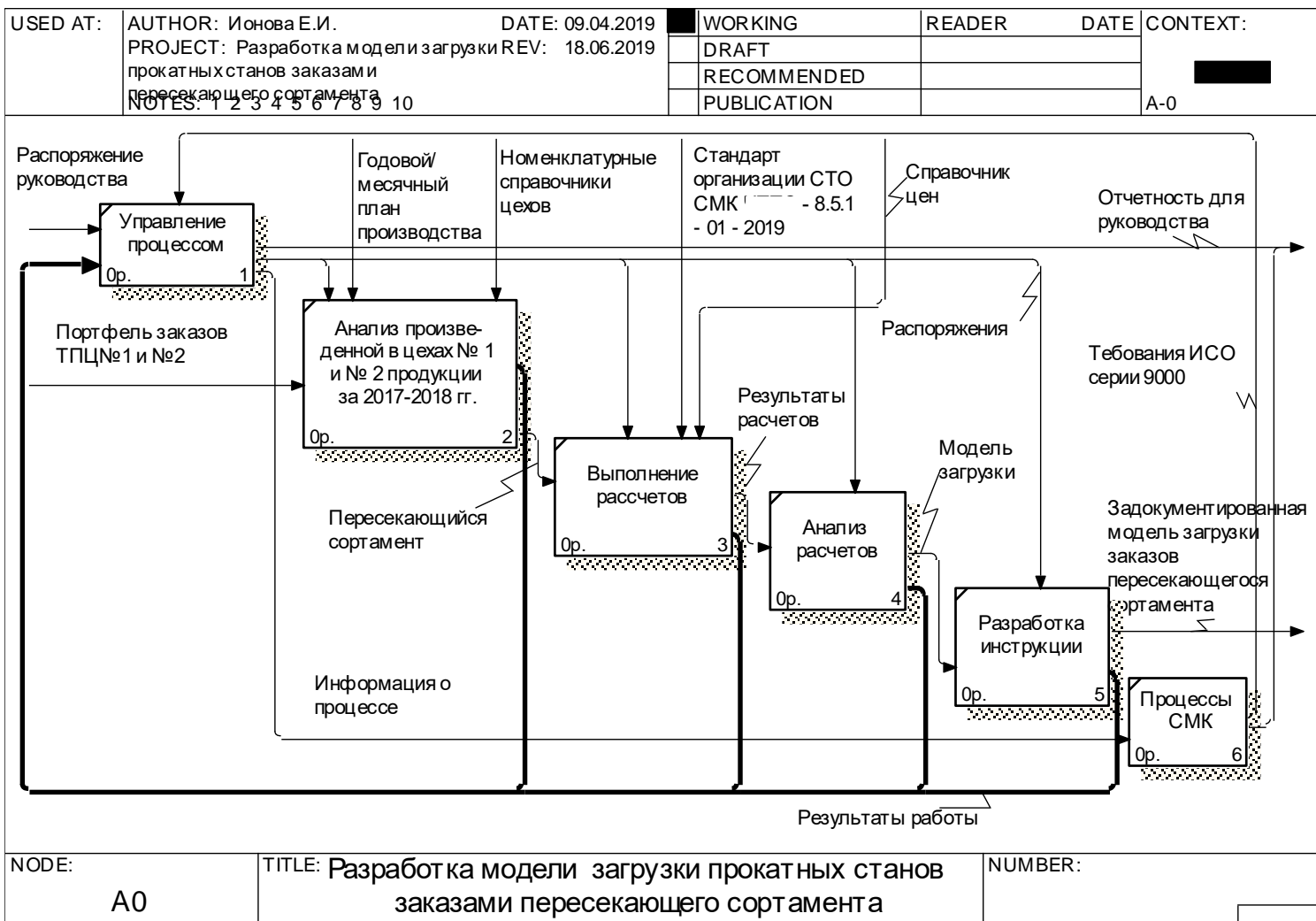


NODE A-0	TITLE: Разработка модели загрузки прокатных станов заказам и пересекающегося сортамента	NUMBER:
--------------------	--	---------

