

Автономная некоммерческая организация
дополнительного профессионального образования
«Научно – образовательный центр воздушно-космической обороны
«Алмаз – Антей» им. академика В.П. Ефремова»

На правах рукописи



(личная подпись)

Четвергов Владимир Андреевич

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ
ПОСТАНОВКОЙ НА ПРОИЗВОДСТВО
НОВОЙ ПРОДУКЦИИ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ
ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Специальность 2.5.22. – Управление качеством продукции.
Стандартизация.
Организация производства

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:
кандидат технических наук

Волков М. В.

Москва – 2023

Оглавление

Введение.....	4
Глава 1. Планирование и управление постановкой на производство новых изделий	10
1.1 Постановка на производство как объект управления, её характеристики и особенности на машиностроительных предприятиях....	10
1.2 Обзор и классификация систем управления и концепций планирования, оценка их применимости для постановки на производство.....	17
1.3 Организационная и корневая модели машиностроительного предприятия, субъект управления и его функции, требования к системе управления	24
Глава 2. Моделирование системы управления постановкой на производство новой продукции.....	31
2.1 Кибернетический подход к управлению системными процессами этапа освоения производства новой продукции	31
2.2 Подготовка производства, её влияние на этап освоения и разработка модели процессов постановки на производство	42
2.3 Разработка модели системы управления постановкой на производство.....	51
Глава 3. Разработка инструментов управления постановкой на производство новой продукции на машиностроительных предприятиях ..	57
3.1 Разработка алгоритма итерационной синхронизации планов основных процессов постановки на производство новой продукции на машиностроительных предприятиях	57

3.2 Разработка математической модели вероятных плановых задержек	65
3.3 Разработка метода управления постановкой на производство	68
Глава 4. Апробация инструментов управления постановкой на производство новой продукции на машиностроительном предприятии	74
4.1 Показатели эффективности производственного процесса постановки на производство	74
4.2 Разработка направлений по автоматизации инструментов управления постановкой на производство	77
4.3 Апробация разработанных инструментов управления постановкой на производство и разработка рекомендаций по изменению нормативно-технологической документации предприятия	84
Заключение	91
Список литературы	93
Приложение	105

Введение

Актуальность темы исследования

Программа масштабной модернизации экономики объявленная президентом В.В. Путиным, требует новых и современных изделий машиностроительной отрасли, поэтому учитывая высокую значимость обновления производимой продукции для предприятий машиностроительной отрасли, возникает необходимость совершенствования инструментов управления постановкой на производство новых изделий.

Постановка на производство – это очень важный период в жизненном цикле изделия, после которого новое изделие может серийно изготавливаться и поставляться заказчику. Поэтому для рациональной организации указанного периода и сокращения длительности поступления новых изделий в серийное изготовление встает вопрос о совершенствовании научно-методического обеспечения постановки на производство новой продукции.

Сократить длительность периода подготовки к серийному изготовлению и улучшить технологичность новой продукции позволят новые инструменты управления производственным процессом постановки на производство новой продукции.

Целью постановки новых изделий на производство является подготовка к серийному выпуску новой продукции, поэтому при постановке на производство машиностроительному предприятию необходимо изготовить первую установочную серию (партию) продукции, которая подвергается квалификационным испытаниям. И только после положительных результатов квалификационных испытаний предприятие может приступать к поставкам продукции по заключенным договорам. Невыполнение установленных сроков выпуска первой партии может

повлечь за собой переносы сроков проведения квалификационных испытаний, что в свою очередь может повлиять на выполнение договорных обязательств. Помимо незапланированных затрат, таких как простои испытательных средств и полигонов, предприятием также могут быть нарушены сроки поставок продукции по государственным оборонным заказам.

Поэтому совершенствование научно-методического аппарата, используемого в управлении производственным процессом при постановке на производство новой продукции военного, двойного назначения или гражданского направления является актуальным вопросом.

Объектом исследования является производственный процесс постановки на производство новой продукции.

Предметом исследования является система управления постановкой на производство новой продукции.

Область исследований диссертации соответствует паспорту научной специальности 2.5.22:

13. Научные основы цифровых, автоматизированных комплексных систем управления производством и качеством работ на базе технических регламентов и стандартов:

15. Научно-практическое развитие инженерных инструментов управления, организации производственных систем, а также баз знаний.

18. Разработка научных, методологических и системотехнических принципов повышения эффективности функционирования и качества организации производственных систем.

19. Разработка и реализация принципов производственного менеджмента, включая подготовку и совершенствование форм управления и организации производства.

22. Разработка методов и средств организации производства в условиях организационно-управленческих, технологических и технических рисков.

23. Разработка и совершенствование методов и средств планирования и управления производственными процессами и их результатами.

25. Разработка моделей описания, методов и алгоритмов решения задач проектирования производственных систем, организации производства и принятия управленческих решений в цифровой экономике.

Степень разработанности темы исследования. Вопросы организации производства и планирования производственных процессов получили развитие в работах таких авторов, как Туровец О.Г., Новицкий Н.И, Турчак А.А., Францев Р.Е., Баев Л.А., Балакшин Б.С., Загидуллин Р.Р., Гришанов Г.М., Форрестер Дж., Максвелл В.Л. и др. Несмотря на многочисленные исследования в сфере организации производства, ряд вопросов, особенно связанных с управлением (планированием и контролем) постановкой на производство новых изделий, оценкой длительности данного этапа, остаются до сих пор не решенными. Поиск средств сокращения длительности процесса освоения новых изделий, повышение эффективности планирования данного этапа, а также разработка новых инструментов управления, включающих создание планов и контроля их выполнения составили основу исследования и определили постановку цели и задач диссертации.

Цель исследования – сокращение длительности производственного процесса подготовки и освоения производства новой продукции на предприятиях машиностроительной отрасли на основе совершенствования инструментов управления постановкой на производство.

Задачи исследования:

1. Анализ существующих инструментов и средств управления производственным процессом и их применимости для постановки на производство новой продукции.

2. Разработка системы моделей управления постановкой на производство новой продукции на предприятиях машиностроительной отрасли.

3. Разработка алгоритма синхронизации календарных планов процессов, выполняемых при постановке на производство новой продукции на машиностроительных предприятиях.

4. Разработка методов управления постановкой на производство новой продукции на машиностроительных предприятиях, обеспечивающих устранение организационно-управленческих проблем.

5. Разработка инструментов управления производственным процессом постановки на производство новой продукции на машиностроительном предприятии.

6. Апробация разработанных инструментов управления производственным процессом постановки на производство новой продукции на машиностроительном предприятии.

Методы исследования. Решение поставленных научных задач в диссертационной работе было выполнено с использованием методов модельно-ориентированного системного инжиниринга, декомпозиции, математического моделирования, сетевого планирования, системного и структурного анализа, визуализации информации.

Научная новизна:

1. Разработана система моделей управления постановкой на производство новой продукции на предприятиях машиностроительной отрасли, отличающаяся включением этапа подготовки производства и этапа освоения новой продукции в единый контур управления.

2. Разработан алгоритм синхронизации календарных планов процессов, выполняемых при постановке на производство новой продукции на машиностроительных предприятиях, который, основан на обосновании временных интервалов, синхронизируемых с учетом структуры и технологичности нового изделия.

3. Разработан метод управления постановкой на производство новой продукции на машиностроительных предприятиях, включающий

формирование единого контура управления на основании критического пути кросс-функциональных процессов.

Положения, выносимые на защиту:

1. Информационная модель системы управления постановкой на производство новой продукции на предприятиях машиностроительной отрасли, которая позволяет учитывать взаимосвязь системных процессов постановки на производство и оценить степень их взаимного влияния.

2. Алгоритм синхронизации планов производственных процессов, выполняемых при постановке на производство новой продукции, который позволяет обеспечить параллельно – последовательное выполнение системных процессов, а также поддерживать синхронизацию между ними в течение хода постановки на производство.

3. Метод управления постановкой на производство новой продукции на машиностроительных предприятиях, который позволяет эффективно планировать и контролировать общую длительность постановки на производство новой продукции за счет выявления наиболее критических отклонений, способных повлиять на длительность всей постановки на производство.

Теоретическая значимость исследования заключается в обосновании теоретико- методологических аспектов планирования процессов постановки на производство, позволяющих разработать практические рекомендации и перечень мероприятий по организации эффективного функционирования системы управления постановкой на производство новых изделий.

Практическая значимость работы состоит в том, что:

- разработанная система моделей управления постановкой на производство новой продукции позволит упорядочить обмен информацией между подразделениями предприятия, участвующими в ней;

- использование метода управления и алгоритма синхронизации календарных планов в автоматизированных системах позволяет каждому

участнику постановки на производство организовать планирование кросс-функциональных процессов и контролировать ход их выполнения;

- формирование системы автоматизированного мониторинга на основе оперативных данных и их оценка в режиме реального времени позволяет значительно уменьшить количество потерь в процессе постановки на производство за счет оперативного анализа влияния отклонений от плановых сроков в различных подразделениях предприятия.

Разработанный метод управления производственным процессом постановки на производство новой продукции и алгоритм синхронизации планов, внедренные в автоматизированные системы управления предприятием, могут быть использованы на различных машиностроительных предприятиях с большой номенклатурой сложных изделий для ускорения обновления выпускаемой продукции.

Степень достоверности и апробации результатов.

Основные результаты проведенных исследований представлены на научно-практических и научно-технических конференциях: «Математическое моделирование, инженерные расчеты и программное обеспечение для решения задач ВКО» (Москва, 2019г., 2021г.), «Стратегическое развитие инновационного потенциала отраслей, комплексов и организаций» (Пенза, 2019 г.), «Стратегическое развитие инновационного потенциала отраслей, комплексов и организаций» (Пенза, 2019 г.), «Технические науки: проблемы и решения» (Москва, 2019г.).

Разработанные предложения внедрены в практику хозяйственной деятельности АО «ВМП «АВИТЕК», используются в учебном процессе повышения квалификации инженерных кадров на предприятии.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, основных результатов и выводов, списка литературы (97 наименований) и приложений. Работа изложена на 105 страницах машинного текста, содержит 35 рисунков, 6 таблиц и приложение.

Глава 1. Планирование и управление постановкой на производство новых изделий

1.1 Постановка на производство как объект управления, её характеристики и особенности на машиностроительных предприятиях

Анализ процесса создания новых изделий машиностроительной отрасли показывает, что интервал от начала разработки до момента появления на рынке новых образцов изделий постоянно сокращается. Таким образом «моральное» устаревание новых изделий происходит все быстрее и быстрее, поэтому для поддержания конкурентоспособности машиностроительных предприятий на должном уровне, необходимо, чтобы вновь разработанные перспективные образцы поступали заказчику в кратчайшие сроки в достаточном количестве.

Особый период в жизненном цикле изделия занимает интервал постановки на производство. И чем короче будет этот интервал, тем скорее заказчику попадут современные изделия в необходимых количествах.

В современном мире обновление изделий машиностроительной отрасли происходит все ускоряющимися темпами, т.е. от постановки заказчику нового изделия до разработки изделия с улучшенными характеристиками проходит все меньше и меньше времени. Данное явление - это следствие развития новых технологий и ускорением технического прогресса [65], поэтому применение старых методов управления в освоении новых изделий довольно сильно может замедлить постановку на производство нового изделия, в дополнении затраты на освоение новых изделий могут возрасти во много раз по отношению к планируемым, вследствие чего предприятие несет убытки или получает минимальную прибыль.

После постановки на производство машиностроительному предприятию необходимо приступать к выполнению серийных контрактов

и договоров. Поэтому важно соблюдать плановую длительность всех этапов и процессов постановки на производство. Например, если длительность изготовления установочной серии изделий затягивается, то это ведет к задержке проведения квалификационных испытаний, а если отсутствуют положительные результаты квалификационных испытаний – это не дает возможность предприятию производить и поставлять продукцию заказчику, в том числе по государственным оборонным заказам. А это уже в свою очередь может привести к значительным штрафным санкциям для самого предприятия и уголовной ответственности для его руководителей.

Поэтому важную роль в повышении эффективности работы современных машиностроительных предприятий играют исследования, направленные на разработку теоретических и методических аспектов планирования и управления производственными процессами (в т.ч. автоматизированного управления), которые позволяют создать практические рекомендации, а также разработать перечень мероприятий по эффективному функционированию систем управления постановкой на производство новой продукции на машиностроительных предприятиях, учитывающие современные достижения информационных технологий и накопленный мировой опыт [37, 57].

Анализируя приведённые понятия «постановка на производство» и «освоения производства» [4,10,55,56,67,74], можно прийти к выводу, что разные авторы вкладывают в данное понятие разное содержание, и смыслы этого понятия отличаются и зависят от конкретных целей и задач исследований. Некоторые исследователи, например Г.Я. Гольдштейн [16], вообще не выделяют процесс освоения – после стадии подготовки производства сразу идет стадия производства и сбыта. Поэтому необходимо разобраться в степени важности постановки на производство нового изделия в жизненном цикле изделия и необходимости для самого предприятия.

Если рассматривать обобщенный жизненный цикл изделия [19, 82] (рисунок 1.1), то необходимо более подробно рассмотреть переход от стадии «Разработка» к стадии «Производство».

Исследование и проектирование	Разработка	Производство (изготовление)	Поставка	Эксплуатация	Ликвидация
-------------------------------	------------	-----------------------------	----------	--------------	------------

Рисунок 1.1 – Стадии жизненного цикла изделия

Перед тем как начать серийное изготовление на предприятии необходимо произвести постановку на производство, которая состоит из этапов подготовки производства и освоения производства [20] (рисунок 1.2).

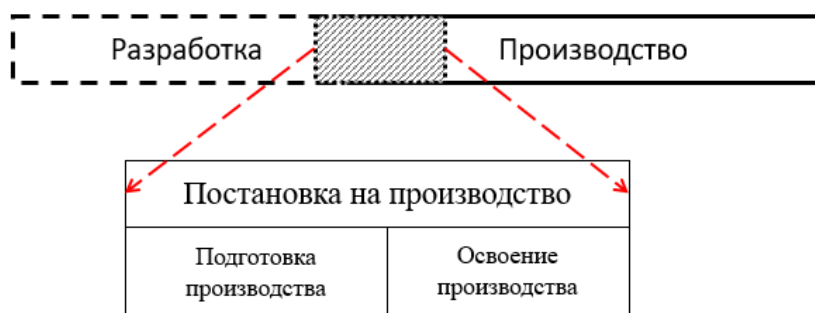


Рисунок 1.2 – Этапы постановки на производство

На этапе подготовки производства разрабатывают документацию различных видов (технологическую, плановую и т.д.), производят обеспечение (закупку или изготовление) средствами технологического оснащения и необходимым оборудованием и прочие подготовительные процедуры [39].

В процессе этапа освоения происходит изготовление первой партии новых изделий или опытного образца, которые подвергаются квалификационным испытаниям для проверки и подтверждения заявленных требований к новому изделию.

Постановка на производство новой продукции производится на конкретном предприятии. При этом если изделие серийно выпускается на одном предприятии, а принято решение выпускать это же изделие еще и на втором предприятии, то на втором предприятии также должна пройти процедура постановки на производство данного изделия.

В устоявшемся серийном производстве системы планирования и управления оперируют фактическими показателями производственных процессов, оптимизированными в течение длительного времени изготовления серийной продукции [24, 25, 26]. Но для этапа освоения планирование и управление затрудняется по некоторым причинам. Наиболее частыми причинами, характерными для оперативного регулирования производства освоения нового изделия, являются [86]:

- отработка технологических процессов и уточнение конструкторской и технологической документации нового изделия;
- применение универсально-сборочных приспособлений, а не специализированной технологической оснастки;
- налаживание цепочек поставок и ограничение номенклатуры применяемых материалов.

Одной из трудностей планирования процесса освоения является недостоверные (неуточненные) нормы трудоемкости и приблизительные (расчетные) циклы изготовления первых партий деталей и сборочных единиц (ДСЕ). Реальные циклы изготовления первых партий ДСЕ в большинстве случаев значительно больше расчетных циклов, которые определялись на этапе предварительного планирования. Увеличение циклов изготовления может происходить из-за недостаточной отработки технологических процессов или из-за задержек в снабжении необходимыми материалами и инструментом.

Другой трудностью при планировании процесса освоения является снабжение сложными покупными комплектующими изделиями (ПКИ) - составными частями осваиваемого изделия. Т.е. планирование кооперации

с другими предприятиями-изготовителями. В связи с тем, что ПКИ являются частью нового изделия, то предприятиям-кооператорам тоже необходимо производить все этапы постановки на производство, в том числе подготовку производства, освоение, проводить квалификационные испытания и только после этого предприятия-кооператоры смогут поставить необходимые ПКИ предприятию-изготовителю для освоения нового изделия. Поэтому при проведении планирования процесса освоения нового изделия необходимо учитывать и согласовывать сроки поставок ПКИ с учетом процесса освоения серийного производства всех ПКИ на предприятиях-кооператорах.

Рассмотрим следующие особенности этапа освоения новых изделий на машиностроительных предприятиях. Процессы освоения производства регламентируются нормативными документами [20, 21], что накладывает дополнительные ограничения.

На этапе освоения новой продукции производится изготовление первой партии (установочной серии) изделий, которая подвергается квалификационным испытаниям. Квалификационные испытания могут производиться на специальных полигонах и с привлечением различных систем, например, кораблей, самолетов и т.п. Взаимное планирование готовности всех систем и полигонов к проведению квалификационных испытаний производится заранее на длительный период и с взаимным согласованием между различными ведомствами. Поэтому срыв сроков изготовления установочной серии новых изделий может сорвать проведение квалификационных испытаний и возможными большими штрафами для предприятия-изготовителя, и как следствие - затянуть этап освоения производства, потому что по итогам квалификационных испытаний принимается решение о готовности предприятия-изготовителя к серийному производству новых изделий.

В некоторых случаях при разработке и постановке на производство новых изделий заказчиком является Министерство обороны Российской

Федерации, поэтому в этих случаях с предприятием заключается договор на исполнение государственного оборонного заказа (ГОЗ). Отдельной проблемой при освоении новых изделий при исполнении ГОЗ является раздельный учет затрат. Исполнитель ведет раздельный учет результатов финансово-хозяйственной деятельности по каждому государственному контракту [75]. Каждая хозяйственная операция должна учитываться в составе ресурсов конкретного отдельного контракта. Поэтому, если постройка на производство выполняется в рамках ГОЗ, то при планировании всех этапов и операций постройки на производство должно учитываться разделение необходимых ресурсов и будущих затрат по определенным статьям в соответствии с установленными правилами. Это накладывает дополнительные ограничения в начале процесса планирования такие, как будут отдельно учитываться затраты:

- на корректировку конструкторской и технологической документации;
- на обработку технологических процессов;
- на изготовление установочной серии (опытной партии) изделий;
- на испытание установочной серии (опытной партии) изделий.

Если на первоначальном этапе планирования не решать данные вопросы, то на этапе выполнения уже разделить затраты на освоение и включить в правильные статьи учета не получится.

В связи с этим проявляется важность планирования и управления процессом освоения производства новых изделий на машиностроительных предприятиях, и поэтому необходимо рассматривать процесс постройки на производство как отдельный объект управления с необходимостью разработки системы управления им.

Зачастую на предприятиях для управления постройкой на производство нового изделия пытаются применить инструменты, разработанные для управления серийным производственным процессом [52]. Но инструменты для управления серийным производственным

процессом не всегда подходят для управления процессом освоения нового изделия. Рассмотрим сравнительную характеристику производственного процесса освоения нового изделия с серийным производственным процессом, которая приведена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Сравнительная характеристика производственного процесса освоения нового изделия и серийного производственного процесса

Параметр	Производственный процесс освоения нового изделия	Серийный производственный процесс
1	2	3
Конструкторская документация	Подтверждена опытными образцами	Отработана на технологичность изготовления
Нормы расхода материалов и трудоемкости	Опытно-расчетные (сформированные по аналогии)	Уточненные и отработанные
Специальные средства технологического оснащения	В единичном исполнении или универсально-сборочные приспособления	Наличие дублеров
Обработанность технологического процесса	Отработан на первой пробной партии или сразу изготовление	Освоен, повторен много раз
Длительность технологического цикла	Не определена	Определена и подтверждена серийными выпусками
Кооперация с другими предприятиями	Заключение договоров, построение кооперационных связей, уточнение длительности кооперационных циклов изготовления	Договора заключены, кооперационные связи построены, длительность кооперационных циклов изготовления известна
Период контроля	Минимальный (ежедневный, еженедельный)	Плановый период (месяц, квартал)
Детальность контроля	По каждой номенклатуре детали и сборочной единице	По целым изделиям или составным узлам изделий

Проведя сравнительный анализ по нескольким параметрам получаем значительные различия между двумя видами производственных процессов. Например, различия в определении длительности технологического цикла

очень влияют на точность процедуры планирования длительности выполнения этапов.

Поэтому появляется необходимость совершенствования инструментов планирования и управления процессами и этапами постановки на производство новых изделий. Для этого сделаем обзор и классификацию существующих систем и концепций планирования и управления производственным процессом.

1.2 Обзор и классификация систем управления и концепций планирования, оценка их применимости для постановки на производство

Исходя из различных научных работ, посвященных инструментам управления производственными процессами [13, 83, 41, 81, 95, 27, 94, 64, 47, 54, 34], можно сделать вывод, что система управления предприятием является основной системой, обеспечивающей функционирование предприятия и осуществляющей взаимодействие подразделений предприятия между собой, а также с другими предприятиями-смежниками, координируя их действия для достижения поставленных целей.

Машиностроительные предприятия имеют различные производственные системы. И в зависимости от особенностей производственной системы концепция планирования адаптируется под эти различия [8]. Единым всегда остается принцип планирования, который заключается в выстраивании в хронологическом порядке производственных процессов (изготовление деталей, сборочных единиц, организационно-технических процедур и мероприятий) с указанием сроков их выполнения и необходимых ресурсов (трудовых, технологических, производственных и финансовых) [85, 29].

Точная система планирования предприятия обеспечивает быстрое перераспределение производственных площадей и оборудования, быстрое

перераспределение рабочего персонала, обеспечение средствами технологического оснащения и надежное выполнение заключенных обязательств [2].

Рассмотрим основные особенности систем планирования классифицированных по стратегии удовлетворения клиентского спроса, степени централизации планирования и организации движения материальных потоков, по хронологическому развитию, по объектам и горизонтам автоматизации и проведем анализ возможности их применения на этапе освоения производства новой продукции.

Концепции планирования можно различать по стратегии удовлетворения клиентского спроса:

- «производство на склад» — планирование осуществляется исходя из принципа: определенное количество готовой продукции всегда должно находиться на складе, даже в тех случаях, когда сбытовых договоров еще нет. Данная стратегия строится на твердой уверенности, что клиентский спрос появится в ближайшем будущем или может внезапно увеличиться. Преимуществом такой стратегии является быстрая реакция производителя на увеличение спроса, а недостатком – «замораживание» оборотных средств предприятия в виде готовой продукции на складе;

- «сборка под заказ» — планирование производится аналогично предыдущей стратегии с той разницей, что на складе хранится не готовая продукция, а компоненты, из которых она собирается. Например, стандартные детали, элементарные сборочные единицы или целые узлы, которые собираются в готовую продукцию при увеличении спроса. Основное преимущество – это то, что производитель обеспечивает большое число вариантов изделий готовой продукции под конкретный сбытовой заказ, а недостаток – это также «замораживание» оборотных средств в виде незавершенного производства;

- «производство под заказ» — планирование и изготовление начинаются после появления конкретного сбытового заказа.

