

Министерство образования и науки Российской Федерации
Санкт–Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт передовых производственных технологий

Работа допущена к защите
Руководитель образовательных
программ по направлению 27.04.06

_____ П.А. Аркин
« ___ » _____ 2019 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА МАГИСТРА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА И ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ОПТИМИЗАЦИИ МАТЕРИАЛЬНЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ЗАПУСКА В НАУКОЕМКОМ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

по направлению 27.04.06 Организация и управление наукоемкими
производствами

Выполнил

Студент гр. 14343 _____

А. С. Маркина

Руководитель

Заведующий БК ПУНП,

д.э.н., доцент _____

К.А. Соловейчик

Санкт-Петербург
2019

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
Глава 1. Методологические основы разработки информационных систем на производственном предприятии	8
1.1. Роль информационных систем в деятельности производственного предприятия	8
1.2. Этапы разработки и внедрения информационной системы на производственном предприятии	10
1.3. Выбор программной системы автоматизации планирования и учёта выпускаемой продукции на производственном предприятии	14
Глава 2. Требования к автоматизированной системе планирования производства и выпуска продукции	18
2.1. Система оперативного управления производством	18
2.2. Учет при планировании обеспеченности производства	21
2.3. Процесс планирования наукоемкого производства	28
2.4. Планирование в системе оперативного управления производством 1С:MES	33
Глава 3. Разработка модели выбора приоритета планирования маршрутных карт в машиностроительном производстве	36
3.1. APS – планирование. Первый уровень планирования запуска производства	36
3.2. MES – планирование. Второй уровень планирования запуска производства	39
3.3. Математическая модель выбора приоритетов маршрутных карт	42
3.4. Пример использования математической модели выбора приоритета планирования маршрутных карт производства	47
Заключение	52
Список использованных источников	55
Приложение 1	58

ВВЕДЕНИЕ

Все предприятия, функционирующие в конкурентной среде, стремятся повышать конкурентоспособность, совершенствуя свою деятельность. Одним из способов повышения эффективности является переход к более совершенным механизмам управления предприятия. Данным механизмом является автоматизированная информационная система, которая объединит управление финансами, персоналом, снабжением, сбытом и процесс управления производством. [30]

В современных условиях важной областью стало информационное обеспечение, которое заключается в сборе и переработке информации, требуемой для принятия целесообразных управленческих решений. Передача информации между взаимодействующими и взаимосвязанными подразделениями предприятия производится с помощью современных электронно-вычислительных машин и иных средств связи. [6]

Предприятию необходима система планирования загрузки производственных мощностей, которая будет объективно отражать установившуюся экономическую ситуацию, для принятия целесообразных управленческих решений, в условиях динамично развивающейся рыночной экономики. [16]

Актуальность выбранной темы выпускной квалификационной работы обусловлена ростом роли использования информационных ресурсов в управлении и планировании деятельности производственного предприятия, вследствие увеличения интереса к управлению издержками, на фоне роста конкуренции, необходимости решения задач закупок и сбыта, увеличении заказов на производство и др.

Объект исследования. Объектом исследования в данной выпускной квалификационной работе является процесс планирования запуска в наукоемком машиностроительном производстве, а также системы планирования производства.

Предмет исследования. Предметом выпускной квалификационной работы являются организационно - экономические составляющие процесса планирования запуска в наукоемком машиностроительном производстве

Цель исследования. раскрытии процесса внедрения системы планирования в наукоемком машиностроительном производстве, разработка методики планирования, а также математической модели выбора приоритета планирования маршрутных карт производства на первом уровне планирования.

Для достижения поставленной цели были выделены следующие задачи:

1. Анализ роли информационных технологий и информационных систем в деятельности предприятий.
2. Определить этапы внедрения автоматизированной системы планирования.
3. Определить требования к системе оперативного планирования наукоемкого производства.
4. Описать двухуровневую модель планирования производства.
5. Разработать математическую модель выбора приоритета планирования маршрутных карт производства.

Теоретической и методологической базой исследования являются работы отечественных и зарубежных ученых в области планирования и управления наукоемким производством. Методологическую основу, по большей части, составляют общелогические и эмпирические методы – анализ, описание и моделирование.

Информационную базу составляет информация, полученная в ходе прохождения производственной практики.

Научная новизна данной выпускной квалификационной работы заключается в разработке математической модели выбора приоритета планирования маршрутных карт производства на первом уровне планирования.

Практическая значимость работы состоит в возможности внедрения разработанной модели в систему автоматизированного управления предприятием.

Апробация работы прошла в рамках работы в лаборатории управления производством на базе ОАО «ЛЕНПОЛИГРАФМАШ», а также, в публикации научной статьи в рецензируемом издании рекомендованном ВАК Минобрнауки России:

- «Модель выбора приоритета планирования маршрутных карт в машиностроительном производстве», в журнале «Организатор производства», выпуск №2, 2019 г.

ГЛАВА 1. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

1.1. Роль информационных систем в деятельности производственного предприятия

Прибыль и повышение эффективности бизнеса являются конечной целью любого предприятия. В современных условиях рынка, к промышленным производствам предъявляются высокие требования к конкурентоспособности. Отсюда вытекает необходимость высокого темпа закупки материала и запуска продукции в производство. Так же, данные требования налагают соответствие повышенным требованиям качеству выпускаемой продукции, и ее соответствие рынку. [5]

Автоматизированные информационные системы (АИС), на сегодняшний день, рассматриваются как одна из важнейших составляющих инфраструктуры бизнеса. АИС нашли применение в качестве инструмента регулирования всей совокупности задач управления предприятием, среди которых [23]:

- планирование производственной деятельности;
- управление закупками, запасами и продажами;
- управление финансами;
- управление персоналом;
- управление затратами;
- управление проектами;
- проектирование технологических процессов и др.

Основополагающей для любого коммерческого предприятия является задача управления заказами и продажами. Предприятие получает доход непосредственно от реализации продаж. [28] Начиная от «входа» - поступления заказа, до «выхода» - отгрузки продукции клиенту, бизнес-

процесс продаж связывает во взаимосвязанную последовательность все процессы предприятия, включая производство, снабжение, финансы и др. Требуется эффективная координация всех отделов компании. [11]

Информация, которую подготавливает АИС, обеспечивает увеличение эффективности оборота товарно-материальных ценностей (ТМЦ). Это возможно, благодаря решению задач формирования и контроля над исполнением планов закупки ТМЦ на основании потребностей производства и сбыта продукции (товаров, услуг), вследствие чего оптимизируется объем и структура складских запасов, снижается вероятность прерывания производственного процесса, из-за нехватки требуемых материалов и комплектующих. [27]

Вследствие большого количества номенклатурных позиций на современных производственных предприятиях, становится тяжело планировать производственный процесс без применения современных АИС. В каждую номенклатурную позицию может входить множество материалов и полуфабрикатов, которые так же могут состоять из многих других. [7] Планирование, проведенное автоматически, поможет не допустить высоких погрешностей в расчетах и несогласованность действий отделов, а, при необходимости, допускается ручное внесение изменений в саму программу. Благодаря АИС возможна непрерывная диспетчеризация производства.

Деятельность, которая базируется на информации, является основой всей деятельности промышленного предприятия. Только организация, основанная на информации, позволит предприятию успешно развиваться и результативно конкурировать на стремительно меняющемся рынке. [25]

Проектирование ИС базируется на интеграции различных модулей, принципе единовременного ввода данных, взаимосвязи хранимых данных, возможности создания отчетов, свободном доступе к информации, ориентации на конечного пользователя и т. д. [9]

Внедрение современных ИТ позволит управлять предприятием в режиме реального времени. Следствием станет увеличение пропускной

способности каналов информации, и возможность осуществлять процессы не только последовательно, но и параллельно.

Требования к современным ИС:

- масштабируемость (возможность увеличить необходимую производительность системы, как по количеству операций, так и по числу пользователей);
- надежность (устойчивость системы к сбоям);
- управляемость (ИС не должна отнимать слишком много ресурсов на свое обслуживание);
- опора на стандарты (современные стандарты информационных технологий).

Каждая компания разрабатывает свой список требований к системе, однако данные пункты являются основополагающими.

Внедрение АИС на производственном предприятии способствует принятию правильных решений по совершенствованию конкретных процессов, позволяет снизить затраты, укрепляет коммуникации, что в дальнейшем принесет увеличение прибыли предприятия. [12]

1.2. Этапы разработки и внедрения информационной системы на производственном предприятии

Современное предприятие в настоящее время является сложной системой элементов, взаимосвязанных и взаимодействующих, как между друг другом, так и с внешней средой — подрядчиками, поставщиками, клиентами. Продвижение бизнеса на рынке постоянно усложняет систему – увеличивается количество сотрудников, клиентов и партнеров, повышаются объем обрабатываемой информации. Усложняются бизнес-процессы, процессы координации и контроля работы служб и фирмы в целом.

Для динамично развивающейся компании, которая стремится сохранять и преувеличивать свои конкурентные преимущества,

оптимизировать ресурсы и повысить качество предоставляемых услуг, внедрение ИС, которая автоматизирует основные бизнес-процессы, является последовательным шагом к развитию. [8]

Типовой проект внедрения ИС обычно включает в себя следующие этапы [1]:

I. Обследование бизнес-процессов предприятия, составление модели «как есть»:

Обследование бизнес-процессов является важным этапом проекта, который позволит выявить существующие проблемы предприятия и разработать рекомендации по способам их решения. [14] Обследование состоит из нескольких этапов:

1. Сбор информации о бизнес-процессах, проведение интервью с руководителями.

2. Моделирование и анализ бизнес-процессов («как есть»), оценка их эффективности.

4. Разработка рекомендаций по совершенствованию бизнес-процессов с помощью реорганизации бизнес-процессов, автоматизации процессов, что позволит сократить время исполнения операций и повысит их качество, посредством сокращения воздействия «человеческого фактора».

II. Разработка концепции информационной системы:

Этапы разработки концепции:

1. Определение целей. На основании анализа целей и задач организации, уже имеющихся информационных ресурсов и планов их развития, а также ресурсов, доступных для разработки и эксплуатации автоматизированной системы, формулируются цели проекта.

2. Определение основных задач. Для автоматизированной системы указываются конкретные задачи, которые данная система должна решать.

3. Определение рисков. Оценка возможных рисков во время разработки и эксплуатации автоматизированной системы.

4. Согласование результатов анализа с руководством предприятия.

III. Составление модели бизнес-процессов «как будет»:

На данном этапе описываются планируемые изменения бизнес-процессов, вызванные появлением информационной системы;

IV. Разработка технического задания на информационную систему:

Техническое задание является основным документом, который определяет требования и порядок создания (развития) автоматизированной системы, в соответствии с которым проводится разработка проекта и его приемка при вводе в эксплуатацию.

V. Настройка существующих и разработка новых модулей информационной системы:

На данном этапе, при необходимости, система дорабатывается под нужды конечного пользователя.

VI. Развертывание информационной системы на площадке заказчика:

Происходит внесение первичных данных в систему, для успешного функционирования предприятия, без потери важных исторических данных. Информационную систему тестируют конечные пользователи.

VII. Обучение сотрудников компании работе в информационной системе, опытная эксплуатация системы:

При внедрении автоматизированной информационной системы, в плане проектных работ должен присутствовать пункт о проведении обучения конечных пользователей работе с системой.

Целью стадии «Опытная эксплуатация» является получение уверенности в том, что пользователи могут осуществлять работу в новой системе на ежедневной основе, а также удостовериться, что система соответствует потребностям и ожиданиям заказчика.

VIII. Интеграция новой системы со смежными информационными системами компании:

В случае, когда на предприятии уже внедрена какая либо информационная система (например: бухгалтерская), необходимо провести интеграцию между существующей и внедряемой информационными системами. Данный этап позволит исключить двойной ввод информации. [13]

IX. Перевод системы в промышленную эксплуатацию:

При достижении целей автоматизации по результатам стадии «Опытная эксплуатация» принимается решение о переводе системы в стадию «Промышленной эксплуатации», в рамках которой осуществляется полноценная работа пользователей только в новой системе, работа в старой системе прекращена.