75

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

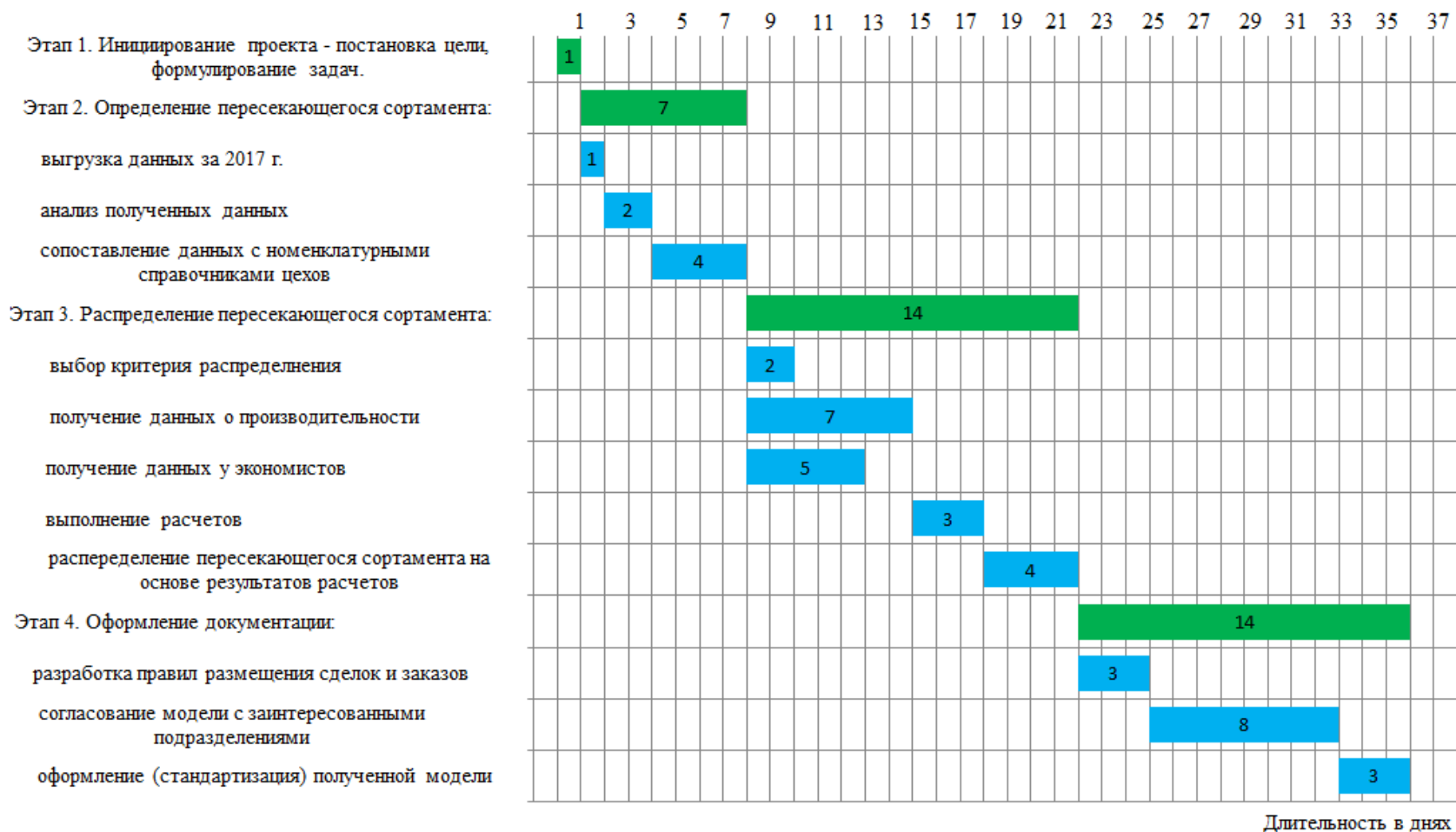
Дочерняя диаграмма А0 «Декомпозиция диаграммы А-0»



NODE: A0	TITLE: Разработка модели загрузки прокатных станов заказами пересекающего сортамента	NUMBER:
--------------------	---	---------

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Диаграмма Ганта процесса «Разработка модели загрузки прокатных станов заказами пересекающегося сортамента»



77

Рисунок Г.1 – Диаграмма Ганта для процесса «Разработка модели загрузки прокатных станов заказами

