

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Многопрофильный колледж

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

**ПМ.03 Разработка и реализация технологических процессов в механосборочном
производстве «профессионального цикла»**

**для обучающихся специальности
15.02.16 Технология машиностроения**

СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	3
Практическое занятие №1	6
Практическое занятие №2	7
Практическое занятие №3	8
Практическое занятие №4	10
Практическое занятие №5	12
Практическое занятие №6	14
Лабораторное занятие №1	16
Лабораторное занятие №2	18
Лабораторное занятие №3	20
Лабораторное занятие №4	21
Лабораторное занятие №5	23
Лабораторное занятие №6	25
Лабораторное занятие №7	26
Лабораторное занятие №8	27
Лабораторное занятие №10	30
Лабораторное занятие №11	32
Лабораторное занятие №12	34

1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют практические и лабораторные занятия.

Состав и содержание практических и лабораторных занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных практических умений, необходимых в последующей учебной деятельности.

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой профессионального модуля **«ПМ.03 Разработка и реализация технологических процессов в механосборочном производстве»** предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

- У 3.1.01 Анализировать технические условия на сборочные изделия
- У 3.1.02 Проверять сборочные единицы на технологичность
- У 3.1.03 Применять конструкторскую и технологическую документацию по сборке изделий при разработке технологических процессов сборки
- У 3.1.04 Разрабатывать технологические процессы сборки изделий в соответствии с требованиями технологической документации
- У 3.1.05 Рассчитывать показатели эффективности использования основного и вспомогательного оборудования механосборочного производства
- У 3.1.06 Определять и выбирать виды и формы организации сборочного процесса
- У 3.1.07 Организовывать производственные и технологические процессы механосборочного производства
- У 3.2.01 Выбирать способы восстановления и упрочнения изношенных деталей и нанесения защитного покрытия при разработке технологического процесса
- У 3.2.02 Выбирать приёмы сборки узлов и механизмы, оборудование, инструменты и оснастку, специальные приспособления
- У 3.2.03 Выбирать подъёмно-транспортное оборудование для осуществления сборки изделий
- У 3.3.01 Использовать технологическую документацию по сборке изделий машиностроительного производства
- У 3.3.02 Соблюдать требования по внесению изменений в технологический процесс по сборке изделий
- У 3.3.03 Применять системы автоматизированного проектирования при разработке технологической документации по сборке изделий
- У 3.3.04 Проводить расчёты сборочных процессов, в т.ч. с применением систем автоматизированного проектирования

- У 3.3.05 Осуществлять техническое нормирование сборочных работ, рассчитывать количество оборудования, рабочих мест, производственных рабочих механосборочных цехов
- У 3.4.01 Обеспечивать точность сборочных размерных цепей
- У 3.4.02 Осуществлять монтаж металлорежущего оборудования
- У 3.4.03 Выбирать способы и руководить выполнением такелажных работ
- У 3.4.04 Осуществлять монтаж металлорежущего оборудования
- У 3.4.05 Осуществлять установку машин на фундаменты
- У 3.4.06 Проверять рабочие места на соответствие требованиям, определяющим эффективное использование оборудования
- У 3.5.01 Контролировать качество сборочных изделий в соответствии с требованиями технической документации
- У 3.5.02 Предупреждать и устранять несоответствие изделий требованиям нормативных документов
- У 3.5.03 Выявлять причины выпуска сборочных единиц низкого качества
- У 3.5.04 Обеспечивать требования нормативной документации к качеству сборочных единиц
- У 3.5.05 Определять износ сборочных изделий, выявлять скрытые дефекты изделий
- У 3.6.01 Выбирать транспортные средства для сборочных участков
- У 3.6.02 Размещать оборудование в соответствии с принятой схемой сборки, разрабатывать спецификации участков
- У 3.6.03 Осуществлять организацию, складирование и хранение комплектующих деталей, вспомогательных материалов, мест отдела технического контроля и собранных изделий
- У 3.6.04 Разрабатывать спецификации участков
- Уо 01.01 Распознавать и анализировать задачу; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план;
- Уо 01.02 Владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;
- Уо 02.01 Определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию; оформлять результаты поиска;
- Уо 02.02 Использовать современное программное обеспечение, цифровые средства для решения профессиональных задач; проявлять культуру информационной безопасности;
- Уо 04.02 Эффективно работать в команде; взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами;
- Уо 07.01 Соблюдать нормы экологической безопасности; применять принципы бережливого производства;