Преимуществом является отсутствие «замораживания» оборотных средств предприятия, а недостатком становится более длительное ожидание (по сравнению с двумя предыдущими стратегиями) заказчиком готовой продукции;

- «разработка - под заказ» — перед началом изготовления происходит разработка документации (конструкторской, технологической) под конкретные требования заказчика. Основным преимуществом является то, что создается новый продукт с необходимыми характеристиками без избыточной универсальности. Среди недостатков - самый большой период (среди всех стратегий) поставки готового продукта заказчику.

Первые три стратегии планирования: «производство - на склад», «сборка - под заказ», «производство - под заказ» характерны для производства серийных (освоенных) изделий, поэтому в них не учитывается процесс освоения изготовления новой продукции.

Для освоения производства новых продуктов характерна стратегия планирования «разработка - под заказ».

Также концепции планирования различаются по степени централизации планирования и организации движения материальных потоков:

- концепция с централизованным планированием и выталкивающим принципом производства организована таким способом, что материальные ценности передаются по жесткому план-графику из одного производственного подразделения другому (если планирование более детализировано, то план-график может описывать передачу материальных ресурсов с одной операцией на другую). План-график разрабатывается центральной плановой службой предприятия и на его основании формируются плановые задания для всех производственных подразделений. Материальные ресурсы по итогу выполнения действий на одном переделе «выталкиваются» на следующий передел, по очереди, в соответствии с технологическим маршрутом в сроки, жестко определенные

план-графиком. При таком планировании центральной плановой службой контролируется выполнение сроков и объемов плановых заданий каждым подразделением. Особенностью такой концепции является то, что каждое отдельное подразделение существует как бы изолированно друг от друга и материальные ресурсы, безусловно, передаются на следующий технологический передел без анализа необходимости таковой передачи (свободно ли оборудование, готовы ли оснастка и инструмент), возможным недостатком может быть «пролёживание» материальных ресурсов и задержки в производственном цикле изготовления продукции;

- концепция с децентрализованным планированием и вытягивающим принципом производства использует укрупненное централизованное планирование. Центральная плановая служба формирует план-график выпуска готовой продукции (или финальной сборки конечных продуктов) в соответствии с потребностями заказчика. А плановые задания для отдельных производственных подразделений (переделов) формируются на основании потребностей последующих переделов по технологическому циклу.

Процесс получения необходимых материальных ресурсов с складов для использования в производственных подразделениях осуществляется по требованию потребителя. Это означает, что материальные ресурсы доставляются на производство только в тот момент, когда они действительно нужны. Чтобы обеспечить постоянное наличие материалов на складах, проводится пополнение запасов. Однако принятие решений о пополнении запасов осуществляется на самом складе, а не плановой службой предприятия. Это гарантирует более оперативное и эффективное управление запасами, так как решения могут быть приняты на основе реальных потребностей и текущей ситуации на складе [71].

По хронологическому развитию различают следующие концепции планирования:

- Концепция MRP (Material Requirements Planning) — обеспечивает планирование потребностей производственного процесса в материалах, заготовках, деталях, сборочных единицах. Концепция MRP является одной из наиболее используемых в мире. Основным недостатком данной концепции является отсутствие анализа загрузки (перегрузки) производственных мощностей и доступность других ресурсов;

- Концепция MRP II (Manufacturing Resource Planning) — «Планирование производственных ресурсов» является продолжением концепции MRP, она направлена на эффективное управление всеми производственными ресурсами предприятия, в том числе кадровыми и финансовыми. Помимо модуля оперативного управления производством, в нее включены следующие функциональные модули: модуль планирования продаж и сбыта готовой продукции, модуль управления проектами, модуль планирования производственных мощностей, модуль учета затрат и ряд других.

В зависимости от объектов и горизонтов планирования различные концепции планирования заложены в автоматизированные системы управления предприятием:

- Система SCM (Supply Chain Management) имеет концепцию планирования и управления цепочками поставок, предназначенная для управления всеми этапами снабжения предприятия. В SCM-системе используется интегрированный подход управления потоком информации о сырье, материалах, услугах, продуктах, преобразующихся и возникающих в производственном процессе. Данная система в большей степени охватывает сферу снабжения предприятия, и в меньшей степени затрагивает производственный процесс.

- Система ERP (Enterprise Resource Planning) предназначена для планирования ресурсов предприятия, основана на концепции MRP II, включает в себя финансовое планирование, планирование продаж продукции, обеспечение кадрами, материальное снабжение,

производственного процесса (в том числе планирование производственных мощностей), а также производственную логистику [63, 12]. Система ERP включает в себя отдельный модуль управления проектами, который интегрирован в общую систему и позволяет эффективно планировать и контролировать исполнение различных проектов, в том числе этапов конструкторско-технологической подготовки производства и освоения нового изделия. Горизонт планирования – долгосрочное и среднесрочное планирование.

- Система MES (Manufacturing Execution System) использует концепцию краткосрочного планирования и предназначена для управления производственными процессами и производственными заказами. Системы MES относятся к классу систем, решающих задачи исполнения производства: детальное планирование, диспетчирование и отслеживание, анализ производительности, учет простоев, отслеживание качества продукции, управление производственными фондами, управление запасами материалов и готовой продукции [30]. Чаще всего MES-система используется внутри отдельного производства или цеха и позволяет синхронизировать, координировать анализировать движение полуфабрикатов. MES-системы рассчитаны на составление производственного расписания на короткий интервал времени – от рабочей смены до недели. Некоторые MES-системы содержат модуль оптимизации производственного расписания (или данный модуль может выступать как отдельная система оперативного планирования) [9, 77].

- Система APS (Advanced Planning and Scheduling) относится к системам оперативно-календарного планирования, которая предоставляет построить синхронное расписание работы оборудования с различными критериями оптимальности. Например, ритмичная загрузка оборудования или максимально короткие сроки выполнения или использование приоритетов. К особенностям систем APS относится возможность их применения к различным средам планирования (дискретное или

непрерывное производство), синхронность планирования, при которой планирование закупок и производства проводятся одновременно с учетом ограничений по мощностям и ресурсам, а также оптимизация математического аппарата применительно к конкретной отрасли конкретного предприятия [78].

Эффективное использование систем APS и MES достигается в серийном производстве с уже отработанными нормативами времени и выверенными циклами изготовления деталей и изделий.

По итогам рассмотрения существующих концепций планирования можно сделать вывод, что для процесса освоения подходит концепция планирования со стратегией удовлетворения клиентского спроса «разработка под заказ» и система ERP с выделенным отдельным проектом для освоения нового продукта. Планирование внутри данного проекта должно быть централизованным с выталкивающим принципом производства.

Планирование производственного процесса освоения нового продукта должно начинаться с укрупненных нормативов и долгосрочных горизонтов, а по мере разработки и наполнения данных (появление информации о составе продукта; появление информации о технологических маршрутах) – среднесрочное планирование должно уточнять результаты долгосрочного и «перетекать» в оперативное. В тоже время необходимо учесть резервирование оборудования в системах APS и MES (хотя они не предназначены для планирования этапов освоения) на определённый интервал времени, в который это оборудование не будет производить серийную продукцию, а будет применено для отработки технологического процесса и изготовления первых опытных партий деталей.

Далее для описания и разработки модели системы управления процессом постановки на производство необходимо рассмотреть модели самих машиностроительных предприятий, которые описывают их функциональность.

1.3 Организационная и корневая модели машиностроительного предприятия, субъект управления и его функции, требования к системе управления

В рамках данного диссертационного исследования схема текущей организационной структуры машиностроительных предприятий (АО «КМП» и АО «ВМП «Авитек»)) была составлена на основании данных интервью.

Организационная модель структуры машиностроительного предприятия приведена на рисунке 1.3. В модели учитываются основные подразделения, участвующие в производственном процессе изготовления серийной продукции и в реализации этапов постановки на производство новых изделий.

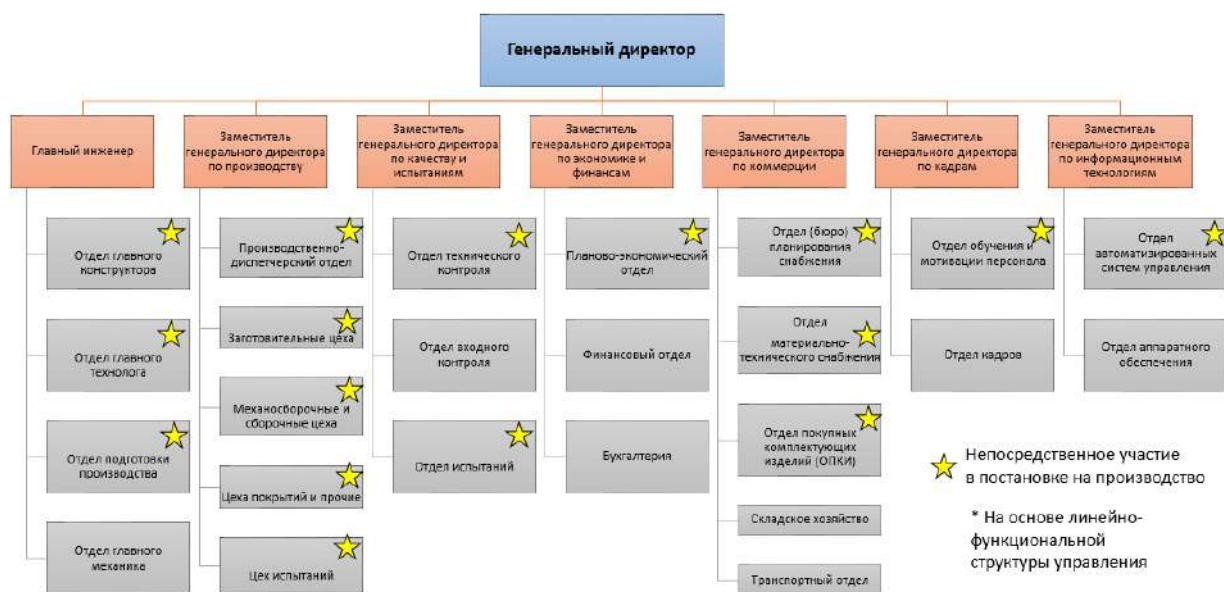


Рисунок 1.3 – Организационная модель структуры машиностроительного предприятия

Проведя анализ организационной модели структуры машиностроительного предприятия, можно сделать вывод, что подразделения, принимающие непосредственное участие в постановке на производство, находятся на разных ветках управления. Следует отметить,

что выполнение функций по постановке на производство для большинства подразделений является неосновной работой, поэтому для координации их деятельности необходима объединяющая система, которая бы синхронизировала и контролировала деятельность всех подразделений предприятия, которые занимаются постановкой на производство нового изделия.

Для начала моделирования системы управления постановкой на производство построим корневую модель машиностроительного предприятия. За основу возьмем корневую модель бизнес-процессов металлургического предприятия полного цикла [62].

В связи с тем, что система управления не может функционировать сама по себе, а должна находиться во внешней среде, поэтому внешней средой для целевой моделированной нами системы управления является само предприятие. Для построения корневой модели предприятия необходимо выделить основные и вспомогательные процессы, а для этого необходима формулировка основных целей функционирования предприятия.

К основным обобщенным целям машиностроительного предприятия можно отнести следующие цели:

- подготовка к серийному выпуску новой продукции, имеющей утвержденную конструкторскую документацию;
- выполнение договорных обязательств в полном объеме в установленные сроки;
- получение прибыли.

Основные процессы, которые позволяют реализовывать цели – это планирование, снабжение и обеспечение, производственный процесс изготовления продукции, испытания.

Вспомогательные процессы (поддерживающие): технологическое обеспечение, методологическое обеспечение, информационное

обеспечение, кадровое обеспечение, мотивация персонала, транспортное обеспечение и прочие.

А. Процессы управления



Б. Основные процессы



В. Поддерживающие процессы



Рисунок 1.4 – Корневая модель бизнес-процессов серийного предприятия

Приведенная на рисунке 1.4 корневая модель описывает бизнес-процессы серийного предприятия. Но для освоения новых сложных изделий необходимо наличие на предприятии отдельной системы управления постановкой на производство, которая частично забирает функции управления постановкой на производство у основных серийных процессов управления и объединяет эти функции под единым процессом управления. Поэтому в разработанную корневую модель бизнес-процессов введен процесс «Управление постановкой на производство новой продукции».

Для целевой системы управления постановкой на производство новой продукции выделим объект управления – это производственный процесс постановки на производство новой продукции, а субъектом управления является система управления производственным процессом постановки на производство новой продукции на машиностроительном предприятии.

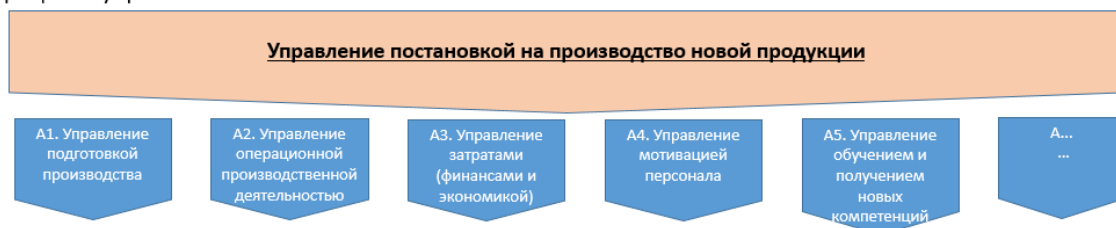
Для построения корневой модели бизнес-процессов постановки на производство необходимо описание основных процессов постановки на производство новой продукции. Описание основных процессов произведено в качестве процессной модели, приведенной на рисунке 1.5.



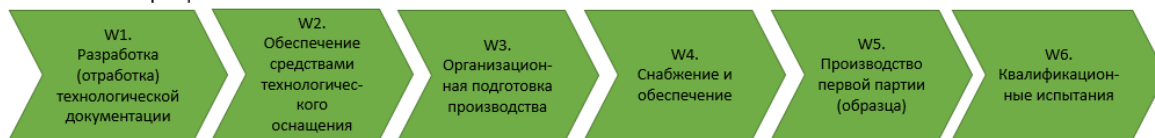
Рисунок 1.5 – Процессная модель постановки на производство новой продукции

Воспользовавшись процессным подходом [89] в моделировании систем управления и используя процессную модель постановки на производство, производим построение корневой модели системы управления, на которой выделены основные процессы управления: системные, вспомогательные и поддерживающие процессы. Корневая модель системы управления приведена на рисунке 1.6, на ней выделены основные процессы управления: процесс управления подготовкой производства и процесс управления операционной производственной деятельностью. Эти процессы управления тесно взаимосвязаны между собой, ведь от результатов управления подготовкой производства напрямую зависят результаты управления оперативной производственной деятельностью. Поэтому эти процессы должны выполняться в единой системе управления.

А. Процессы управления



W. Основные процессы



С. Поддерживающие процессы



Рисунок 1.6 – Корневая модель бизнес-процессов машиностроительного предприятия с учетом постановки на производство



Рисунок 1.7 – Модель требований к системе управления постановкой на производство

Для построения модели системы управления постановкой на производство необходимо изучить требования, которые предъявляются к управлению постановкой на производство новой продукции. Требования предъявляются со стороны нормативной документации, со стороны самого предприятия и со стороны обеспечения договорных обязательств. Модель требований, предъявляемых к системе управления постановкой на производство, приведена на рисунке 1.7.

Для реализации описанных требований необходимо создание функциональной модели, описывающей основной набор функций системы управления, через которые будут реализовываться заявленные требования. Функциональная модель приведена на рисунке 1.8.



Рисунок 1.8 – Функциональная модель системы управления

Выводы по первой главе

Если обратиться в прошлое и вспомнить опыт Советского Союза, то на освоение новых изделий на машиностроительных предприятиях планировались годы, но современный динамичный мир накладывает свои ограничения – новые изделия должны появляться все быстрее и быстрее, поэтому сроки освоения новых изделий «зажимаются» все больше и больше. В то же время способность осваивать новые изделия указывает на адаптационный потенциал машиностроительного предприятия [7].

Подготовка производства и сам этап освоения включают большой объем различных работ, без выполнения которых невозможен серийный выпуск нового изделия. В плановой советской экономике большая часть этих работ планировалась, финансировалась и контролировалась государством. Но в современной России с рыночными отношениями все эти работы возложены на предприятия. Поэтому в зависимости от того, как предприятие организует процесс постановки на производство нового изделия, будет зависеть успешность предприятия, потому что даже в рамках выполнения государственных оборонных заказов также присутствует

конкурирование между предприятиями. И чем эффективнее будет построен процесс постановки на производство нового изделия, тем более в выгодном положении окажется предприятие.

Основополагающим и интегрирующим элементом постановки на производство нового изделия является планирование, в процессе которого будет определено, какие процедуры и в какие сроки должны быть выполнены для получения необходимого результата [66, 14].

С учетом этого в повышении эффективности деятельности современных машиностроительных предприятий важную роль играют исследования, направленные на разработку теоретико-методических аспектов автоматизированного планирования [53, 68, 93] и управления процессами постановки на производство, позволяющие разработать практические рекомендации и предложить перечень мероприятий для эффективного функционирования системы управления постановкой на производство новой продукции. Указанные исследования должны учитывать имеющийся зарубежный и отечественный опыт, особенности современных информационных систем, а также современные исследования по оперативному управлению производством [5, 6, 22].

В дополнение необходимо отметить, что на серийных предприятиях управлению процессом освоения уделяется недостаточное внимание. Отчасти по причинам выполнения серийного плана, формирования фонда выработки в цехах, из-за недостатков сдельных систем оплаты труда и прочих. Поэтому необходимо уточнение обязательств структурных подразделений в организационной структуре предприятия для распределения обязанностей и повышения ответственности за их выполнение в процессе освоения нового изделия.

Рассмотрим более детально составляющие модели системы постановки на производство новой продукции.

Глава 2. Моделирование системы управления постановкой на производство новой продукции

2.1 Кибернетический подход к управлению системными процессами этапа освоения производства новой продукции

Большая часть существующих на сегодняшний день моделей управления основана на кибернетическом подходе, основными частями которого являются: вход — преобразование — выход [76, 3].

Рассмотрим процесс управления постановкой на производство с позиции кибернетического подхода.

В соответствии с одним из основных принципов системной инженерии для получения целостного системного представления необходимо выделить системные элементы и взаимодействия между ними [17].

В первом приближении объектом управления является сам этап освоения. Основные системные процессы этапа освоения – это снабжение материалами и ПКИ, производство первой партии (первого образца) и квалификационные испытания (приведены на рисунке 2.1).

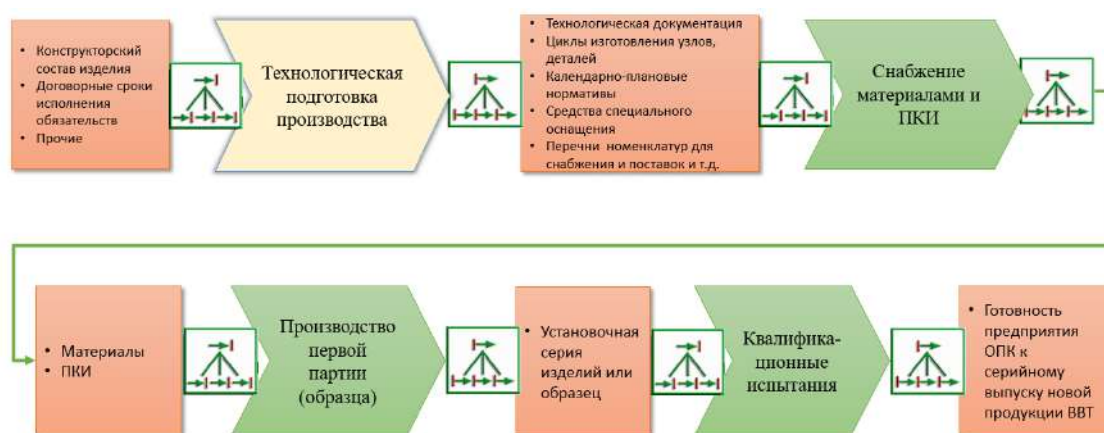


Рисунок 2.1 – Основные системные процессы

Для управления процессами, необходимо выделить входные и выходные данные [23]. Основные системные процессы следуют друг за другом и выходные данные предыдущего процесса являются входными данными для последующего. Входные данные системных процессов этапа освоения приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Входные данные системных процессов этапа освоения

Системные процессы	Входные данные
Технологическая подготовка производства	<ul style="list-style-type: none"> • Конструкторская документация • Планировки цехов и участков, потребности в площадях и оборудовании • Договорные сроки исполнения обязательств • Государственный контракт • Организационно-распорядительный документ • Комплексный график
Снабжение материалами и ПКИ	<ul style="list-style-type: none"> • Перечни номенклатур для снабжения и поставок • Нормы расхода материалов и комплектующих изделий • Планы запуска изготовления первых партий деталей, сборочных единиц, узлов и изделий
Производство первой партии (образца)	<ul style="list-style-type: none"> • Календарно-плановые нормативы • Циклы изготовления узлов, деталей • Планы изготовления первых партий деталей, сборочных единиц, узлов и изделий • Средства специального оснащения и инструмент • Материалы, заготовки, покупные комплектующие изделия
Квалификационные испытания	<ul style="list-style-type: none"> • Программа квалификационных испытаний • Установочная серия изделий или образец

Рассмотрим системные процессы в обратном временном порядке их следования. Последним из основных системных процессов является процесс «Квалификационные испытания». Квалификационные испытания являются итоговыми контрольными испытаниями нового осваиваемого изделия, которые проводятся с целью подтверждения соответствия изделия требованиям конструкторской документации и для оценки готовности

предприятия к выпуску продукции требуемого качества необходимого количества.

Квалификационным испытаниям подвергается установочная серия осваиваемых изделий, другими словами - первая серийная партия. Квалификационные испытания проводятся по программе квалификационных испытаний, которая составляется предприятием-изготовителем и согласовывается с предприятием-головным разработчиком и представителем заказчика, возможно также согласование со смежными предприятиями-кооператорами – изготовителями покупных комплектующих изделий и другими. Объем квалификационных испытаний прописывается в конструкторской документации на изделие и обычно соответствует объемам периодических испытаний, но может быть увеличен по требованиям представителей заказчика.

Прежде чем проводить квалификационные испытания целого изделия, квалификационным испытаниям подлежат составные части и узлы изделия. Это могут быть электронные блоки, части электромонтажа (жгуты, блоки фильтров и т.п.), механически нагруженные части, а также блоки, в которых происходит сгорание порохов и других взрывчатых веществ с избыточным давлением.

Изделия, являющиеся составными частями основного изделия, обычно изготавливаются специализируемыми предприятиями-кооператорами, и квалификация таких изделий проходит в рамках самостоятельных квалификационных испытаний на предприятиях-изготовителях.

Квалификационные испытания всех необходимых составных частей и узлов должны быть произведены с положительными результатами до проведения квалификационных испытаний самого изделия. Поэтому установочные серии составных частей должны быть изготовлены заранее с учетом запаса времени на проведение их квалификационных испытаний и оформлении результатов испытаний. Длительность проведения

квалификационных испытаний составных частей должна быть учтена при составлении общего плана освоения в системном процессе «Организационная подготовка производства».