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Расчет себестоимости изготовления заказов пересекающегося сортамента

ф заготовки, мм	Диам, мм	Стенка, мм	Длина, мм	М. ст	Себестоимость НЛЗ (с учетом доставки до ЧТПЗ) Производства ЭСПК, руб/тн	Стоимость отходов (средняя цена отходов с учетом потерь)	Плановый РКМ (целевой)	РПП (с корр. МСФО), руб			ЧТПЗ Себес-ть переменная, руб	Себестоимость металла	Стоимость отходов (средняя цена отходов с учетом потерь)	Плановый РКМ (целевой)	РПП перем	ПНТЗ Себес-ть переменная, руб
								постоянная	переменная	Итого						
покупной	114	4,5-12	9500	09Г2С									1,08771	1 895,75	33 247,59	
				13ХФА								31 351,84	1,08097	1 985,31	42 965,14	
				20								40 979,83	1,07542	1 896,23	29 939,82	
				10								28 043,59	1,07542	1 896,23	29 939,82	
150	114	5-14	11800	10	21 159	8 960	1138	2 282	1 790	4 073	24 632				29 939,82	
				20	22 086	8 960	1138	2 282	1 790	4 073	25 688				29 939,82	
				09Г2С	24 219	8 960	1184	2 282	1 790	4 073	28 816				33 247,59	
				13ХФА	26 766	8 960	1138	2 282	1 790	4 073	31 013				42 965,14	
150	146	5-14	9000	10	21 159	8 960	1105	2 282	1 790	4 073	24 229	21791	7583	1,10326	1992,36	25 250
				20	22 086	8 960	1105	2 282	1 790	4 073	25 255	21791	7583	1,10326	1992,36	25 250
				09Г2С	24 219	8 960	1120	2 282	1 790	4 073	27 840	23476	7023	1,1185	1702,21	27 128
				20	21 001	8 960	1105	2 282	1 790	4 073	25 729	21791	7583	1,10326	1992,36	25 250
156	159	5-10	12000	10	22 515	8 960	1105	2 282	1 790	4 073	24 056	21791	7583	1,10326	1992,36	25 250
				20	21 001	8 960	1105	2 282	1 790	4 073	26 347	23476	7023	1,1185	1702,21	27 128
				09Г2С	22 885	8 960	1120	2 282	1 790	4 073	26 488	24573	2742	1,16525819	1682,159661	29 862
				13ХФА	23 203	8 960	1105	2 282	1 790	4 073	26 488	24573	2742	1,16525819	1682,159661	29 862
170	159	11-14	12000	10	21 646	8 960	1105	2 282	1 790	4 073	24 768	21791	7583	1,10326	1992,36	25 250
				20	21 004	8 960	1105	2 282	1 790	4 073	24 059	21791	7583	1,10326	1992,36	25 250
				09Г2С	22 628	8 960	1120	2 282	1 790	4 073	26 059	23476	7023	1,1185	1702,21	27 128
				13ХФА	25 307	8 960	1105	2 282	1 790	4 073	28 813	24573	2742	1,16525819	1682,159661	29 862
156	168	6-10	12000	10	22 515	8 960	1105	2 282	1 790	4 073	25 729	21791	7583	1,10326	1992,36	25 250
				20	21 001	8 960	1105	2 282	1 790	4 073	24 056	21791	7583	1,10326	1992,36	25 250
				09Г2С	22 885	8 960	1120	2 282	1 790	4 073	26 347	23476	7023	1,1185	1702,21	27 128
				13ХФА	23 203	8 960	1105	2 282	1 790	4 073	26 488	24573	2742	1,16525819	1682,159661	29 862
170	168	11-16	12000	10	21 646	8 960	1105	2 282	1 790	4 073	24 768	21791	7583	1,10326	1992,36	25 250
				20	21 004	8 960	1105	2 282	1 790	4 073	24 059	21791	7583	1,10326	1992,36	25 250
				09Г2С	22 628	8 960	1120	2 282	1 790	4 073	26 059	23476	7023	1,1185	1702,21	27 128
				13ХФА	25 307	8 960	1105	2 282	1 790	4 073	28 813	24573	2742	1,16525819	1682,159661	29 862
Обсадные трубы																
150	146,1	7-10,7	11800	37Г2Ф	25 942	8 960	1092	2 282	1 790	4 073	29 294	23 858	8 860	1,10693	1 858,33	27 320
				Д	23 400	8 960	1092	2 282	1 790	4 073	26 519	21 768	8 574	1,10994	2 008,39	25 227
			11800	30Г2	23 860	8 960	1092	2 282	1 790	4 073	27 021	22 815	8 317	1,120800157	1 877,78	26 445
				30Г2	23 899	8 960	1092	2 282	1 790	4 073	27 064	22 815	8 317	1,120800157	1 877,78	26 445
	168,28		11800	Д	23 400	8 960	1092	2 282	1 790	4 073	26 519	21 768	8 574	1,10994	2 008,39	25 227
				37Г2Ф	24 134	8 960	1092	2 282	1 790	4 073	27 320	23 858	8 860	1,10693	1 858,33	27 320
156	168,3	8,9-10,6	11800	37Г2Ф	24 134	8 960	1092	2 282	1 790	4 073	27 320	23 858	8 860	1,10693	1 858,33	27 320
				30Г2	23 899	8 960	1092	2 282	1 790	4 073	27 064	22 815	8 317	1,120800157	1 877,78	26 445
			11900	ДБ	23 400	8 960	1092	2 282	1 790	4 073	26 519	21 768	8 574	1,10994	2 008,39	25 227
				30Г2	23 899	8 960	1092	2 282	1 790	4 073	27 064	22 815	8 317	1,120800157	1 877,78	26 445
156	177,8	8,1-10,4	11900	37Г2Ф	24 134	8 960	1092	2 282	1 790	4 073	27 320	23 858	8 860	1,10693	1 858,33	27 320
				ДБ	23 400	8 960	1092	2 282	1 790	4 073	26 519	21 768	8 574	1,10994	2 008,39	25 227