X. Сопровождение информационной системы.

Сопровождение – это внесение изменений в эксплуатируемую систему.

Цели изменений:

- исправление ошибок,
- адаптация к изменениям внешней для информационной системы среды,
- усовершенствование информационной системы по требованию заказчика.

В настоящий период, существует множество решений на различных платформах, которые позволяют за короткое время автоматизировать деятельность предприятий. Ими являются различные MRP, ERP, а также популярные в России и странах СНГ системы на базе «1С:Предприятие». Однако каждое предприятие имеет свои особенности, которые невозможно изначально учесть в типовом пакете. К тому же, при внедрении зарубежных систем, необходимо принять во внимание, что они не предусмотрены на

специфику деятельности на российских рынках, это может значительно увеличить сроки внедрения системы.

1.3. Выбор программной системы автоматизации планирования и учёта выпускаемой продукции на производственном предприятии

Задачи планирования производства продукции решаются с внедрением MES-систем.

MES-системы (manufacturing execution system – информационная система производственной среды предприятия), автоматизированные системы предназначенные для внутрицехового планирования и отслеживания хода выполнения производственных заказов. [19] Позволяет рассчитать расписание производства отталкиваясь от анализа технологического процесса.

Задачи, которые может охватывать MES-система:

- распределение ресурсов и контроль за их доступностью ресурсов (построение расписания производства, хранение справочников технологической подготовки производства, норм качества, законодательных документов и т.д.);
- диспетчеризация производства (управление заказами на производство, управление сырьем и полуфабрикатами, контроль выполнения плана, контроль остатков);
- сбор данных, управление качеством (сбор данных от систем АСУТП, проверка качества и достоверности данных, сбор и архивирование, долговременное хранение, управление лабораторными данными);
- управление техническим обслуживанием;
- анализ производительности (статистический и математический анализ, контроль производительности процесса, учет времени работы и простоя оборудования, создание отчетов);
- составление производственных расписаний;

- контроль документов (электронный документооборот);
- управление трудовыми ресурсами (управление персоналом);
- координация технологических процессов и отслеживание готовой продукции.

Системы оперативного планирования и управления производством, внедряемые на российских предприятиях, отражены на Рис. 2.

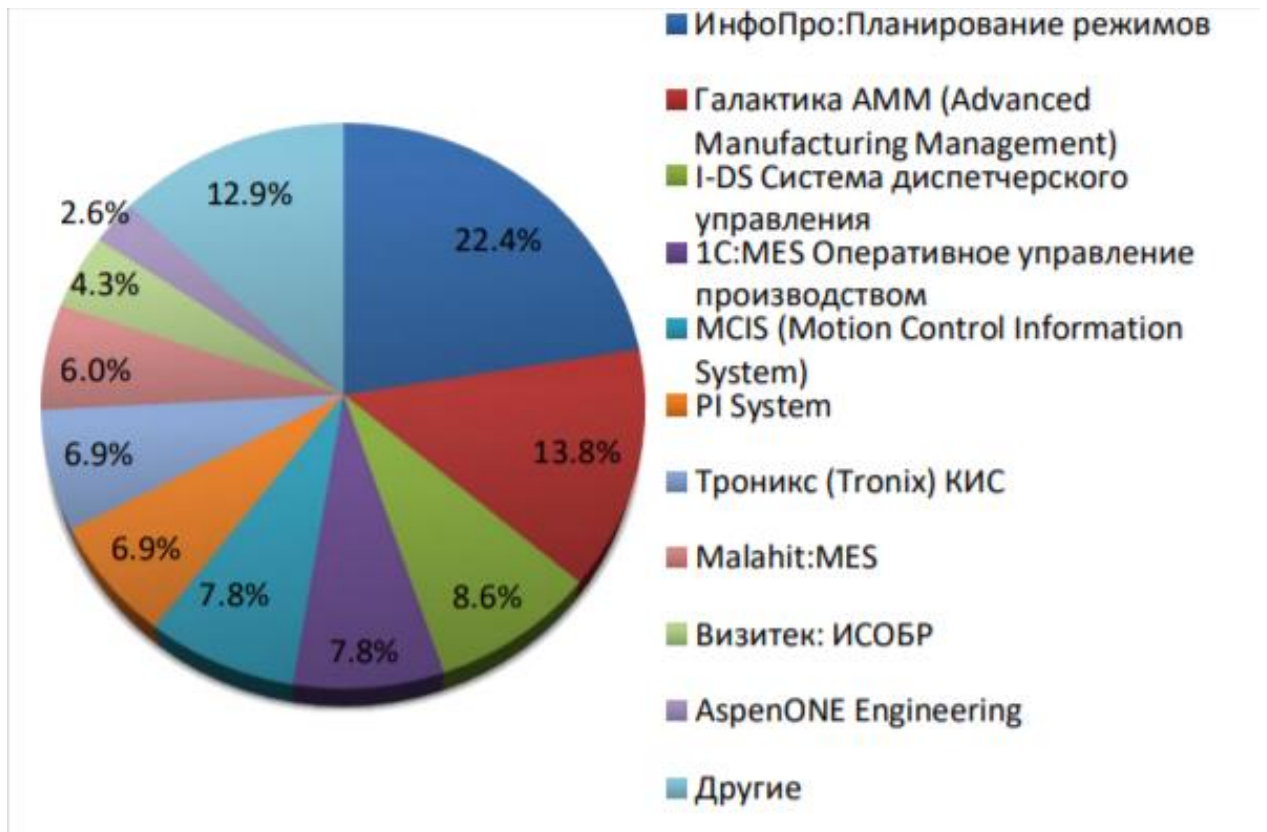


Рис. 1.2. Внедрение MES-систем в России

На рисунке можно увидеть количество внедрений по каждому программному продукту, в процентном соотношении от общего числа внедрений в России.

Для внедрения на объекте автоматизации была выбрана система 1С:MES. Выбор обусловлен следующими факторами:

- На предприятии используется система 1С:УПП, а в 1С:MES реализован типовой обмен с 1С:УПП.
- Все программы 1С имеют открытый код, поэтому их возможно дорабатывать и поддерживать силами собственных специалистов

(а не специалистами вендора). А также, программы 1С относительно просто кастомизируются под требования заказчика.

- Возможность масштабирования программных продуктов.
- Гибкая настройка отчетов и группировок.
- Фирма 1С осуществляет поддержку своих программ и своевременно выпускает необходимые обновления (в соответствии с изменениями, например законодательными).
- Системы программ на базе 1С являются одними из самых недорогих.

Обзор системы «1С:Предприятие 8»

Система программ «1С:Предприятие 8» состоит из платформы и прикладных решений, которые разрабатываются на основе платформы, под нужды определенных организаций. Платформа не используется конечным пользователем, т.е. не является программным продуктом. Пользователи работают с прикладными решениями – конфигурациями. Благодаря использованию единой платформы, можно разработать конфигурации для различных видов деятельности. [2]

Обзор конфигурации 1С: MES Оперативное управление производством

Программный продукт «1С:Предприятие 8. MES Оперативное управление производством» используется для решения оперативных производственных задач и повышения эффективности управления и контроля процесса производства на цеховом уровне. [15]

Данная конфигурация относится к классу MES (manufacturing execution system) – систем управления производственными процессами, которые предназначены для координации, анализа выпуска продукции в рамках какого-либо производства. [3]

Большой эффект конфигурации «MES Оперативное управление производством» дает при совместном использовании с ERP-решением, когда задачи объемно-календарного планирования и выполнения экономических

расчетов решаются на уровне ERP системы, а задачи пооперационной оптимизации и управления на MES – уровне. [15]

ГЛАВА 2. ТРЕБОВАНИЯ К АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ВЫПУСКА ПРОДУКЦИИ

2.1. Система оперативного управления производством

Производственные цеха являются объектами управления. На предприятии необходимо организовать управление ими таким образом, чтобы управляющая ими часть была адекватна их структуре. Такой частью на предприятиях выступает система оперативного управления производством (ОУП). Ядром системы ОУП является подсистема оперативно-производственного планирования (ОПП). [30]

Подсистема ОПП задает динамику производственным цехам, а также позволяет обеспечить взаимодействие составляющих цехов, для достижения поставленных целей, т.е. выдачи эффективных конечных результатов. Поэтому ОПП функционально организуется как процесс, благодаря которому цех (управляемый объект) адаптирует, оптимально перераспределяет свои ресурсы в зависимости от внутренних и внешних изменений. От корректности построения подсистемы ОПП в значительной степени зависят ритмичность и эффективность производства. [4]

Цель внедрения системы ОПП заключается в оптимизации организации движения товарно-материальных ценностей (материала, деталей, сборочных единиц, комплектующих), с учетом последовательности выполнения операций и доступных производственных ресурсов. Можно выделить следующие критерии, позволяющие оценить достигнутые цели и адекватность построения системы ОПП [10]:

- Производственная программа должна быть выполнена в полном объеме, директивные сроки заказов на производство должны быть соблюдены;
- Средства производства (оборудование, ресурсы) должны быть использованы рационально;

- Производство должно быть максимально ускорено, а связывание оборотных средств сведено к минимуму.

Реализуя содержанием своих работ 1й и 2й критерии, ОПП обеспечивает успешное выполнение каждым цехом, предприятием, объединением плановых заданий по номенклатуре, количеству и объему реализации продукции, влияет на улучшение показателей использования основных фондов, повышение производительности труда, снижение себестоимости и увеличение прибыли. Реализация в разрабатываемых плановых заданиях и графиках 1го и 3го критериев позволяет сократить длительность производственных циклов, улучшить использование оборотных средств и повысить рентабельность производства. [26]

Внутренним критерием, который позволяет оценить работу системы ОПП, объединяющим все факторы ее воздействия на ход и конечные результаты производства, являются показатели ритмичной работы. Главной целевой задачей подсистемы ОПП является равномерная организация и поддержание ритмичности в производственных подразделениях. [22]

Ритмичная работа предприятия подразумевает, что работа подразделений (основного производства, а также технических служб), относящихся к основному производству будет взаимосвязанной и согласованной, а также будет основываться на предварительно разработанном объемно-календарном графике производства продукции. При разных типах производства, показатели ритмичности отличаются:

- массовый тип производства – ритмичность планируется и учитывается по каждому предмету производства, в соответствии с тактом работы конвейера. [18]
- крупносерийное производство – применяют часовые, сменно-суточные графики работ.
- мелкосерийном и единичном производстве при изготовлении простых и малогабаритных изделий используют пятидневные или декадные план-

графики работ, а при изготовлении сложных крупногабаритных трудоемких изделий показатель ритмичности устанавливают в соответствии с календарным графиком выполнения работ.

Комплекс функциональных задач, решаемых системой ОПП, должен быть представлен тремя взаимосвязанными блоками планирования производства [20]:

- Объемным;
- Календарным;
- Оперативным.

Блок объемного планирования сводится к построению производственных программ предприятия, цехов, участков, линий и обоснованию их объемными расчетами загрузки подразделений. Блок календарного планирования сводится к построению сложной совокупности взаимоувязанных сроков движения изделия и частей в производстве в виде календарных план-графиков. Блок оперативного планирования сводится к разработке пятидневных (недельных, декадных) и сменных (суточных) заданий цехам, участкам, линиям, бригадам, РЦ, а также к оперативному учету, контролю исполнения заданий и регулированию хода производства.

В элементный состав системы ОПП входят трудовые ресурсы - административно-управленческий персонал заводской и цеховых служб производства (инженеры, техники, плановики, диспетчера, старшие работники); технические средства - ПК, оргтехника, диспетчерские устройства и др.; экономическо-математические методы - специальные методы математического программирования, различные модели, логико-математические и эвристические алгоритмы, машинные программы решения задач; информационное обеспечение - карты технологических процессов, нормативы и нормы трудоемкости, календарно-плановые нормы, графики и различная планово-учетная документация. [24]

«1С:MES Оперативное управление предприятием». Предпосылкой к созданию автоматизированной системы «1С:MES Оперативное управление предприятием» явилась потребность машиностроительных предприятий в наличии информации о прогнозных сроках изготовления заказанных изделий до перехода к этапу детального внутрицехового производственного планирования. Необходимость оперировать большим массивом исходных данных, используемых при планировании производственного процесса машиностроительного предприятия, позволяет говорить о целесообразности модуля, который агрегирует исходные данные и позволяет без использования избыточной информации получить прогнозные сроки изготовления изделий, которые могут быть переданы в модуль внутрицехового планирования для дальнейшего распределения работ на конкретные рабочие центры.