Квалификационные испытания составных частей обычно происходят в испытательных центрах при предприятиях-изготовителях. Для их проведения требуется специализированное оснащение: различные испытательные стенды, бандажы, бронекамеры, стойки для проверки аппаратуры, климатические камеры и др. Все это специализированное оснащение должно быть в наличии в испытательном центре перед началом испытаний. Планирование обеспечения специализированным испытательным оснащением производится также в системном процессе «Организационная подготовка производства».

Также на этапе технологической подготовки производства должно быть произведено оснащение испытательного центра основным испытательным оборудованием: бронекамеры, стойки для проверки аппаратуры, климатические камеры и прочее оборудование.

Помимо сроков закупки и(или) изготовления испытательного оборудования, дополнительно должны учитываться сроки настройки и аттестации оборудования, ведь они могут занимать значительные интервалы времени и если это не будет учтено и не произведено на этапе технологической подготовки производства, то это может привести к задержке начала проведения квалификационных испытаний.

Для настройки и аттестации испытательного оборудования могут также понадобиться первые образцы сборочных единиц. Например, первые экземпляры жгутов могут использоваться как эталоны, для аппаратуры проверки целостности жгута. Такие моменты также должны быть учтены в системном процессе «Организационная подготовка производства».

Помимо квалификационных испытаний составных частей, проводимых в испытательных центрах на машиностроительном предприятии, в программу квалификационных испытаний изделий могут

включаться испытания по применению изделий в составе комплексов и систем. Так, например, для зенитных управляемых систем обязательными являются летные испытания – пуски по ракетам-мишеням или другим целям. В случае проведения летных испытаний на суше, необходимо «встраиваться» в расписание сухопутных полигонов и подготовки комплексов и систем, а при проведении испытаний на море, – необходимо согласовывать расписание испытаний с расписанием необходимого корабля-носителя. Это является длительной процедурой, затрагивающей различные ведомства и воинские части Министерства Обороны. Поэтому расписания полигонов и кораблей-носителей составляются заранее и на длительный срок. И машиностроительное предприятие должно обеспечить готовность установочной серии изделий для проведения испытания по применению точно в срок, иначе эти испытания могут отложиться на длительный срок из-за загруженности полигонов испытаниями других изделиями.

В процессе квалификационных испытаний проверяются технологические процессы, их способность обеспечить стабильность качества изделий.

После получения успешных результатов квалификационных испытаний машиностроительному предприятию можно приступать к отгрузкам готовой продукции заказчикам.

Детализация модели процесса «Квалификационные испытания» приведена на рисунке 2.2.

Процесс квалификационных испытаний является зависимым процессом от предыдущего более сложного процесса «Производство первой партии изделий(образца)». Если речь идет о единичном типе производства и об очень сложном изделии, то вместо установочной партии может изготавливаться один образец нового изделия. И если установочная серия или образец не будут изготовлены вовремя, то сроки проведения квалификационных испытаний придется переносить, что повлечет

необходимость нового согласования времени для проведения испытаний боевого применения на полигонах, а это длительная процедура, о чем отмечалось выше.

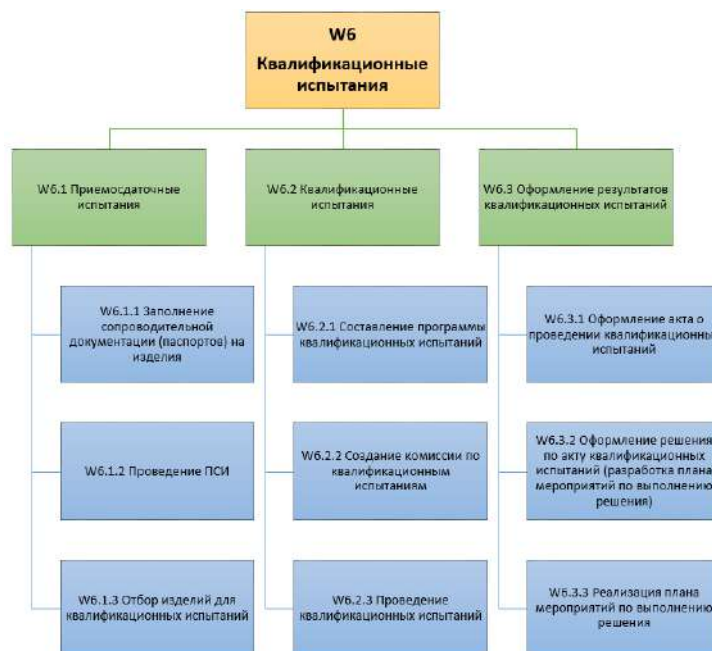


Рисунок 2.2 – Детализация модели процесса «Квалификационные испытания»

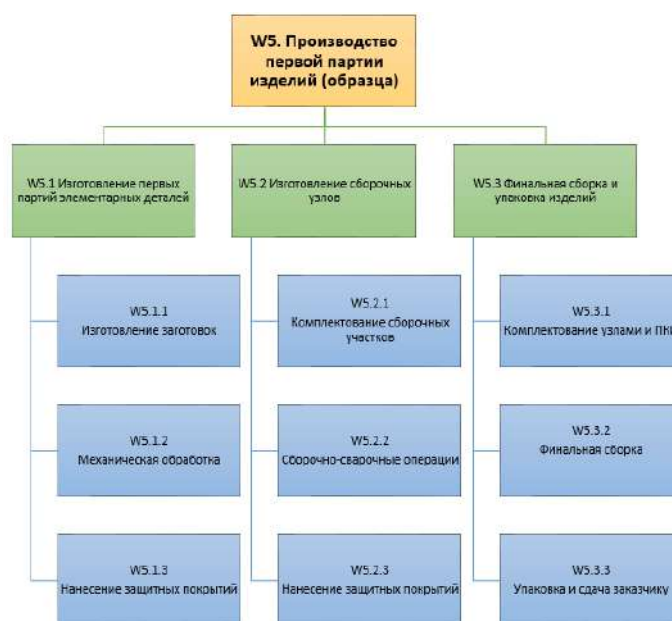


Рисунок 2.3 – Детализация модели процесса «Производство первой партии изделий (образца)»

Процесс изготовления установочной серии является наиболее важным и сложным в освоении нового изделия, потому что в его результате появляется материальная часть, от качества и своевременности которой зависит успешность всего этапа освоения нового изделия на предприятии.

Детализация модели процесса «Производство первой партии изделий (образца)» приведена на рисунке 2.3.

На предприятиях машиностроительной отрасли изделия изготавливаются с применением основных видов работ: механическая обработка, сварочные операции, операции сборки с использованием крепежных элементов и прочих операций. Сам процесс изготовления изделия в машиностроительной отрасли состоит из наиболее используемых этапов трансформации предметов труда: изготовление заготовок, затем обработка заготовок и получения готовых деталей, сварочно-сборочные работы по изготовлению сборочных единиц, сборка узлов и составных частей изделия и финальная (общая) сборка изделия.

Указанные этапы являются взаимозависимыми и должны быть строго синхронизированы по времени, т.е. без завершения предыдущего этапа не сможет начаться следующий. Так, если какая-то деталь входит в состав сборочной единицы, то процесс изготовления сборочной единицы начнется только после полного изготовления детали. Для взаимной синхронизации по срокам изготовления первых партий различных деталей и сборочных единиц производится процедура оперативного планирования, результатом которой является план с конкретными сроками запуска и выпуска партий деталей и сборочных единиц. Разработанный план должен учитывать особенности изготовления продукции на этапе освоения [69].

Процесс изготовления первой (установочной) серии является еще несерийным и неосвоенным процессом, поэтому при выполнении данного процесса могут возникнуть задержки и отставания от плановых сроков, связанные с различными причинами. Начиная от неточностей в конструкторской и технологической документации и заканчивая

отсутствием навыков у производственных рабочих при выполнении новых технологических операций. Основные причины временных задержек должны быть учтены при подготовке планов изготовления первой партии новых изделий в системном процессе «Организационная подготовка производства».

Системный процесс «Изготовление первой партии изделий (образца)» является одним из самых сложных и наиболее трудно управляемых процессов на этапе освоения, поэтому этот системный процесс подлежит оперативному управлению, т.е. оперативной реакции на возникающие отклонения от запланированного хода изготовления первой партии новых изделий. Поэтому для составления подмодели системы управления процессом «Изготовление первой партии изделий (образца)» наиболее подходит кибернетическая схема управления.

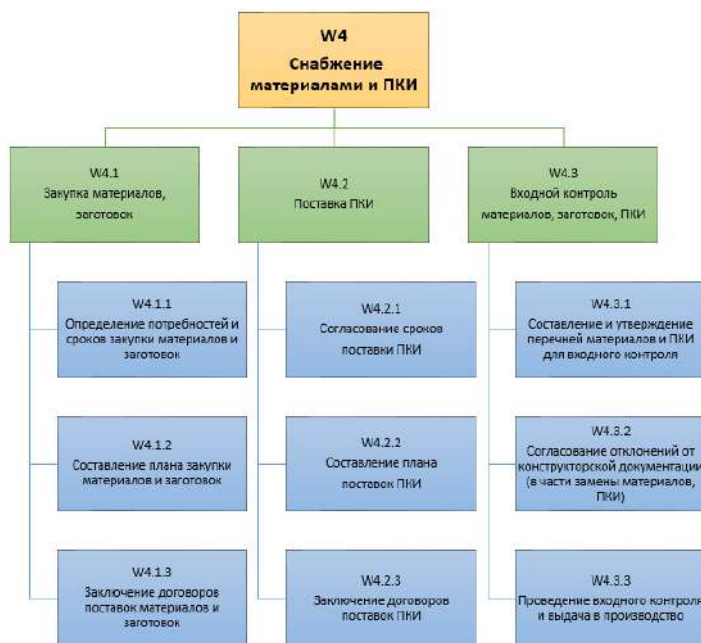


Рисунок 2.4 – Детализация модели процесса «Снабжение материалами и ПКИ»

Процесс изготовления любой детали или сборочной единицы невозможно начать без предметов труда (материалов, покупных

комплектующих изделий) и без орудий труда (инструмента, средств специального оснащения и т.п.). Обеспечение средствами и предметами труда на этапе освоения выделяется в отдельный системный процесс «Снабжение материалами и ПКИ», который приведен на рисунке 2.4.

Любой процесс снабжения начинается с проработки номенклатуры, закупку и доставку которой необходимо произвести, определение сроков доставки на предприятие (этими сроками являются сроки запуска в производство первых партий деталей и сборочных единиц). Исходя из этих сроков составляется план снабжения и обеспечения с учетом сроков поставки, сроков изготовления на предприятиях-поставщиках.

В связи с тем, что у некоторых материалов и заготовок могут быть сроки приобретения очень длительные, то обычно составление плана закупок по таким материалам может начинаться заранее – еще до проработки детальных нормативов и расчет объемов закупки осуществляется по сводным нормативам, составленным отделом главного технолога. Сводные нормы расхода материалов, составляются в целом на изделие и обычно в предварительных объёмах, на основании весов деталей и марок материалов, указанных в конструкторской документации на изделие.

При составлении сводных норм расхода материалов на новые изделия обычно не закладывается увеличенный объем материалов и заготовок, необходимый для изготовления образцов для подтверждения свойств материалов на входном контроле и в процессе производства партий. И это является серьезной ошибкой, т.к. может создать дефицит материалов при изготовлении первых партий деталей. Также при планировании снабжения и обеспечения должен быть заложен возможный процент производственного брака. Процент брака при изготовлении первых партий ДСЕ должен быть значительно выше, чем в серийном производстве, т.к. при изготовлении первых партий ДСЕ происходит отработка технологических

процессов и проверка правильности составления конструкторской документации.

Еще один вопрос по отклонению плановых сводных нормативов расхода материалов от фактических связан с приобретением аналогов материалов. Если закупается материал аналогичной марки, которой нет в конструкторской документации, то необходимо оформление документа на отклонение от конструкторской документации. Соответственно в технологической документации, скорее всего, был заложен материал в четком соответствии с конструкторской документацией. И закупаемый материал будет отличаться от материала, заложенного в технологической документации. Это также может вызвать дополнительный расход материалов, т.к. материал мог быть заложен других размеров и габаритов и потребуются перерасчет сводных нормативов расхода материалов.

На машиностроительных предприятиях составляется перечень изделий и материалов, подлежащих входному контролю. Входной контроль проводят в целях проверки соответствия качества изделий, материалов, сырья и предотвращения применения при разработке, производстве, эксплуатации и ремонте образцов, не соответствующих требованиям технической и конструкторской документации, документов по стандартизации продукции и контрактов на поставку [18,45].

В указанном перечне содержатся мероприятия и параметры для проведения проверки покупных материалов и ПКИ. Для материалов могут быть заложены различные испытания для подтверждения механических, химических и прочих свойств материалов. Поэтому до начала поступления материалов на предприятии уже должны быть готовы специализированные стенды и оборудования для проведения необходимых испытаний, а также должны быть написаны технологические процессы испытаний и отбора проб и образцов.

Для проверки ПКИ (например, электронных блоков) в большинстве случаев требуется специальная аппаратура, закупка или изготовление,

которой также должны быть спланированы и произведены заранее. Если в составе нового изделия присутствуют сложные электронные блоки, то обычно они необходимы на этапе финальной сборки (W5.3.2). Отсутствие аппаратуры входного контроля для проверки электронных блоков может повлечь за собой прямое отставание изготовления установочной партии изделий и, как следствие, задержки их подачи на квалификационные испытания. Поэтому процесс входного контроля (W4.2.3) также является важной частью процесса снабжения материалами и ПКИ (W4), и планирование подготовки его проведения должно учитываться в процессе организационной подготовки производства (W3).

Еще одной особенностью договорной работы является согласование сроков поставки покупных комплектующих изделий между собой и со сроками основного производства. Т.е. покупные изделия должны приходить комплектно и к началу сборочных операций. Этот момент очень важный для этапа освоения, ведь покупные комплектующие изделия для новых изделий также проходят процесс освоения на других предприятиях-изготовителях. И их этап освоения должен быть завершен к моменту поставок первых партий комплектующих изделий.

Разработанный план должен оперативно контролироваться и при возникновении отклонений необходимо производить корректировки в рамках сроков, установленных для системного процесса W4. Учитывая указанные особенности, процесс W4 является сложным в управлении, поэтому для моделирования процесса W4 тоже должна применяться кибернетическая схема управления.

Одним из главных источников данных для этапа освоения является этап подготовки производства, поэтому рассмотрим его более подробно и оценим его влияние на этап освоения.

2.2 Подготовка производства, её влияние на этап освоения и разработка модели процессов постановки на производство

Основой производственного процесса являются технологические процессы - это процессы, в результате которых предметы производства (материалы, заготовки, полуфабрикаты) меняют геометрические размеры, форму, физико-химические свойства и превращаются в готовую продукцию.

Следовательно, при постановке на производство нового изделия огромную роль играет наличие отработанных на этапе подготовки производства технологических процессов изготовления ДСЕ, а также организация взаимодействия практически всех подразделений предприятия.

Важную роль для предприятий машиностроительной отрасли играет технологическая подготовка производства, которая призвана обеспечивать информационными, организационными и материальными ресурсами производственный процесс.

В процессе подготовки производства должны решаться четыре основные задачи: разработка технологических процессов, проектирование специальных средств оснащения, изготовление (приобретение) технологической оснастки и нового оборудования, отработка разработанных технологических процессов с применением специальных средств оснащения.

Рассмотрим влияние качества выполнения описанных задач на этапе подготовки производства на этап освоения производства.

В процессе решения первой задачи – при разработке технологических процессов должен осуществляться выбор рациональных способов изготовления ДСЕ. Содержание работ по проектированию технологических процессов складывается из следующих элементов:

- разработка межцеховых маршрутов;
- выбор материалов и заготовок;

- определение последовательности и содержания технологических операций;
- определение, выбор и заказ средств технологического оснащения;
- установление порядка, методов и средств технического контроля качества;
- назначение и расчет режимов резания;
- техническое нормирование операций производственного процесса;
- определение профессий и квалификации исполнителей;
- организация производственных участков;
- разработка документации на технологические процессы[55].

Особенностью проектирования технологических процессов является соблазн использовать значительное множество новой специализированной оснастки и специального инструмента. Но чем больше закладывается во вновь разрабатываемый технологический процесс новых средств оснащения, тем более длительными и дорогостоящими будут решения следующих задач подготовки производства, и как следствие удлинение всей постановки на производство. Поэтому необходим поиск оптимального соотношения между количеством новых специальных средств оснащения и возможностью использования универсальных средств оснащения.

На этапе решения второй задачи проектируется конструкция средств специального оснащения: приспособления, инструмент, нестандартное оборудование, а также принимается решение о том, какие средства специального оснащения будут покупаться, а какие изготавливаться на предприятии, для них также разрабатывается технологический процесс изготовления.

Третья задача – это изготовление, покупка оснастки и оборудования. Данная задача является наиболее длительной, трудоемкой и затратной частью подготовки производства. Поэтому на первоначальном этапе производят оснащение средствами первой необходимости, а в последствии

(уже в серийном производстве) доводят степень оснащенности до необходимого, экономически обоснованного уровня.

При решении второй и третьей задачи также присутствует поиск оптимального соотношения между количеством покупаемых и изготавливаемых средств специального оснащения, а также определение минимального (оптимального) набора средств оснащения для начала освоения серийного производства. Отсутствие необходимых средств оснащения приведет к задержке начала освоения или к необходимости оформления документов отклонения от технологического процесса или даже к изменению самого технологического процесса, поэтому необходимо точное планирование процесса обеспечения необходимыми средствами оснащения к моменту начала отработки технологических процессов или изготовлению первой партии на конкретную ДСЕ, чтобы не допускать ситуаций, когда оснастка, необходимая по технологическому циклу на более поздних операциях (например, для сборочных операций), готова раньше, чем оснастка для начальных операций (например, для операций механической обработки).

Четвертая задача подготовки производства – это проверка и отработка разработанных технологических процессов, проверка средств оснащения на пригодность и правильность проектирования, уточнение теоретически рассчитанных нормативов времени и циклов изготовления ДСЕ. Необходимо учитывать, что процесс отработки технологических процессов производится за счет предприятия-изготовителя, поэтому, если осваивается изделие с небольшим процентом новизны (т.е. новых ДСЕ немного), то для сокращения и удешевления этапа подготовки производства отработка может производиться только для новых ДСЕ.

Выбор всех условий подготовки производства должен делаться исходя из определенной длительности процессов подготовки производства, типа производства (серийности изделия) и особенностей нового изделия.

В ходе подготовки производства возникает значительный объем информации, который обеспечивает организацию и структурирование процесса освоения. Более того, разрабатываются технологические процессы, приобретаются материалы и средства технологического оснащения, а также ПКИ. Аккуратное выполнение подготовительных работ позволяет избежать задержек в процессе освоения производства и способствует завершению производства установочной серии перед началом квалификационных испытаний [40].

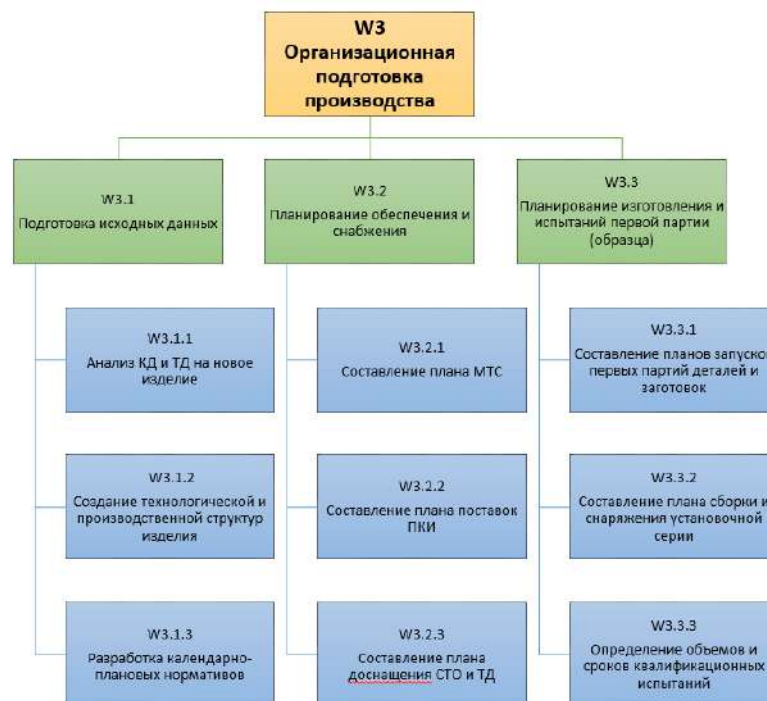


Рисунок 2.5 – Детализация модели процесса «Организационная подготовка производства»

Согласно исследованиям [11, 70], в состав подготовки производства могут быть включены различные составляющие мероприятия организационного, технического, экономического характера, такие как научно-исследовательская и опытно-конструкторская подготовка производства, организационная (плановая) подготовка производства, техническая подготовка производства (конструкторская и технологическая)

и прочие. Поэтому ещё одним системным процессом является процесс «Организационная подготовка производства» – это комплекс мероприятий, направленных на разработку проекта организации производственного процесса изготовления нового изделия в пространстве и во времени, системы организации и оплаты труда производственного персонала, разработку нормативной базы, создание системы материально-технического обеспечения производства новых изделий. Детализация приведена на рисунке 2.5.

Комплекс работ, входящих в состав организационной подготовки производства, весьма широк. От качества их решения существенно зависит уровень организации производства и труда при выпуске новой продукции, темп освоения производства новой продукции, трудоемкость и себестоимость новых изделий, а также общие технико-экономические показатели деятельности предприятия.

В ходе организационной подготовки производства разрабатывается проект организации основного производственного процесса, проект технического обслуживания основного производства, проект системы организации и оплаты труда, планируется обеспечение материальными ресурсами и создается нормативная база для технико-экономического и оперативно-производственного планирования [49].

На стадии организационной подготовки производства вычисляются плановые нормативы, выполняются расчеты потребностей заготовок, материалов, покупных комплектующих изделий, определяются методы и способы планирования и методы контроля изготовления первых партий деталей и сборочных единиц.

Большинство процессов, входящих в этапы подготовки и освоения производства, достаточно сложны и не могут выполняться без управляющих подсистем. Обычно за управление каждым процессом отвечает отдельное подразделение:

- за разработку (отработку) технологической документации – отдел главного технолога;
- за снабжение материалами и ПКИ – отдел материально-технического снабжения;
- за обеспечение средствами технологического оснащения – отдел подготовки производства;
- за изготовление первой партии (образца) – планово-диспетчерское бюро цеха;
- за организацию проведения квалификационных испытаний – отдел испытаний [31].

Основываясь на очередности выполнения процессов построим схему взаимодействия основных системных процессов в системе управления постановкой на производство, которая приведена на рисунке 2.6.