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на освоение вида деятельности программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ВД 3 Разработка и реализация технологических процессов в механосборочном производстве;

ПК 3.1. Разрабатывать технологический процесс сборки изделий с применением конструкторской и технологической документации;

ПК 3.2. Выбирать оборудование, инструмент и оснастку для осуществления сборки изделий;

ПК 3.3. Разрабатывать технологическую документацию по сборке изделий, в т.ч. с применением систем автоматизированного проектирования;

ПК 3.4. Реализовывать технологический процесс сборки изделий машиностроительного производства;

ПК 3.5. Контролировать соответствие качества сборки требованиям технологической документации, анализировать причины несоответствия изделий и выпуска продукции низкого качества, участвовать в мероприятиях по их предупреждению и устранению;

ПК 3.6. Разрабатывать планировки участков механосборочных цехов машиностроительного производства в соответствии с производственными задачами.

А также формированию общих компетенций:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.

Практические и лабораторные занятия проводятся в рамках соответствующей темы, после освоения дидактических единиц, которые обеспечивают наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 1.1. Основные понятия о сборочном процессе

Практическое занятие №1. Расчёт и выбор крепежных элементов для разъёмных соединений

Цель: Закрепление знаний по расчёту и выбору стандартных крепёжных изделий (болтов, винтов, шпилек, гаек, шайб) для разъёмных соединений в зависимости от вида и величины действующих нагрузок.

Выполнив работу, вы будете уметь:

- **У 3.1.02.** Проверять сборочные единицы на технологичность.
- **У 3.1.03.** Применять конструкторскую и технологическую документацию по сборке изделий при разработке технологических процессов сборки.
- **Уо 01.01.** Распознавать и анализировать задачу; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план.
- **Уо 01.02.** Владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах.
- **Уо 02.01.** Определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию; оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение: Сборочный чертёж узла, содержащего разъёмное соединение (по варианту); справочники конструктора (например, Анурьева), стандарты на крепёжные изделия (ГОСТ), ПЭВМ с доступом к справочным системам, калькулятор.

Задание: По выданному сборочному чертежу выполнить проектный расчёт болтового (или винтового) соединения, подверженного сдвигающей нагрузке, и подобрать для него стандартные крепёжные элементы.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить сборочный чертёж и определить тип соединения и характер нагрузки, действующей на него (сдвигающая, отрывающая). Проанализировать технические условия, заданные на чертеже (материал деталей, допускаемые напряжения).
2. На основе анализа нагрузки определить расчётную схему соединения. Рассчитать диаметр стержня болта из условия прочности на срез и смятие, используя справочные данные о допускаемых напряжениях для материала болта.
3. По полученному расчётному диаметру из таблиц стандарта подобрать ближайший больший стандартный диаметр болта.
4. Используя справочники стандартов, подобрать к выбранному болту стандартную гайку соответствующего класса прочности и шага резьбы.
5. Определить необходимость установки шайбы под гайку или головку болта для увеличения площади опоры и предотвращения повреждения поверхности детали.
6. Сделать вывод о работоспособности соединения и оформить результаты выбора.

Форма представления результата: Расчётно-пояснительная записка с обоснованием выбора каждого элемента крепежа.

Критерии оценки:

- **«Отлично»:** Все этапы расчёта и выбора выполнены верно; обоснование выбора полное и технически грамотное.
- **«Хорошо»:** Расчёты верны, но есть незначительные неточности в подборе элементов или оформлении.
- **«Удовлетворительно»:** Допущены ошибки в расчёте диаметра или выборе класса прочности болта.
- **«Неудовлетворительно»:** Задание не выполнено или содержит грубые ошибки.

Тема 1.1. Основные понятия о сборочном процессе

Практическое занятие №2. Расчёт соединений с натягом и выбор метода сборки

Цель: Приобретение навыков расчёта напряжений в соединениях с натягом (прессовых) и определения усилий, необходимых для их сборки и разборки.

Выполнив работу, вы будете уметь:

- **У 3.1.01.** Анализировать технические условия на сборочные изделия.
- **У 3.4.01.** Обеспечивать точность сборочных размерных цепей.
- **У 3.3.04.** Проводить расчёты сборочных процессов.
- **Уо 01.01.** Распознавать и анализировать задачу; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план.
- **Уо 01.02.** Владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах.
- **Уо 02.01.** Определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию; оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение: Чертёж деталей соединения с натягом (втулка-вал), справочные данные по физико-механическим свойствам материалов деталей (модуль упругости), калькулятор.