2.2. Учет при планировании обеспеченности производства

Используемые на предприятии программные продукты:

- 1С:УПП (Заказы поставщикам, требование-накладная)
- Бумажные носители (сертификаты, паспорта, сопроводительные ярлыки и др.);

Описание процессов, относящихся к производству:

- Заказы поставщикам оформляются на основании плана производства, используется система 1С:УПП.
- Потребности в материалах формируются на основании плана производства.
- Передача материала в производство происходит по необходимости, посредством документов Лимитно-заборная карта (в бумажном виде) и Требование-накладная (в системе 1С:УПП).

Входной контроль:

Сотрудники входного контроля используют в работе СТП 36.20-2005, в котором описан объем и процедура проведения входного контроля.

При приемке материалов и ПКИ кладовщик проверяет наличие сопроводительной документации и целостность тары.

Номенклатура, подлежащая входному контролю, регистрируется в бумажном виде в «Журнале входного контроля» кладовщиком.

Документом, удостоверяющим качество номенклатуры, может выступать: паспорт, сертификат качества, удостоверение, карта качества, свидетельство о приемке и др.

Сотрудниками БТК входного контроля проверяются списки поставщиков, которым разрешена поставка предъявляемого на контроль материала. Данные списки ведутся в бумажном виде. На текущий момент обсуждается возможность проверки поставщиков в УМО (кладовщиком).

Для прохождения контроля технических параметров плавки отправляются в ЦЗЛ. На основании проведенного контроля ЦЗЛ оформляет протокол о соответствии.

Для прохождения контроля технических параметров ПКИ отправляются в БТК цеха. На основании проведенного контроля БТК цеха 22 оформляет протокол о соответствии.

Имеется список номенклатурных позиций, контроль которых производится с участием Заказчика (покупателя агрегатов (Военный представитель)).

В случаях, когда ПКИ является сборочной единицей, сотрудники БТК не имеют права разбирать изделие.

Если номенклатура подлежит хранению на складе, оформляется «Сопроводительный ярлык», который крепится к материалу и хранится на складе. Сопроводительные ярлыки со временем выцветают, вследствие чего теряется прослеживаемость. На текущий момент остатки по складам заносят в 1С:УПП с указанием места хранения в свойствах номенклатуры.

ПКИ передаются в СГД с документами, описывающими параметры (сертификат, паспорт, руководство по эксплуатации).

Если продукция не прошла входной контроль, УМО формирует «Рекламационный акт», производится возврат поставщику. В случае несогласия с рекламацией, поставщик может повторно прислать продукцию с тех. отчетом. Процедура регистрации и проверки поступающей номенклатуры после возврата повторяется.

Предложения по автоматизации

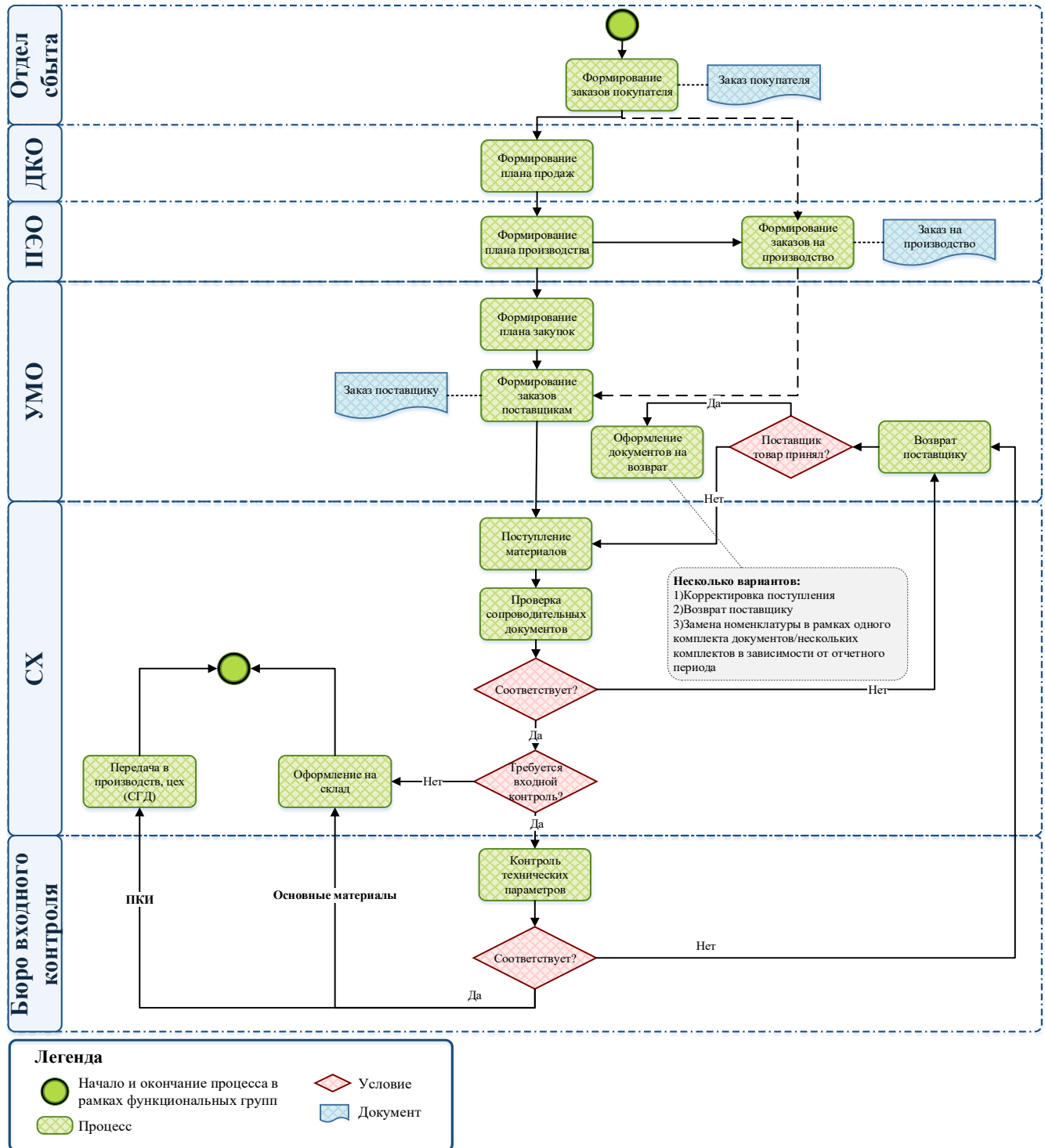


Рис. 2.1 Схема обеспечения потребности производства

Описание схемы обеспечения потребности производства

<i>Задача</i>	<i>Описание</i>	<i>Комментарий</i>
Формирование заказов покупателя	Оформление документов «Заказ покупателя» в системе 1С:УПП.	
Формирование плана продаж	Необходима возможность формирования в системе плана продаж.	<p>В типовом функционале 1С:УПП для планирования можно использовать обработку «Помощник планирования».</p> <p>Планирование продаж происходит на основании заказов покупателей. Для этого, на вкладке стратегии расчета количества и суммы в качестве источника выбрать Заказы покупателей.</p> <p>Для обособленного ведения заказов покупателей в режиме преобразования необходимо выбрать заказы.</p>
Формирование плана производства	Необходима возможность формирования в системе плана производства.	<p>В типовом функционале 1С:УПП для планирования можно использовать обработку «Помощник планирования».</p> <p>Планирование производства происходит на основании плана продаж. Для этого, на вкладке стратегии расчета количества и суммы в</p>

<i>Задача</i>	<i>Описание</i>	<i>Комментарий</i>
		<p>качестве источника выбрать Планы продаж.</p> <p>Для обособленного ведения заказов покупателей в режиме преобразования необходимо выбрать заказы.</p>
<p>Формирование заказов на производство</p>	<p>Необходима возможность формирования в системе заказов на производство на основании плана производство и заказов покупателей.</p>	<p>Для обособленного ведения заказов покупателей, в типовом функционале 1С:УПП заказы на производство можно формировать на основании заказов покупателей.</p> <p>В типовом функционале системы 1С:УПП нет возможности формировать заказы на производство на основании плана производства. Необходима доработка системы.</p>
<p>Формирование плана закупок</p>	<p>Необходима возможность формирования в системе плана закупок.</p>	<p>В типовом функционале 1С:УПП для планирования можно использовать обработку «Помощник планирования».</p> <p>Планирование закупок происходит на основании плана производства. Для этого, на вкладке стратегии расчета количества и суммы в качестве источника выбрать Планы производства.</p> <p>Для обособленного ведения заказов покупателей в режиме</p>

<i>Задача</i>	<i>Описание</i>	<i>Комментарий</i>
		преобразования необходимо выбрать заказы.
Формирование заказов поставщикам	Необходима возможность формирования в системе заказов поставщикам.	<p>В типовом функционале 1С:УПП для автоматического формирования заказов поставщикам можно использовать форму заполнения по данным подсистемы планирования.</p> <p>Для автоматического заполнения контрагента в заказе поставщику, необходимо, чтобы в карточке номенклатуры был заполнен основной поставщик.</p>
Входной контроль	Необходима возможность ведения в системе входного контроля.	<p>В типовом функционале 1С:УПП не реализован модуль входного контроля.</p> <p>Предлагается реализовать в 1С:УПП (не в журнал предъявления) возможность отметки кладовщиком результатов первичного осмотра (целостность тары, наличие сопроводительных документов).</p> <p>Реализовать в системе 1С:УПП возможность автоматического предъявления номенклатуры на контроль, после оприходования товаров.</p> <p>Реализовать в системе 1С:УПП возможность</p>

<i>Задача</i>	<i>Описание</i>	<i>Комментарий</i>
		<p>регистрации документа качества, с указанием основных реквизитов.</p> <p>Реализовать ведение списка поставщиков в системе 1С:УПП (не разрешать предоставлять номенклатуру на контроль, если поставщик не соответствует данному списку).</p> <p>Для случаев, когда входной контроль должен проходить с присутствием Заказчика, разработать отчет, либо уведомление о необходимости вызова Заказчика.</p>
Оформление материалов и ПКИ на склад	Необходима возможность оформления на склад поступающих материалов и ПКИ.	В типовом функционале системы 1С:УПП, для оформления поступающих материалов и ПКИ, используются документы «Приходный ордер» и «Поступление товаров и услуг», которые оформляются на основании документа «Заказ поставщику».
Возврат поставщику	Необходима возможность оформления возвратов поставщику.	В типовом функционале системы 1С:УПП для оформления возврата используется документ «Возврат товаров поставщику». Для формирования печатной

Задача	Описание	Комментарий
		формы «Рекламационный акт» необходима доработка системы 1С:УПП.

2.3. Процесс планирования наукоемкого производства

Текущее состояние. Формирование планов производства:

1. В 1С:УПП создаются заказы от покупателей, оформляются договора со спецификациями. ПЭО формирует годовой план производства в разрезе месяцев (сводная таблица) и передает план на согласование в ПДО. ПДО после корректировки передает план в ПЭО и согласует с УМО сроки поставки материалов.
2. На основании скорректированного плана производства ПЭО расписывает план производства с учетом норм трудоемкости, стоимости;
3. При появлении нового заказа на производство общий годовой план не корректируется, но корректируется квартальный и месячный.
4. Партия деталей может разбиваться для обработки на разных РЦ из группы заменяемости (обрабатываемая партия). Также часть обработанных деталей по маршрутной карте может передаваться на следующую операцию, для сокращения сроков производства (при отклонении от графика).
5. У каждой группы РЦ может быть свой график работы. Чаще всего производство идет в две смены. Пересменок между первой и второй не считать временем недоступности – не добавлять время ПЗ к штучной партии. Время ночное между второй и первой сменой следующего дня считать временем недоступности – время ПЗ для первой смены добавлять.