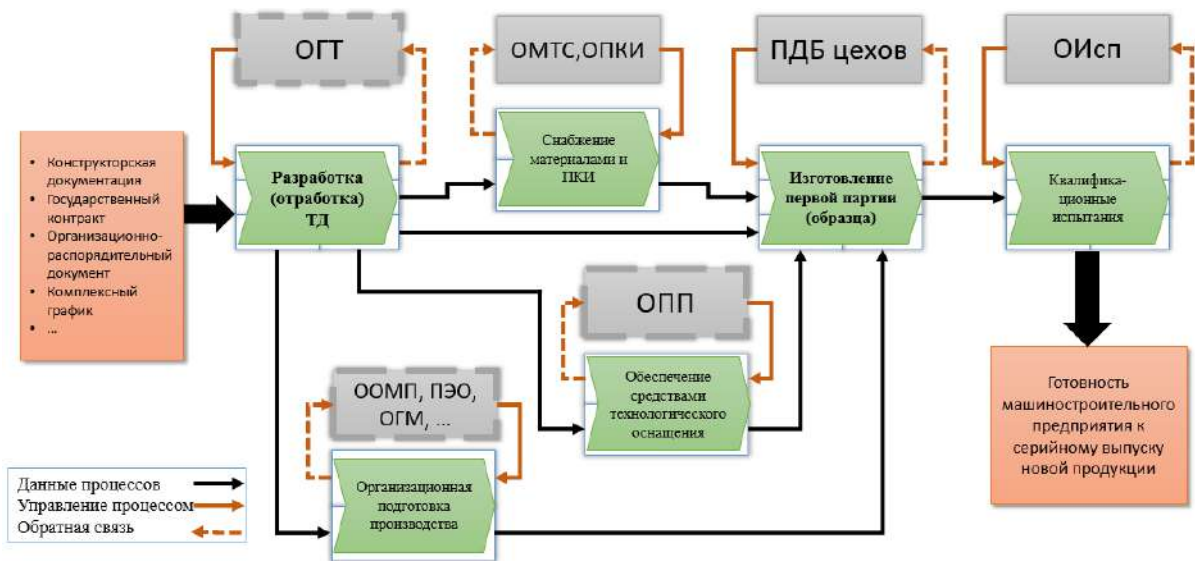


Рисунок 2.6 – Схема взаимодействия основных процессов в системе управления

Процесс организационной подготовки производства выполняется линейно и не нуждается в управляющих воздействиях, поэтому его можно рассматривать без системы управления.

В некоторых современных работах [71, 91, 92] процессы этапов подготовки производства и освоения производства нового изделия располагают последовательно во времени: сначала процессы этапа подготовки производства: разработка технологической документации, организационная подготовка производства, обеспечение СТО, а после процессы этапа освоения производства: снабжение материалами, заготовками и ПКИ, изготовление первой партии(образца), квалификационные испытания (см. рисунок 2.7).



Рисунок 2.7 – Последовательное выполнение процессов постановки на производство



Рисунок 2.8 – Пример распараллеливания выполнения процессов постановки на производство

Анализ модели типового выполнения процессов показывает, что для сокращения длительности постановки на производство необходимо совмещение во времени выполнения некоторых процессов. Так, зачастую процессы, которые не связаны между собой напрямую, могут выполняться параллельно. Например, процесс обеспечения СТО и процесс снабжения материалами, заготовками и ПКИ (см. рисунок 2.8).

Распараллеливание выполнения процессов позволяет приблизить момент начала серийного выпуска нового изделия ($T_{сер}$).

Но на практике последовательного выполнения процессов добиться не всегда получается и освоение серийного изготовления может начаться еще до окончания этапа подготовки производства. Освоение изготовления первичных деталей может быть начато, когда еще не разработаны технологические процессы на сборочные операции головного изделия. А способы планирования и методы изготовления, которые должны быть определены в процессе организационной подготовки производства, также уточняются и изменяются уже на стадии освоения. Этап подготовки производства значительно пересекается с этапом освоения производства и может длиться вплоть до окончания освоения, а процесс организационной подготовки производства – практически идет параллельно с начальными стадиями этапа освоения серийного производства, что отражено на рисунке 2.9.

Произведя дальнейший анализ взаимозависимости процессов постановки на производство, можно сделать вывод, что не обязательно соблюдать последовательное выполнение процессов, т.е. начинать следующий процесс только после завершения предыдущего. Сокращения длительности постановки на производство возможно добиться за счет большего распараллеливания процессов (см. рисунок 2.9).

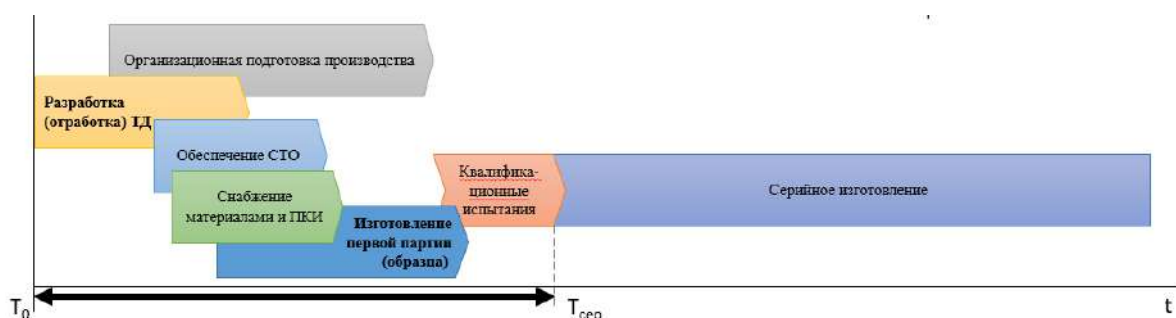


Рисунок 2.9 – Распараллеливание выполнения процессов постановки на производство

На этапе исследований и на этапе подготовки производства возможно изготовление опытных образцов. Изготовление опытных образцов на этапе исследований – это проверка правильности конструкторских решений,

заложенных в новое изделие, а на этапе подготовки производства к освоению на опытных образцах производится отработка технологических процессов, правильности проектирования средств технологического оснащения. Различие опытных образцов на этапе исследований и на этапе подготовки в том, что стоимость опытного образца на этапе исследований включается в стоимость исследовательских работ и оплачивается заказчиком, а затраты на изготовление опытных образцов на стадии подготовки производства несет на себе предприятие-изготовитель. К тому же это удлиняет саму стадию подготовки производства. Поэтому предприятия-изготовители, производящие подготовку производства к серийному освоению, могут пропускать процесс отработки технологических процессов на опытных образцах и партиях, а изготавливать сразу «боевые» партии деталей, которые используются в дальнейшем для сборки первой партии товарных изделий. По сути, отработка технологических процессов происходит на первых изготавливаемых деталях. Но в этом случае существует риск, что при низкой проработке технологических процессов придется решать технологические проблемы по ходу процесса изготовления первой партии изделий, что может увеличить длительность процесса освоения и задержать испытания первых образцов изделий.

Поэтому для каждого предприятия-изготовителя, производящего постановку на производство нового изделия, встает вопрос о необходимости проведения отработки технологических процессов, и каждое предприятие решает этот вопрос исходя из собственных возможностей и условий процесса постановки. Решение данного вопроса заключается в нахождении баланса – рациональной степени при отработке технологических процессов: на одной чаше весов – удешевления и уменьшения длительности процесса технологической подготовки производства, на другой – возможные риски удорожания и удлинения этапа освоения.

Подводя итог, можно сделать вывод, что современных отечественных исследований по проблемам планирования и управления производственными процессами постановки на производство новых изделий на машиностроительных предприятиях не достаточно.

Современные работы [40, 73, 43, 79] посвящены отдельным этапам постановки на производство: конструкторско-технологической подготовке производства, технологической подготовке производства. А вот исследований, которые учитывают взаимную зависимость нескольких этапов постановки на производство, недостаточно. В то же время на этап постановки на производство накладывается экономическая составляющая (раздельный учет затрат). Поэтому встает необходимость разработки инструментов планирования и управления постановкой на производство нового изделия на машиностроительных предприятиях, которая бы учитывала все вышеописанные ограничения.

2.3 Разработка модели системы управления постановкой на производство

Для построения модели управления постановкой на производство, которая сможет обеспечить «распараллеливание» выполнения процессов (см. рисунок 2.11), необходимо использование сложной кибернетической схемы с выделением отдельных кибернетических схем управления для системных процессов.

Системные процессы должны выполняться в сроки, изначально установленные в соответствии с общим планом постановки на производство (см. функции субъекта управления). Для организации контроля и обеспечения принятия корректирующих действий, касающихся различных процессов постановки, необходим отдельный общий субъект управления, который должен производить общий контроль за длительностью и ходом системных процессов. В случаях отклонений внутри какого-либо

системного процесса, которые влекут за собой увеличение длительности системного процесса свыше установленных первоначальных сроков, субъект управления всем этапом освоения должен вносить корректировки.

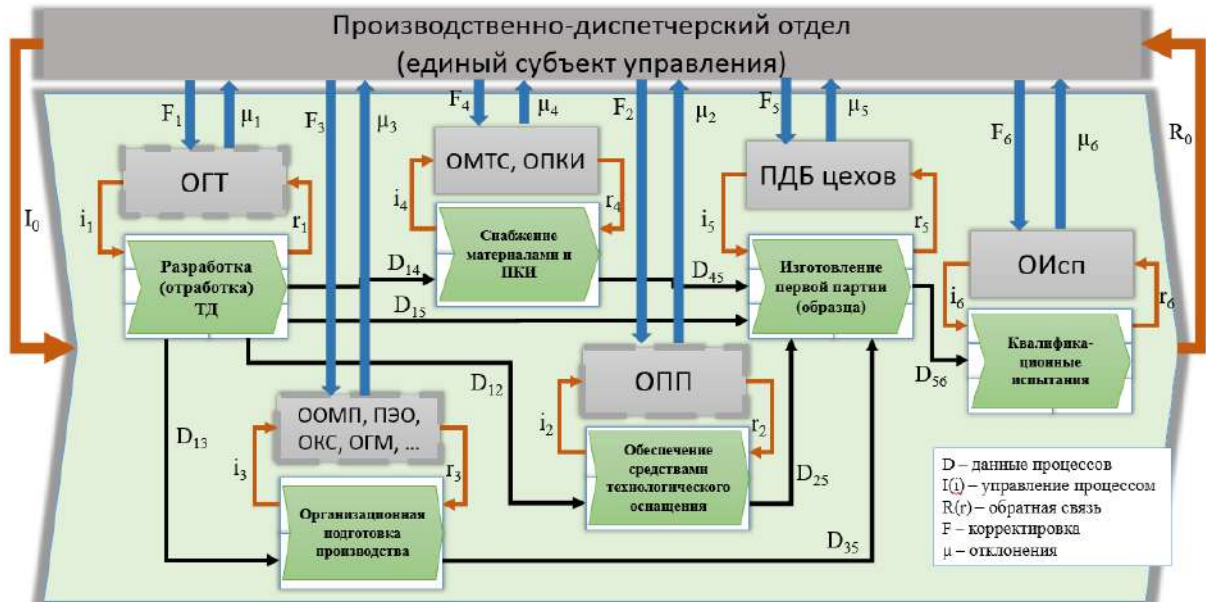


Рисунок 2.10 – Информационная модель системы управления постановкой на производство

Единый субъект управления для принятия управленческого решения должен иметь информацию о том, в каком состоянии находятся все процессы постановки на производство. Для этого единый субъект управления должен получать постоянную информацию об отклонении от установленных (плановых) сроков выполнения каждого системного процесса. Отклонение от плановых сроков (μ) является разностью плановой и фактической длительностей выполнения системного процесса. Каждый субъект управления (СУ) контролирует ход выполнения управляемого процесса. В случае превышения отставания фактических сроков от плановых сроков СУ отдельного процесса направляет информацию об отклонениях в единый субъект управления. Информационная модель системы управления постановкой на производство приведена на рисунке 2.10.

Важным условием для предотвращения отставания всей постановки на производство является получение единым субъектом управления информации о предпосылках к срыву сроков выполнения отдельных процессов, т.е. информации о том, что отдельный процесс выполняется в плановых рамках, но внутри процесса (системы управления процессом) имеется информация, которая указывает на то, что в будущем возможно увеличение сроков выполнения системного процесса.

Основной функцией единого субъекта управления является определение ситуации, когда отставание в отдельном системном процессе начнет влиять на ход других зависимых системных процессов, а в последствии всей постановки на производство:

$$\mu = \mu_1 + \mu_2 + \mu_3 + \mu_4 + \mu_5 + \mu_6,$$

где μ_1 – отклонение в процессе разработки (отработки) технологической документации;

μ_2 – отклонение в процессе организационной подготовки производства;

μ_3 – отклонение в процессе обеспечения средствами технологического оснащения;

μ_4 – отклонение в процессе снабжения материалами и ПКИ;

μ_5 – отклонение в процессе изготовления первой партии (образца);

μ_6 – отклонение в процессе квалификационных испытаний.

Если $\mu \leq 0$, то отклонение хода системных процессов не влияет на ход всей постановки на производство и необходимость внесения корректирующих управляющих влияний в ход системных процессов отсутствует.

Если $\mu > 0$, то отклонение хода системных процессов влияет на ход всей постановки на производство и присутствует необходимость внесения корректирующих управляющих влияний $F(P,R,S)$ в ход системных процессов,

где Р – номенклатура (ДСЕ, материал, ПКИ или прочая);

R – воздействие (поставка, закупка, изготовление и т.п.);

S – необходимый срок завершения воздействия.

Часто возникающей проблемой при постановке на производство новой продукции является распределение обязанностей между подразделениями предприятия. Если обязанности в явном виде не закреплены каким-либо устанавливающим документом (приказом или распоряжением по предприятию) или конкретно не прописаны в положении о подразделении, то зачастую процессы «без хозяина» или выполняются плохо, или вообще не выполняются. Поэтому в создаваемой модели системы управления представлена модель связанности ответственности за результаты процессов с организационной структурой предприятия, в которой за каждым подпроцессом закрепляется ответственное подразделение. Модель связанности приведена в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Модель связанности ответственности за результаты процессов с организационной структурой предприятия

		Организационная структура (О)																
		O1.1.1 ОГК	O1.1.2 ОГТ	O1.1.3 ОПП	O1.2.1 ПДО	O1.2.2 Загот. цеха	O1.2.3 Мех- сб.цех	O1.2.4 Цех покр.	O1.2.5 Цех снар.	O1.3.1 ОТК	O1.3.3 ОИсп	O1.4.1 ПЭО	O1.5.1 ПЭБ	O1.5.2 ОМТС	O1.5.3 ОПКИ	O1.7.1 ОАСУ	O2 ВП	
Подпроцессы (W)	W1	Разработка ТД, подготовка исходных данных	•	@		©											•	
	W3.2	Планирование обеспечения и снабжения		•	@	©						•	@				•	
	W3.3	Планирование изготовления и испытаний первой партии (образца)		•		@					@	•					•	
	W2	Обеспечение средствами технологического оснащения	@	@	@	©												
	W4	Материально-техническое снабжение				©							©	@	@			•
	W5.1	Изготовление первых партий элементарных деталей				©	@		@		•							
	W5.2	Изготовление сборочных узлов				©		@	@		•							•
	W5.3	Финальная сборка и снаряжение изделий				©			@	@	•							•
	W6.1	Приемосдаточные испытания							•	•	•	@						©
	W6.2	Квалификационные испытания										@						©
	W6.3	Оформление результатов квалификационных испытаний										@						©

Ответственное подразделение должно обеспечить ход подпроцесса в указанные сроки и необходимым результатом. Некоторые подпроцессы являются сложными и зависимыми от вспомогательных процессов, поэтому

в модели ответственности закрепляются обязанности за подразделениями-соисполнителями. Но для организации проверки результатов выполнения подпроцессов вводится подразделение – контролер, которое контролирует ход подпроцесса. Чаще всего контролером должно быть подразделение, выполнение функций которого напрямую зависит от результатов выполнения предыдущего подпроцесса.

Для дальнейшей разработки инструментов управления постановкой на производство необходимо понимание взаимных влияний системных процессов друг на друга. Для этого разработана модель связанности процессов между собой, которая приведена в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Модель связанности системных процессов постановки на производство

		Процессы (W)						
		W1	W2	W3	W4	W5	W6	
Процессы (W)	W1	Разработка (отработка) ТД	X	→	→	→	→	v
	W2	Организационная подготовка производства	→	X	v	v	→	
	W3	Обеспечение средствами технологического оснащения	→	v	X		→	→
	W4	Снабжение материалами и ПКИ	→	v		X	→	
	W5	Изготовление первой партии (образца)	→	→	→	→	X	→
	W6	Квалификационные испытания	v		→		→	X

Основным исходным процессом, который является поставщиком информации для практически всех остальных процессов – это процесс разработки (отработки) технологической документации. А процесс изготовления первой партии (образца) является основным получателем результатов деятельности практически всех других процессов, кроме процесса квалификационных испытаний.

Из модели видно, что процессы обеспечения СТО и снабжения материалами и ПКИ являются относительно независимыми, поэтому они могут выполняться параллельно.

Выводы по второй главе

Во второй главе произведена разработка комплекса моделей, описывающих взаимосвязи основных процессов постановки на производство, произведена детализация этих процессов. Разработана информационная модель, отражающая основные потоки данных между процессами и взаимодействие между элементами системы.

Как было отмечено, в процессе постановки на производство имеет место взаимное влияние этапа подготовки производства и этапа освоения. Бесспорно, большинство работ внутри этих этапов должно быть спланировано, но для более эффективного построения постановки на производство нового изделия необходимо производить сквозное планирование всех этапов с учетом взаимного влияния.

Большинство современных отечественных исследований по проблемам планирования (в том числе автоматизированного) рассматривают планирование внутри отдельных этапов [84]. Исследования, посвященные данной важной проблематике, рассматриваются в научных концепциях отдельно, будь то в контексте процесса серийного изготовления, либо как часть организационного процесса подготовки производства - без учета их потенциального объединения в общий единый процесс.

Поэтому для эффективного построения процесса планирования и управления производственным процессом освоения нового изделия необходимы современные инструменты управления, с помощью которых можно было бы синхронизировать между собой два основных этапа постановки на производство нового изделия на машиностроительном предприятии, таких как этап подготовки производства и этап освоения. И в дополнении необходимо определить критерии эффективности постановки на производство нового изделия и применение данных критериев при планировании, управлении и оценке результатов процесса освоения нового изделия на машиностроительных предприятиях.

Глава 3. Разработка инструментов управления постановкой на производство новой продукции на машиностроительных предприятиях

3.1 Разработка алгоритма итерационной синхронизации планов основных процессов постановки на производство новой продукции на машиностроительных предприятиях

В постановке на производство участвуют различные подразделения из организационной структуры предприятия. Действия, которые выполняются подразделениями должны быть спланированы, поэтому большинство подразделений имеют планы участия в постановке на производство. Эти планы могут существовать в виде отдельных документов или входить в состав текущих планов подразделений. Подразделения определяют плановую длительность выполнения своих процессов, за которые они отвечают, а по планируемой длительности отдельных процессов определяется плановая длительность всей постановки на производство [90].

С целью сокращения плановой длительности постановки на производство планы различных подразделений должны проходить процедуру взаимной синхронизации, чтобы в сквозном процессе отсутствовали временные интервалы, в которые не производилось бы никаких работ:

$$T_j = \sum t_{ij} + \sum \Delta h_{ij} ,$$

где T_j – длительность всех процессов по j -той номенклатуре;

t_{ij} – длительность i -го процесса по j -той номенклатуре;

Δh_{ij} – временной интервал после окончания i -го процесса до начала следующего процесса.

Таким образом, в процессе синхронизации планов значения Δh_{ij} должны быть минимальными.

Планирование процессов с синхронизацией планов происходит на первоначальных стадиях. Но в связи с тем, что процессы постановки на производство осуществляются впервые на предприятии и отличаются от серийных процессов, то реальный ход событий постановки на производство может существенно отличаться от плановых сроков. И возникает необходимость обновления плановых документов и как следствие – проведения новой процедуры синхронизации планов. Поэтому необходимо периодическое проведение процедур планирования и синхронизации планов подразделений, иными словами - необходим итерационный принцип управления процессами постановки на производство (см. рисунок 3.1)



Рисунок 3.1 – Итерационный принцип управления процессами постановки на производство

Процедура управления помимо итерационного характера носит еще оперативный характер: управление ходом процессов происходит на фоне их выполнения. Так, например, квалификационные испытания отдельных узлов могут быть начаты до завершения изготовления первой партии изделий, а изготовление первых партий ДСЕ может быть начато до завершения процессов полного снабжения материалами, ПКИ и обеспечения СТО.

Вопросы синхронизации планов рассмотрены в работе О.В. Колесниковой [40], однако в ней не учитываются особенности постановки на производство. Основными планами, которые должны разрабатываться при постановке на производство, являются:

- план разработки технологической документации;
- план закупки материалов, покупных комплектующих изделий;
- план обеспечения инструментом и средствами технологического оснащения (закупка или изготовление);
- план отработки технологических операций (при необходимости);
- план изготовления первой партии (образца).

Для описания процедуры итерационной синхронизации планов основных процессов постановки на производство, а также для автоматизации процесса планирования постановки на производство необходима разработка алгоритма итерационной синхронизации календарных планов.

Основным процессом постановки на производство является процесс изготовления первой партии (образца), поэтому сроки из плана этого процесса должны использоваться в качестве базовых сроков для других процессов, и планы всех остальных процессов должны быть взаимоувязаны с ходом этого процесса. На рисунке 3.2 приведен алгоритм синхронизации календарных планов. Один из первых шагов в алгоритме – это планирование изготовления первой партии (образца).

Основными исходными данными для алгоритма является конструкторская документация, на основании которой строится структура нового изделия. На основе структуры нового изделия определяется необходимая очередность в изготовлении партий различных ДСЕ. В соответствии с полученной очередностью выстраиваются планы всех остальных процессов и происходит синхронизация этих планов по каждой отдельной ДСЕ: если какая-то деталь входит в состав сборочной единицы,

то процесс изготовления сборочной единицы начнется только после полного изготовления детали. Для взаимной синхронизации по срокам изготовления первых партий различных ДСЕ из состава нового изделия производится процедура оперативного планирования, результатом которой является план с конкретными сроками запуска и выпуска партий ДСЕ. И к сроку запуска партии ДСЕ необходимо закончить выполнение предыдущих процессов: «Снабжение материалами и ПКИ», «Обеспечение средствами технологического оснащения» и «Разработка технологической документации» именно по этой ДСЕ (правая часть рисунка 3.2). В алгоритме используются массивы сроков начала $Beg_Date[]$ и окончания $End_Date[]$ по каждому из процессов по отдельным ДСЕ.

