

**Концепция технического перевооружения и организации производства  
(ПРИМЕР)**

«СОГЛАСОВАНО» (со стороны Заказчика):

«СОГЛАСОВАНО» (со стороны Исполнителя):

Генеральный директор ООО «ИМПУЛЬС-ИВЦ»

\_\_\_\_\_ Новак Е.В.

Руководитель проекта

\_\_\_\_\_ Козлов К.В.

**Москва 2016г.**

*Данный документ представляет собой выдержки из реальной работы, проведенной ООО «ИМПУЛЬС-ИВЦ» в 2016г. для машиностроительного предприятия.*

## **Оглавление**

Используемые сокращения.....	4
<b>1. Сведения о проводимой работе.....</b>	<b>6</b>
<b>1.1. Наименование работы.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2. Заказчик и исполнитель .....</b>	<b>6</b>
<b>1.3. Статус документа.....</b>	<b>6</b>
<b>1.4. Основание для производства работ .....</b>	<b>6</b>
<b>2. Сведения о Заказчике .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1. Общие сведения .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2. Территориальная структура .....</b>	<b>7</b>
<b>2.3. Цели и задачи работы .....</b>	<b>7</b>
<b>2.4. Деловые процессы, подвергаемые автоматизации .....</b>	<b>8</b>
<b>3. Текущее состояние производственных процессов .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1. Конструкторско-технологическая подсистема .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1.1. Структура, состав и задачи конструкторско-технологических служб.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1.2. Конструкторские бюро .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1.4. Технологическое бюро.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1.5. Инструментальный отдел .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1.6. Отдел технической документации .....</b>	<b>10</b>
<b>3.2. Подсистема производства .....</b>	<b>10</b>
<b>3.2.1. Структура, состав и задачи производства .....</b>	<b>10</b>
<b>3.2.2. Цех механической обработки .....</b>	<b>10</b>
<b>3.2.4. Цех сборки и наладки.....</b>	<b>10</b>
<b>3.2.5. Цех электро-монтажа .....</b>	<b>10</b>
<b>3.2.6. Цех защитных покрытий.....</b>	<b>10</b>
<b>3.3. Подсистема учета и планирования производства .....</b>	<b>10</b>
<b>3.3.1. Структура и состав отдела учета и планирования производства.....</b>	<b>10</b>
<b>3.3.2. Производственно-диспетчерский отдел .....</b>	<b>10</b>
<b>3.3.3. ПРБ цехов .....</b>	<b>10</b>
<b>3.3.4. Отдел материально-технического обеспечения.....</b>	<b>10</b>

4.	Предложения по техническому перевооружению и реорганизации производства.....	10
4.1.	Создание центра технологической подготовки производства.....	10
4.2.	Создание бюро подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ .....	13
4.3.	Создание цифровой промышленной сети станков с ЧПУ .....	17
4.4.	Реорганизация участка проектирования и изготовления технологической оснастки.	21
4.5.	Реорганизация цеха защитных покрытий .....	23
4.6.	Создание электронного архива конструкторско-технологической и справочной документации. ....	27
4.7.	Реорганизация системы планирования производства .....	33
4.7.1.	Подсистема управления производством .....	35
4.7.2.	Подсистема управление запасами .....	38
4.7.2.1.	Технология штрих кодирования.....	38
4.7.2.2.	RFID технология .....	40
4.7.3.	Подсистема управление документооборотом.....	41
4.7.4.	Преимущества выбора ERP системы.....	41
4.8.	Создание центра подготовки производственных специалистов. ....	43
5.	Заключительные положения .....	47

## Используемые сокращения

<b>Сокращение</b>	<b>Значение</b>
КТПП	Конструкторско-технологическая подготовка производства
КБ	Конструкторское бюро
ТБ	Технологическое бюро
КТД	Конструкторско-технологическая документация
КД	Конструкторская документация
ТД	Технологическая документация
ПДО	Производственно-диспетчерский отдел
ИО	Инструментальный отдел
ПРБ	Планово-распределительное бюро
БИХ	Бюро инструментального хозяйства
ОТД	Отдел технической документации
ИО	Инструментальный отдел
ИРК	Инструментально-раздаточные кладовые
ОТК	Отдел технического контроля
ППО	Планово-производственный отдел
НТО	Научно техническое отделение
ЭД	Эксплуатационная документация
ИИ	Извещения об изменении
РЭА	Радио-электронная аппаратура
САПР	Системы автоматизированного проектирования
ТУ	Технические условия

<b>Сокращение</b>	<b>Значение</b>
ПП	Печатные платы
МН	Магнитные носители
БД	Базы данных
ЭРИ	Электрорадиоизделие
УГО	Условно графические обозначения
CAD	Computer-Aided Design — Система автоматизированного проектирования (САПР)
CAM	Computer-aided manufacturing) — автоматизированная система, либо модуль автоматизированной системы, предназначенный для подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ, ориентированная на использование ЭВМ. (САПР ТП)
CAPP	Computer-Aided Process Planning - автоматизированная технологическая подготовка производства — это программные продукты, помогающие автоматизировать процесс подготовки производства, а именно планирование (проектирование) технологических процессов. (САПР ТП)
PDM/PLM	Product Data Management — система управления данными об изделии — организационно-техническая система, обеспечивающая управление всей информацией об изделии.
RFID	Radio Frequency Identification - радиочастотная идентификация – технология автоматической идентификации объектов, посредством радиосигналов.

## **1. Сведения о проводимой работе**

### **1.1. Наименование работы**

Проводимая работа носит наименование «Функциональное проектирование технического перевооружения и реорганизации производственных процессов Заказчика»»

### **1.2. Заказчик и исполнитель**

Заказчиком работы является \_\_\_\_\_.

Исполнителем работы является Общество с ограниченной ответственностью «ИМПУЛЬС-ИВЦ» (ООО «ИМПУЛЬС-ИВЦ»).

### **1.3. Статус документа**

Настоящий документ носит название «Концепция технического перевооружения и организации производства» и содержит предложения Исполнителя по возможным вариантам повышения производственной эффективности подразделений Заказчика, учитывающим особенности деловых процессов Заказчика, его территориальную структуру и существующие подходы к организации производства.

Решения, приведенные в тексте Концепции, после согласования с Заказчиком будут использованы при создании Технических заданий на проектирование и внедрение решений по производственным направлениям. Конкретные направления (отделы производства, конструирования, планирования) выбираются на этапе согласования Концепции.

### **1.4. Основание для производства работ**

Работа проводится на основании договора между Заказчиком и ООО «ИМУЛЬС-ИВЦ» (Исполнителем).