6. В системе необходимо предусмотреть возможность изменения ответственным пользователем тех. процесса в рамках маршрутной карты по Разрешению на отступление от технологического процесса.

Перемещение между цехами:

Для передачи деталей между цехами оформляются накладные (передача) и требования (заявка на передачу). В накладных отмечается количество сданных и принятых деталей/узлов/сборок, а также сотрудники, ответственные за передачу и приемку. Необходимо формировать данные документы в 1С:MES и иметь возможность добавлять в график буфер по времени для выполнения перемещений.

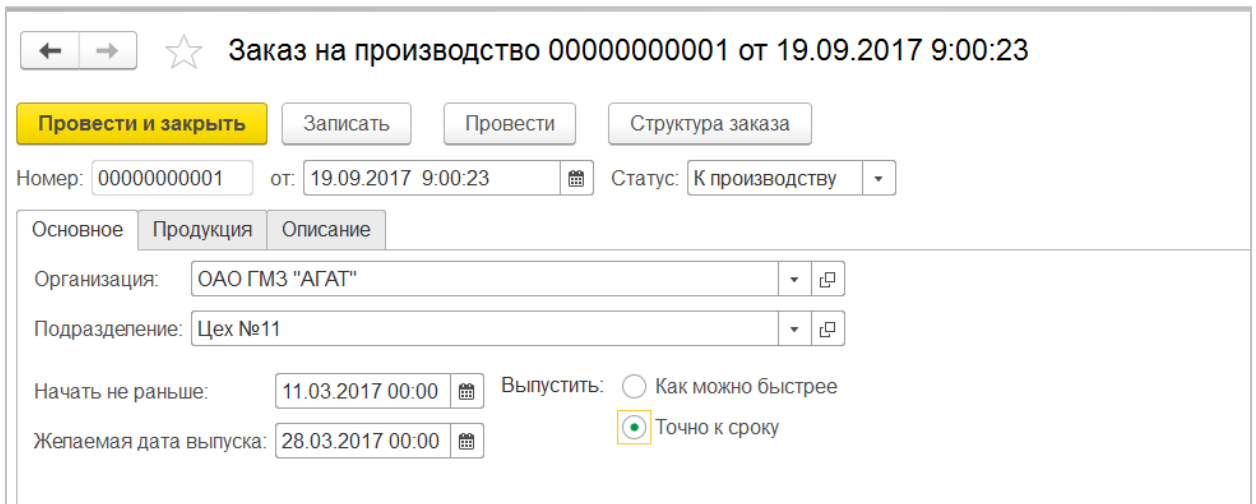
Реализация в системе Формирование маршрутных карт производства

Маршрутная карта составляется на деталь/сборку/изделие и содержит в себе описание технологического процесса изготовления по всем операциям в технологической последовательности с указанием соответствующих данных по оборудованию, оснастке, материальным, трудовым и другим нормативам. В маршрутной карте указывается цех и участок, где должна производиться обработка детали и ряд других сведений, необходимых главным образом для планирования производства.

Для каждой операции в МК будет сформирован уникальный штрих-код для оперативного завершения операций в Системе.

В Системе маршрутная карта формируется с учетом разузлованной структуры изделия и ее технологии.

- Формирование заказа на производство;



← → ☆ Заказ на производство 00000000001 от 19.09.2017 9:00:23

Провести и закрыть Записать Провести Структура заказа

Номер: 00000000001 от: 19.09.2017 9:00:23 Статус: К производству

Основное Продукция Описание

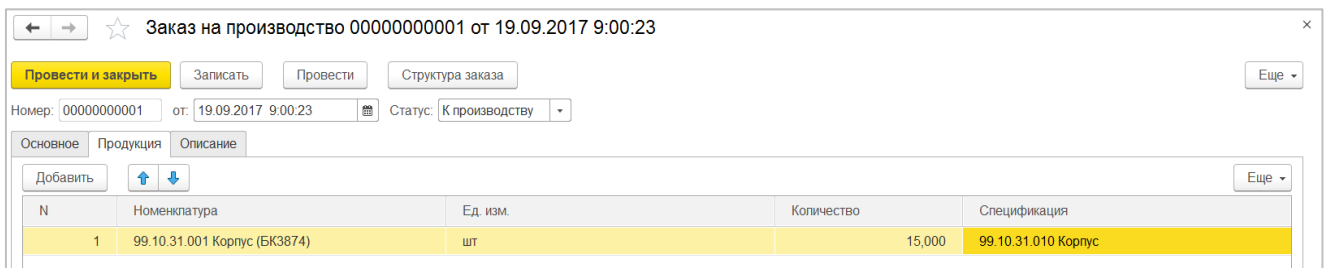
Организация: ОАО ГМЗ "АГАТ"

Подразделение: Цех №11

Начать не раньше: 11.03.2017 00:00 Выпустить: Как можно быстрее
 Точно к сроку

Желаемая дата выпуска: 28.03.2017 00:00

Рис. 2.2. Интерфейс документа «Заказ на производство»



← → ☆ Заказ на производство 00000000001 от 19.09.2017 9:00:23

Провести и закрыть Записать Провести Структура заказа

Номер: 00000000001 от: 19.09.2017 9:00:23 Статус: К производству

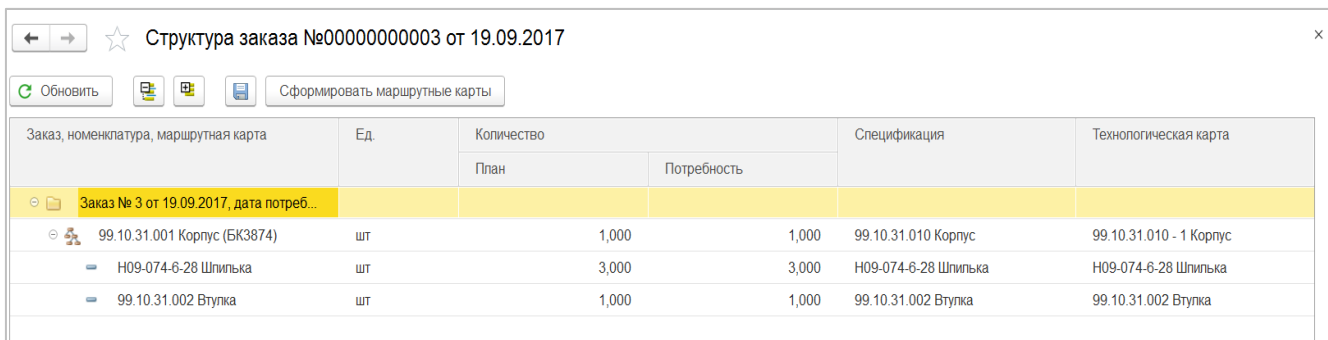
Основное Продукция Описание

Добавить ↑ ↓

N	Номенклатура	Ед. изм.	Количество	Спецификация
1	99.10.31.001 Корпус (БК3874)	шт	15,000	99.10.31.010 Корпус

Рис. 2.3 Интерфейс документа «Заказ на производство»

- Разузлование структуры изделия (состав изделия по спецификации (только номенклатура с видом воспроизводства «Производство»);



← → ☆ Структура заказа №00000000003 от 19.09.2017

Обновить Сформировать маршрутные карты

Заказ, номенклатура, маршрутная карта	Ед.	Количество		Спецификация	Технологическая карта
		План	Потребность		
Заказ № 3 от 19.09.2017, дата потреб...					
99.10.31.001 Корпус (БК3874)	шт	1,000	1,000	99.10.31.010 Корпус	99.10.31.010 - 1 Корпус
H09-074-6-28 Шпилька	шт	3,000	3,000	H09-074-6-28 Шпилька	H09-074-6-28 Шпилька
99.10.31.002 Втулка	шт	1,000	1,000	99.10.31.002 Втулка	99.10.31.002 Втулка

Рис. 2.4 Разузлование структуры заказа на производство

- Формирование маршрутных карт;

Дата	Наименование	Распоряжение	Подразделение	Статус	Спецификация	Технологическая карта
19.09.2017 9:59:07	99.10.31.002 Втулка №1	Заказ на производство 0...	Цех №11	Формируется	99.10.31.002 Втулка	99.10.31.002 Втулка
19.09.2017 9:59:07	99.10.31.010 - 1 Корпус №1	Заказ на производство 0...	Цех №22	Формируется	99.10.31.010 Корпус	99.10.31.010 - 1 Корпус
19.09.2017 9:59:07	Н09-074-6-28 Шпилька №1	Заказ на производство 0...	Цех №11	Формируется	Н09-074-6-28 Шпилька	Н09-074-6-28 Шпилька

Рис. 2.5 Интерфейс списка документов «Маршрутные карты»

Пример формирования МК в схематичном виде представлен ниже. Сборка состоит из двух деталей собственного производства и ПКИ (только пример, не полный состав).

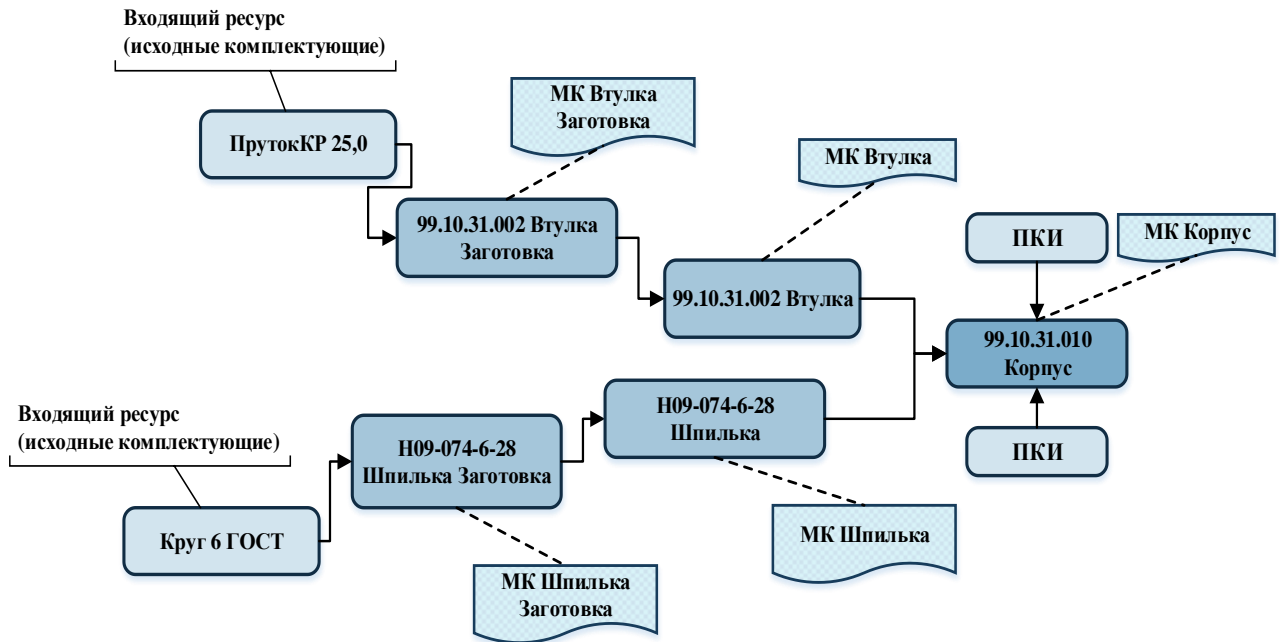


Рис. 2.6 Пример формирования Маршрутных карт

В итоге, при формировании МК будет сформировано пять документов «Маршрутная карта». Если заготовку не выделять как отдельную номенклатуру, то будет сформировано три документа «Маршрутная карта»: МК Корпус, МК Шпилька, МК Втулка.

Учет ремонтов оборудования

Система должна позволять планировать график/расписание производства с учетом графика ППР и сроков ремонта станка при аварийных ремонтах.

В рамках текущего проекта для учета текущих и аварийных ремонтов в Системе используется документ «Заказ на ремонт».

В ТЧ «Рабочие центры» указывается РЦ и даты их остановок для выполнения указанных работ.