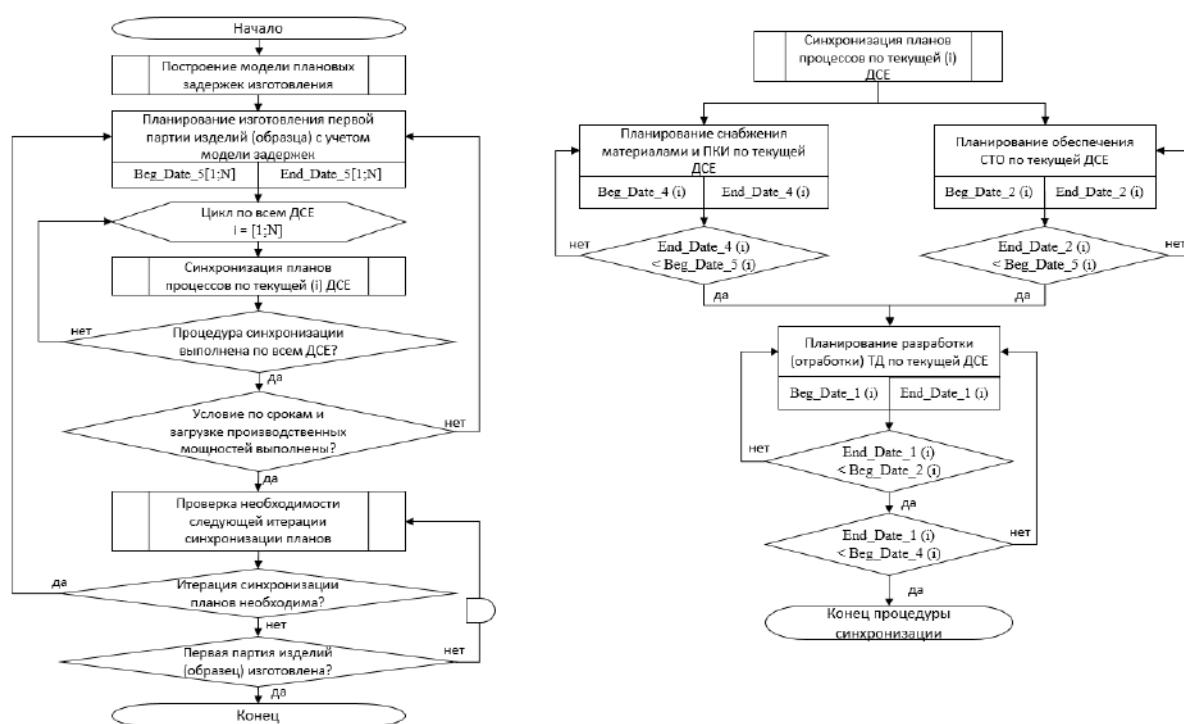


Рисунок 3.2 – Алгоритм итерационной синхронизации планов

$Beg_Date_1[]$ и $End_Date_1[]$ – массив по процессу «Разработка технологической документации»; $Beg_Date_2[]$ и $End_Date_2[]$ – по процессу «Обеспечение СТО»; $Beg_Date_4[]$ и $End_Date_4[]$ – по процессу

«Снабжение материалами и ПКИ»; Beg_Date_5[] и End_Date_5[] – по процессу «Изготовление первой партии(образца)».

Если рассматривать перечень работ этапа подготовки производства, то основным из них является разработка (отработка) технологической документации. Для современных изделий машиностроительной отрасли характерно большое количество ДСЕ, из которых оно состоит. При серийном, мелкосерийном и единичном типах производств для каждой ДСЕ, изготавливаемой на предприятии, необходим технологический процесс [72].

Обычно ДСЕ в процессе изготовления подвергаются различным типам обработки (механическая обработка, сварочные-сборочные работы, нанесение различных покрытий и т.д.). Для каждого отдельного типа обработки необходимо создание своего технологического процесса. Разработкой технологических процессов для разных видов обработки занимаются различные технологические бюро. Поэтому при планировании процесса разработки технологической документации необходима процедура, которая синхронизирует работу разных технологических бюро, или другими словами - необходим план разработки технологических процессов в разрезе видов обработки. Данный план должен строиться по тем же принципам, что и план производства – в первую очередь необходима разработка технологических процессов на элементарные детали, потом на сборочные единицы первого уровня, затем сборочные второго уровня и так далее, до сборки самого изделия.

Если представить сборку изделия в виде диаграммы Исикавы [38] (см. рисунок 3.3), то очередность разработки технологических процессов выстраивается слева направо. Но в тоже время имеется множество вариаций (детали А и Б на рисунке 3.3), очередность которых может быть изменена без влияния на результат.



Рисунок 3.3 – Диаграмма изготовления изделия

Но при таком подходе возможны различные ситуации, при которых технологический процесс на деталь А разработан, а на деталь Б еще нет, в то же время материал для изготовления детали Б имеется в наличии, а для детали А – нет в наличии. Если бы в первую очередь был разработан технологический процесс для детали Б, то можно было бы уже начинать отработку технологического процесса и изготовление первой партии детали Б. Но на очередность разработки могут оказывать влияние другие организационные факторы такие, как сроки обеспечения необходимыми материалами и заготовками, сроки закупки или изготовления технологической оснастки и инструмента, сроки планового ремонта оборудования и прочие.

Поэтому планы, разрабатываемые при постановке на производство, должны подвергаться обязательной синхронизации по времени для каждой отдельно взятой ДСЕ, т.к. без завершения предыдущего этапа не сможет начаться следующий.

Изменение текущей ситуации: возможные отставания или опережения в ходе системных процессов, а также параллельно – последовательном режиме их выполнения влекут за собой необходимость итерационного характера проведения синхронизации планов.

Для обеспечения итерационного характера в алгоритм введен блок проверки необходимости следующей итерации, который приведен на рисунке 3.4. В указанном блоке происходит мониторинг хода этапов постановки на производство. Если в ходе мониторинга выявляются какие-либо отклонения от плановых сроков, то происходит заполнение массива сообщений Mas_warning[] для ДСЕ, по которым необходимо проведение корректировок (F) и принятие управленческих воздействий (I).

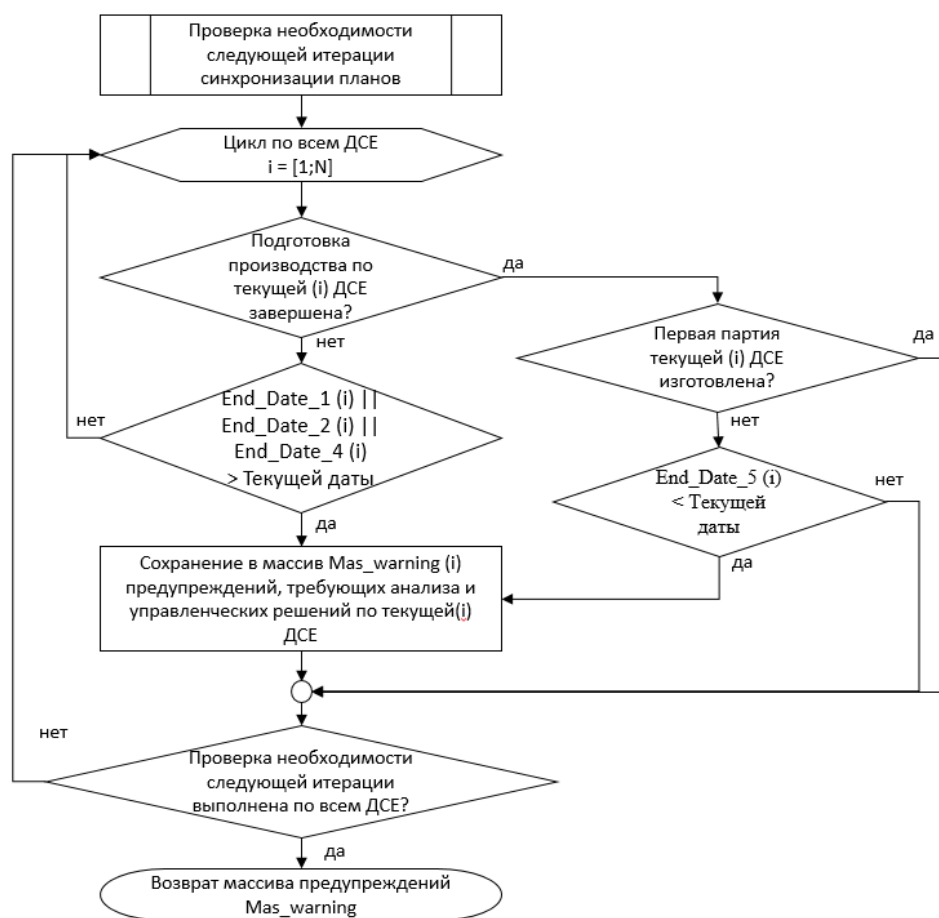


Рисунок 3.4 – Алгоритм итерационной синхронизации планов

Критериями, применяемыми при определении границ при синхронизации, являются планируемые сроки и загрузка производственных мощностей. С одной стороны, можно запланировать проведение постановки на производство в максимально сжатые плановые сроки, но, с другой

стороны, ограничивающим фактором является фактическая пропускная способность технологического оборудования [80].

В большинстве случаев освоение новой продукции происходит на серийных действующих предприятиях, которые, помимо освоения нового изделия, должны исполнять обязательства по всем заключенным договорам. Поэтому критерий распределения загрузки оборудования между изготовлением серийных изделий и освоением нового изделия является ограничивающим фактором. Таким образом, при повышении загрузки оборудования освоением нового изделия, уменьшается доступность оборудования для изготовления серийных изделий и, следовательно, увеличиваются сроки изготовления серийных изделий.

Поэтому в процессе синхронизации планов помимо взаимной синхронизации по срокам изготовления, присутствует необходимость проведения анализа плановой загрузки оборудования с учетом всех серийно изготавливаемых изделий.

Учитывая, что планирование серийных изделий основывается на уточненных и выверенных календарно-плановых нормативах, планирование изготовления первой партии (образца) использует примерные (неподтвержденные) календарно-плановые нормативы, то выполнение процесса освоения нового изделия имеет вероятностный характер [15, 28].

Для того чтобы при планировании учесть вероятностную составляющую, в алгоритм синхронизации был добавлен блок моделирования – блок создания модели задержек, изображенный на рисунке 3.5.

В указанном блоке рассчитывается массив плановых задержек $\mu[]$: для целевой функции задержек определяются значения аргументов по каждой ДСЕ в новом изделии. Для определения целевой функции задержек производится процедура моделирования, в результате которой получается математическая модель вероятных плановых задержек.

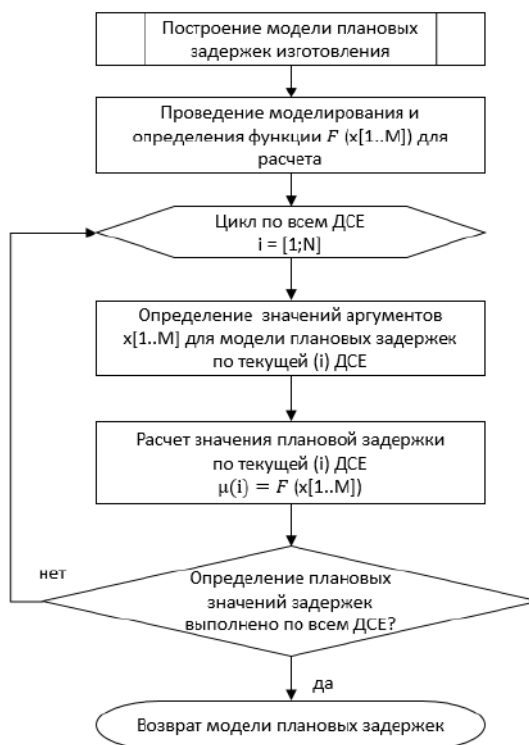


Рисунок 3.5 – Блок создания модели задержек

3.2 Разработка математической модели вероятных плановых задержек

Для того чтобы предусмотреть вероятностный характер выполнения серийно неосвоенного производственного процесса, каким является постановка на производство, необходимо предусмотреть возможные задержки, которые могут возникнуть в процессе изготовления [46].

В качестве примера для разработки математической модели, описывающей первоначальное вероятностное выполнение процесса освоения, рассмотрим конкретный эксперимент по постановке на производство составной части нового изделия «А». На основе этого примера произведем математическое моделирование и определим целевую функцию.

Во время этапа освоения собирались различные замечания и факторы, которые задерживали проведение освоения. Перечень категорий факторов и

количество замечаний, выявленных при постановке на производство составной части нового изделия «А» приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Факторы, влияющие на отклонения (задержки)

Краткое наименование категории	Описание категории фактора	Переменная для математического моделирования	Количество выявленных замечаний
1	2	3	4
Матер	отсутствие материала, заготовки, задержки на входном контроле	x_2	92
КД	уточнение и изменения конструкторской документации	x_3	10
Инстр	отсутствие инструмента, заложенного в технологической документации	x_4	99
Обор	отсутствие оборудования (задержки в монтаже и сдаче оборудования)	x_5	48
Оснаст	отсутствие (или несоответствие) средств специальной технологической оснастки,	x_6	1031
СрИзм	отсутствие средств измерения и контроля (отсутствие их поверки)	x_7	286
ТехПроц	отсутствие технологического процесса на отдельный производственный участок	x_8	631

Для построения зависимости задержек (μ) от выявленных факторов используем модель множественной линейной регрессии:

$$\mu = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_m x_m + \varepsilon = \vec{x}' \vec{\beta} + \varepsilon$$

Используя метод наименьших квадратов, решаем систему уравнений:

$$\mu_1 = \beta_1 x_{11} + \beta_2 x_{12} + \dots + \beta_m x_{1m} + \varepsilon_1 = x_1' \beta + \varepsilon_1$$

$$\mu_2 = \beta_1 x_{21} + \beta_2 x_{22} + \dots + \beta_m x_{2m} + \varepsilon_2 = x_2' \beta + \varepsilon_2$$

...

$$\mu_n = \beta_1 x_{n1} + \beta_2 x_{n2} + \dots + \beta_m x_{nm} + \varepsilon_n = x_n' \beta + \varepsilon_n$$

Получаем полную математическую модель:

$$\mu = 30,65 + 6,75 * x_2 - 1,72 * x_3 + 0,44 * x_4 - 5,05 * x_5 + 1,19 * x_6 - 0,55 * x_7 + 0,91 * x_8 + \varepsilon$$

Применив регрессионный анализ, выкидывая незначительные коэффициенты и произведя отсев незначимых факторов по критериям

Стьюдента и Фишера, получаем сокращенную модель со значимыми коэффициентами:

$$\mu = 31,28 + 4,27 * x_2 + 2,15 * x_5 + 2,00 * x_8 + \varepsilon$$

Подставляя в сокращенную модель значения факторов, получаем формулу зависимости:

$$\mu = 31,28 + 4,27 * \text{Матер} + 2,15 * \text{Обор} + 2,00 * \text{ТехПроц} + \varepsilon$$

В полученной зависимости выявлены наиболее значимые категории факторов, которые могут значительно повлиять на производственный процесс освоения нового изделия и способные существенно его замедлить. К ним относятся: материалы, оборудование и технологические процессы. Также выявлен значительный свободный коэффициент, который показывает, что присутствовали и другие факторы, которые не были учтены при проведении эксперимента.

На основании полученных результатов для дальнейшего построения обобщенной первоначальной модели плана необходимо предусмотреть влияние выявленных факторов для каждой ДСЕ из состава нового изделия. Т.е. для каждой ДСЕ надо определить значение каждого из значимых факторов. Один из вариантов – это экспертная оценка коэффициентов весомости в зависимости от сложности ДСЕ [32].

Таким образом, при построении математической модели первоначального плана освоения нового изделия на первоначальном этапе должны быть определены значения векторов $\overline{X2}$, $\overline{X5}$, $\overline{X8}$:

$$\overline{X2} = \{x_{21}; x_{22}; \dots; x_{2N}\}$$

$$\overline{X5} = \{x_{51}; x_{52}; \dots; x_{5N}\}$$

$$\overline{X8} = \{x_{81}; x_{82}; \dots; x_{8N}\}$$

где N – количество ДСЕ в новом изделии.

В итоге получаем математическую модель факторов задержек

$$\mu = F(\overline{X2}, \overline{X5}, \overline{X8}).$$

Полученные значения факторов задержек должны быть учтены при расчете плановой длительности изготовления первых партий деталей в качестве страхового времени:

$$T_{\text{пл}} = T_{\text{произ}} + \mu \quad \text{или} \quad T_{\text{пл}} = T_{\text{произ}} + T_{\text{страх}},$$

где $T_{\text{пл}}$ – плановая длительность изготовления партии;

$T_{\text{произ}}$ – производственная длительность изготовления, рассчитанная на основании технологических нормативов;

$T_{\text{страх}}$ – страховое время.

Страховое время должно учитывать длительность непредвиденных задержек и помочь более точно определить плановую длительность изготовления всей партии новых изделий.

3.3 Разработка метода управления постановкой на производство

Понятие управления производственными процессами состоит из тесно связанных между собой двух процессов: планирование и диспетчирование (контроль выполнения плана). При разработке методики под планированием будем понимать определение плановых сроков на основе плановой длительности выполнения процессов, а под диспетчированием – контроль за фактической длительностью процесса и осуществление контроля за отклонениями от плановых сроков при выполнении процесса.

Рассмотрим формирование длительности выполнения постановки на производство изделия машиностроительной отрасли, которая состоит из определенного множества процессов, выполняемых над отдельными ДСЕ.

В связи с тем, что изготовление изделий машиностроительной отрасли представляет собой динамическую дискретную систему, то для построения её модели наиболее подходящим и наглядным является использование дискретно-событийного моделирования на основе сетей Петри.

Представим структуру (S) изделия в виде сети Петри (см. рисунок 3.6), где m – количество уровней в изделии, n – максимальное количество деталей на одном из уровней изделия.

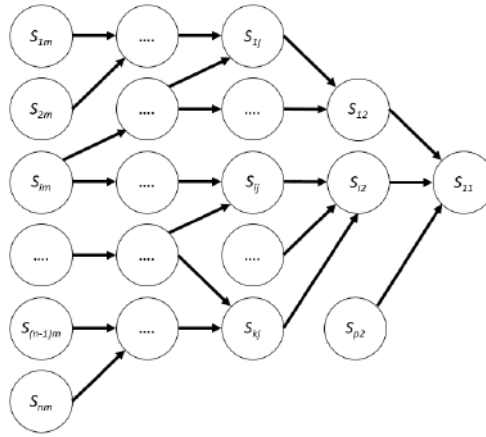


Рисунок 3.6 – Структура изделия

Представим все возможные пути по сети Петри в матричном виде (матрица W), где элементами матрицы является длительность (t) выполнения процесса по каждой ДСЕ осваиваемого изделия:

$$W = \begin{bmatrix} t_{1m} & t_{1(m-1)} & \cdots & t_{12} & t_{11} \\ t_{2m} & t_{1(m-1)} & \cdots & t_{12} & t_{11} \\ \vdots & \cdots & \cdots & \cdots & \vdots \\ t_{(n-1)m} & t_{k(m-1)} & \cdots & t_{p2} & t_{11} \\ t_{nm} & t_{k(m-1)} & \cdots & t_{p2} & t_{11} \end{bmatrix}$$

Тогда нахождение длительности (ts) выполнения процесса будет сводиться к нахождению критического пути, т.е. строки (k) с максимальной суммой элементов:

$$ts = \max \left(\sum_{j=1}^m t_{1j}; \dots; \sum_{j=1}^m t_{nj} \right) = \sum_{j=1}^m t_{kj}$$

Рассмотрим возможные отношения между двумя процессами.

Первое – это оба процесса выполняются относительно независимо друг от друга, например, процесс W2 «Обеспечение материалами и ПКИ» и W4 «Обеспечение СТО». В этом случае матрица объединенных возможных

путей обоих процессов будет состоять из максимальных элементов двух матриц.

Второе отношение – это один процесс является зависимым от другого, например, W4 «Обеспечение СТО» зависит от W1 «Разработка (отработка) ТД». Тогда матрица объединенных возможных путей обоих процессов будет состоять из суммы матриц.

Для учета внутренних ограничений в каждом из процессов может быть построена матрица возможных путей для каждого подпроцесса. Количество таких матриц может соответствовать ограничивающим мощностям, например, для процесса W5 «Изготовление первой партии изделий (образца)» матрица может строиться для каждого вида лимитирующего оборудования. А если рассматривать процесс W1 «Разработка (отработка) ТД», то отдельные технологические бюро или группы могут заниматься отдельными направлениями, например бюро механической обработки, бюро сборки или бюро покрытий и т.п. В таком случае можно строить матрицы возможных путей по каждому технологическому бюро. И для построения общей матрицы возможных путей для процесса в целом необходимо определить отношения подпроцессов между собой внутри выбранного процесса. Таким образом, для каждого из основных системных процессов постановки на производство новой продукции находится длительность его выполнения.

Для расчета плановых длительностей основных процессов необходимо определение первоначальных множеств $T^{пл}$, которые содержат плановые длительности для каждой ДСЕ по каждому из процессов, учитываемых в постановке на производство:

$$T1^{пл} = \{t1_{ij}^{пл}\}$$

$$T2^{пл} = \{t2_{ij}^{пл}\}$$

$$T4^{пл} = \{t4_{ij}^{пл}\}$$

$$T5^{пл} = \{t5_{ij}^{пл}\},$$

где $t1_{ij}$ – длительность разработки (отработки) технологической документации;

$t2_{ij}$ – длительность обеспечения СТО;

$t4_{ij}$ – длительность снабжения материалами и ПКИ;

$t5_{ij}$ – длительность изготовления первой партии ДСЕ.

Длительность процесса организационной подготовки производства для отдельной ДСЕ очень незначительна и ей можно пренебречь.

Для определения совместной плановой длительности обеспечивающих процессов W1, W2, W4 составляется объединенная матрица возможных путей $PP^{пл}$:

$$PP^{пл} = \{pp_{ij}^{пл}\}$$

Основываясь на разработанной в главе 2 модели связанности системных процессов постановки на производство и учитывая параллельно-последовательное выполнение процессов W1, W2, W4, получаем длительность подготовки производства, снабжения по отдельной ДСЕ:

$$pp_{ij}^{пл} = t1_{ij}^{пл} + \max(t2_{ij}^{пл}; t4_{ij}^{пл})$$

Для определения плановой длительности всей постановки на производство необходимо формирование множества длительностей $\{ts_{ij}^{пл}\}$ по всем возможным путям по следующей формуле:

$$ts_i^{пл} = pp_{i1}^{пл} + \sum_{j=1}^{m-1} (\max(t5_{ij}^{пл}; pp_{ij+1}^{пл}) + \mu_{ij}) + t5_{im}^{пл} + \mu_{im}$$

Единый критический путь будет соответствовать строке k с максимальной длительностью из множества $\{ts_{ij}^{пл}\}$

$$ts_k^{пл} = \max(ts_1^{пл}; \dots; ts_i^{пл}; \dots; ts_n^{пл})$$

Для организации контроля (диспетчирования) хода выполнения процессов при постановке на производство необходимо отслеживать отклонения от плановых длительностей выполнения процессов:

$$\mu_{\phi} = \Delta t = t_{пл} - t_{\phi},$$

где $t_{пл}$ – плановая длительность;

$t_{ф}$ – фактическая (текущая) длительность.

Для оперативного контроля хода процесса формируем множество фактических отклонений от плановых длительностей ($\mu_{ф}$):

$$\mu_{ф} = \{\Delta t_{ij}\} = \{t_{ij}^{пл} - t_{ij}^{факт}\},$$

где Δt_{ij} – отклонение от плановых длительностей по ДСЕ (i, j).

В первую очередь необходимо отслеживать отклонения, возникающие при выполнении процессов по ДСЕ, находящихся на критическом пути (по строке k). То есть если суммарное отклонение по строке k положительное, то происходит отставание от плановых сроков выполнения процесса:

$$\sum_{j=1}^m \Delta t_{kj} > 0$$

Во время выполнения процесса критический путь может измениться, т.е. отслеживать отклонения необходимо с учетом текущего состояния процесса.

Для этого необходима матрица фактического выполнения процесса ($W_{ф}$):

$$W_{ф} = \{pp_{ij}^{пл} + t5_{ij}^{пл} + \mu_{ij} + \Delta t_{ij}\}$$

Тогда длительность критического пути (строка k) будет определяться с учетом текущих накопленных отставаний:

$$ts_{ф} = \sum_{j=1}^m (t_{kj} + \Delta t_{kj})$$

Если с течением времени по какой-либо строке (i) сумма элементов начинает превышать значение ранее определенного критического пути, значит, произошло изменение критического пути:

$$ts_k = \sum_{j=1}^m (t_{kj} + \Delta t_{kj}) < \sum_{j=1}^m (t_{ij} + \Delta t_{ij}) = ts_i$$

При изменении критического пути складывается ситуация, при которой происходит отставание от запланированных сроков выполнения процесса и появляется необходимость принятия корректирующих или управляющих воздействий.