## **2. Сведения о Заказчике**

### **2.1. Цели и задачи работы**

Решения, предложенные в настоящем документе, объединяют процессы конструкторско-технологической деятельности, полный спектр производственных процессов, а также процессы планирования производства и учета движения продукции и материалов на предприятии Заказчика.

Основной целью работы является повышение производственной эффективности предприятия Заказчика.

Вспомогательной целью при этом является описание и систематизация всего спектра деловых процессов заказчика в едином документе.

Решения по деловым процессам Заказчика, предлагаемые в настоящем документе, призваны обеспечивать:

- Единство подходов к управлению и планированию производства;
- Единство подходов к разработке документации;
- Оперативный учет производимых работ и движения изделий и материалов;

а также:

- Повышение оперативности и качества изготовления конструкторско-технологической и иной документации;
- Повышение оперативности внесения изменений в документацию;
- Повышение степени и скорости взаимодействия подразделений Заказчика в треугольнике «планирование-конструирование-производство»;
- Достижение устойчивой преемственности профессионального опыта сотрудников Заказчика;
- Повышение производительности работы подразделений Заказчика в целом.

В рамках предлагаемых решений решаются следующие задачи:

- Подбор дополнительных программных средств автоматизации (платформы САПР) для конструкторско-технологических подразделений Заказчика;
- Интеграция специализированного ПО обрабатывающих центров с конструкторско-технологической подсистемой;
- Оптимизация и автоматизация планирования производства, загрузки оборудования, процессов формирования и распределения заданий на конструирование и производство;
- Оптимизация и автоматизация взаимодействия и обратной связи в системе «планирование-конструирование-производство»;
- Оптимизация процессов движения продукции, ее компонентов и материалов;
- Описание подходов для создания центра подготовки производственных специалистов Заказчика;

## **2.2. Деловые процессы, подвергаемые автоматизации**

В рамках настоящей работы рассмотрению подвергаются следующие деловые процессы Заказчика:

- Конструкторская подготовка производства (деятельность подразделений Заказчика, занимающихся разработкой конструкторской документации, как по основной продукции Заказчика, так и по продукции внутреннего пользования);
- Технологическая подготовка производства (деятельность подразделений Заказчика, занимающихся разработкой технологической документации);
- Работа производственных подразделений Заказчика (цехов и участков), занимающихся выпуском готовой основной продукции

заказчика, ее компонентов, а также продукции внутреннего пользования;

- Планирование производства (его объемов, сроков и прочих условий);
- Учет движения продукции, ее компонентов, материалов и полуфабрикатов (поступление, хранение, распределение, списание);
- Распределение задач (на конструирование, производство и прочих) между подразделениями Заказчика (создание задачи, ее делегирование, контроль выполнения, ведение статистики);

### **3. Текущее состояние производственных процессов**

*В данном разделе размещается описание всех бизнес-процессов, затрагиваемых в рамках работ по автоматизации. Примерная структура документа приведена в оглавлении на стр. 2-3 настоящего примера.*

*Раздел 4. содержит выводы по итогам обследования и предложения ООО «ИМПУЛЬС-ИВЦ» по проведению реорганизации и автоматизации обследуемых бизнес-процессов, для достижения целей, заявленных в разделе 2.1 настоящего примера.*

### **4. Предложения по техническому перевооружению и реорганизации производства**

#### **4.1. Создание центра технологической подготовки производства**

На основании проведённых интервью с руководством и сотрудниками технологического бюро была выявлена острая необходимость в аппаратном и программном переоснащении ТБ.

ТБ практически не имеет специализированного ПО для проектирования ТП. ТП разрабатываются, использованием MS Word, а ведение БД технологических элементов осуществляется в программе MS Excel, что крайне негативно отражается на скорости создания ТП. Кроме того, на сроки выполнения ТПП, существенным образом влияет отсутствие полноценного инженерного документооборота со смежными подразделениями предприятия.

Для создания центра технологической подготовки производства на базе ТБ будет осуществлено:

1. Оснащение всех рабочих мест ТБ, а так же, участвующих во взаимодействии с бюро, современными ПЭВМ, а так же обеспечение данного взаимодействия посредством ЛВС с достаточной пропускной способностью.
2. Внедрение САПР ТП, на рабочие места всех участников процесса ТПП, что позволит сократить сроки проектирования ТП и вывести решение текущих задач на качественно новый уровень за счёт следующего функционала:
  - проектирования технологических процессов в нескольких автоматизированных режимах;
  - автоматизированного расчёта материальных и трудовых затрат на производство;
  - автоматического расчёта режимов резания;
  - автоматического формирования всех необходимых комплектов технологической документации в соответствии с ГОСТ РФ и стандартами, используемыми на предприятии;
  - параллельного ведения проектирования сложных и сквозных техпроцессов группой технологов в реальном режиме времени;
  - осуществления проверки данных в техпроцессе (на актуальность справочных данных, а также нормоконтроль);
  - формирования заказов на проектирование специальных средств технологического оснащения и создания управляющих программ
  - (при этом за разработку управляющих программ отвечает САМ-система, выбранная, предприятием, однако, файлы и результат УП также сохраняются в единой среде, проходят процедуры согласования, утверждения и внедрения);

- поддержания актуальности технологической информации с помощью процессов управления изменениями;
- поддержания процесса построения на предприятии единого информационного пространства для управления жизненным циклом изделия от разработки до выпуска и дальнейшего сопровождения.

Внедрение САПР ТП обеспечит поддержку всех сопутствующих бизнес-процессов электронного инженерного документооборота, в том числе управление технологическими изменениями и заказ на разработку специальных средств технологического оснащения и управляющих программ для станков с ЧПУ.

Данные решения позволят интегрировать рабочие процессы бюро в единое информационное пространство предприятия, связав все взаимодействия с другими подразделениями предприятия по средствам PDM/PLM-системы.

Как результат создания центра ТПП будет также произведено оснащение рабочих мест технологов соответствующими программными средствами (САД-модулем), предоставляющими возможность полноценного взаимодействия со всеми участниками процесса и создающим неразрывную связь в формировании единого информационного пространства в части КТПП.

## **4.2. Создание бюро подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ**

В связи с проводимым техническим перевооружением производства предприятия и увеличением парка станков с ЧПУ, необходимо обеспечить выход данного оборудования на оптимальные мощности. На данный момент на предприятии нет единой службы отвечающей за программную подготовку производства, то есть подготовку программного обеспечения станков. Подготовка управляющих программ для станков с ЧПУ выполняется специалистами предприятия не системно и индивидуально для каждого станка или групп станков, что не позволяет обеспечить оптимальный выбор технологического процесса и оборудования для изготовления деталей.