Рис. 2.7 Интерфейс документа «Заказ на ремонт»

На графике загрузки РЦ время остановки РЦ, в соответствии с документом «Заказ на ремонт» будет выделяться красным цветом. На время, указанное в документе «Заказ на ремонт», РЦ будет не доступен для планирования.

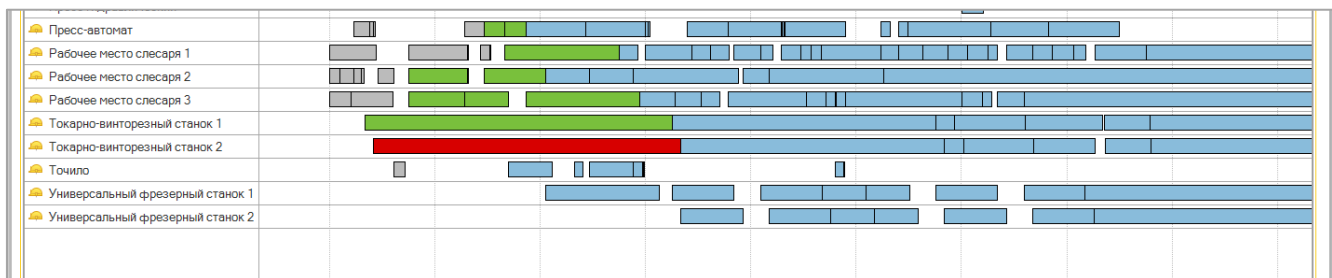


Рис. 2.8 Диаграмма Ганта расписания производства

Оптимальная партия запуска

На основании плана производства сотрудники ПДО вручную формируют оптимальные партии деталей (экономически обоснованные и поддерживающие необходимые заделы на производстве).

1С:MES планирует график/расписание производства на основании уже подготовленных оптимальных партий/заказов на производство.

В системе 1С:MES сохраняется связь: какая партия деталей под какой заказ будет изготовлена.

В Приложении 1 представлено Техническое задание на доработку модуля планирования системы 1С:MES, поставленное в результате написания данной работы.

2.4. Планирование в системе оперативного управления производством 1С:MES

Главная задача планирования — это формирование графика производства, максимальная загрузка рабочих центров (РЦ) с учетом ограничений и приоритетов заказов (подсказать планировщику какие заказы не укладываются в сроки, для принятия оперативных решений).

Два уровня планирования:

- Укрупненное (APS) планирование – межцеховое планирование графика производства на длительный горизонт планирования
- Детальное (MES) планирование – пооперационное внутрицеховое планирование с учетом графика производства, доступности РЦ, производственных заделов.

Сравнение уровней представлено в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение укрупненного и детального планирования

№	Характеристика	APS	MES
1.	Горизонт планирования	6 мес. - 1 года.	1-2 месяца.
2.	Частота перепланирования	При появлении новых производственных заказов, внесение технологических	При появлении новых маршрутных карт производства,

№	Характеристика	APS	MES
	графика/расписания производства	указаний/улучшений, отсутствии обеспечения материалами и покупными комплектующими, отклонении расписания производства (MES) от Главного плана (APS).	технологических указаний/улучшений, возникновении аварийных ремонтов, изменении маршрута производства, изменении сроков Главного плана.
3.	Учет доступности оборудования	APS - планирование учитывает доступность каждого рабочего центра, но не назначает конкретный рабочий центр на выполнение операции.	MES – планирование учитывает доступность каждого рабочего центр и назначает рабочий центр на выполнение операции. MES- планирование проверяет РЦ только из указанной группы заменяемости РЦ в Маршрутных картах производства (МК).
4.	Учет ремонтов оборудования	При планировании необходимо учитывать график Планово-предупредительных ремонтов (ППР) и время остановки станка на аварийный ремонт.	
5.	Детализация планирования	Год, месяц, неделя, час.	Мин, сек.

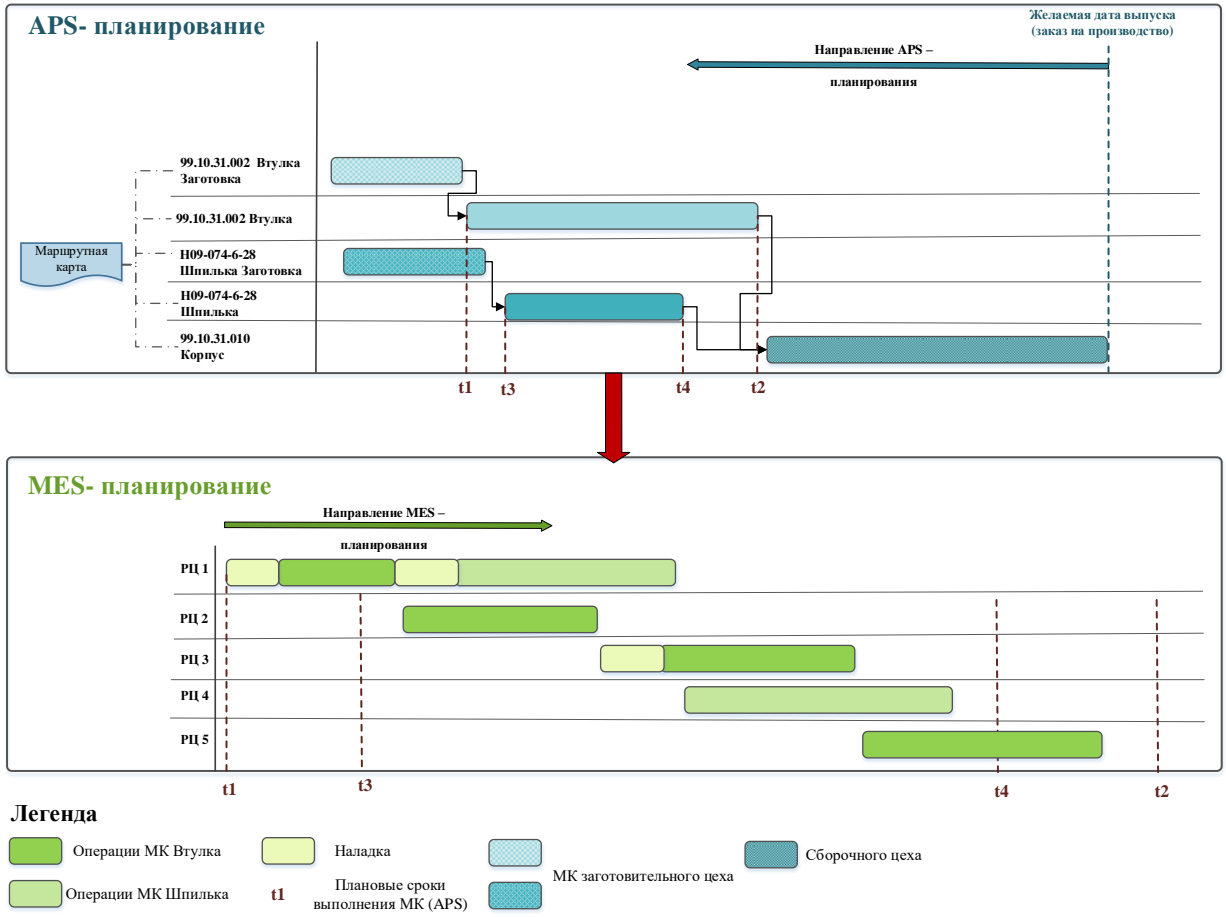


Рис. 2.9 – Сравнение MES- и APS-планирования

ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ВЫБОРА ПРИОРИТЕТА ПЛАНИРОВАНИЯ МАРШРУТНЫХ КАРТ В МАШИНОСТОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

3.1. APS – планирование. Первый уровень планирования запуска производства

На данном этапе происходит планирование графика производства, представляющего собой календарное расписание выполнения маршрутных карт производства. Уровень APS передает на уровень MES-планирования список операций маршрутной карты, которые должны быть выполнены в каждый интервал времени. График производства позволяет оценить исполнимость полученных заказов на производство к дате потребности, перепланировать построенный график, при внесении изменений и отклонениях в производственных планах. [21]

На уровне укрупненного планирования, при первичном размещении заказа в графике производства, по каждой строке определяется возможность исполнения заказа к указанной дате потребности. В случае невозможности обеспечить производство изделия к дате потребности рассчитывается дата предполагаемого выпуска. Ответственный пользователь (планировщик) должен принять решение о дальнейших шагах:

- согласовать изменение даты потребности и внести исправления в заказ на производство;
- передать часть тех. операций на кооперацию;
- пересмотреть приоритетность заказов на производство для высвобождения ограничивающих ресурсов.

Под перепланированием понимается перестроение существующего графика производства по конкретным заказам с учетом текущей ситуации и изменившихся исходных данных.

Причины перепланирования маршрутных карт могут быть:

1. внешними:

- изменение приоритетов заказов;
- появление новых срочных заказов клиентов;

2. внутренними:

- аварийный ремонт рабочих центров (если на уровне MES не хватает доступности оставшихся РЦ для выполнения маршрутной карты в сроки, установленные Главным планом. Если же доступности хватает и сроки укрупненного плана не сдвигаются, перепланирование не происходит);
- изменение доступности ресурсов;
- критичная задержка в выполнении отдельных маршрутных карт и др;
- передача технологических операций маршрутных карт на кооперацию;
- изменение маршрута производства.

Модель планирования – точно к сроку.

Обратное календарное планирование позволяет соблюдать срок выполнения операций, установленных заказчиками или определенных последующими операциями согласно основному производственному плану. В данном подходе установлены сроки выполнения последней операции по изготовлению продукции, и после этого осуществляется планирование производства изделий в обратной последовательности. В данном подходе назначается срок допустимого завершения выполнения операции (в заказе на производство).

← → ☆ Заказ на производство 00000000003 от 19.09.2017 9:54:03

Провести и закрыть Записать Провести Структура заказа

Номер: 00000000003 от: 19.09.2017 9:54:03 Статус: К производству ▾

Основное Продукция Описание

Организация: ОАО ГМЗ "АГАТ" ▾ □

Подразделение: Цех №11 ▾ □

Начать не раньше: 11.03.2017 00:00 □ Выпустить: Как можно быстрее

Желаемая дата выпуска: 28.03.2017 00:00 □ Точно к сроку

Рис. 3.1 Интерфейс документа «Заказ на производство»

Сначала выстраивается очередь МК.

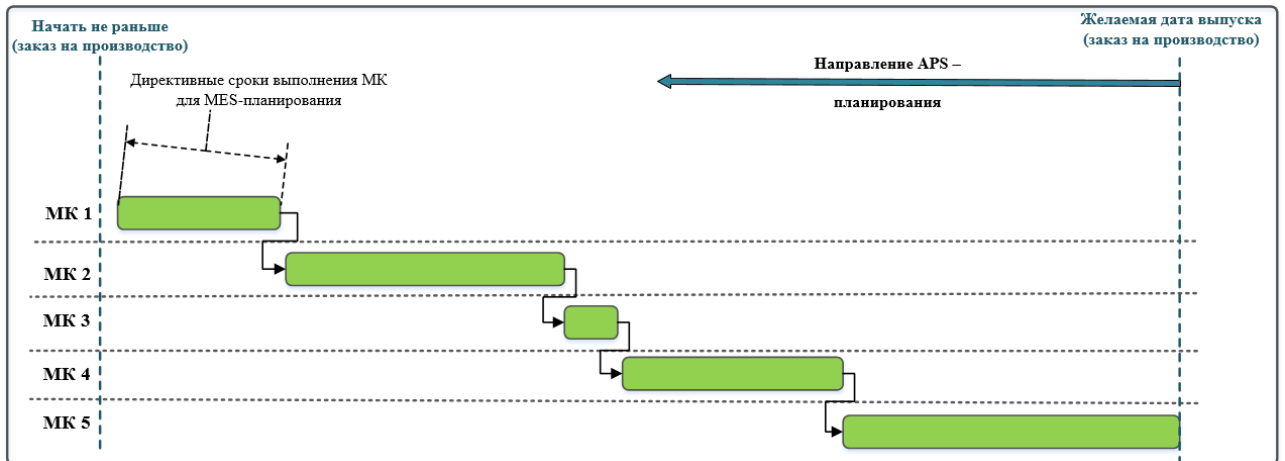


Рис. 3.2 – Схема планирования маршрутных карт

В случае невозможности обеспечить производство изделия к дате потребности рассчитывается дата предполагаемого выпуска. Ответственный пользователь (планировщик) должен принять решение о дальнейших шагах:

- согласовать изменение даты потребности и внести исправления в заказ на производство;
- передать часть технологических операций на кооперацию.