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
Расчет стоимости МВР

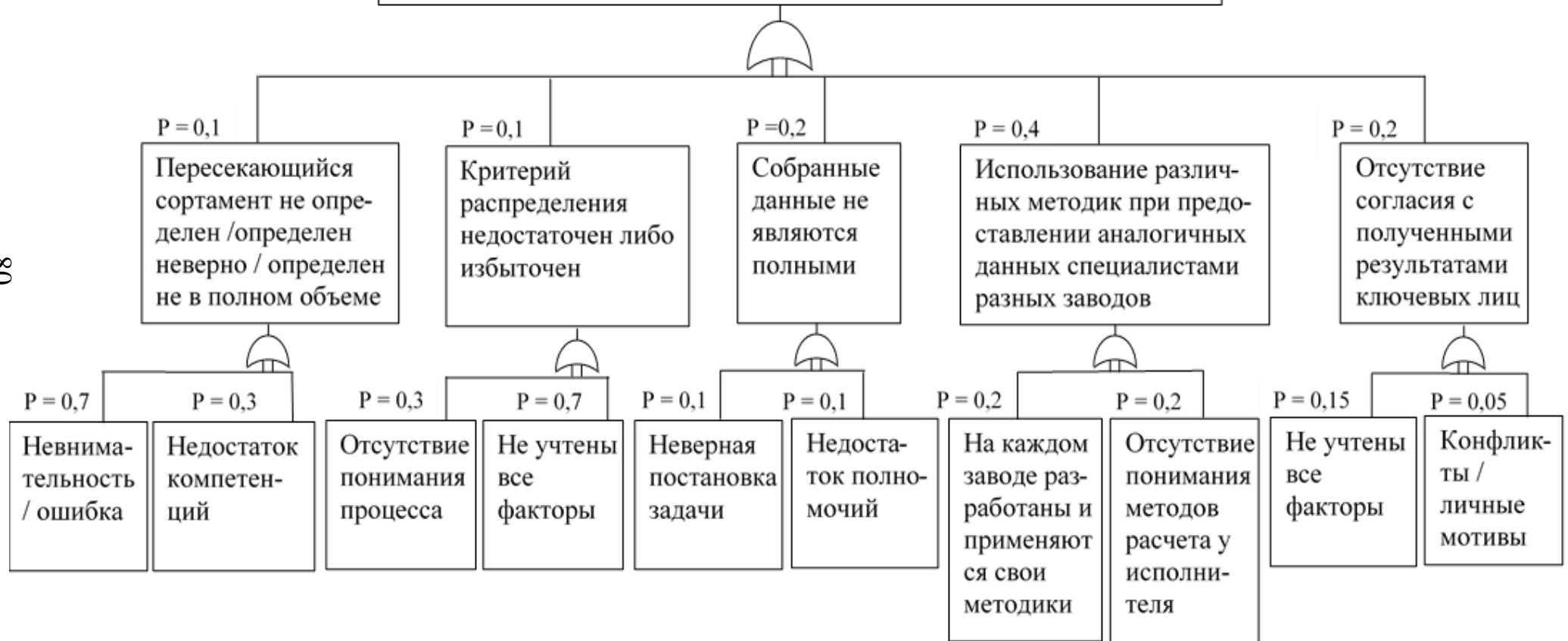
79

		М.ст.		10				20				09Г2С			
Диаметр	Стенка	Произ-ть ЧТПЗ	Произ-ть ПНТЗ	Цена	МВР ЧТПЗ	МВР ПНТЗ	дельта	Цена	ЧТПЗ	ПНТЗ	дельта	Цена	ЧТПЗ	ПНТЗ	дельта
114	6	30,07	18,60	59322	1043128	546509	496619	59322	1011379	546509	464870	61864	993740	532265	461475
114	8	29,92	24,43	59322	1037924	717807	320118	59322	1006334	717807	288527	61864	988783	699099	289684
114	9	28,62	26,70	59322	992827	784504	208323	59322	962609	784504	178105	61864	945821	764058	181763
114	10	29,73	24,20	59322	1031333	711049	320284	59322	999943	711049	288895	61864	982504	692517	289987
114	11	31,11	29,00	59322	1079205	852083	227122	59322	1046358	852083	194275	61864	1028110	829876	198234
114	12	31,11	34,05	59322	1079205	1000463	78742	59322	1046358	1000463	45895	61864	1028110	974389	53721
146	5	29,65	24,00	59322	1040494	817717	222777	59322	1010096	817717	192379	61864	1008815	833667	175149
146	6	29,92	24,00	59322	1049969	817717	232252	59322	1019294	817717	201577	61864	1018002	833667	184335
146	7-10	29,91	30,40	59322	1049618	1035775	13843	59322	1018953	1035775	-16821	61864	1017662	1055978	-38316
146	10-12	31,16	34,40	59322	1093483	1172061	-78578	59322	1061538	1172061	-110523	61864	1060192	1194922	-134730
146	12-14	31,21	42,70	59322	1095238	1454855	-359617	59322	1063241	1454855	-391614	61864	1061893	1483232	-421339
159	5	29,83	20,00	59322	1002085	681431	320654	59322	1051987	681431	370556	61864	1059484	694722	364762
159	6-7	29,68	22,70	59322	997046	773424	223622	59322	1046697	773424	273273	61864	1054156	788510	265647
159	8-9	29,23	32,10	59322	981929	1093696	-111767	59322	1030827	1093696	-62869	61864	1038173	1115029	-76856
159	10-11	30,37	32,10	59322	1020225	1093696	-73471	59322	1071030	1093696	-22666	61864	1078663	1115029	-36366
159	12-13	30,60	39,30	59322	1057345	1339011	-281667	59322	1079050	1339011	-259961	61864	1095642	1365129	-269487
159	14	30,29	39,30	59322	1046633	1339011	-292378	59322	1068119	1339011	-270893	61864	1084543	1365129	-280587