Выводы по третьей главе

Освоение серийного изготовления нового изделия на машиностроительном предприятии имеет специфические особенности, из учета которых были разработаны новые инструменты для планирования и управления производственными процессами, выполняющимися при постановке на производство. Среди них - алгоритм итерационной синхронизации календарных планов подразделений, принимающих непосредственное участие в постановке на производство. Для учета вероятностного характера выполнения процессов показана необходимость проведения предварительного моделирования. В качестве примера предложена математическая модель, построенная на реальном эксперименте. В дальнейших исследованиях возможна вариативность в построении других видов моделей.

Также в главе показана необходимость итерационного характера управления процессами: чем чаще будут производиться очередные итерации, тем достовернее и точнее будет формироваться плановая информация, которая в свою очередь позволит оперативно контролировать и управлять ходом процессов [87].

В итоге главы разработан метод управления постановкой на производство, в котором описаны методические основы планирования и отслеживания хода отдельных процессов и постановки на производство в целом.

Глава 4. Апробация инструментов управления постановкой на производство новой продукции на машиностроительном предприятии

4.1 Показатели эффективности производственного процесса постановки на производство

В случае неудовлетворительного хода процесса возникает необходимость принятия оперативных мер по корректировке хода процесса, а для определения успешности или неуспешности хода постановки производства необходимо иметь показатели, по значениям которых можно определить тенденции выполнения процесса [51, 61].

К основным показателям эффективности производственного процесса постановки на производство можно отнести следующие показатели:

- соблюдение плановых сроков постановки на производство;
- минимальная загрузка оборудования при изготовлении ДСЕ нового изделия;
- организационная готовность оборудования, т.е. отсутствие простоев технологического оборудования при изготовлении ДСЕ нового изделия [50, 44];
- производственная технологичность нового изделия.

Рассмотрим первый показатель эффективности – соблюдение плановых сроков.

После постановки на производство предприятию необходимо приступать к выполнению серийных контрактов и договоров, поэтому важно соблюдать плановую длительность всех процессов постановки на производство.

По итогам выполнения процесса можно выявить отклонение (δ_1) фактической от плановой длительности:

$$\delta_1 = \frac{t_{\phi}}{t_{пл}} ,$$

Если $\delta_1 \leq 1$, то длительность процесса уложилась в плановые сроки и процесс можно признать эффективным. Если $\delta_1 > 1$, то произошло отставание от плановых сроков и процесс можно считать неэффективным по этому показателю.

Рассмотрим второй показатель эффективности – загрузка оборудования при изготовлении ДСЕ нового изделия.

В большинстве случаев освоение производства новой продукции происходит на действующем машиностроительном предприятии. И помимо освоения нового изделия предприятие выполняет обязательства по уже заключенным договорам и обязательствам. На оборудовании предприятия изготавливается серийная продукция, поэтому показатель загрузки оборудования при освоении должен быть минимально возможным, чтобы оказывать минимальное влияние на ход выполнения других серийных обязательств.

$$S_j = \sum_{i=1}^N K * TO_{ij}$$

где i – номенклатура деталей в новом изделии;

N – общее количество различной номенклатуры деталей, использующих j ресурс (оборудование);

K – количество в партии номенклатуры i ;

TO_{ij} – длительность загрузки j ресурса (оборудования) для номенклатуры i .

Таким образом, показатель загрузки оборудования (δ_2) при изготовлении ДСЕ нового изделия определяется по формуле:

$$\delta_2 = \frac{S_{\text{пп}}}{TO},$$

где TO – общая длительность работы оборудования в контролируемом периоде.

Уровень показателя загрузки оборудования (δ_2) в большей степени зависит от общей загрузки предприятия и для наиболее используемого и

наиболее загруженного оборудования время для изготовления партий деталей для нового изделия должно быть минимальным. На основе экспертной оценки значения показателя δ_2 до 20% могут свидетельствовать об эффективности процесса.

Третий показатель эффективности δ_3 – вынужденные простои технологического оборудования при изготовлении ДСЕ нового изделия [1].

$$\delta_3 = \frac{T_{\text{простоя}}}{T_0},$$

где $T_{\text{простоя}}$ – общая длительность вынужденных простоев оборудования в контролируемом периоде. На основе экспертной оценки значения показателя δ_3 до 5% могут свидетельствовать об эффективности процесса.

Четвертый показатель эффективности – это комплексный показатель: производственная технологичность нового изделия. В производственную технологичность могут входить различные параметры, среди которых автором выделены относящиеся к постановке на производство:

- общая длительность производственного цикла изготовления изделия;
- длительность операций на лимитирующем оборудовании - наиболее загруженном оборудовании, которое ограничивает возможность увеличения объемов выпуска, поэтому длительность операций на таком оборудовании в процессе постановки на производство необходимо уменьшать за счет оптимизации;
- технологическая себестоимость – материальные затраты, связанные непосредственно с изготовлением изделия (стоимость материалов, сырья, ПКИ, услуг кооперации и т.п.) и затраты рабочего времени в разрезе профессий основных производственных рабочих (трудоемкость);
- уровень дополнительных затрат, необходимых для дооснащения предприятия после проведения постановки на производство с целью начала серийного изготовления нового изделия. В процессе постановки на производство должны быть проведены работы, обеспечивающие готовность

предприятия к началу серийного выпуска изделий в соответствии с заданным количеством изделий, среди них:

- технологические процессы освоены и внедрены;
- оснастка опробована и внедрена;
- персонал обучен новым методам работы;
- новое оборудование закуплено и сдано в эксплуатацию;
- номенклатура инструмента подобрана и закупается в соответствии с

технологическим процессом. И если все требуемые работы выполнены в необходимом объеме, то уровень дополнительных затрат для начала серийного производства изделий должен быть минимальным.

Таким образом, анализ показателей эффективности позволяет сделать заключение об эффективности производственного процесса постановки на производство. А в случае оперативного отслеживания уровней приведенных показателей, позволит иметь информацию о текущей ситуации хода постановки на производство.

Поддерживать оперативность предоставления информации позволяет автоматизация процессов, поэтому далее рассмотрим вопросы автоматизации разработанных инструментов управления и показателей эффективности.

4.2 Разработка направлений по автоматизации инструментов управления постановкой на производство

Современной продукцией, которая осваивается на машиностроительных предприятиях, являются сложные изделия, состоящие из значительного количества ДСЕ – это сотни, тысячи номенклатур различных ДСЕ. Поэтому, принимая во внимание сложность управления и организации этапов подготовки и освоения новых изделий на машиностроительных предприятиях, и для оперативного управления

множеством взаимосвязанных процессов постановки на производство необходимо использовать автоматизированные инструменты.

На текущий момент системы, помогающие в разработке, хранении, управлении конструкторской и технологической документациями, выделились в отдельный класс программного обеспечения – системы конструкторско-технологической подготовки или PDM-системы. PDM (*Product Data Management*) – система управления данными об изделии: база конструкторских чертежей, данные о составе изделия, спецификации сборочных единиц, различные модели (в т.ч. трехмерные), технологические процессы и прочие технологические документы. В современных PDM системах закладываются модули автоматизированного проектирования, готовые проекты и шаблоны для различных документов. PDM система должна обладать важным аспектом – это хранение данных в цифровом формате, но это не просто отсканированные копии документов, а структурированные конструкторско-технологические данные. Которые, в случае необходимости, могут быть перенесены в другую автоматизированную систему. Система PDM обеспечивает информационное покрытие этапа подготовки производства. Другими словами, это автоматизированный инструмент конструкторов и технологов, а для управления производственными процессами и предприятием в целом используются другие классы систем. На данный момент наибольшую популярность приобретают системы класса ERP. ERP-системы помогают в автоматизированном режиме планировать и управлять ресурсами предприятия. ERP-система содержит различные модули: модуль планирование и управление производством, управление материально-техническим снабжением, модуль учета затрат, модуль управления персоналом и многие другие. Исходными данными для этих модулей служат именно технологические данные: материальные, трудовые нормативы, маршрутные и операционные описания технологических процессов,

необходимое оборудование и рабочий персонал. Поэтому исходные данные для планирования необходимо передавать из системы PDM.

Чаще всего передача больших объемов данных между двумя автоматизированными системами осуществляется через определенный интерфейс – одна система является источником, и она формирует определенные структурированные наборы данных, другая система-приемник загружает указанные наборы и использует их для работы.

В рассматриваемом случае системой-источником является PDM-система, а системой-приемником - ERP-система (см. рисунок 4.1).

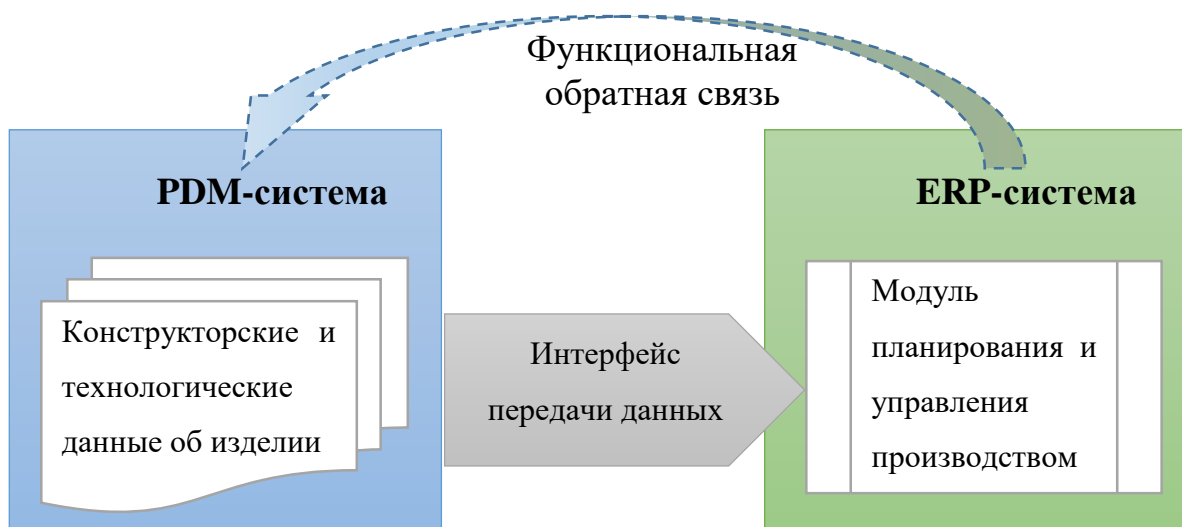


Рисунок 4.1 – Схема взаимосвязи автоматизированных систем

При планировании изготовления первой партии изделий на этапе освоения необходимо учитывать готовность результатов этапа подготовки производства. То есть между двумя автоматизированными информационными системами предприятия PDM-системой и ERP-системой должен быть реализован цикл обмена информацией: из PDM-системы в ERP-систему – очередность и сроки разработки технологических процессов; из ERP-системы в PDM-систему сроки организационных, технических и производственных мероприятий.

В то же время на очередность разработки технологической документации могут оказывать влияние организационные факторы, такие

как сроки обеспечения необходимым материалами и заготовками, сроки закупки или изготовления технологической оснастки и инструмента, сроки планового ремонта оборудования и прочие. Информация об организационных факторах (сроках проведения организационных, технических, производственных и прочих мероприятий) присутствует в системе управления ресурсами предприятия - ERP-системе. Данная информация должна учитываться при составлении плана разработки технологических процессов на этапе подготовки производства и попадать в PDM-систему, т.е. должна присутствовать обратная функциональная связь между автоматизированными системами (см. рисунок 4.1).

Обратная функциональная связь позволяет выполнить автоматизированную процедуру планирования разработки технологической документации на основании и с учетом имеющихся производственных данных в ERP-системе. И в течение процесса поддерживать плановую информацию в актуальном состоянии.

Основой для автоматизированных процедур планирования и управления производственными процессами являются производственные циклы изготовления отдельных партий ДСЕ. Их длительность определяется на основании технологических времен, которые закладываются в процессе разработки технологической документации. Достоверность автоматизированных процедур управления производственными процессами на этапе постановки производства в большинстве зависит от точности и достаточности заполнения технологических времен. Технологические времена являются атрибутами технологических процессов, поэтому заполнение и ведение технологических времен должно производиться в PDM-системе.

В рамках данного диссертационного исследования был сформирован перечень технологических времен, с помощью которого возможно рассчитать длительности основных технологических операций,

производящихся на машиностроительном предприятии с учетом различных видов рабочих мест.

Перечень основных технологических времен, используемых при расчете плановой календарной длительности производственного цикла изготовления ДСЕ и длительности загрузки оборудования, приведен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Перечень основных технологических времен

№	Формула	Описание	Тип обработки	Примечание
1	$T_{пз}^{норм}$	подготовительно-заключительное время	последовательная, параллельная, последовательно-параллельная	
2	$T_{м}^{техн}$	полное машинное время, затрачиваемое на обработку детали	последовательная	время работы оборудования по программе
3	$T_{шт}$	расчетное штучное время	последовательная	с учетом машинного времени
4	$T_{ц}^{техн}$	время цикла работы оборудования	параллельная, последовательно-параллельная	
5	$T_{такт}^{техн}$	время такта работы оборудования	последовательно-параллельная	
6	$T_{е}^{техн}$	время цикла естественных процессов	последовательная, параллельная, последовательно-параллельная	время, которое партия ДСЕ пролёживает, не занимая основное оборудование
7	$T_{тр}$	время транспортировки партии ДСЕ между рабочими местами	последовательная, параллельная, последовательно-параллельная	

При автоматизации процедур планирования в ERP-системе используется принцип планирования изготовления отдельными партиями ДСЕ [33, 60]. Для каждой партии ДСЕ рассчитывается коэффициент партии ($k_{парт}$):

$$k_{парт} = \frac{N_{парт}}{N_{КОИД}^{техн}}$$

где $N_{парт}$ – количество ДСЕ в партии;

$N_{\text{КОИД}}^{\text{техн}}$ – количество одновременно изготавливаемых (обрабатываемых) ДСЕ при выполнении операции – это характеристика конкретной операции (по умолчанию $N_{\text{КОИД}}^{\text{техн}} = 1$).

При расчете учитывается условие:

- если $N_{\text{парт}} \leq N_{\text{КОИД}}^{\text{техн}}$, то $k_{\text{парт}} = 1$
- если $N_{\text{парт}} > N_{\text{КОИД}}^{\text{техн}}$, то $k_{\text{парт}}$ округляется до целого в большую сторону.

К основным видам рабочих мест отнесены следующие рабочие места:

- с последовательной обработкой;
- с параллельной обработкой (непроходного типа);
- с последовательно-параллельной обработкой (проходного типа).

Для расчета длительности загрузки оборудования или рабочего места с последовательной обработкой ($T_{\text{обор}}$) используется формула:

$$T_{\text{обор}} = T_{\text{пз}}^{\text{норм}} + T_{\text{шт}} * k_{\text{парт}}$$

Плановая календарная длительность производственного цикла ($T_{\text{парт}}$) изготовления партии (ДСЕ) рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{парт}} = T_{\text{обор}} + T_{\text{е}}^{\text{техн}} + T_{\text{тр}}$$

Структура производственного цикла изготовления партии ДСЕ при последовательной обработке приведена на рисунке 4.2.

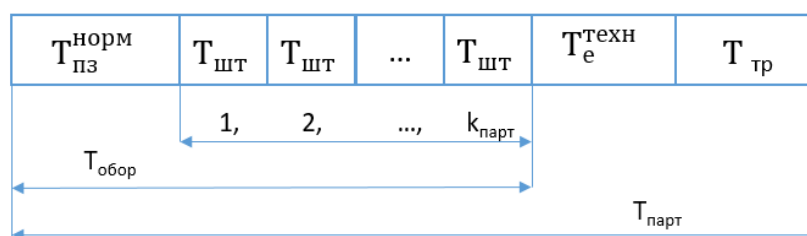


Рисунок 4.2 – Структура производственного цикла при последовательной обработке

Для расчета длительности загрузки оборудования или рабочего места с параллельной обработкой ($T_{\text{обор}}$) используется формула:

$$T_{\text{обор}} = T_{\text{пз}}^{\text{норм}} + T_{\text{ц}}^{\text{техн}} * k_{\text{парт}}$$

Плановая календарная длительность производственного цикла ($T_{\text{парт}}$) изготовления партии (ДСЕ) рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{парт}} = T_{\text{обор}} + T_{\text{е}}^{\text{техн}} + T_{\text{тр}}$$

Структура производственного цикла изготовления партии ДСЕ при параллельной обработке приведена на рисунке 4.3.

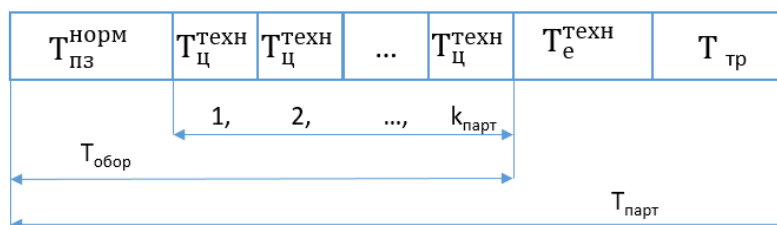


Рисунок 4.3 – Структура производственного цикла при параллельной обработке

Для расчета длительности загрузки оборудования или рабочего места с последовательно-параллельной обработкой ($T_{\text{обор}}$) используется формула:

$$T_{\text{обор}} = T_{\text{пз}}^{\text{норм}} + T_{\text{такт}}^{\text{техн}} * k_{\text{парт}}$$

Плановая календарная длительность производственного цикла ($T_{\text{парт}}$) изготовления партии (ДСЕ) рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{парт}} = T_{\text{пз}}^{\text{норм}} + T_{\text{ц}}^{\text{техн}} + T_{\text{такт}}^{\text{техн}} * (k_{\text{парт}} - 1) + T_{\text{е}}^{\text{техн}} + T_{\text{тр}}$$

Структура производственного цикла изготовления партии ДСЕ при последовательно-параллельной обработке приведена на рисунке 4.4.

Таким образом, разработанный перечень технологических времен и автоматизированный интерфейс передачи данных между автоматизированными системами PDM и ERP позволили существенно повысить точность и оперативность процедур управления

производственными процессами, выполняющимися при постановке на производство.

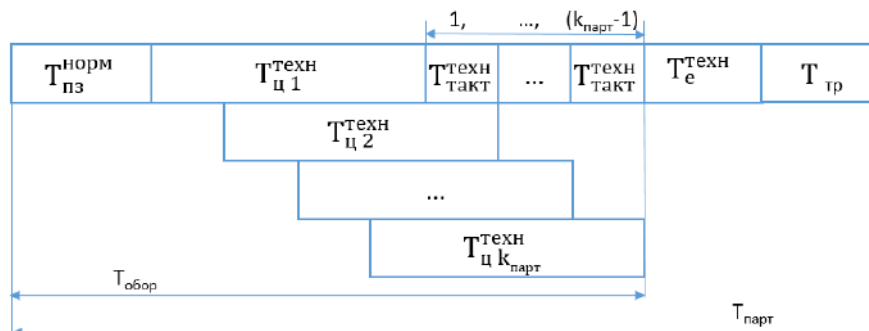


Рисунок 4.4 – Структура производственного цикла при последовательно-параллельной обработке

Применение системы класса ERP позволяет в автоматизированном режиме сформировать не только план изготовления первой партии (образца), но и планы других основных системных процессов постановки на производство, в том числе план разработки (отработки) технологической документации, план закупки материалов и ПКИ, план обеспечения СТО. Процедуры автоматизированного планирования и контроля осуществляются в разрезе каждой ДСЕ с взаимной увязкой сроков выполнения процессов между собой.

4.3 Апробация разработанных инструментов управления постановкой на производство и разработка рекомендаций по изменению нормативно-технологической документации предприятия

Апробация разработанных инструментов были начата на предприятии АО «КМП», а впоследствии продолжена на предприятии АО «ВМП «АВИТЕК». Оба предприятия являются предприятиями машиностроительной отрасли. Предприятие АО «ВМП «АВИТЕК» имеет замкнутый цикл производства продукции: от заготовительного производства до сборки готовых изделий, но в тоже время в составе изделий

имеется большая доля ПКИ, которые изготавливаются на других предприятиях. Поэтому снабжение материалами и ПКИ являются актуальным вопросом, особенно при постановке на производство новых изделий. За последние несколько лет на предприятии постоянно происходит освоение изготовления новых изделий с использованием разработанных инструментов управления постановкой на производство.

Согласно описанным в разделе 4.1 показателям рассмотрим критерии эффективности производственного процесса освоения применимо к АО «ВМП «АВИТЕК».

Апробация указанных инструментов позволила сократить отставание изготовления первых партий деталей по изделию «А» (среднее отклонение – 74 дня) от плановых сроков более, чем в два раза по сравнению с изготовлением первых партий составной части изделия «А» (среднее отклонение – 188 дней). На рисунке 4.5 (слева) показано распределение отклонений на примере изготовления первых партий ДСЕ до внедрения результатов исследования, а справа – после.

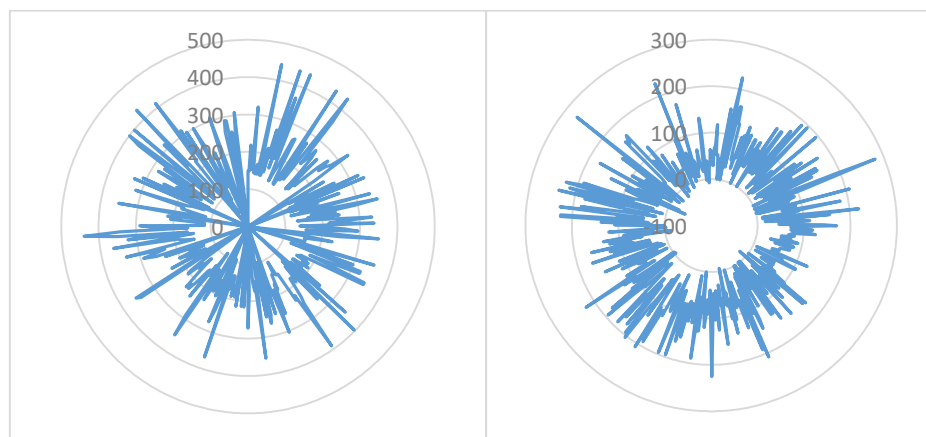


Рисунок 4.5 – Распределение отклонений при изготовлении первых партий ДСЕ

Применение разработанных инструментов также позволило увеличить показатель организационной готовности основного оборудования, задействованного в процессе освоения, более чем 1,5 раза,

равномерно распределить загрузку основного оборудования, задействованного в процессе освоения и уменьшить простои оборудования, о чем свидетельствуют показатели загрузки оборудования, приведенные на рисунке 4.6, и показатели организационной готовности оборудования, приведенные на рисунке 4.7.