3.2.MES – планирование. Второй уровень планирования запуска производства

На уровень MES-планирования передается график производства (Главный план) – объем работ на интервал планирования, для исполнения которого в заданном интервале хватает доступности групп рабочих центров. В рамках интервала MES планирует конкретное время выполнения для каждой операции, с определением конкретных рабочих центров, которые будут работать над выполнением операций. [29]

В основе механизма планирования заложена концепция MRP II (Manufacturing Resource Planning – Планирование производственных ресурсов). Данная концепция задаёт принципы детального планирования производства предприятия, включающие учёт заказов, планирование загрузки производственных мощностей (оборудования), моделирование хода производства, его учёт, планирование выпуска готовых изделий, оперативное корректирование плана и производственных заданий. [17]

Объектом планирования являются технологические операции (без технологических переходов) технологических карт производства. Технологические операции маршрутных карт содержат необходимую информацию о нормативных сроках исполнения, зависимостях от других операций, а также прочую аналитическую информацию (заказы на производство и т.п.).

Все операции маршрутных карт, переданные на уровень MES, планируются прямым планированием, с учетом сроков выполнения МК, полученных после APS-планирования.

Критерии планирования

На уровне MES-планирования будут использоваться несколько моделей планирования в соответствии с выбранными критериями оптимизации.

При запуске пооперационного планирования, ответственному пользователю необходимо указать следующие параметры:

Момент планирования – определяет момент времени, начиная с которого будет выполняться размещение технологических операций в расписании производства.

Горизонт планирования – определяет интервал времени, на котором будут размещаться операции, начиная от момента планирования.

Подразделение – подразделение, расписание которого необходимо рассчитать.

Модели планирования – указываются модели планирования, в соответствии с которыми будет выполнен расчет расписания.

Для каждой модели планирования в процессе расчета будет построен отдельный вариант расписания. Модели планирования ответственный пользователь создает самостоятельно, используя критерии оптимизации.

Параметры расчета (1С:Предприятие)

Параметры расчета

▶ Рассчитать расписание производства продукции... Еще ▾ ?

Сроки

Момент планирования: Текущее время Произвольная дата 10.04.2017 0:00:00

Горизонт планирования: 150 дн.

Настройки

Подразделение: Участок механообработки

Модели планирования: Минимизировать срок выпуска (без резерва)

Отбор

Распоряжения: <без отбора>

Маршрутная карта: <без отбора>

Рис. 3.34 – Параметры расчета расписания производства

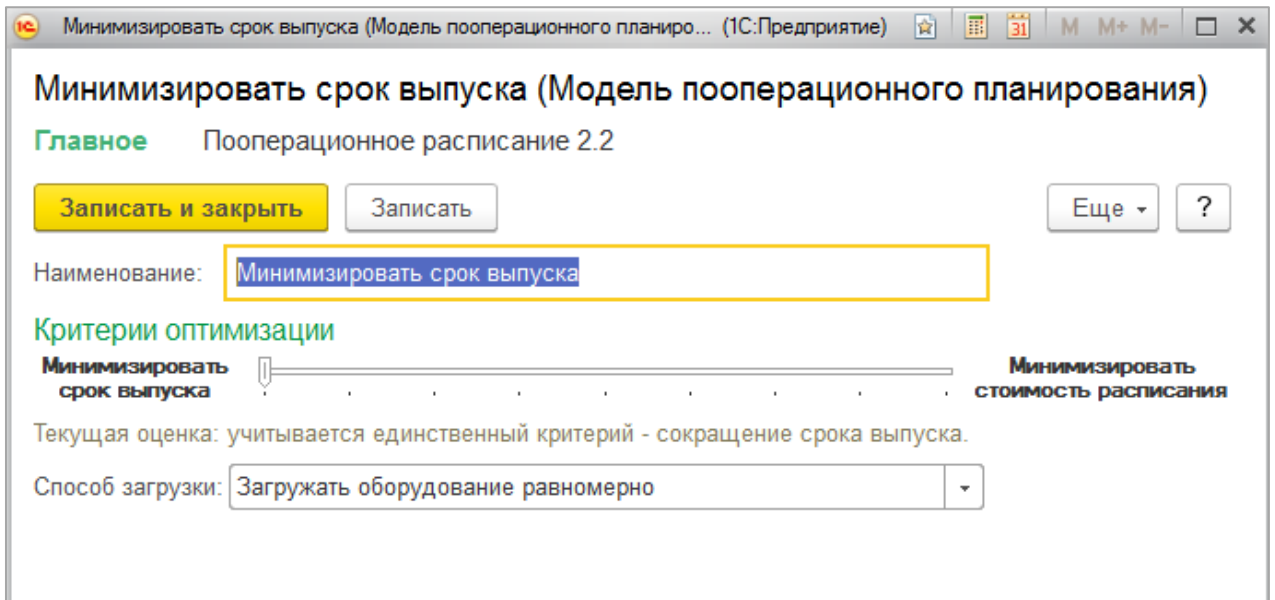


Рис. 3.4 – Критерии оптимизации в моделях планирования

В группе «Критерии оптимизации» определяется значимость (весовая оценка) двух сводных критериев оптимизации: минимизировать срок выпуска и минимизировать стоимость расписания. Критерии оптимизации оказывают влияние на модель согласно своему весу. Вес критерия – процентное соотношение важности влияния данного критерия на результат планирования – расписание производства (сумма весов всех критериев = 1).

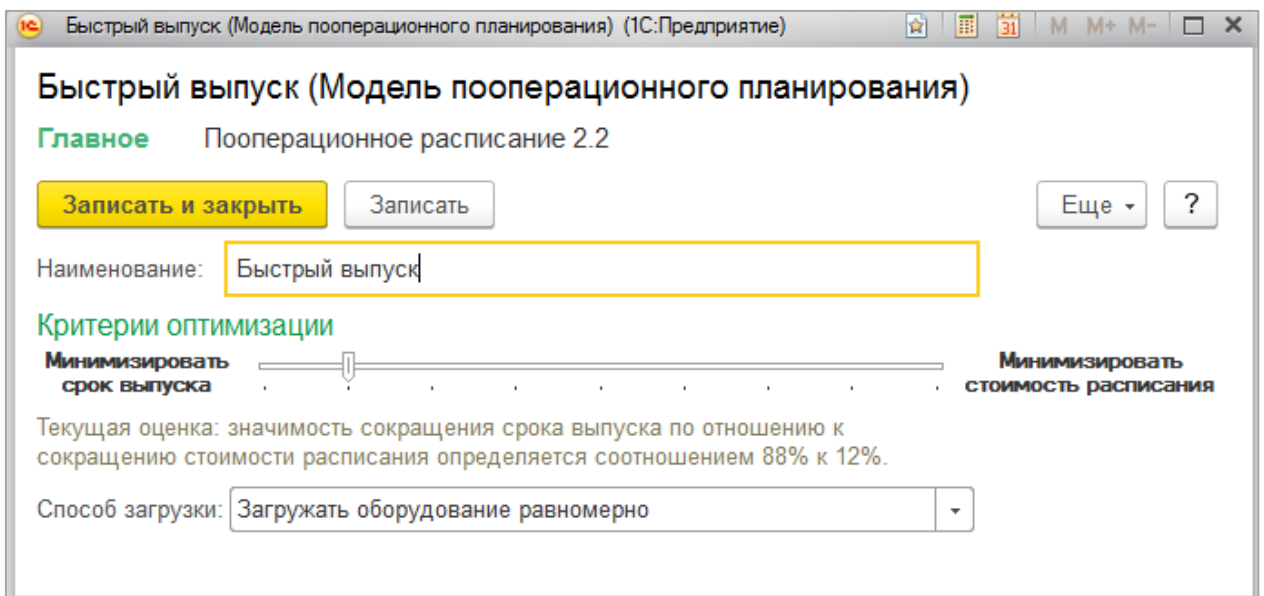


Рис. 3.5 – Способ загрузки оборудования

Способ загрузки определяет принцип загрузки взаимозаменяемых рабочих центров:

- Максимизировать загрузку единицы оборудования – определяет, что при расчете расписания система будет стремиться загрузить минимальное количество рабочих центров данного вида, тем самым максимизируя загрузку отдельно взятой единицы оборудования;
- Загружать оборудование равномерно – определяет, что при расчете расписания система будет стремиться загрузить максимальное количество рабочих центров данного вида, обеспечив тем самым равномерную загрузку всего парка оборудования.

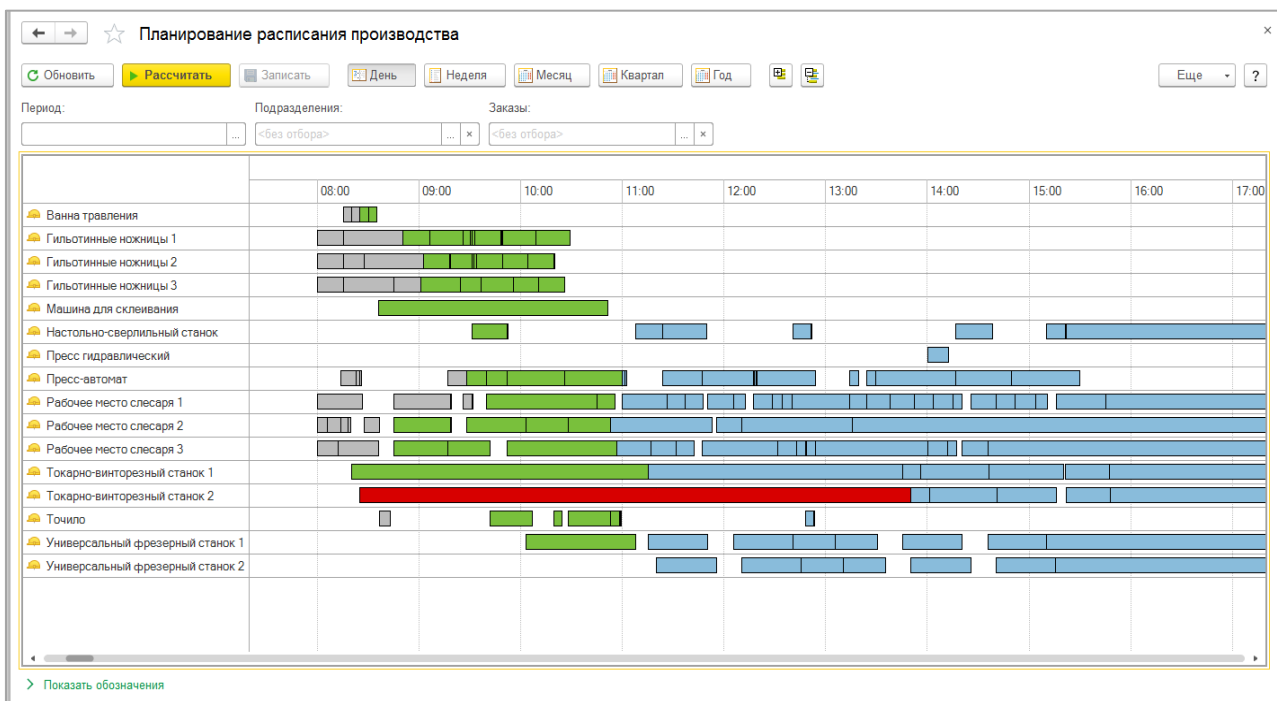


Рис. 3.6 – Диаграмма Ганта расписания производства

3.3. Математическая модель выбора приоритетов маршрутных карт

Для каждой i -ой маршрутной карты, формула расчета напряженности (H_i) равна:

$$H_i = \frac{(T_{1i} + T_{2i})}{G} / \left(\frac{z_{1i}}{G} + 1\right) \quad (1)$$

при $d_i - t \geq 0$ и

$$H_i = \frac{(T_{1i} + T_{2i})}{G} * \left(\frac{z_{2i}}{G} + 1\right) \quad (2)$$

при $d_i - t < 0$

где,

- T_{1i} – продолжительность изготовления, определяемая трудоемкостью работы, не выполненной на момент планирования, дни;
- T_{2i} – составляющая, обусловленная необходимостью передать работу на остающиеся операции, дни;
- z_{1i} – расчетный запас времени производства по отношению к заказу на производство, дни;
- z_{2i} – расчетное отставание по времени от заказа на производство, дни;
- G – количество доступных рабочих дней РЦ, в плановом периоде, дни;
- t – момент планирования, дни. Момент времени графически можно представить точкой на временной оси. Момент планирования на первой итерации равен 0. На последующих итерациях к каждому t прибавляется время трудоемкости выполнения МК (т.е. определяется время, когда МК закончится);
- d_i – момент окончания крайнего срока изготовления из заказа на производство, дни.