168	6	29,96	25,75	59322	1006452	877342	129110	59322	1056571	877342	179229	61864	1064101	894455	169646
168	7	29,23	25,75	59322	981929	877342	104587	59322	1030827	877342	153485	61864	1038173	894455	143719
168	8-10	30,82	32,05	59322	1035342	1091993	-56650	59322	1086900	1091993	-5093	61864	1094646	1113292	-18646
168	11-12	29,22	32,05	59322	1009660	1091993	-82332	59322	1030387	1091993	-61605	61864	1046231	1113292	-67061
168	12-14	30,29	43,20	59322	1046633	1471890	-425257	59322	1068119	1471890	-403772	61864	1084543	1500600	-416057
		М.ст		37ГФ				Д				30Г2			
Диаметр	Стенка	Произ-ть ЧТПЗ	Произ-ть ПНТЗ	Цена	ЧТПЗ	ПНТЗ	дельта	Цена	ЧТПЗ	ПНТЗ	дельта	Цена	ЧТПЗ	ПНТЗ	дельта
146,1	7	25,59	35,00	41692	317253	503018	-185765	40617	360771	538651	-177880	40213	337585	481896	-144311
	7,7	25,27	37,00	41692	313286	531762	-218476	40617	356259	569431	-213172	40213	333364	509433	-176069
	8,5	25,12	41,00	41692	311426	589249	-277823	40617	354145	630991	-276846	40213	331385	564507	-233122
	9,5	25,29	44,00	41692	313534	632365	-318831	40617	356541	677161	-320620	40213	333628	605812	-272184
168,28	10,7	26,44	48,00	41692	327791	689853	-362062	40617	372754	738721	-365967	40213	348799	660886	-312087
	8	24,75	45,00	41692	355706	646737	-291031	40617	348928	692551	-343623	40213	325448	619581	-294133
8,94	24,75	48,00	41692	355706	689853	-334147	40617	348928	738721	-389793	40213	325448	660886	-335438	
168,3	7,3	25,33	42,00	41692	364042	603621	-239579	40617	357105	646381	-289276	40213	333075	578275	-245201
	8	24,76	45,00	41692	355850	646737	-290887	40617	349069	692551	-343482	40213	325579	619581	-294001
	8,9	25,13	48,00	41692	361168	689853	-328685	40617	354286	738721	-384436	40213	330445	660886	-330441
	10,6	26,19	44,00	41692	376402	632365	-259563	40617	369230	677161	-307931	40213	344383	605812	-261429
177,8	12,1	27,26	49,00	41692	391780	704225	-312445	40617	384315	754111	-369797	40213	358453	674654	-316202
	8,1	24,86	35,00	41692	357287	503018	-145731	40617	350479	538651	-188172	40213	326894	481896	-155002
	9,2	25,72	39,00	41692	369647	560505	-190858	40617	362604	600211	-237607	40213	338203	536970	-198767