Опыт эксплуатации станков с ЧПУ показывает, что без создания на производстве новых специальных подразделений по подготовке программ, укомплектованных высококвалифицированными специалистами, современными средствами вычислительной техники и ПО, невозможно обеспечить эффективное использование этого сложного, насыщенного электроникой и точной механикой, автоматизированного оборудования. К этим подразделениям можно отнести технологическое бюро по разработке и внедрению управляющих программ для станков с ЧПУ (ТБПП).

Создаваемое ТБПП представляет собой самостоятельное структурное подразделение Заказчика, отвечающее за технологическую подготовку производства для всего существующего на данный момент парка станков с ЧПУ, и оперативный вывод нового оборудования на заданные мощности. Главной задачей создания ТБПП является технологическая подготовка производства и повышение эффективности парка станков с ЧПУ. Создание подразделения формирующего управляющие программы для всего парка станков с ЧПУ позволит:

- выбрать оптимальную стратегию обработки деталей;
- группировать инструментальные настройки станков;
- оптимизировать количество переустановок деталей;
- создать единую базу технологических процессов для станков с ЧПУ;
- значительно снизить потери времени при работе на станках с ЧПУ.

В процессе производства для специалистов ТБПП важно обеспечить взаимодействие с различными смежными подразделениями и интеграцию в общую информационную сеть предприятия, для обмена данными. Так же требуется создание единой информационной сети станков с ЧПУ. Создание данной сети позволит получать управляющую программу из ТБПП, вести мониторинг загрузки и состояния оборудования, независимо от места расположения станка.

При создании ТБПП необходимо учитывать показатели как:

- Количество станков с ЧПУ;
- Расположение станков;
- Используемый канал связи с системой управления;
- Используемая система ЧПУ.

Исходя из данных факторов определяется:

- количество рабочих мест;
- выбор вычислительной техники;
- выбор программного обеспечения;
- спецификация информационной сети.

Для работы с существующим парком станков с ЧПУ необходимо создать рабочие места и инфраструктуру промышленной информационной сети в следующем составе:

- Рабочее место руководителя бюро должно быть оборудовано ПК подключенным к локальной сети предприятия для связи и документооборота со смежными подразделениями, и сотрудниками бюро. Также конфигурация ПК руководителя бюро должна обеспечивать возможность управления парком станков, создания и корректировки управляющих программ и работы с выбранным специальным ПО.
- Рабочие места технологов - программистов должны быть оборудованы ПК подключенными к локальной сети предприятия для связи со смежными подразделениями, и сотрудниками бюро. Также конфигурация ПК технологов - программистов бюро должна обеспечивать возможность управления парком станков, создания и корректировки управляющих программ и работы с выбранным специальным ПО.
- Инфраструктура промышленной информационной сети обеспечивающая передачу данных между технологическим оборудованием и рабочими станциями сотрудников бюро, также в соответствии с правами доступа предоставляющая данные мониторинга оборудования посредством локальной сети предприятия.

Специализированное ПО для сотрудников ТБПП должно обладать следующим функционалом:

- Объемное и плоское моделирование;
- Проектирование техпроцессов;
- Оформление технологической и сопроводительной документации;
- Программирование станков с ЧПУ;
- Ввод исходных данных с чертежа и технологии;
- Создание наладки режущего инструмента;

- Расчет всех необходимых геометрических свойств;
- Проверку по ограничениям станка;
- Визуализацию обработки;
- Корректировку введенных данных;
- Расчет траектории обработки;
- Формирование циклов обработки;
- Назначение припусков обработки;
- Расчет траектории обработки;
- Диагностика ошибок;
- Формирование кода управляющей программы;
- Выдачу в файл текста управляющей программы обработки;
- Управление архивами.

Для эффективной работы сотрудников ТБПП необходимо организовать обучение, направленное на углубление знаний по применяемому ПО, станкам с ЧПУ и взаимодействию со смежными подразделениями предприятия. Данное обучение позволит сотрудникам бюро правильно выстроить рабочие процессы как внутри бюро, так и с другими подразделениями производства и разработчиками.

Решение вышеперечисленных производственных задач специалистами ТБПП позволит:

- Повысить эффективность парка станков с ЧПУ (машиноотдача);
- Ускорить вывод нового оборудования на заданные мощности;
- Использовать оптимальные технологические решения;
- Создать современную базу технологических процессов, инструментальных настроек и управляющих программ

### 4.3. Создание цифровой промышленной сети станков с ЧПУ

В связи с проводимым техническим перевооружением предприятия и увеличением парка станков с ЧПУ, необходимо обеспечить выход данного оборудования на оптимальные мощности. Опыт эксплуатации станков с ЧПУ показывает, что для эффективного управления оборудованием необходимо создать инструменты мониторинга параметров работы и обеспечить надежную, высокоскоростную передачу данных между станками и управляющим центром. Современным решением данной задачи является объединение станков с ЧПУ и технологического бюро, обеспечивающего технологическую подготовку производства, в цифровую промышленную сеть (ЦПС). В составе создаваемой ЦПС можно выделить следующие функциональные подсистемы:

- Подсистема сбора обработки и загрузки данных, которая предназначена для реализации процессов сбора данных от ЧПУ станков и внешних устройств сбора данных, приведение указанных данных к виду необходимому для наполнения систем мониторинга, управления и хранения информации.
- Подсистема управления предназначена для формирования управляющих и корректирующих программ, для станков с ЧПУ, исходя из производственных заданий и данных подсистемы сбора и обработки и загрузки.
- Подсистема мониторинга формирует и визуализирует следующие группы данных о работе станков с ЧПУ:
  - о загрузке оборудования
  - об энергопотреблении
  - о состоянии оборудования
  - о рабочих параметрах станков с ЧПУ
  - о статусах выполняемых операций

- Подсистема хранения данных обеспечивает хранение данных и доступ пользователей для принятия решений

Структура ЦПС позволяет обеспечить быструю интеграцию в производственный процесс, как нового технологического оборудования, так и расширять возможности самой сети.