При расчете величины G должны учитываться:

- Графики работы РЦ (интервалы доступности);
- Графики ППР (интервалы недоступности оборудования).

T_{1i} рассчитывается по формуле:

$$T_{1i} = \sum_{j=k_i}^{n_i} p_{ij} * m_i \quad (3)$$

где,

- k_i – номер первой незаконченной j -ой операции i -ой маршрутной карты;
- n_i – количество операций в маршрутной карте;
- p_{ij} – трудоемкость j -ой операции i -ой маршрутной карты, дни;
- m_i – количество производимых изделий в i -ой маршрутной карте, штук;

Величину T_{2i} определим из зависимости:

$$T_{2i} = \sum_{j=k_i}^{n_i} s_{ij} \quad (4)$$

$$s_{ij} = t_{n_{zij}} + t_{m_{ij}}$$

где,

- s_{ij} – трудоемкость необходимой транспортировки и наладки оборудования при проведении j -ой операции для i -ой маршрутной карты, дни;
- $t_{n_{zij}}$ – подготовительно-заключительное время j -ой операции, i -ой маршрутной карты, дни;
- $t_{m_{ij}}$ – время, необходимое на транспортировку, дни.

Расчетный запас времени (z_i) доступный для планирования равен:

$$z_{1i} = d_i - t \quad (5)$$

при $d_i - t \geq 0$ и

$$z_{2i} = t - d_i \quad (6)$$

при $d_i - t < 0$

В технологическом процессе, утвержденном на исследуемом предприятии, не указано время подготовительно-заключительное и

транспортировки, поэтому в расчете пренебрегаем им. Отсюда, напряженность маршрутной карты можно определить по формуле:

$$H_i = \left(\frac{1}{G} \sum_{j=k_i}^{n_i} p_{ij} * m_i \right) / \left(\frac{d_i - t}{G} + 1 \right) \quad (7)$$

при $d_i - t \geq 0$ и

$$H_i = \left(\frac{1}{G} \sum_{j=k_i}^{n_i} p_{ij} * m_i \right) * \left(\frac{t - d_i}{G} + 1 \right) \quad (8)$$

при $d_i - t < 0$

Сумма трудоемкостей маршрутных карт должна быть меньше количества доступных рабочих дней РЦ, в плановом периоде, в противном случае необходимо увеличить плановый период.

Целевой функцией ($f(H)$) в данном случае будет сумма максимальных на каждой итерации напряженностей маршрутных карт, которая стремится к минимуму (чем меньше напряженность производства, тем более оптимизирован график производства продукции).

$$f(H) = \sum_{q=1}^g H_q \rightarrow \min \quad (9)$$

где,

- q – номер маршрутной карты с максимальным напряжением;
- g – количество маршрутных карт.

Составим математическую модель:

$$\left\{ \begin{array}{l}
 f(H) = \sum_{q=1}^g H_q \rightarrow \min \\
 H_i = \left(\frac{1}{G} \sum_{j=k_i}^{n_i} p_{ij} * m_i \right) / \left(\frac{d_i - t}{G} + 1 \right), \\
 \text{если } d_i - t \geq 0; \\
 H_i = \left(\frac{1}{G} \sum_{j=k_i}^{n_i} p_{ij} * m_i \right) * \left(\frac{t - d_i}{G} + 1 \right), \\
 \text{если } d_i - t < 0; \\
 \sum p_i \leq G \\
 H_i \geq 0; \\
 p_i \geq 0; \\
 G > 0; \\
 g > 0; \\
 i = 1 \dots a; \quad j = 1 \dots b; \\
 a \in N, b \in N.
 \end{array} \right. \quad (10)$$

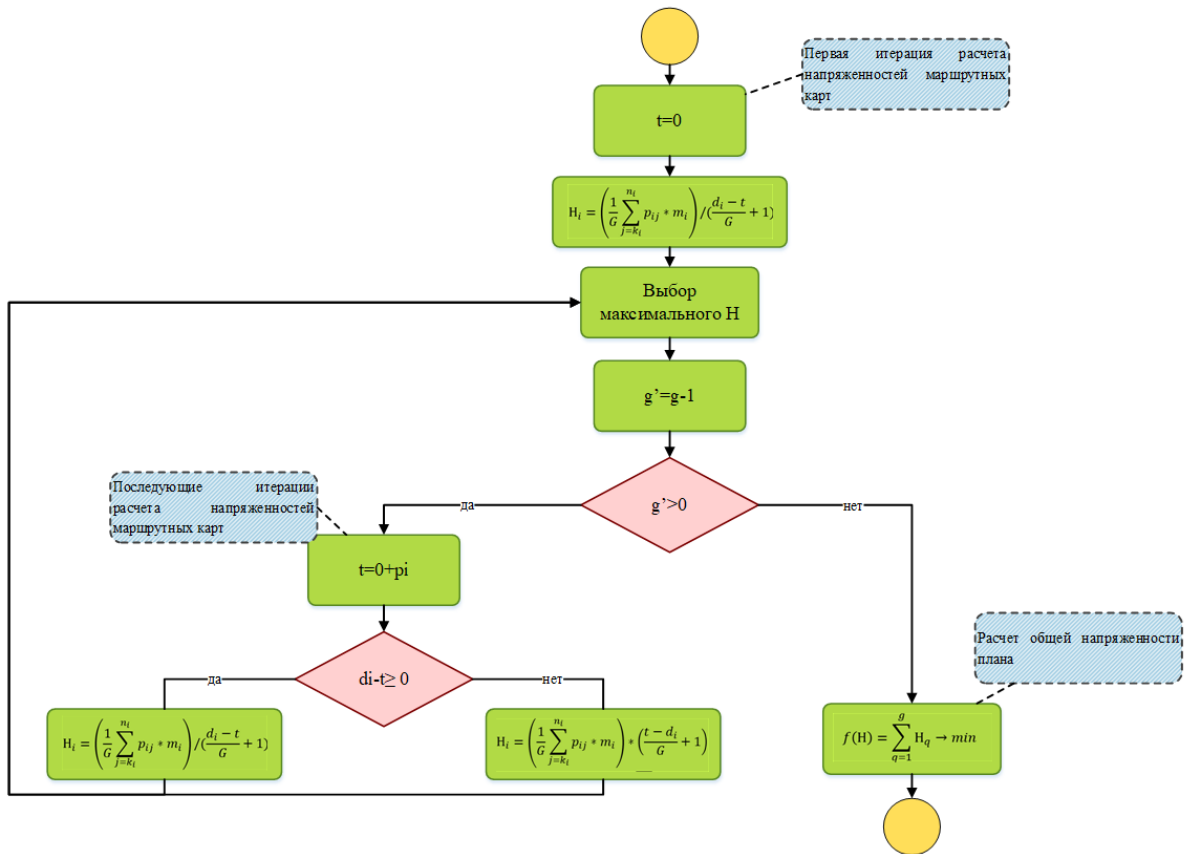


Рис. 3.7 – Алгоритм расчета

3.4. Пример использования математической модели выбора приоритета планирования маршрутных карт производства

Пример использования модели. Имеется 4 Маршрутные карты. Плановый период 3 месяца. $G=64$.

Операции МК1, $m_1=3$

<i>№ Операции</i>	<i>t_{um1j}, дней</i>	<i>$p_{1j} * m_1$, дней</i>
1	1	3
2	0,67	2
3	0,67	2
4	0,34	1

Операции МК2, $m_2=6$

<i>№ Операции</i>	<i>t_{um2j}, дней</i>	<i>$p_{2j} * m_2$, дней</i>
1	0,67	4
2	0,5	3
3	1	6
4	0,25	1,5
5	0,25	1,5

Операции МК3, $m_3=6$

<i>№ Операции</i>	<i>t_{um3j}, дней</i>	<i>$p_{3j} * m_3$, дней</i>
1	0,41	2,5
2	0,5	3
3	0,08	1
4	0,34	2
5	0,41	2,5

Операции МК4, $m_4=2$

<i>№ Операции</i>	<i>$t_{ум4j}$, дней</i>	<i>$p_{4j} * m_4$, дней</i>
1	2,5	5
2	1,5	3
3	1,25	2,5
4	2,5	5
5	3	6
6	0,75	1,5
7	1	2

<i>№ маршрутной карты</i>	<i>Трудоемкость в днях, р</i>	<i>Дата из заказа на производство, d</i>
1	8	27
2	16	30
3	10	30
4	25	25

Итерация 1. Для определения первого приоритета, положим, что $t=0$. Для всех работ

$$H_1 = \frac{(p_{11} + p_{12} + p_{13} + p_{14}) * m_1}{G} / \left(\frac{d_1 - t}{G} + 1 \right) =$$

$$= \frac{8}{64} / \left(\frac{27}{64} + 1 \right) = 0,125 / 1,4 = 0,089$$

$$H_2 = \frac{(p_{21} + p_{22} + p_{23} + p_{24} + p_{25}) * m_2}{G} / \left(\frac{d_2 - t}{G} + 1 \right) = \frac{16}{64} / \left(\frac{30}{64} + 1 \right) = 0,25 / 1,47 = 0,17$$

$$H_3 = \frac{(p_{31} + p_{32} + p_{33} + p_{34} + p_{35}) * m_3}{G} / \left(\frac{d_3 - t}{G} + 1 \right) = \frac{10}{64} / \left(\frac{25}{64} + 1 \right) = 0,156 / 1,39 = 0,11$$

$$H_4 = \frac{(p_{41} + p_{42} + p_{43} + p_{44} + p_{45} + p_{46} + p_{47}) * m_4}{G} / \left(\frac{d_4 - t}{G} + 1 \right) = \frac{25}{64} / \left(\frac{25}{64} + 1 \right) = 0,39 / 1,39 = 0,28$$

В момент планирования $t=0$, МК4 имеет наибольшее напряжение, следовательно, и наибольший приоритет. МК4 закончится в момент $t=25$, при следующей итерации используем его. Для всех МК выполняется условие $d_i - t \geq 0$.

Итерация 2. $t=25$

$$H_1 = \frac{(p_{11} + p_{12} + p_{13} + p_{14}) * m_1}{G} / \left(\frac{d_1 - t}{G} + 1 \right) = \frac{8}{64} / \left(\frac{27 - 25}{64} + 1 \right) = 0,125 / 1,03 = 0,121$$

$$H_2 = \frac{(p_{21} + p_{22} + p_{23} + p_{24} + p_{25}) * m_2}{G} / \left(\frac{d_2 - t}{G} + 1 \right) = \frac{16}{64} / \left(\frac{30 - 25}{64} + 1 \right) = 0,25 / 1,078 = 0,23$$

$$H_3 = \frac{(p_{31} + p_{32} + p_{33} + p_{34} + p_{35}) * m_3}{G} / \left(\frac{d_3 - t}{G} + 1 \right) = \frac{10}{64} / \left(\frac{30 - 25}{64} + 1 \right) = 0,156 / 1,078 = 0,14$$

В момент планирования $t=25$, МК2 имеет наибольшее напряжение, следовательно, и наибольший приоритет. МК2 закончится в момент $t=41$, при

следующей итерации используем его. Для МК1 и МК3 выполняется условие $d_i - t < 0$ – используем вторую формулу.