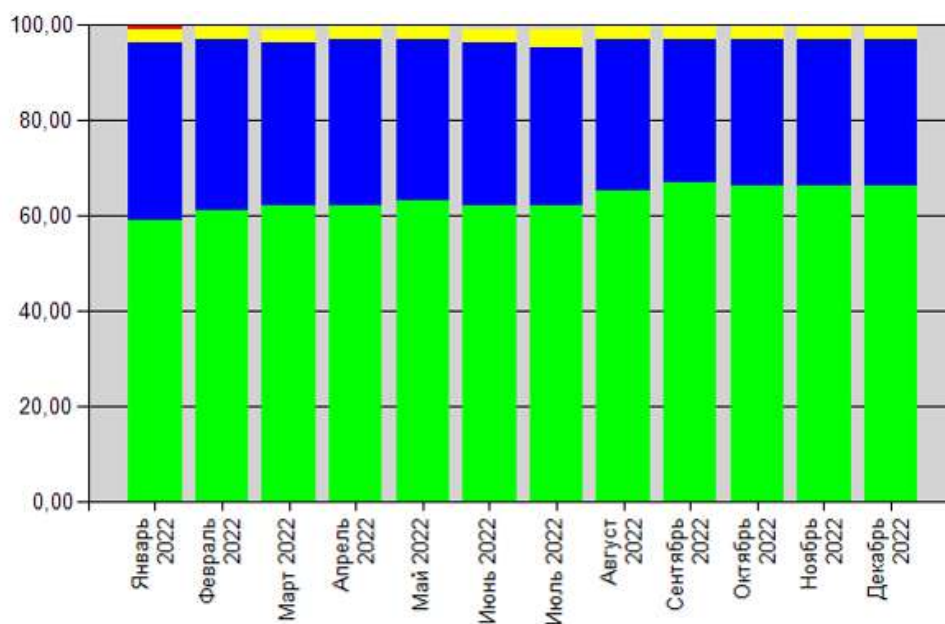


Рисунок 4.6 – Показатели загрузки оборудования

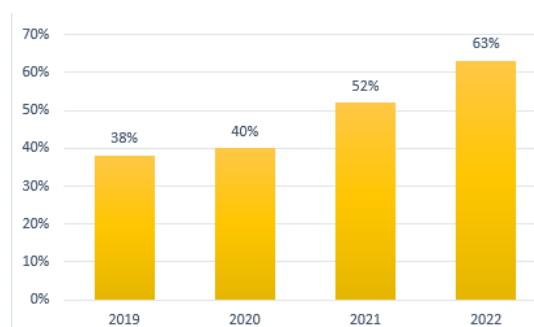


Рисунок 4.7 – Показатели организационной готовности оборудования

По результатам апробации разработанные в диссертационном исследовании инструменты были включены в автоматизированную систему управления производством предприятия, что подтверждается актом

внедрения, приведенном в приложении. Результаты автоматизации приведены на рисунках 4.8-4.11.

Ц.№	ВидОбл...	Заказ	ВидЭкз.	РазделПл...	СрокНач...	Срок_конца	Маг-лПл.яНаименовани	ЦехЗаход	ОпДГич	ОперДатКон	Запан...	
04	Р.ПЛАНП.03.01	2545589	PR	3.запуск	22.05.2023	22.05.2023	КЛ-7503-19 Пружина		1	22.05.2023	22.05.2023	5,000
		2545578	PR			22.05.2023	КЛ-7503-401 Цилиндр		1	22.05.2023	22.05.2023	5,000
		2545581	PR			22.05.2023	КЛ-7503-87 Крышка		1	22.05.2023	22.05.2023	5,000
		2545582	PR			22.05.2023	КЛ-7503М.06-01 Втулка		1	22.05.2023	22.05.2023	5,000
		2545593	PR			22.05.2023	КЛ-7503М.13 Фланец верхний		1	22.05.2023	22.05.2023	5,000
		2545594	PR			22.05.2023	КЛ-7503М.14 Фланец		1	22.05.2023	22.05.2023	5,000
		2545583	PR			22.05.2023	КЛ-7503М.18 Диск		1	22.05.2023	22.05.2023	5,000
		2545609	PR			22.05.2023	Кольцо 50-1,7-1-ОСТ 1 10790-85		1	22.05.2023	22.05.2023	5,000
		2545617	PR			22.05.2023	Пружина 144-3-1-2-71,8- ОСТ 1 135...		1	22.05.2023	22.05.2023	5,000
05	Р.ПЛАНП.03.01	2542903	PR	3.запуск	18.04.2023	18.04.2023	КЛ-7501-391 Пластина		1	18.04.2023	18.04.2023	3,000
		2542902	PR			18.04.2023	КЛ-7503-404 Гайка		1	18.04.2023	18.04.2023	1,000
		2542825	PR			19.04.2023	КЛ-7503М.35 Втулка		1	19.04.2023	22.04.2023	3,000
		2542846	PR			22.04.2023	КЛ-7503-15 Пружина		1	22.04.2023	22.04.2023	1,000
		2542836	PR			22.04.2023	КЛ-7503-401 Цилиндр		1	22.04.2023	22.04.2023	1,000
		2542837	PR			22.04.2023	КЛ-7503-402 Труба		1	22.04.2023	22.04.2023	1,000
		2542838	PR			22.04.2023	КЛ-7503-83 Стойка		1	22.04.2023	22.04.2023	1,000
		2542862	PR			22.04.2023	Кольцо 50-1,7-1-ОСТ 1 10790-85		1	22.04.2023	22.04.2023	1,000
		2545633	PR			18.05.2023	КЛ-7501-391 Пластина		1	18.05.2023	18.05.2023	15,000
		2545632	PR			18.05.2023	КЛ-7503-404 Гайка		1	18.05.2023	18.05.2023	5,000
		2545565	PR			19.05.2023	КЛ-7503М.35 Втулка		1	19.05.2023	22.05.2023	15,000
		2545588	PR			22.05.2023	КЛ-7503-15 Пружина		1	22.05.2023	22.05.2023	5,000
		2545578	PR			22.05.2023	КЛ-7503-401 Цилиндр		1	22.05.2023	22.05.2023	5,000
		2545579	PR			22.05.2023	КЛ-7503-402 Труба		1	22.05.2023	22.05.2023	5,000
2545580	PR	22.05.2023	КЛ-7503-83 Стойка		1	22.05.2023	22.05.2023	5,000				
2545609	PR	22.05.2023	Кольцо 50-1,7-1-ОСТ 1 10790-85		1	22.05.2023	22.05.2023	5,000				
06	Р.ПЛАНП.03.01	2542890	PR	2.выпуск	18.03.2023	22.03.2023	КЛ-7503-83 Ш1 Стойка		1	18.03.2023	22.03.2023	109,000
		2542891	PR			19.03.2023	КЛ-7503-11 Ш1 КОЛЬЦО		1	19.03.2023	22.03.2023	551,000
		2542889	PR			21.03.2023	КЛ-7503-402 Ш1 Труба		1	21.03.2023	22.03.2023	178,000
		2542888	PR			22.03.2023	КЛ-7503-403 Ш1 Винт		1	22.03.2023	22.03.2023	104,000
07	Р.ПЛАНП.03.01	2542904	PR	3.запуск	18.04.2023	18.04.2023	КЛ-7501-392 Пластина		1	18.04.2023	18.04.2023	3,000
		2542893	PR			18.04.2023	КЛ-7503-421 Фиксатор		1	18.04.2023	18.04.2023	1,000
		2542894	PR			18.04.2023	КЛ-7503-422 Гайка		1	18.04.2023	18.04.2023	1,000
		2542831	PR			22.04.2023	КЛ-7503-09 Кольцо		1	22.04.2023	22.04.2023	1,000
		2542832	PR			22.04.2023	КЛ-7503-11 Кольцо		1	22.04.2023	22.04.2023	1,000

Рисунок 4.8 – Плановые заказы с датами запуска и выпуска

Пл. Заявка	Материал	Краткий текст	К-во	Ед	ДатаПств	ДатаПостав	Плс	ДатаДебл...	ГруппаМтр	ГрЗ	Затребовал	Дата заявки
030	9001418666	2108-5402270	2108-5402270	8	ШТ	26.04.2023	20230426	0	26.04.2023	110000001	ДСЕ	10.02.2023
030	9001418966	2108-5402270	40	ШТ	26.05.2023	20230526	0	26.05.2023	110000001	ДСЕ	11.02.2023	
030	9001418687	2108-5402271	2108-5402271	8	ШТ	26.04.2023	20230426	0	26.04.2023	110000001	ДСЕ	10.02.2023
030	9001418967	2108-5402271	40	ШТ	26.05.2023	20230526	0	26.05.2023	110000001	ДСЕ	11.02.2023	
030	9001418736	20100022403	Защелка 2,6-15-БП-ОСТ 1 34086-80	6	ШТ	18.04.2023	20230418	0	18.04.2023	110000001	ДСЕ	11.02.2023
030	9001418981	20100022403	30	ШТ	18.05.2023	20230518	0	18.05.2023	110000001	ДСЕ	11.02.2023	
030	9001418737	20100022410	Защелка 3-9-БП-ОСТ 1 34086-80	2	ШТ	18.04.2023	20230418	0	18.04.2023	110000001	ДСЕ	11.02.2023
030	9001418982	20100022410	10	ШТ	18.05.2023	20230518	0	18.05.2023	110000001	ДСЕ	11.02.2023	
010	9001418685	10100007979	Клипса крепежная NISSAN 62869-N4700	1	ШТ	30.04.2023	20230430	0	30.04.2023	202000002	Плановик Рас	10.02.2023
010	9001418965	10100007979	5	ШТ	30.05.2023	20230530	0	30.05.2023	202000002	Плановик Рас	11.02.2023	
010	9001418721	10100008550	Композиция полиамида ПА610-л-Г5 ТУ6-06-1	0,540	КГ	22.04.2023	20230422	0	22.04.2023	200000001	Плановик Рас	11.02.2023
010	9001418799	10100008292	Круг 16-н11 ГОСТ 7417-75/25-В-Т ГОСТ 105	0,258	КГ	18.04.2023	20230418	0	18.04.2023	200000001	Плановик Рас	11.02.2023
010	9001418745	10100008315	Круг 18-н11 ГОСТ 7417-75/45-В-Т ГОСТ 105	0,132	КГ	18.04.2023	20230418	0	18.04.2023	200000001	Плановик Рас	11.02.2023
058	9001418950	10100000630	Круг h11-нд-10 Г7417-75/30ХГСА-В-ТО	0,393	КГ	15.04.2023	20230415	120	16.12.2022	200000001	М01 УМТС	11.02.2023
010	9001418746	10100008645	Круг h11-нд-13 ГОСТ 7417-75 / 30ХГСА-В-Т	0,156	КГ	22.04.2023	20230422	0	22.04.2023	200000001	Плановик Рас	11.02.2023
010	9001418758	10100008628	Круг h11-нд-9 ГОСТ 7417-75 / 30ХГСА-В-ТО	0,240	КГ	18.04.2023	20230418	0	18.04.2023	200000001	Плановик Рас	11.02.2023
010	9001418806	10100010373	Круг В1-нд-12 Г 2590-2006/25-ЗГП-М1-ТО	0,081	КГ	18.04.2023	20230418	0	18.04.2023	200000001	Плановик Рас	11.02.2023
010	9001418989	10100010373	0,405	КГ	18.05.2023	20230518	0	18.05.2023	200000001	Плановик Рас	11.02.2023	
010	9001418751	10100010568	Круг В1-нд-130 Г2590-2006/30ХГСА-ЗГП-ТО	2 239,264	КГ	19.03.2023	20230319	0	19.03.2023	200000001	Плановик Рас	11.02.2023
058	9001418734	10100010723	Круг В1-нд-150 Г2590-2006/25-ЗГП-ТО ГОСТ	26,634	КГ	22.04.2023	20230422	150	23.11.2022	200000001	М01 УМТС	11.02.2023
010	9001418733	10100010567	Круг В1-нд-200 ГОСТ 2590-2006 / 30ХГСА-З	6,659	КГ	22.04.2023	20230422	0	22.04.2023	200000001	Плановик Рас	11.02.2023
010	9001418980	10100010567	33,295	КГ	22.05.2023	20230522	0	22.05.2023	200000001	Плановик Рас	11.02.2023	
010	9001418732	10100010562	Круг В1-нд-50 ГОСТ 2590-2006 / 20-ЗГП-М1	1,464	КГ	22.04.2023	20230422	0	22.04.2023	200000001	Плановик Рас	11.02.2023
010	9001418979	10100010562	7,320	КГ	22.05.2023	20230522	0	22.05.2023	200000001	Плановик Рас	11.02.2023	

Рисунок 4.9 – Перечень необходимых материалов с датами потребности

Заказ	Название	Заказ	Дата пот...	С...	СообщОбОшибке	Срок посту...
2542785(Р.ПЛАНП.03.01)						
KL-7500M.0-02	KL-7500M.0-02 Кресло машиниста	2542785			Сообщение особой ситуации на подчиненном уровне	30.04.2023
KL-7500M.40	KL-7500M.40 Каркас	2542785	30.04.2023	52	Спецификация не найдена	27.04.2023
KL-7500M.600	KL-7500M.600 Сиденье	2542785	30.04.2023		Сообщение особой ситуации на подчиненном уровне	27.03.2023
KL-7500M.700-02	KL-7500M.700-02 Спинка	2542785	30.04.2023		Сообщение особой ситуации на подчиненном уровне	27.04.2023
KL-7500M.710	KL-7500M.710 Обивка	2542788	26.04.2023		Сообщение особой ситуации на подчиненном уровне	12.02.2023
KL-7500M.711	KL-7500M.711 Боковина	2542796	11.02.2023	10	Выполнение операции передвинуть вперед (08.02.23)	19.04.2023
KL-7500M.711-01	KL-7500M.711-01 Боковина	2542796	11.02.2023	10	Выполнение операции передвинуть вперед (08.02.23)	19.04.2023
KL-7500M.712	KL-7500M.712 Укосина	2542796	11.02.2023	10	Выполнение операции передвинуть вперед (08.02.23)	19.04.2023
KL-7500M.712-01	KL-7500M.712-01 Укосина	2542796	11.02.2023	10	Выполнение операции передвинуть вперед (08.02.23)	19.04.2023
KL-7500M.713	KL-7500M.713 Основа	2542796	11.02.2023	10	Выполнение операции передвинуть вперед (08.02.23)	19.04.2023
KL-7500M.714	KL-7500M.714 Лента	2542796	11.02.2023	10	Выполнение операции передвинуть вперед (08.02.23)	19.04.2023
KL-7500M.614	KL-7500M.614 Лента	2542796	11.02.2023	10	Выполнение операции передвинуть вперед (08.02.23)	19.04.2023
KL-7500M.701	KL-7500M.701 Каркас спинки	2542788	26.04.2023	52	Спецификация не найдена	23.04.2023
KL-7500M.704-04	KL-7500M.704-04 Основание	2542788	26.04.2023	52	Спецификация не найдена	23.04.2023
20100022402	Скоба А 053 АРТ.3160-06	2542788	26.04.2023			23.04.2023
KL-7503M.0	KL-7503M.0 Подвеска	2542785	30.04.2023		Сообщение особой ситуации на подчиненном уровне	27.04.2023
KL-7500-05	KL-7500-05 Знак заводской	2542785	30.04.2023	52	Спецификация не найдена	27.04.2023
KL-9804-200	KL-9804-200 Тара для кресел KL-...	2542785	30.04.2023	52	Спецификация не найдена	27.04.2023
20100022408	Винт ГОСТ Р ИСО 4017-М6x30-8.8-...	2542785	30.04.2023	52	Спецификация не найдена	27.04.2023
20100024054	Гайка шестигранная нормальная Г...	2542785	30.04.2023	52	Спецификация не найдена	27.04.2023
2108-5402270	2108-5402270 Добель распорный	2542785	30.04.2023			27.04.2023
2108-5402271	2108-5402271 Гвоздь	2542785	30.04.2023			27.04.2023
KL-9804-300	KL-9804-300 Тара для кресла маш...	2542785	30.04.2023	52	Спецификация не найдена	27.04.2023
20100022409	Добель2108-5402270с гвоздем 21...	2542785	30.04.2023	52	Спецификация не найдена	27.04.2023
10100007979	Клипса крепежная NISSAN 62869-...	2542785	30.04.2023			30.04.2023
2545554(Р.ПЛАНП.03.01)						
KL-7500M.0-02	KL-7500M.0-02 Кресло машиниста	2545554			Сообщение особой ситуации на подчиненном уровне	30.05.2023
KL-7500M.40	KL-7500M.40 Каркас	2545554	30.05.2023	52	Спецификация не найдена	27.05.2023
KL-7500M.600	KL-7500M.600 Сиденье	2545554	30.05.2023		Сообщение особой ситуации на подчиненном уровне	27.05.2023
KL-7500M.700-02	KL-7500M.700-02 Спинка	2545554	30.05.2023		Сообщение особой ситуации на подчиненном уровне	27.05.2023
KL-7500M.710	KL-7500M.710 Обивка	2545559	26.05.2023		Сообщение особой ситуации на подчиненном уровне	23.05.2023
KL-7500M.711	KL-7500M.711 Боковина	2545602	22.05.2023	52	Спецификация не найдена	19.05.2023
KL-7500M.711-01	KL-7500M.711-01 Боковина	2545602	22.05.2023	52	Спецификация не найдена	19.05.2023
KL-7500M.712	KL-7500M.712 Укосина	2545602	22.05.2023	52	Спецификация не найдена	19.05.2023
KL-7500M.712-01	KL-7500M.712-01 Укосина	2545602	22.05.2023	52	Спецификация не найдена	19.05.2023
KL-7500M.713	KL-7500M.713 Основа	2545602	22.05.2023	52	Спецификация не найдена	19.05.2023
KL-7500M.714	KL-7500M.714 Лента	2545602	22.05.2023			19.05.2023
KL-7500M.614	KL-7500M.614 Лента	2545602	22.05.2023			19.05.2023
KL-7500M.701	KL-7500M.701 Каркас спинки	2545559	26.05.2023	52	Спецификация не найдена	23.05.2023
KL-7500M.704-04	KL-7500M.704-04 Основание	2545559	26.05.2023	52	Спецификация не найдена	23.05.2023
20100022402	Скоба А 053 АРТ.3160-06	2545559	26.05.2023			23.05.2023
KL-7503M.0	KL-7503M.0 Подвеска	2545554	30.05.2023		Сообщение особой ситуации на подчиненном уровне	27.05.2023

Рисунок 4.10 – Оперативный контроль текущего хода процесса

Участок	Участок/имя	РабМесто	Рабочее место: Краткий текст	Число	Остаточн/Необх/Мц	Единица
0500	Термический цех	0500990	Прочие РМ	1	0,050	ЧАС
	Термический цех	0500990	Прочие РМ	1	0,250	ЧАС
	Термический цех	0500990	Прочие РМ	1	0,250	ЧАС
	Термический цех	0500990	Прочие РМ	1	0,017	ЧАС
	Термический цех	0500990	Прочие РМ	1	0,415	ЧАС
	Термический цех	0500990	Прочие РМ	1	0,415	ЧАС
	Термический цех	0500990	Прочие РМ	1	0,004	ЧАС
	Термический цех	0500990	Прочие РМ	1	0,004	ЧАС
	Термический цех	0500990	Прочие РМ	1	0,037	ЧАС
0731	Гальванический участок корпус 1а	0731160	Станок полировальный	1	0,056	ЧАС
0741	Малярный участок корпус 1а	0741080	Комплект оборудования для нанесения ЛКП	1	0,001	ЧАС
	Малярный участок корпус 1а	0741080	Комплект оборудования для нанесения ЛКП	1	0,017	ЧАС
	Малярный участок корпус 1а	0741080	Комплект оборудования для нанесения ЛКП	1	0,020	ЧАС
	Малярный участок корпус 1а	0741080	Комплект оборудования для нанесения ЛКП	1	0,017	ЧАС
	Малярный участок корпус 1а	0741080	Комплект оборудования для нанесения ЛКП	1	0,001	ЧАС
	Малярный участок корпус 1а	0741080	Комплект оборудования для нанесения ЛКП	1	0,005	ЧАС
	Малярный участок корпус 1а	0741080	Комплект оборудования для нанесения ЛКП	1	0,012	ЧАС
	Малярный участок корпус 1а	0741080	Комплект оборудования для нанесения ЛКП	1	0,011	ЧАС
	Малярный участок корпус 1а	0741080	Комплект оборудования для нанесения ЛКП	1	0,043	ЧАС
	Малярный участок корпус 1а	0741080	Комплект оборудования для нанесения ЛКП	1	0,001	ЧАС
	Малярный участок корпус 1а	0741080	Комплект оборудования для нанесения ЛКП	1	0,001	ЧАС
	Малярный участок корпус 1а	0741080	Комплект оборудования для нанесения ЛКП	1	0,007	ЧАС
1300	Заготовительный участок	1300060	Машина моечная СА-3000	1	0,110	ЧАС
1400	Заготовительный участок	1400110	Машина моечная МПП-350	1	0,007	ЧАС

Рисунок 4.11 – Плановая загрузка оборудования

По итогам апробации были сформированы рекомендации по изменению инструментов и нормативно-технологической документации предприятия, используемых при постановке на производство:

- Необходимо наличие организационных процедур согласования планов с подразделениями-владельцами зависимых процессов, например, согласование планов поставки материалов и ПКИ с подразделением, занимающимся планированием изготовления первой партии изделий (образца).
- Планы по разработке технологической документации или отдельных её частей (например, для различных технологических бюро) должны быть взаимосвязаны между собой и учитывать сроки выполнения других обеспечивающих процессов, т.е. должна присутствовать обратная функциональная связь от обеспечивающих подразделений.
- Вновь разрабатываемые технологические данные и информация об их изменении [59] должны оперативно поступать в автоматизированную систему управления производством, а также своевременно учитываться в текущих плановых данных.
- Автоматизированная система планирования и управления постановкой на производство новой продукции должна быть разработана и внедрена в единое информационное пространство предприятия или более крупного объединения (например, концерна) [48].
- При наличии на предприятии нескольких автоматизированных систем различного типа необходимо обеспечить создание единой системы управления данными, которая должна однозначно связывать информацию из разных систем [36, 35].
- Для создания возможности оперативного пересчета планов, необходим оперативный автоматизированный обмен информационными потоками между разными системами и создание процедуры быстрого внесения изменений в технологические данные.
- Для контроля загрузки и простоев оборудования, а также своевременной реакции на возникающие ситуации с оборудованием во время освоения новых изделий необходимо создание автоматизированной

системы мониторинга работы оборудования с сохранением номенклатуры изготавливаемых ДСЕ [96, 97].

Выводы по четвертой главе

В четвертой главе рассмотрены вопросы автоматизации разработанных инструментов управления постановкой на производство, представлено обоснование технических и производственных аспектов повышения эффективности от внедрения разработанных инструментов управления постановкой на производство новой продукции на машиностроительном предприятии.

Также представлены результаты апробации на машиностроительном предприятии и рекомендации по изменению нормативно-технологической документации.

Апробация указанных инструментов позволила сократить отставание изготовления первых партий деталей по изделию «А» (среднее отклонение – 74 дня) от плановых сроков более чем в два раза по сравнению с изготовлением первых партий составной части изделия «А» (среднее отклонение – 188 дней); сократить длительность производственного цикла: по изделию «А» длительность производственного цикла составила 1330 календарных дней (3,6 года), а по следующему изделию «Б» составила уже 1017 календарных дней (2,8 года); равномерно распределить загрузку основного оборудования, задействованного в процессе освоения и перейти к серийному изготовлению с минимальными затратами на дооснащение, о чем указано в решении по акту квалификационных испытаний.