Создаваемая ЦПС обеспечит высокоскоростную передачу данных между технологическим оборудованием и рабочими станциями сотрудников технологического бюро. Доступ к электронному архиву будет реализован в соответствии с правами доступа сотрудников. Данные мониторинга оборудования, посредством локальной сети предприятия, будут выводиться на необходимые рабочие места. Инфраструктура и спецификация ЦПС определяется исходя из следующих факторов:

- Номенклатура и расположение станков с ЧПУ;
- Количество и расположение рабочих мест центра управления (бюро подготовки программ);
- Количество и расположение рабочих мест, включенных в систему мониторинга;
- Требований выбранного специального ПО;

Создание ЦПС включает в себя следующие этапы:

- Сбор системных и аппаратных требований к сети;
- Выбор инфраструктуры и топологии сети, определение программной среды;
- Установка, настройка и тестирование всех элементов сети;
- Обучение персонала;
- Опытно-промышленная эксплуатация;
- Промышленная эксплуатация.

Часть рабочих мест ЦПС будет совпадать с рабочими местами технологов-программистов бюро подготовки УП для станков с ЧПУ. Именно данным сотрудникам целесообразно поручать ряд функций по мониторингу работы оборудования. Такой подход также сокращает число привлекаемых сотрудников и закупаемого оборудования.

Дополнительно создаваемые рабочие места ЦПС предназначаются для руководящего персонала предприятия, в частности:

- Начальник производства
- Главный технолог
- Главный механик

Рабочим местом в рамках функционала ЦПС будет также оснащен

- Начальник цеха станков с ЧПУ

Помимо рабочих мест-ПК сотрудников в состав программно-технических средств ЦПС входят:

- Промежуточные устройства съема и обработки сигналов со станков (при необходимости, т.к. часть станков не требует таких устройств);
- Специализированное ПО обработки сигналов и подготовки преднастроенных отчетов по мониторингу;
- ЛВС, объединяющие рабочие места-ПК и производственное оборудование.

В результате создания ЦПС значительно сократится время на такую информационно-аналитическую деятельность, связанную с работой парка станков с ЧПУ, как:

- Расчет оптимальной загрузки станков с ЧПУ;
- Оптимизация энергопотребления;

- Подготовка графиков проведения обслуживания, ремонта и наладки оборудования;
- Формирование, передача и корректировка управляющих программ, технологических процессов и инструментальных настроек оборудования.

#### **4.4. Реорганизация участка проектирования и изготовления технологической оснастки**

Проведённое обследование показало низкую степень использования возможностей современных САПР в работе подразделения.

Руководящий и инженерный состав отдела не обеспечен ПЭВМ в полной мере.

Были выявлены основные факторы, негативно влияющие на процессы проектирования и изготовления оснастки:

- Отсутствие единой системы, организующей и взаимно увязывающей деятельность различных структур предприятия в процессе КТПП;
- Недостаточно эффективная работа с накопленными решениями (электронным архивом) из-за отсутствия единого информационного пространства предприятия;
- Длительные и не исключающие ошибок процессы согласования и внесения изменений в КТД;
- Сложность оперативного управления разработкой заказа из-за несвоевременно поступающих данных с мест;
- Отсутствие единой информационной системы, обеспечивающей поддержку ЖЦИ.

В рамках реорганизации участка проектирования и изготовления технологической оснастки будут решаться следующие задачи:

1. Обеспечение сквозного проектирования в программной среде (CAD-CAPP-CAM-PLM), без повторного ввода данных в текст технологии. (К таким данным можно отнести: массу и материал ДСЕ, обозначение, размеры, и другие подобные параметры).

2. Создание единого информационного пространства КТПП с другими подразделениями предприятия, что обеспечит возможность получать актуальную и достоверную информацию об изделии.
3. Подключение всех участников КТПП, к единым справочникам данных, формирующих интегрированную среду совместной работы над изделием.

Таким образом, на этапе подготовки производства будет обеспечиваться накопление данных о результатах конструкторско-технологического проектирования и обмен информацией между инженерными службами. Вследствие чего, электронное описание изделия будет содержать полную информацию, необходимую для поддержки всех этапов жизненного цикла изделия.

#### 4.5. Реорганизация цеха защитных покрытий

Цех защитных покрытий является важным технологическим звеном производства, скорость и качество работы которого напрямую влияют на работу выпускающих цехов и на качество выпускаемой продукции. В результате обследования выявлены основные факторы, сдерживающие развитие цеха:

- Используемое оборудование морально устарело и требует замены и/или модернизации. Значительная часть оборудования не отвечает современным стандартам промышленной и экологической безопасности;
- При работе цеха отмечаются как случаи перегрузки отдельных участков, так и простоя, вследствие неоптимального планирования загрузки;
- При обработке деталей используются типовые технологические процессы, которые зачастую не полностью описывают режимы обработки деталей, технологические базы и переходы.

Таким образом, основными направлениями повышения эффективности работы цеха являются:

- Обновление парка технологического оборудования, которое позволит
  - автоматизировать операции выполняемые вручную;
  - повысить экологическую безопасность производства.
- Реорганизация системы планирования работы цеха, которая позволит:
  - снизить пиковые нагрузки на участки цеха;
  - избегать вынужденных простоев технологического оборудования;

- эффективно использовать производственные мощности цеха.
- Совершенствование системы технологической подготовки производства, которое позволит:
  - Повысить производительность труда;
  - Снизить влияние человеческого фактора на результаты работы;
  - Применять современные технологические процессы;
  - Группировать технологические операции и переходы;
  - Применять новые технические решения.

Обновление парка технологического оборудования включает в себя следующие этапы:

- Подбор технологического оборудования согласно перспективным планам развития, номенклатуре выпускаемых деталей, применяемым технологическим процессам и современным требованиям промышленной и экологической безопасности;
- Подготовка производственных площадей для приобретаемого оборудования;
- Закупка оборудования и пусконаладочные работы;
- Обучение сотрудников цеха.

Реорганизация системы планирования производства включает следующие этапы:

- Выбор специализированного ПО для диспетчеризации работы цеха;
- Разработка методики взаимодействия и обратной связи (служебных инструкций) с плановым отделом и смежными цехами предприятия;

- Оснащение ПРБ цеха комплексом ПК и ПО и подключение их к локальной сети предприятия. (На данный момент необходима автоматизация двух рабочих мест);
- Обучение сотрудников ПРБ работе с выбранным ПО, методикам взаимодействия и обратной связи со смежными подразделениями;

Совершенствование системы технологической подготовки производства включает в себя следующие этапы:

- Выбор специализированного ПО для создания, хранения и корректировки конструкторско-технологической документации;
- Разработка методики взаимодействия технологической группы с конструкторскими и производственными подразделениями предприятия;
- Формирование технологической группы для проверки конструкторской документации на технологичность, создания технологических процессов, маршрутно–сопроводительной документации, инструкций и ведения электронного архива технологической документации. (Исходя из специфики применяемых технологических процессов, группа должна состоять из 5-6 инженеров-технологов);
- Оснащение рабочих мест ПК и выбранным программным обеспечением и подключение к локальной сети предприятия
- Обучение сотрудников группы методикам взаимодействия и документооборота предприятия, и работе в выбранном ПО.