Итерация 3. $t=41$

$$H_1 = \frac{(p_{11} + p_{12} + p_{13} + p_{14}) * m_1 * (\frac{t-d_1}{G} + 1)}{G} =$$

$$= \frac{8}{64} / (\frac{41-27}{64} + 1) = 0,125 * 1,2 = 0,15$$

$$H_3 = \frac{(p_{31} + p_{32} + p_{33} + p_{34} + p_{35}) * m_3 *}{G}$$

$$/ (\frac{t-d_3}{G} + 1) = \frac{10}{64} / (\frac{41-30}{64} + 1) = 0,156 /$$

$$/ 1,17 = 0,18$$

В момент планирования $t=41$, МК3 имеет наибольшее напряжение, следовательно, и больший приоритет, чем МК1. МК3 закончится в момент $t=51$.

Итерация 4. $t=51$

$$H_1 = \frac{(p_{11} + p_{12} + p_{13} + p_{14}) * m_1 * (\frac{t-d_1}{G} + 1)}{G} =$$

$$= \frac{8}{64} / (\frac{51-27}{64} + 1) = 0,125 * 1,375 = 0,17$$

МК1 закончится в $t=59$

В результате расчета получаем рекомендованную последовательность планирования маршрутных карт производства.

Последовательность МК: 4 2 3 1.

МК1 и МК3 будут просрочены (т.к. $d_i - t < 0$), поэтому планировщику необходимо либо согласовать новые сроки производства (например, с заказчиком), либо передать операции на кооперацию (и пересчитать план). Далее расчет повторяется снова, пока не будет принят устраивающий всех оптимальный вариант.

Оптимальное значение целевой функции при заданных параметрах:
 $f(H)=0,28+0,23+0,18+0,17=0,86.$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе магистра, в соответствие с целью работы было поставлено пять основных задач, требующих решения. Далее, будут кратко рассмотрены основные результаты и итоги решения поставленных задач.

Получены следующие результаты:

1. Проанализированы роли информационных технологий и информационных систем в деятельности предприятий. Автоматизация производственного предприятия – это сложная комплексная задача, которая требует всестороннего изучения объекта исследования. Информационная система предприятия должна объединять такие процессы, как управление продажами, снабжением, сбытом и т.п., а так же процесс управления производством. Для данных целей используются ERP-системы, которые позволяют автоматизировать планирование, учет, контроль и анализ всех основных бизнес-процессов в масштабе предприятия.

2. Определены этапы внедрения автоматизированной системы планирования. Среди этапов разработки и внедрения АИС на предприятии можно выделить основные, а именно: предпроектное обследование, разработка ИС, внедрение, обучение и сопровождение.

3. Определены требования к системе оперативного планирования наукоемкого производства. Главной целью системы оперативного планирования производства является организация согласованного во времени и маршрутно-ориентированном пространстве (цехах, линиях, бригадах и РЦ) движение частей и изделий в производстве. Описан механизм работы с автоматизированной системой оперативного планирования 1С:MES.

4. Дано описание двухуровневой модели планирования производства. Планирование в системе 1С:MES разделено на 2 уровня: APS- и MES-планирование. Уровни имеют значительные отличия.

На уровне APS определяется выполнимость заказов на производство. Рассчитать выполнимость заказов в срок позволяет представленная в данной работе математическая модель выбора приоритета планирования маршрутных карт производства. Модель также позволяет определить планируемый интервал времени, в который должна быть выполнена каждая маршрутная карта. Приоритетность маршрутных карт определяется на уровне APS-планирования. Результатом планирования является Главный план, который спускается на уровень MES-планирования.

Горизонт планирования APS может быть год и больше.

Главный план передается на уровень MES-планирования. В рамках интервала MES планирует конкретное время выполнения для каждой операции, с определением конкретных рабочих центров, которые будут работать над выполнением операций. Горизонт планирования не большой: от одной смены до месяца. Уровень характеризуется высокой частотой перепланирования (ситуация в цехе динамична, изменения происходят постоянно – аварийные ремонты оборудования, невыход запланированного количества сотрудников, необеспеченность заготовками).

5. Разработана математическая модель выбора приоритета планирования маршрутных карт производства. Математический аппарат системы 1С:MES в своей основе сочетает стратегии ограниченного перебора, элементы теории графов. Модель позволяет определить последовательность выполнения маршрутных карт, а также планируемый интервал времени, в который должна быть выполнена каждая маршрутная карта.

Внедрение информационной системы требует выбора программной системы автоматизации. Можно утверждать, что наиболее приемлемыми системами автоматизации являются решения на базе 1С. Данные решения выгодно отличаются от аналогов за счет своей относительно невысокой цены и большего распространения на отечественных предприятиях, что облегчит разработку интеграции смежных систем. Среди большого количества

конфигураций на базе 1С, для автоматизации планирования производства и учета выпускаемой продукции было выбрано решение 1С:MES.

По результатам проведенной работы, можно сделать вывод, что все поставленные задачи выполнены в полном объеме, описан процесс их решения, разработана математическая модель выбора приоритета планировании маршрутных карт производства и приведен пример использования описанной модели.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 24.702-85. Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Эффективность автоматизированных систем управления. Основные положения. – Введ. 1987-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2009. – 4 с.
2. 1С:Предприятие 8 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://v8.1c.ru/overview/> – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 27.02.2019).
3. 1С:Предприятие 8. Конфигурация «MES Оперативное управление производством. Редакция 1.0»: Руководство пользователя / Фирма «1С» – М.: 1С-Паблишинг, 2015 – 240 с.
4. Абрамов, Г.В. Проектирование информационных систем: учебное пособие/ Г.В. Абрамов, И.Е. Медведков, Л.А. Коробова. – Воронеж: ФГБОУ ВПО «ВГУИТ», 2013. – 700 с.
5. Афонин, А.М. Пути повышения конкурентоспособности фирмы в условиях кризиса: учебное пособие / А.М. Афонин, Е.Д. Ицаков. – М.: Проспект, 2015. – 180 с.
6. Балдин, К.В. Информационные системы в экономике: учебник / К.В. Балдин, В.Б. Уткин. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2012. – 395 с.
7. Гагарина, Л.Г. Разработка и эксплуатация автоматизированных информационных систем: учебное пособие. /Л.Г. Гагарина. – М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. – 384 с.
8. Горбенко, А.О. Информационные системы в экономике: учебное пособие. / А.О. Горбенко. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. – 23 с.
9. Горелик, О.М. Производственный менеджмент: принятие и реализация управленческих решений: учебное пособие / О.М. Горелик. – М.: Проспект, 2013. – 116 с.
10. Грекул В.И. Управление внедрением информационных систем. / В.И. Грекул, Г.Н. Денищенко, Н.Л. Коровкина и др. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 224 с.

11. Джеймс П. Вумек, Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / Джеймс П. Вумек, Дэниел Т. Джонс. – М.: Альпина Паблишер, 2017. – 472 с.
12. Иванов, Г.Г. Складская логистика: учебник / Г.Г. Иванов, Н. С. Киреева – М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2016. – 192 с.
13. Избачков, Ю.С. Информационные системы: учебник для вузов / Ю.С. Избачков, В.Н. Петров. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2015. – 656 с.
14. Исаев, Г.Н. Проектирование информационных систем: учебное пособие. / Г.Н. Исаев. – М.: Омега-Л, 2015, – 424 с.
15. Карточка решения – 1С:Предприятие 8. MES Оперативное управление производством [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://solutions.1c.ru/catalog/mes> – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 05.03.2019).
16. Коваленко, В.В. Проектирование информационных систем. / В.В. Коваленко. – М.: Форум, 2014, – 320 с.
17. Михеева, Е.В. Информационные технологии в профессиональной деятельности: учебное пособие / Е.В. Михеева. – М.: Проспект Велби, 2013. – 448 с.
18. Нечитайло, А.И. Экономика предприятия: учебник / А.И. Нечитайло, А.Е. Карлик. – М.: Проспект, 2013. – 276 с.
19. Никитин, А.В. Управление предприятием (фирмой) с использованием информационных систем: учебное пособие / А.В. Никитин, И.А. Рачковская, И.В. Савченко. – М.: Проспект, 2016. – 166 с.
20. Репин В. Бизнес-процессы Моделирование, внедрение, управление. / В. Репин. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2012. – 512 с.
21. Рогов, В.А. Средства автоматизации и управления: учебник. / В.А. Рогов, А.Д. Чудаков. – М.: Юрайт, 2016. – 404 с.
22. Романов А.Н. Производственный менеджмент: учебник / А.Н. Романов, В.Я. Горфинкель, М.М. Максимцев – Спб.:Проспект, 2015. – 400 с.

23. Рыжко, А.Л. Информационные системы управления производственной компанией: учебник. / А.Л. Рыжко, А.И. Рыбников, Н.А. Рыжко. – М.: Юрайт, 2016, – 356 с.
24. Седышев, В.В. Информационные технологии в профессиональной деятельности: учебное пособие / В.В. Седышев. – М.: ФГБОУ, 2013. – 263 с.
25. Фатхутдинов Р. Организация производства: учебник / Раис Фатхутдинов. – М.: Инфра-М, 2017 – 544 с.
26. Федорова, Г.Н. Информационные системы. / Г.Н. Федорова. – М.: Academia, 2013, – 208 с.
27. Черников, Б.В. Информационные технологии управления. / Б.В. Черников. – М.: Инфра-М Форум, 2012. – 352 с.
28. Шерышев, М.А. Организация и проектирование предприятий переработки пластмасс / М.А. Шерышев, Н.Н Тихонов. – Спб.: ЦОП Профессия, 2015. – 384 с.
29. Шишов, О.В. Элементы систем автоматизации: предприятие как целостный объект автоматизации: учебное пособие / О.В. Шишов. – М.: Директ-Медиа, 2015. – 41 с.
30. Шуремов, Е.Л. Методологические подходы и средства поддержки процессов разработки программного обеспечения организационно-экономических систем. Коротко о главном. [Электронный ресурс] / Е.Л. Шуремов. – 2017. – 120 с.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на доработку модуля планирования системы «1С:MES. Оперативное управление производством»

1. Для справочника «Технологические карты» добавить реквизиты и вывести на форму элемента:
 - a. Планировать по общей длительности (ПланироватьПоОбщейДлительности тип булево);
 - b. (Длительность тип число);
 - c. (ДлительностьЕдИзм тип ПеречислениеСсылка.ЕдиницыИзмеренияВремени).

Данный реквизит должен заполняться временем выполнения для всей тех.карты на соответствующий цех. Время, указанное в данном реквизите, задает интервал выполнения для всей технологической карты (т.е. не будет учитываться размер партии обрабатываемых деталей или сборочных единиц).

2. Для документа Маршрутная карта на вкладке Основное доработать реквизиты по аналогии с технологической картой (пункт 1).

3. В справочнике Технологические операции добавить реквизит «Наладочная» (тип булево);

При установке флага оставлять возможным для заполнения только реквизит «Время выполнения».

Время выполнения задается на всю партию, обрабатываемую на связанной с наладочной операцией (следующую по техпроцессу), т.е. не зависит от размера обрабатываемой партии.

4. В справочнике Виды технологических операций добавить реквизит «Наладочная» (тип булево). Данный реквизит должен устанавливаться в заполняться при обмене с 1С:УПП. (настройка обмена будет произведена на этапе 4 «Внедрение программного продукта»);

5. В справочнике Технологические карты в ТЧ динамического списка Операции добавить реквизит «Наладочная» (тип булево). Отображать если флаг выбран у соответствующей технологической операции.
6. Наладочная операция должна планироваться совместно со связанной операцией на РЦ/ГРЦ, указанных для выполнения в основной операции;
7. Если после наладочной операции идет несколько партий (одинаковых), тогда при планировании время на наладку должно добавляться только вначале первой партии.

На наладочной операции не должно быть возможности указать выходные изделия и сформировать выпуск (только на основной операции)

Данный реквизит должен заполняться на основании аналогичного реквизита соответствующего элемента справочника Технологические карты. При необходимости должна быть возможность скорректировать время вручную в Маршрутной карте.

При планировании МК заготовительного и сборочного цеха должен учитываться только график работы соответствующих подразделений.