Задание: Рассчитать величину усилия запрессовки для соединения деталей с заданным натягом и определить, какой метод сборки (тепловой или прессовый) является предпочтительным.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить чертёж соединения. Определить номинальные размеры сопрягаемых деталей (отверстия и вала) и их поля допусков для расчёта требуемого натяга.
2. Используя справочные данные о материалах деталей (модуль упругости, коэффициент Пуассона), рассчитать давление, которое возникнет на поверхности контакта после сборки.
3. На основе полученного давления рассчитать силу запрессовки, которую должен развить пресс для сборки соединения.
4. Рассчитать температуру нагрева охватывающей детали (или охлаждения охватываемой), необходимую для сборки соединения без применения пресса.
5. Сравнить полученные результаты и затраты на оба метода (необходимое оборудование, время) и сделать вывод о предпочтительном методе сборки для данных условий.

Форма представления результата: Расчётно-пояснительная записка с сравнительным анализом методов сборки.

Критерии оценки:

- **«Отлично»:** Все расчёты выполнены без ошибок; сделан обоснованный вывод о выборе метода сборки.
- **«Хорошо»:** Незначительные погрешности в вычислениях, не влияющие на общий вывод.
- **«Удовлетворительно»:** Ошибки в определении давления или усилий, но логика расчёта понятна.
- **«Неудовлетворительно»:** Задание не выполнено или расчёты неверны.

Тема 1.1. Основные понятия о сборочном процессе

Практическое занятие №3. Расчёт площади участка, выбор транспортных средств и расчёт численности персонала

Цель: Освоение методики комплексного планирования механосборочного участка: от определения его площади до расчёта потребности в персонале и выбора транспорта.

Выполнив работу, вы будете уметь:

- **У 3.1.05.** Рассчитывать показатели эффективности использования основного и вспомогательного оборудования механосборочного производства.
- **У 3.1.06.** Определять и выбирать виды и формы организации сборочного процесса.
- **У 3.1.07.** Организовывать производственные и технологические процессы механосборочного производства.
- **У 3.6.01.** Выбирать транспортные средства для сборочных участков.
- **У 3.6.03.** Осуществлять организацию, складирование и хранение комплектующих деталей, вспомогательных материалов, мест отдела технического контроля и собранных изделий.
- **Уо 01.01.** Распознавать и анализировать задачу; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план.
- **Уо 01.02.** Владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах.
- **Уо 02.01.** Определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию; оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение: Программа выпуска изделий для участка на месяц/год, нормы технологического проектирования машиностроительных предприятий (справочник), нормативы времени на выполнение операций (штучное время), действительный фонд рабочего времени одного рабочего за период (справочник).

Задание: Для заданного участка цеха рассчитать общую площадь, выбрать необходимые транспортные средства и определить численность производственного персонала.

Порядок выполнения работы:

1. На основе производственной программы определить состав и количество основного оборудования на участке.
2. Рассчитать суммарную площадь, занимаемую оборудованием, исходя из его габаритов.
3. Используя нормы технологического проектирования, рассчитать площади вспомогательных помещений и зон: проходов, проездов, складов для хранения заготовок и готовых деталей, мест межоперационного контроля.
4. Сложить все составляющие для получения общей площади участка цеха.
5. Исходя из типа производства и массы перемещаемых грузов, выбрать вид подъёмно-транспортного оборудования (мостовой кран, кран-балка, электрокара).
6. Рассчитать общую трудоёмкость производственной программы участка в человеко-часах за месяц.
7. Определить плановую численность основных производственных рабочих путём деления общей трудоёмкости на фонд рабочего времени одного рабочего за месяц с учётом коэффициента невыходов.
8. Обсудить в команде распределение обязанностей между рассчитанным количеством рабочих для обеспечения непрерывности производственного потока.

Форма представления результата: Сводная ведомость расчёта площади участка, спецификация выбранных транспортных средств и расчёт численности персонала.

Критерии оценки:

- **«Отлично»:** Все расчёты выполнены верно; выбор транспорта обоснован; команда продемонстрировала слаженную работу при обсуждении распределения обязанностей.
- **«Хорошо»:** Незначительные неточности в расчёте площадей вспомогательных зон.