Решение описанных задач позволит снизить трудоемкость производства в целом.

Создание полного набора технологической документации на каждое изделие повысит качество выпускаемой продукции за счет подробного описания режимов нанесения и сушки покрытий, методов обработки и

изготовления деталей, указания технологических баз и применяемой оснастки.

Так же подробно расписанный технологический процесс снизит влияние человеческого фактора на качество выпускаемой цехом продукции.

Совершенствование системы планирования позволит равномерно распределять производственные задачи и осуществлять оперативный контроль работы цеха.

Использование современных САПР ускорит процессы создания, корректировки и внедрения конструкторско-технологической документации. Реорганизация цеха защитных покрытий позволит не только улучшить производственные показатели, но и повысит промышленную и экологическую безопасность производства.

#### **4.6.Создание электронного архива конструкторско-технологической и справочной документации.**

Проведённое обследование подразделений предприятия, выявило следующие факторы, негативно влияющие на КТПП, инженерный документооборот и как следствие весь производственный цикл:

- Низкая связность деятельности различных структур предприятия в процессе конструкторско-технологической подготовки производства для выполнения заказа.
- Недостаточно эффективная работа с накопленными решениями (электронным архивом) из-за отсутствия организации единого информационного пространства для всех участников выполнения заказа;
- Длительные и не исключаяющие ошибок процессы согласования и внесения изменений (документооборот и маршрутизация заданий и работ);
- Многократный ручной ввод проектных данных различными службами, провоцирующий ошибки и несоответствия;
- Трудоемкое и не всегда оперативное составление отчетов по составу изделия-заказа (специфицированные нормы расхода материалов и пр.);
- Трудность оперативного контроля над ходом выполнения проекта руководителями подразделений;
- Трудность оперативного управления разработкой заказа из-за несвоевременно поступающих данных с мест;
- Отсутствие единой информационной системы, обеспечивающей поддержку жизненного цикла изделий;

- Невозможность полноценного внедрения систем, обеспечивающих управление предприятием и производством (класса ERP), без наличия платформы подготовки инженерных данных в виде систем класса PDM/PLM.

Следует также отметить существующие проблемы:

- Большинство подразделений не имеют единой информационной системы, разработчики работают в «своих» системах, пользуются, в основном, только своими наработками. Не в полной мере имеются единые корпоративные номенклатурные справочники (материалы, комплектующие, оборудование, операции, средства технологического оснащения и т.д.).
- Крайне неэффективна существующая схема работы: электронный документ (чертеж, 3D-модель, спецификация и др.) → бумага → утверждение → электронный документ или база данных. Это замедляет общий ход выполнения заказа, существует опасность ошибок, сложность отслеживания версий, большая трудоемкость проведения изменений.

В настоящее время на предприятии преобладает традиционный, бумажно-ориентированный подход, как при разработке изделий, так и при технологической подготовке производства. Существующая компьютеризация направлена, в основном, на автоматизацию выпуска бумажной конструкторской и технологической документации. Исключение составляют лишь некоторые процессы разработки и изготовления печатных плат, при которых бумажная документация не выпускается.

Для конструкторско-технологической подготовки производства необходима CAD/CAM/CAPP/PDM-система, которая бы имела возможность работы со всем разнообразием исходных моделей, начиная с растрового и

плоского векторного представления и заканчивая поверхностным и твердотельным моделированием.

Такую систему предлагается создать решением следующих задач:

- задачи надежного учета и хранения электронной технической документации и данных, с возможностью их быстрого поиска, разграничения прав доступа для различных пользователей и групп пользователей, учета версий, исключения потери данных, несанкционированного доступа и т.д. Эта задача решается путем создания архива электронных технических документов;
- задачи управления процессами обращения электронных технических документов, с возможностью планирования этих процессов и контроля их прохождения. Все это подразумевает собой инженерный документооборот;
- задачи управления конструкторско-технологическими базами данных (составы изделий, нормы расхода материалов, технологические маршруты и др.), включая ведение справочных баз данных (материалы, комплектующие, средства технологического оснащения и т.д.);
- задачи автоматизированного управления проведением инженерных изменений;
- задачи интеграции конструкторско-технологических систем с системой управления данными об изделии и с системой управления предприятием (1С), организация единого информационного пространства (ЕИП).

Указанные задачи подразумевают необходимость организации и ведения электронного архива КТД и справочной документации.

Перед тем как приступить к развертыванию архива, необходимо принять концепцию об электронной информации. Концепция должна

определять статус электронных документов, которые будут учитываться и храниться в PDM-системе.

Концепция не является жесткой и окончательной, принимается только на первый этап развертывания и эксплуатации системы и может быть пересмотрена для каждого из последующих этапов.

Изначально на предприятии разрабатываются, учитываются и хранятся одновременно как бумажные документы, так и электронные (ЭД). Учет и хранение бумажных документов осуществляется в соответствии с существующими стандартами. Учет и хранение ЭД будет осуществляться в PDM-системе, в соответствии с внутренней инструкцией или стандартом, которые необходимо разработать.

При этом инструкцию или СТП будет разрабатываться на этапе пилотного проекта и будет утверждена к началу промышленной эксплуатации первой стадии развертывания PDM-системы.

На первом этапе внедрения системы конструкторские ЭД имеют статус «черновик». Это означает, что информация в таких ЭД может не соответствовать информации в бумажном подлиннике. Поэтому, эти документы не могут быть использованы для размножения документации, но могут быть использованы в качестве шаблонов при разработке аналогичных документов.

Использование на начальном этапе статуса – черновик обусловлено тем, что обеспечить идентичность электронного документа и бумажного подлинника достаточно трудоемкая задача как организационно, так и технически.

На последующих этапах внедрения и эксплуатации PDM-системы статус конструкторского ЭД может быть изменен, например – подлинник. Для этого необходимо разработать комплекс организационно-технических

мероприятий и внедрить методику, которая обеспечит однозначное соответствие между содержанием ЭД и содержанием бумажного документа.