Разработанные рекомендации по изменению нормативно-технологической документации и изменение стандартов предприятия будут способствовать устранению организационно-управленческих проблем [58], связанных с уточнением функций и сфер ответственности подразделений, задействованных в ходе выполнения постановки на производство.

Заключение

В ходе исследования цель диссертации достигнута благодаря решению следующих задач:

1. Проведен анализ существующих методов и средств управления производственным процессом и их применимости для процесса освоения новой продукции.

2. Разработана и обоснована система моделей управления постановкой на производство новой продукции на предприятиях машиностроительной отрасли, описывающая взаимосвязи между основными системными процессами и отображающая основные потоки информации, необходимой для осуществления контроля за общим ходом всей постановки на производство новой продукции, и информационные потоки управляющих воздействий.

3. Разработан алгоритм итерационной синхронизации календарных планов процессов, выполняемых при постановке на производство новой продукции на машиностроительных предприятиях.

4. Разработан метод управления постановкой на производство новой продукции на машиностроительных предприятиях, обеспечивающий устранение организационно-управленческих проблем.

5. Разработаны инструменты управления производственным процессом постановки на производство новой продукции на машиностроительном предприятии и произведена их автоматизация.

6. Проведена апробация разработанных инструментов управления производственным процессом постановки на производство новой продукции на примере двух предприятий.

Полученные модель, алгоритм и метод управления производственным процессом постановки на производство разработаны с использованием инструментов системного инжиниринга и отличается от существующих тем, что позволяет объединить и синхронизировать планы

различных подразделений-участников процесса постановки на производство.

Разработанный метод объединяет преимущества существующих решений, а также позволяет организовать сквозное планирование и контроль многоуровневых процессов в условиях ограниченных производственных ресурсов.

Разработанные инструменты управления производственным процессом постановки на производство новой продукции позволяют устранить организационно-управленческие проблемы на основе оперативного мониторинга, который позволяет повысить эффективность принимаемых управленческих решений при постановке на производство новой продукции на предприятиях машиностроительной отрасли.

Список литературы

1. Абрамова Л.Д. Современные проблемы автоматизации производства/ Л.Д.Абрамова, Н.А.Саломатин // Вестник университета. Государственный университет управления. -2012. -№ 7. -с. 42-49.

2. Андреев И.А. Сокращение издержек предприятия оборонно-промышленного комплекса при вовлечении персонала в концепцию бережливого производства // Вестник Концерна ВКО «Алмаз-Антей».- 2019. -№3. -С. 7-12.

3. Андриющенко В.А. Теория систем автоматического управления: Учеб. Пособие — Л.: Издательство Ленинградского университета, 1990. - 256 с.

4. Анискин Ю.П. Новая техника: повышение эффективности создания и освоения/ Ю.П. Анискин, Н.К. Моисеева, А.В. Проскуряков — М. «Машиностроение». - 1984.

5. Антипов Д.В. Повышение эффективности оперативного управления производством продукции // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. -2013. -№ 1 (23). -С. 132-139.

6. Антипов Д.В. Механизм сбалансированного управления производственной системой машиностроительного предприятия/ Д.В.Антипов, Г.М. Гришанов // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. -2013. -№ 3(21). -С. 115-124.

7. Архипов А.В. Инновационное развитие и адаптационный потенциал предприятия // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 3: Экономические, гуманитарные и общественные науки. –2017. –№ 4. – с. 3-9.

8. Бабушкин В.М. Адаптивное планирование организации производства промышленного предприятия/ В. М. Бабушкин, И. Ш.

Шарафеев, Р. З. Валиуллин, Г. Ф. Мингалеев // Computational Nanotechnology. –2019. Т. 6. –№3. –С. 47-53.

9. Баранов А.А. Автоматизация оперативного планирования мелкосерийного машиностроительного производства: диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук: 05.13.06 / Баранов Андрей Александрович. – Владимир. –2010. – 131 с.

10. Большой экономический словарь. — М.: Институт новой экономики. А.Н. Азрилиян. 1997.

11. Васильев В. Н. Организация производства в условиях рынка: Учебное пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов. — М.:Машиностроение, 2013. 368 с.

12. Гаврилов Д.А. Управление производством на базе стандарта МРП. 2-е изд.– СПб.:Питер, 2008. – 416 с.

13. Гастев А. К. Установка производства методом ЦИТ. Органическое внедрение. Государственное издательство Москва-Ленинград, 1927. 148 с.

14. Геворкян А.М. Методы и модели в управлении опытным производством. М.: Машиностроение, 1980. 224 с.

15. Герцик Ю.Г. Управление проектами производства высокотехнологичной продукции/ Ю.Г. Герцик, И.Н. Омельченко // Вестник машиностроения. -2021. -№1. -С. 83-87.

16. Гольдштейн Г.Я. Стратегический инновационный менеджмент. Учебное пособие. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004.

17. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005 «Информационная технология. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем», М.: Стандартиформ, 2006.

18. ГОСТ 24297-2013 «Верификация закупленной продукции. Организация проведения и методы контроля», М.: Стандартиформ, 2014.

19. ГОСТ Р 15.000-2016 «Система разработки и постановки продукции на производство. Основные положения», М.: Стандартиформ, 2019.

20. ГОСТ Р 15.301-2016 «Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство», М.: Стандартинформ, 2016.

21. ГОСТ 15.902-2014 «Система разработки и постановки на производство. Железнодорожный подвижной состав. Порядок разработки и постановки на производство», М.: Стандартинформ, 2014.

22. Гришанов Г.М. Исследование систем управления: Учебное пособие/ Г.М. Гришанов, О.В Павлов. //Самарский государственный аэрокосмический университет. -Самара, -2005. 128 с.

23. Гришко Л.А. Процессный подход в современной практике управления / Л.А. Гришко, Н.Н. Серая // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. - 2018. - №7(33), Т1. - С.155-159.

24. Белянин П.Н. Гибкие производственные комплексы / Под. ред. П.Н. Белянина, В.А. Лещенко - М.: Машиностроение, 1984. 384 с.

25. Киселев Г.А. Гибкие производственные системы в машиностроении / Под ред. Г.А. Киселева, В.Ю. Гуленкова - М.: Изд-во стандартов, 1987. 286 с.

26. Гибкие сборочные системы / Под ред. У.Б. Хегинботама: Перс с англ. Д.Ф. Миронова; Под ред. А.М. Покровского - М.: Машиностроение, 1988. 400 с.

27. Деминг Эдвардс. Выход из кризиса: Новая парадигма управления людьми, системами и процессами; Перевод с англ. 5-е изд. М.: Альпина Паблишер, 2012. 419 с.

28. Дроговоз П.А Перспективы применения гибридных нейросетевых систем для создания цифровых двойников производственных процессов/ П.А.Дроговоз, В.А. Шиболденков, С.С. Вакунов // В сборнике: Десятые Чарновские чтения. Сборник трудов X Всероссийской научной конференции по организации производства. -2021. -С. 54-60.

29. Дьячков М.Е. Распределение трудовых ресурсов при планировании деятельности производственного подразделения в системе сервисного обслуживания вооружения и военной техники/ М.Е. Дьячков, П.А.Кобелев, В.А.Четвергов, Р.В.Шевченко // Сборник статей по материалам XXX международной научно-практической конференции «Технические науки: проблемы и решения». №12(28). Часть 1 – М., Изд. «Интернаука» – 2019.

30. Ермолова М.А. Система планирования работ для машиностроительного предприятия с конвейерной сборкой изделий // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. -2015. -№ 8 (665). -С. 79–85.

31. Ершова И. В. Оперативно-производственное планирование: учебное пособие/ И.В.Ершова, Т.А.Минеева, Е.В. Черепанова //Екатеринбург: Издательство Уральского университета, -2016.

32. Жариков Р. В. Инновационное обеспечение управления качеством машиностроительной продукции: теория, методология, практика: автореферат диссертации доктора экономических наук: 08.00.05 / Жариков Роман Викторович. Тамбов, 2011. 39с.

33. Загидуллин Р.Р. Определение оптимальной партии запуска в станочной системе для малых и средних машиностроительных предприятий // Автоматизация. Современные технологии. 2020. Т. 74. № 1. С. 16-19.

34. Засканов В.Г. Организация, оперативное планирование и управление производством предприятий машиностроения: Учебное пособие / В. Г. Засканов, Н. А. Оглеzneв – Самара: Самарский государственный аэрокосмический университет, –2000. – 290 с.

35. Иващенко А.В. Цифровизация организационной структуры управления производственным предприятием/ А.В. Иващенко, Т.В Никифорова. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. –2021. Т. 23. –№2(100). –С. 46-50.

36. Иващенко А.В. Формирование единого информационного пространства машиностроительного предприятия на основе проектно-производственной модели/ А.В. Иващенко, М.Е. Кременецкая, М.Ю.Лившиц// Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. –2006. –№41. –С. 82-89.

37. Ипатов М. И. Экономика, организация и планирование технической подготовки производства: Учебное пособие для студентов/ М.И. Ипатов, О.Г. Туровец — М.: Высшая школа, 2007. 319 с.

38. Исикава К. Японские методы управления качеством: Сокр. пер. с англ./Науч. ред. и авт. предисл. А. В. Гличев. — М.: Экономика, 1988. 215 с.

39. Ковальский В.И. Организация и планирование производства на машиностроительном предприятии: Учеб.пособие для машиностроительных техникумов – М.: Машиностроение, 1986. – 288 с.

40. Колесникова О.В. Разработка интегрированной системы управления дискретным машиностроительным производством на основе структурно-параметрической модели информационного пространства управления: диссертация кандидата технических наук: 05.13.06 / Колесникова Ольга Валерьевна. — Комсомольск-на-Амуре, 2016.

41. Колобов А.А. Менеджмент высоких технологий. Интегрированные производственно-корпоративные структуры: организация, экономика, управление, проектирование, эффективность, устойчивость/ А.А. Колобов, И.Н. Омельченко, А.И. Орлов—М.: Экзамен, - 2008. 621 с.

42. Кондратьев В.В. Показываем бизнес процессы. Навигатор для профессионала – 2-е изд., доп./ В.В.Кондратьев, М.Н. Кузнецов — М.: Эксмо, -2009.

43. Кириченко А. С. Организация конструкторско-технологической подготовки производства малых космических аппаратов: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.02.22 / Кириченко Алексей Сергеевич. – Самара, –2016. – 22 с.

44. Кузнецов П. М. Управление целеустремленной средой сопровождения изготовления изделий/ П.М. Кузнецов, В.К. Москвин // Информационные технологии в проектировании и производстве. –2016. – №1. –с. 58-64. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26203215> (дата обращения 06.02.2023).

45. Ложников А. Л. Совершенствование методов мониторинга процесса «входной контроль» на предприятиях оборонно-промышленного комплекса, на примере АО «БАЗ» //ТНаука и бизнес: пути развития. – 2021. – №11(125). – с. 91-96.

46. Лунев Н.А. Организация цифрового производства на базе программно-аппаратного комплекса планирования и мониторинга производственных процессов/ Н.А. Лунев, Г.Ф. Мингалеев, В.В. Трутнев // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. –2017. Т. 73. –№3. – с. 76-81.

47. Макаров А. В. Диверсификация как инструмент развития современного предприятия./ А.В. Макаров, А.Р. Гарифуллин - Известия УрГЭУ 2010. №1(27). С. 27-36.

48. Мауэргауз Ю. Е. «Продвинутое» планирование и расписания (AP&S) в производстве и цепочках поставок // Москва: Экономика, -2012. — 574 с.

49. Майрансаев З.Р., Планирование производственных потребностей в условиях неопределенности/ З.Р. Майрансаев, Г.С. Лапинский // Известия Южного федерального университета. Технические науки. –2010. Т. 106. – №5. –С. 238–241.

50. Мельников О.Н. Основные этапы инновационного развития организации производства с позиций динамики использования принципов бережливого производства/ О.Н. Мельников, В.Г. Ларионов, Н.А. Ганькин // Вопросы инновационной экономики. –2016. –№ 6(3). –с. 239-258.

51. Мингалеев Г.Ф. Методические аспекты оценки эффективности функционирования производственных систем/ Г.Ф. Мингалеев, В.М.

Бабушкин // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2012. – № 2. – С. 316-319.

52. Митрофанов С.П. Научная организация серийного производства. - Л., «Машиностроение», 1970. - 768 с.

53. Михалева Е.П. Управление производственной программой промышленного предприятия в условиях нестабильного рыночного спроса/ Е.П.Михалева, И.В. Доможирова // Экономический анализ: теория и практика. –2019. Т. 18. –№6(489). –С. 1057-1072.

54. Новиков Д. А. Кибернетика: Навигатор. История кибернетики, современное состояние, перспективы развития - М.: ЛЕНАНД, 2016. 160 с.

55. Новицкий Н. И. Организация производства на предприятиях: Учеб.-метод. пособие. - М.: Финансы и статистика, 2001. - 392 с.

56. Организация производства и управление предприятием: Учебник под ред. О. Г. Туровца И.: ИНФРА-М, 2004. 528 с.

57. Организация и планирование машиностроительного производства (производственный менеджмент): Учебник / К.А. Грачева, М.К. Захарова, Л.А. Одинцова и др.; Под ред. Ю.В. Скворцова, Л.А. Некрасова. – М.: Высшая школа, 2003. – 470 с.

58. Патрушев В.С. Инновации на предприятиях: внедрение концепции бережливого производства на высокотехнологичном предприятии с полным производственным циклом на примере АО «Сорбент»/ В.С.Патрушев, В.Л. Попов // Вестник Самарского государственного экономического университета. –2021. –№5(199). –с.54-65

59. Патрушев В.С. Модель управления изменениями при цифровизации компании/ В.С.Патрушев, В.Л. Попов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки. –2020. –№2. – с. 208-220.

60. Полетаева Е.В. Оптимизация последовательности запуска деталей в условиях группового производства/ Е.В. Полетаева, Е.А. Тымчук //

Вестник Тверского государственного технического университета. – 2017. – № 2(32). – с. 60-63.

61. Попов В.Л. Совершенствование модели управления развитием производственно-экономической системы/ В.Л. Попов, Р.Р. Зиннатуллин // Креативная экономика. –2019. Т13. –№1 – С. 139-150.

62. Практикум для профессионалов. Дополнения к учебному пособию: Операционные улучшения, Решения системы НТМК - ЕВРАЗ. М., 2010г., 90с.

63. Питеркин, С.В. Точно вовремя для России. Практика применения ERP-систем. / С.В. Питеркин, Н.А. Оладов, Д.В. Исаев – М.: Альпина Бизнес Букс. – 2005. – 368 с.

64. Родионова Н. В. Теория и методы организации производства. О научных направлениях организации производства. - Организатор производства. 2008. Вып.1. С. 9-13.

65. Самочкин В.Н. Закономерность гибкого развития машиностроительного предприятия как основа его конкурентоспособности // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. –2017. –№4-1. –с. 236-241.

66. Сафаргалиев М. Ф. Планирование производства новой продукции машиностроительного предприятия // Вестник экономики, права и социологии. –2012. –№3. –С. 109-113.

67. Словарь бизнес-терминов. Академик.ру. 2001. URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/business/9278> (дата обращения 06.02.2023).

68. Сорвина О.В. Современные тенденции управления логистическими системами на промышленном предприятии // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. 2017. – №2-1. –С. 300-306.

69. Таирова Е.В. Методы сетевого планирования в организации комплексов работ: учебное пособие. - Иркутск: ИрГУПС, –2007. – 95 с.

70. Телишев А.М. Особенности организации системы требований к нормативно-технической документации посредством автоматизации // *Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей XIV Международной научно-практической конференции*. В 2 ч. Ч. 2 - Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». - 2018. С. 97-100.

71. Телишев А. М. Разработка методов и средств планирования и управления производственными процессами подготовки производства новой продукции и их результатами: диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук: 05.02.22 / Телишев Александр Михайлович; научный руководитель И.Ш. Шарафеев; КНИТУ-КАИ. - Казань, 2018. - 171 с..

72. *Технология машиностроения. Часть I: Учебное пособие*/ Э.Л.Жуков, И.И Козарь, Б.Я. Розовский, В.В. Дегтярев, А.М, Соловейчик; Под ред. С.Л. Мурашкина. СПб.: Изд-во СПбГТУ. –1999. – 190 с.

73. *Технологическая подготовка производства. Проектирование и обеспечение деятельности предприятия. Т. III-1* / А.В. Мухин и др.; Под общ. Ред. А.В. Мухина. М.; Машиностроение, 2005. 256 с.: ил. (Машиностроение. Энциклопедия / Ред. Совет: К.В. Фролов (пред.) и др.)

74. *Толковый словарь «Инновационная деятельность»*. Термины инновационного менеджмента и смежных областей (от А до Я). 2-е изд., доп. — Новосибирск: Сибирское научное издательство. Отв. ред. В.И. Суслов. 2008.

75. Федеральный закон "О государственном оборонном заказе" от 29.12.2012 N 275-ФЗ.

76. Фостер Р., Каплан С. *Созидательное разрушение: Почему компании, «построенные на века», показывают не лучшие результаты, и что надо сделать, чтобы поднять их эффективность* / пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. С. 27.

77. Фролов Е.Б. Организация производственного процесса на предприятии при помощи метода вычисляемых приоритетов. / Е.Б Фролов, Ю.А. Тихонова, А.А. Корниенко // Вестник МГТУ «Станкин». – 2012. – № 1(19) – С.73-76.

78. Фролов Е.Б. MES-системы, как они есть, или эволюция систем планирования производства./ Е.Б. Фролов, Р.Р. Загидуллин // Станочный парк. -2008. -№ 10 (55). -С. 31–37.

79. Хаймович И.Н. Управление качеством конструкторско-технологической подготовки производства на основе информационных стандартов предприятия / И.Н. Хаймович, Е.А. Ковалькова // Вестник Самарского муниципального института управления. – 2018. – №1. – С. 60-70.

80. Хлынин Э.В. Критерии и факторы формирования рациональной производственной программы предприятия // Известия ТулГУ. Экономические и юридические науки. 2017. № 2-1. С. 233-242.

81. Цырков А. В. Проектно-операционное управление в машиностроительном производстве/ А.В. Цырков, П.М. Кузнецов, Г.А. Цырков, Е.А. Ермохин, В.К. Москвин // Вестник Мордовского университета. –2018. Т. 28, –№4. –С. 511-522.

82. Цырков А.В. Управление жизненным циклом продукции с позиций нового уклада организации производственных систем/ Цырков А.В., Е.С. Юрцев, А.В. Рагуткин, Г.А. Цырков, Е.А. Ермохин // Качество и жизнь. 2019 – №2(22). –с. 28-34.

83. Чарновский Н. Ф. Технико-экономические принципы в металлопромышленности. Москва: «Мосполиграф», 1927. 247 с.

84. Червяков Л.М. Интеллектуальные производственные системы: взгляд изнутри/ Л.М.Червяков, А.В.Олейник, Н.А.Бычкова // СТИН. 2019. № 7. С. 11-14.

85. Четвергов В.А. Анализ современных концепций планирования для машиностроительных предприятий и их применимость для этапа освоения

новых продуктов/ В.А. Четвергов, М.В. Волков, Н.С. Зинец // Русский инженер. – 2020. – №03(68). – с. 39-41.

86. Четвергов В.А. Особенности планирования и управления производственным процессом освоения нового изделия на вновь созданном предприятии оборонно-промышленного комплекса // Сборник статей IV Международной научно-практической конференции «Формирование конкурентной среды, конкурентоспособность и стратегическое управление предприятиями, организациями и регионами». Пенза, 2019. 261-266 с.

87. Четвергов В.А. Итерационное моделирование, как инструмент управления производственными процессами на предприятии ОПК, с учетом освоения изготовления новых изделий // ВЕСТНИК СПГУТД. Серия 4. – 2023. – №1. – с. 61-64.

88. Четвергов В.А. Методика управления постановкой на производство изделия военного назначения // Стандарты и качество. – 2023. – №5(1031). – с. 98-99.

89. Четвергов В.А. Использование методов модельно-ориентированного системного инжиниринга при создании методики планирования производственного процесса освоения новых продуктов на предприятиях ОПК/ В.А. Четвергов, К.О. Вычегжанин, А.А. Поляков // Русский инженер. – 2021. – №03(72). – с. 28-31.

90. Четвергов В.А. Создание модели плана производства на машиностроительном предприятии/ В.А. Четвергов, Н.С. Зинец, М.Е. Дьячков, П.А. Кобелев // Сборник статей VII Международной научно-практической конференции «Стратегическое развитие инновационного потенциала отраслей, комплексов и организаций». – Пенза. – 2019.

91. Чурилин С.В. Базовая концептуальная модель данных конструкторско-технологической подготовки производства в едином информационном пространстве предприятия/ С.В. Чурилин, И.Н. Хаймович // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. –2020. Т. 22. –№ 4(96). –с.57-63.

92. Шинкевич А.И. Разработка рекомендаций по стратегическому планированию цифрового развития подсистемы подготовительного производства резинотехнических изделий на АО «КВАРТ» (Казань)/ А.И. Шинкевич, М.Е. Надеждина, М.В. Шинкевич // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. –2021. Т. 77. –№3. –с. 83-87.

93. Щетинина И.В. Повышение конкурентоспособности промышленного предприятия на основе формирования «бережливого склада»/ И.В. Щетинина, С.В. Амелин, В.Н. Родионова // Организатор производства. 2019. –Т. 27. –№4. –С.79-91.

94. Филипп Б. Кросби Качество бесплатно. // Нью-Йорк: Макгроу-Хилл, 1979. 309 с.

95. Joseph M. Juran, A. Blanton Godfrey. Juran's quality handbook. New York.: R. R. Donnelley & Sons Company, 1998. 1730 p.

96. Vasiliev V.A., Aleksandrova S.V., Aleksandrov M.N. Integration of quality management and digital technologies. Proceedings of the 2017 International Conference: Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies, IT and QM and IS 2017. –2017. –P. 454-456.

97. Vasiliev V.A. Quality Management in Manufacturing and Technological Systems/ V.A. Vasiliev, E.Y. Barmenkov, E.B. Bobryshev, D.B. Nosova // Metally [Russian Metallurgy], –2019. №13. –P. 200–203.

Приложение

УТВЕРЖДАЮ
 Заместитель генерального директора
 по производству



С.В. Горн
 02 2023г.

АКТ

о внедрении в процессы производственного менеджмента
 результатов диссертационной работы Четвергова В.А.
 на соискание учёной степени кандидата технических наук

Настоящим актом подтверждается, что результаты диссертационной работы Четвергова В.А. «Совершенствование инструментов управления постановкой на производство новой продукции на машиностроительных предприятиях» применяются на АО «ВМП «АВИТЕК» для определения критических направлений, требующих первоочередного управленческого воздействия с целью недопущения критических отклонений, способных повлиять на длительность всего процесса постановки на производство нового изделия.

Внедрение и автоматизация указанных результатов позволяют выявить наиболее критические направления для адресных управленческих воздействий, что позволяет достигать требуемой эффективности производственного процесса и сокращать длительность постановки на производство нового изделия.

Главный диспетчер,
 начальник производственно-
 диспетчерского отдела



Е.В. Арасланова

Начальник производства
 по новой специальной технике



А.А. Кожинов

Начальник отдела
 подготовки производства



П.И. Ширяев