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Дерево неисправностей нежелательного события №7

$P = 1$ Модель не создана / созданная модель не отражает реальную ситуацию



ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Расчет эффекта от результатов ВКР

Диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Марка стали	Вес, т	ЧТПЗ				ПНТЗ				Эффект, руб
				Цена, руб/т	Себестоимость, руб/т	МД1, руб/т	Производительность, тн/ч	Цена, руб/т	Себестоимость, руб/т	МД2, руб/т	Производительность, тн/ч	
121	5	09Г2С	10	61 864	34 450	27 414	30	61 864	40 953	20 911	20	65 037
	6	09Г2С	6,7	61 864	34 450	27 414	30	61 864	40 953	20 911	20	43 575
	10	09Г2С	5	61 864	34 450	27 414	31	61 864	40 953	20 911	23	32 519
	10	20	5	59 322	32 885	26 437	31	59 322	36 288	23 034	23	17 014
127	5	09Г2С	10	61 864	31 095	30 769	30	61 864	41 187	20 677	17	100 926
	5	10	10	59 322	33 136	26 186	30	59 322	36 522	22 800	17	33 858
	5	20	45	59 322	34 701	24 621	30	59 322	36 522	22 800	17	81 977
	6	09Г2С	5	61 864	31 095	30 769	30	61 864	41 187	20 677	17	50 463
	6	20	10	59 322	34 701	24 621	30	59 322	36 522	22 800	17	18 217
	8	09Г2С	5	61 864	31 095	30 769	29	61 864	41 187	20 677	17	50 463
	8	20	60	59 322	34 701	24 621	29	59 322	36 522	22 800	17	109 302
	11	20	5	59 322	34 701	24 621	31	59 322	36 522	22 800	21	9 109
133	5	20	35	59 322	33 115	26 207	30	59 322	36 502	22 820	16	118 556
	6	09Г2С	3,95	61 864	34 679	27 185	29	61 864	41 167	20 697	16	25 629
	6	20	42	59 322	33 115	26 207	29	59 322	36 502	22 820	16	142 267
Итого			257,65									898 912