Статус архивного ЭД должен быть – электронная копия. Это означает, что ЭД полностью идентичен бумажному подлиннику. Назначение данного типа документа для различных служб и подразделений может быть следующим:

- В службе архива такой ЭД может использоваться для получения учтенных бумажных копий.
- в конструкторских отделах такой ЭД может использоваться как достоверный источник информации взамен бумажного подлинника.
- В ЦТПП технологи могут использовать архивный ЭД при разработке техпроцесса.

Статус технологического ЭД должен быть – оригинал. В связи с тем, что процесс согласования технологической документации сопровождается внесением изменений в электронный вариант техпроцесса, технологический ЭД идентичен бумажному подлиннику.

Таким образом, процесс создания электронного архива КТД содержит следующие этапы:

- Разработка и утверждение «концепции об электронной информации»;
- Разработка и утверждение регламента работы с электронным архивом;
- Определение конфигурации, монтаж необходимого оборудования и ЛВС для обеспечения работы электронного архива, установка необходимого ПО;

- Наполнение электронного архива копиями имеющейся и вновь разрабатываемой КТД и справочной документацией с присвоением статусов;
- Постепенный отказ от преимущественного использования бумажных носителей информации без вреда основным производственным процессам предприятия.

#### **4.7. Реорганизация системы планирования производства**

На основании проведённых интервью с руководством и сотрудниками производственных подразделений предприятия: ПДО, ПРБ цехов, с начальниками цехов, а также с начальником ОМТО выявлена острая необходимость в аппаратном и программном переоснащении, направленном на автоматизацию производственных управленческих процессов, связанных с планированием производства, обеспечением производства необходимыми ресурсами, организации актуального учета и контроля план - фактных показателей в данной области.

В ходе обследования были выявлены основные факторы, влияющие на эффективность сложившихся управленческих производственных процессов, на своевременное исполнение плановых показателей.

Объективные факторы:

- С учетом специфики реализации готовой продукции отсутствует актуальность в формировании укрупненных (годовых) планов реализации, производственных планов, планов снабжения. Что, в свою очередь, влияет на качество объемно-календарного планирования по предприятию в целом.
- Планы реализации готовой продукции носят оперативный характер (позаказное планирование) и целиком зависят от Заказчика, которые, собственно, и назначают процедуру и сроки приемки готового изделия;
- Возможны случаи нарушения плановых сроков поставки материалов и комплектующих;
- Возможны случаи нарушения плановых сроков изготовления технологической оснастки;

- Возможны случаи внесения изменений в КТД в период производства;
- Возможные случаи проведения внеплановых ремонтов и аттестации технологического оборудования, задействованного в производстве;

Субъективные факторы:

- Трудность оценки загруженности рабочих, станков и технологического оборудования вследствие отсутствия сменного планирования (задания на смену в производственных подразделениях не выдаются);
- Трудности в оценке фактического срока изготовления деталей/изделий, их себестоимости вследствие того, что нормирование материальных ресурсов и трудозатрат на изготовление детали/изделия не обновляется;
- Трудоемкость обработки, оформления и обращения производственной документации, вследствие низкого уровня автоматизации производственных процессов (избыточное количество бумажных документов, требующих промежуточного визирования; процедура перемещения документов между подразделениями происходит за счет личного визита);
- Сложность и трудоемкость подготовки отчетной документации влияет на принятие оперативных управленческих решений (для формирования требуемой аналитики, необходимо обработать большой объем бумажной документации, находящейся в разных подразделениях);

Для снижения факторов, влияющих на эффективность сложившихся управленческих производственных процессов, осуществления прозрачности, доступности и управляемости процессов, предлагается организовать на

предприятию внедрение ERP системы (англ. Enterprise Resource Planning – планирование ресурсов предприятия) на платформе 1С:Предприятие 8.3 в части как минимум подсистем производства и материально-технического обеспечения.

Основные преимущества использования предлагаемой автоматизированной системы:

- Руководству предприятия и управленцам, отвечающим за развитие бизнеса, предоставляются широкие возможности анализа, стратегического планирования и гибкого управления ресурсами компании;
- Руководителям подразделений и сотрудникам, непосредственно занимающихся производственной, сбытовой и снабженческой деятельностью предоставляются инструменты, позволяющие повысить эффективность ежедневной работы по своим направлениям;

Необходимо отметить, что внедрение ERP системы предполагает изменение некоторых внутренних процедур, методик взаимодействия, сложившихся на предприятии, изменения в работе ее сотрудников;

#### **4.7.1. Подсистема управления производством**

Предлагаемая подсистема управления производством позволяет обеспечить снижение издержек в производстве посредством построения и оптимизации планов производства продукции. Это позволит предприятию:

- Снизить уровень простоя оборудования и высококвалифицированных специалистов;
- Снизить пиковые нагрузки на цеховых участках;
- Эффективно использовать производственные мощности предприятия;

- Сократить сроки выполнения производственных заказов;
- Оптимизировать движение материалов, деталей, комплектующих и складские остатки;
- Сделать процесс производства прозрачным и управляемым;

Предлагаемая подсистема управления производством предназначена для планирования производственных процессов и материальных потоков в производстве, а также построения нормативной системы управления производством.

Внедрение подсистемы управление производством целесообразно организовать на автоматизированных рабочих местах в следующих подразделениях:

- Начальник производства;
- Отдел Главного конструктора;
- Отдел Главного технолога;
- ПДО;
- Начальники цехов;
- ПРБ цехов;
- Начальник ОМТО;
- Заместитель начальника ОМТО;
- Сотрудники ОМТО (закупки);
- Сотрудники ОМТО (кладовщики);

Точное количество автоматизированных рабочих мест в подразделениях, их функциональная нагрузка будет определено на этапе создания технического задания.

Предлагаемая подсистема управления производством обеспечит автоматизацию существующих производственных процессов, сложившихся на предприятии и позволит осуществить:

- Управление данными о составе изделий:
  - Сформировать в системе единые справочники (номенклатуры, номенклатурных групп, спецификаций номенклатуры, технологических карт спецификаций, рабочие подразделения, участки, центры);
  - Сформировать в системе маршруты прохождения изделий по производственным подразделениям и складам;
  - Обеспечить нормирование состава изделий, что позволит контролировать списание материалов в производство, планировать себестоимость продукции, анализировать расхождения между плановой и фактической себестоимостью;
- Управление производством:
  - Автоматизировать инициацию и размещение производственных заказов в производственных подразделениях;
  - Осуществить наблюдаемость движения заказов в разрезе производственных участков;
  - Автоматизировать процедуру закрытия производственных заказов;
  - Автоматизировать процедуру списания услуг, материалов, деталей и комплектующих по закрытым производственным заказам;
  - Автоматизировать процедуру формирования производственных планов с учетом различных сценариев;
- Контроль исполнения:
  - Сформировать план-график потребностей производства, что позволит осуществлять наблюдаемость актуального учета доступности деталей и комплектующих для своевременного наполнения открытых производственных заказов;
  - Автоматизировать процедуру формирования актуальных производственных графиков с возможностью отражения отклонений и внесения корректировок плановых показателей;
  - Осуществлять план - фактный анализ хода производства, контроль и анализ отклонений;

## **4.7.2. Подсистема управление запасами**

Анализ обследования на основании проведенного интервью с начальником ОМТО показал, что в подразделении существует острая необходимость в аппаратном и программном переоснащении, направленном на автоматизацию управленческих процессов, связанных с планированием снабженческих функций, направленных на своевременное обеспечение производства необходимыми материальными ресурсами, организации актуального учета и контроля план - фактных показателей в данной области.

Предложенная для внедрения ERP система имеет в своей функциональной структуре подсистему управление запасами.

Предлагаемая подсистема управления запасами предназначена для организации эффективной работы сотрудников снабженческих структур, повышения производительности труда работников складского хозяйства, для обеспечения объективной, актуальной, развернутой информации по складским остаткам.

Применение предлагаемой подсистемы управления запасами позволит:

- Осуществлять управление остатками ТМЦ на множестве складов;
- Вести отдельный учет по номенклатурным группам;
- Осуществлять контроль и учет серийных номеров, сроков годности и сертификатов;
- Задавать произвольные свойства и характеристики товарам,
- Осуществлять функции резервирования ТМЦ, функции не уменьшаемого остатка;
- Формировать актуальную информацию по состоянию складских остатков в любых аналитических разрезах с высокой степенью детализации;

### **4.7.2.1. Технология штрих кодирования**

Существенное расширение функциональных возможностей подсистемы управления запасами возможно за счет внедрения технологии штрих кодирования товара на складах, деталей собственного производства и готовых изделий в производственных подразделениях.

Данная технология значительно ускоряет работу складского хозяйства, уменьшает возможность допущения ошибок, ускоряет и оптимизирует процедуру инвентаризации.

Штрих кодирование необходимо:

- При хранении на складе значительного ассортимента аналогичного товара (уменьшает риск пересортицы);
- При значительных рисках путаницы товаров различного срока годности;
- При оперативном поиске деталей, комплектующих на складских участках в производственных подразделениях;

Для внедрения технологии штрих кодирования необходимо наличие специализированного оборудования:

- Принтер этикеток;
- Принтер штрих кодов;
- Этикет-пистолеты;
- Этикет-лента;
- Сканер штрих кодов;
- Устройства зарядки;

Также, для внедрения технологии штрих кодирования необходимо наличие ПО. В предлагаемой ERP системе такая возможность предусмотрена. Данная программа должна выполнять следующие функции:

- Вести список штрих кодов, которые будут присваиваться как товарам, так и местам хранения, персоналу и прочим объектам, требующим идентификации;
- Контролировать уникальность штрих кодов;

- Формировать внутренний штрих код;
- Взаимодействовать со считывающими устройствами;
- Составлять пакеты данных и работать с ними;

#### 4.7.2.2. RFID технология

В качестве альтернативы технологии штрих-кодирования возможно внедрение технологии RFID для идентификации товара на складах, деталей, сборочных узлов и готовых изделий в производственных подразделениях.

*RFID (англ. Radio Frequency Identification - радиочастотная идентификация) – способ автоматической идентификации объектов, в котором посредством радиосигналов считываются или записываются данные, хранящиеся в так называемых транспондерах или RFID-метках.*

RFID система состоит из считывающего устройства и радио-метки.

RFID система не требует контакта с промаркированным объектом, не требует его прямой видимости. Это делает данную технологию полностью бесконтактной, не зависящей от погодных и физических условий.

На RFID-метку может заноситься необходимая пользовательская информация о дате и времени поступления, типе объекта, месте расположения и т.п.

Предлагаемая интеграция RFID технологии в ERP систему дает следующие преимущества и позволяет:

- Создавать прозрачные схемы перемещения товаров как внутри склада, так и за его пределами;
- Снизить число ошибок при формировании складского заказа;
- Повысить эффективность и точность работы склада;
- Эффективно и быстро проводить инвентаризации;
- Осуществить возможность групповой идентификации объектов (считывание более 50 RFID-меток в одну секунду);
- Для сотрудников ПДО визуально отслеживать физическое перемещение (технологические маршруты) деталей, узлов,

сборочных единиц по цехам, участкам и рабочим центрам в разрезе открытых производственных заказов.

#### **4.7.3. Подсистема управление документооборотом**

На предприятии установлена и работает автоматизированная система 1С: Документооборот.

На основании проведённых интервью с руководством и сотрудниками производственных подразделений предприятия: ПДО, ПРБ цехов, с начальниками цехов, а также с начальником ОМТО, установлено, что степень использования 1С: Документооборот, оценивается как низкая.

В данной программе контролируется поток входящей/исходящей корреспонденции, прикрепляются «сканы» бумажных документов, формируются приказы, распоряжения, служебные записки, назначаются и контролируются задачи по документам. По мнению респондентов, с точки зрения расширения функций автоматизации документооборота, явно не хватает процедуры «электронной цифровой подписи (ЭЦП)», которая значительно сократит рабочее время сотрудников, отпущенное на «хождение по кабинетам».

На основании вышеизложенного, необходимо провести детальное обследование предприятия на предмет фактического использования широкого функционального спектра данной программы на предприятии.

После обследования будут предложены конкретные методики, мероприятия и решения, направленные на эффективное использование электронного документооборота в подразделениях предприятия.

#### **4.7.4. Преимущества выбора ERP системы**

На этапе обследования предприятия, проведения анализа, были получены выводы, определены стратегические пути и направления в развитии и перевооружении предприятия, сформировано конкретное предложение по автоматизации управленческих производственных процессов, - на предприятии рекомендуется организовать внедрение автоматизированной системы 1С: ERP 2.0.

Основными преимуществами при выборе автоматизированной системы 1С:ERP 2.0 являются:

- 1С:ERP 2.0 является продуктом отечественных разработчиков (полная адаптация к российскому законодательству и бизнес пространству в разрезе форм, шаблонов, классификаторов и т.д.);
- Платформа 1С8.3 сертифицирована для задач обработки конфиденциальной информации;
- На предприятии уже внедрены и работают подсистемы 1С:Бухгалтерия и 1С:Документооборот (единая программная среда);
- На российском рынке широко представлены методики и программные средства, направленные на успешное осуществление интеграции САПР и ERP систем;
- Методология западных разработчиков современных ERP систем (SAP, MS Dynamics, Oracle и др.) в основном нацелена на обслуживание западных фирм и компаний;
- Стоимость западных ERP систем несоизмеримо высока;

#### **4.8. Создание центра подготовки производственных специалистов.**

В условиях оснащения предприятия современными программно-техническими средствами производства, к которым относятся ПО для конструкторов и технологов, ПО для диспетчеризации производства и документооборота, а также производственное оборудование (станки и иные устройства), крайне остро встает вопрос подготовки сотрудников, способных осуществлять безопасную и эффективную эксплуатацию данных средств производства.

Для достижения наибольшей эффективности производственных процессов на предприятии необходимо обеспечить единство подходов в части используемых средств производства (программных и технических) и организации производственных процессов. Таким образом, для идеализированного случая, можно выделить следующие характеристики:

- для решения каждой конкретной задачи на производстве используется только одно средство (один программный комплекс, один вид оборудования и т.п.);
- все используемые средства производства обладают полной совместимостью и не требуют дополнительных программно-технических средств для обмена информацией;
- имеется четкий регламент выполнения каждой производственной задачи с указанием используемых средств.

Приведенные характеристики являются примером «идеальной организации» редко достижимой на практике, однако это тот ориентир, который следует использовать при планировании технического организационно-технических изменений производства.

При внедрении новых средств производства нередки случаи когда, несмотря на общность назначения различных средств автоматизации, специалисту, работающему с одной системой (программным комплексом или оборудованием) сложно освоить систему - аналог по причине различий, часто намерено закладываемых производителем.

Также, при приеме на работу новых специалистов, часто значительное время уходит на их адаптацию, обучение и «переучивание» для эффективной работы на предприятии.

Приведенные обстоятельства обуславливают необходимость наличия на предприятии специализированного подразделения, отвечающего за подготовку специалистов, а также создания единых квалификационных требований для различных категорий сотрудников предприятия.

Создаваемый центр подготовки будет выполнять следующие функции:

- Первичный инструктаж новых сотрудников: структура предприятия, необходимые НТД, используемые программно-технические средства;
- Обучение сотрудников работе с общими по предприятию программными комплексами: документооборот, отчетность и т.п.;
- Обучение сотрудников работе со средствами производства соответственно должности: программные комплексы и оборудование;
- Актуализация квалификационных требований к сотрудникам соответственно организационно-техническим изменениям на производстве, а также актуализация учебных программ и материалов.

Несколько важных особенностей отличают обучение в собственном центре предприятия от обучения у поставщика оборудования и программ:

- возможность производить обучение и переподготовку «без отрыва от производства»;
- возможность учитывать в учебных программах задачи и особенности особенно актуальные для предприятия;
- возможность самостоятельно формировать расписание и программу обучения;
- возможность оперативной подготовки и переподготовки сотрудника для быстрого «включения в работу» предприятия;
- возможность проведения «точечного» повышения квалификации отдельных сотрудников по наиболее острым направлениям;
- более тщательный контроль качества полученных сотрудником знаний и навыков;

Создаваемый центр обучения будет проводить подготовку специалистов по следующим направлениям:

- Общие по предприятию стандарты и нормы;
- Общие по предприятию программные комплексы:
  - Документооборот
  - Отчетность
  - Снабжение
- Специализированные программные комплексы:
  - Конструкторская подготовка производства
  - Технологическая подготовка производства, в т.ч. подготовка управляющих программ станков ЧПУ
  - Планирование и диспетчеризация производства
  - Мониторинг работы производственного оборудования
  - Планирование загрузки, обслуживания и ремонтов производственного оборудования

- Работа с производственным оборудованием, в т.ч. требования безопасности.

Программы подготовки будут формироваться для каждого класса сотрудников в соответствии с квалификационными требованиями.

Для реализации перечисленных функций целесообразно создание центра обучения в следующем составе:

- Рабочее место преподавателя
- 10 рабочих мест обучаемых.

Точное число рабочих мест обучаемых будет зависеть от планов обучения и переподготовки кадров, принятого на предприятии.

В независимости от количества рабочих мест, каждое из них должно быть оснащено полным набором программных средств, предусмотренных учебными планами по направлениям обучения.

Рабочее место преподавателя дополнительно оснащается периферией для производства одновременного обучения нескольких сотрудников (например, проектором и экраном).

Таким образом, процесс создания центра подготовки специалистов включает следующие шаги:

- Формирование учебных планов для различных классов сотрудников, регламента работы центра и производства обучения;
- Подбор помещения;
- Оснащение рабочих мест: установка ПК, подключение к сети предприятия, установка дополнительного оборудования;
- Установка необходимого ПО в соответствии с учебными планами;

- Создание учебных материалов и методических пособий;
- Первичное обучение специалистов, назначенных для производства обучения.

Следует отметить, что в качестве преподавателей центра могут выступать производственные специалисты предприятия. Таким образом, нет необходимости в содержании дополнительной штатной единицы.

Прохождение обучения обеспечивает соблюдение сотрудником норм предприятия, повышение его вовлеченности в производственные процессы, повышает скорость его работы, уменьшает число ошибок и время простоя и, как следствие, ведет к общему повышению производственной эффективности предприятия.

## **5. Заключительные положения**

Сформулированные предложения охватывают широкий спектр процессов, критичных для производства Заказчика.

Утверждение и внедрение данных предложений позволит существенно повысить производственную эффективность предприятия за счет:

- Оптимального использования нового оборудования и технологий;
- Повышения производительности труда сотрудников и снижения простоя оборудования;
- Уменьшения времени «вспомогательных» процессов;
- Снижения возможного поля для ошибок;
- Повышение оперативности принятия решений.

Каждое из предложенных решений является, по сути, независимым. Несмотря на то, что в приведенном описании имеются частые ссылки одних

предлагаемых к внедрению систем на другие, внедрение каждой из них возможно индивидуально в соответствии с текущими возможностями и наиболее острыми потребностями предприятия.

Однако необходимо заметить, что максимальная эффективность предлагаемых решений достигается именно в их связке между собой.

В особенности это касается пар решений «Бюро подготовки УП для станков с ЧПУ» - «Создание цифровой промышленной сети станков с ЧПУ» и «Создание центра технологической подготовки производства» - «Создание электронного архива». Именно их совместное одновременное внедрение на предприятии силами единого исполнителя обеспечит наибольший эффект.