- **«Удовлетворительно»:** Ошибки в определении фонда рабочего времени или трудоёмкости программы.
- **«Неудовлетворительно»:** Задание не выполнено или выполнено формально без командной работы.

Тема 1.7. Разработка планировок участков механосборочных цехов

Практическое занятие №4. Определение материальных ресурсов и потребности в обеспечении оборудованием в механосборочных цехах

Цель: Приобретение навыков планирования материально-технических ресурсов для выполнения производственной программы механосборочного цеха.

Выполнив работу, вы будете уметь:

- **У 3.3.05.** Осуществлять техническое нормирование сборочных работ, рассчитывать количество оборудования, рабочих мест, производственных рабочих механосборочных цехов.
- **Уо 01.01.** Распознавать и анализировать задачу; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план.
- **Уо 01.02.** Владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах.
- **Уо 02.01.** Определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию; оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение: Программа выпуска изделий для цеха на месяц/год, справочники по нормам расхода материалов и инструмента.

Задание: Определить потребность цеха в основных материалах, комплектующих и стандартном инструменте для выполнения производственной программы.

Порядок выполнения работы:

1. **Анализ производственной программы.** Изучить производственную программу цеха: номенклатуру изделий, которые будут собираться, и их количество.
2. **Расчёт потребности в материалах.** На основе спецификаций на каждое изделие составить сводную ведомость потребных материалов (металлопрокат, отливки, поковки) на всю программу выпуска.
3. **Расчёт потребности в инструменте.** Определить потребность в стандартном инструменте (свёрла, резцы, фрезы), исходя из норм его расхода на единицу продукции или на одну операцию.
4. **Расчёт потребности в комплектующих.** Рассчитать потребность в покупных комплектующих изделиях (подшипники, крепеж, электрооборудование), которые поступают со склада или от других цехов.
5. **Формирование итогового документа.** Сформировать итоговый документ — ведомость потребности в материальных ресурсах для снабжения цеха.

Форма представления результата: Сводная ведомость потребности в материалах, инструменте и комплектующих изделиях.

Критерии оценки:

- **«Отлично»:** Потребность рассчитана точно для всех позиций программы; документ оформлен аккуратно и полностью.

- **«Хорошо»:** В расчётах есть незначительные неточности, не повлиявшие на общий вывод о достаточности ресурсов.
- **«Удовлетворительно»:** Рассчитана потребность только для части номенклатуры изделий или допущены ошибки в объёмах.
- **«Неудовлетворительно»:** Задание не выполнено или ведомость содержит грубые ошибки.

Тема 1.7. Разработка планировок участков механосборочных цехов

Практическое занятие №5. Определение потребных площадей при планировке механосборочных цехов

Цель: Освоение методики расчёта общей площади механосборочного цеха на основе данных о составе оборудования и нормах проектирования.

Выполнив работу, вы будете уметь:

- **У 3.6.02.** Размещать оборудование в соответствии с принятой схемой сборки.
- **Уо 01.01.** Распознавать и анализировать задачу; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план.
- **Уо 01.02.** Владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах.
- **Уо 02.01.** Определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию; оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение: Список оборудования для участка цеха с указанием габаритов станков, нормы технологического проектирования машиностроительных предприятий (справочник).

Задание: Рассчитать общую площадь участка механосборочного цеха исходя из его планировки.

Порядок выполнения работы:

1. **Расчёт площади, занимаемой оборудованием.** 1.1. Изучить список оборудования участка. 1.2. Для каждого станка определить его габариты в плане (длина L_i и ширина W_i). 1.3. Рассчитать площадь, занимаемую одним станком ($S_{об.i}$), по формуле: $S_{об.i} = L_i \times W_i$ 1.4. Рассчитать суммарную площадь, занимаемую всем оборудованием ($S_{об.общ}$), по формуле: $S_{об.общ} = \sum_{i=1}^n S_{об.i}$ где n — количество единиц оборудования.
2. **Расчёт площади вспомогательных зон.** 2.1. Используя справочник по нормам технологического проектирования, определить коэффициенты для расчёта площадей вспомогательных зон (проходы, склады, рабочие места). 2.2. Рассчитать площадь каждой зоны, умножив суммарную площадь оборудования на соответствующий коэффициент: * Площадь проходов и проездов: $S_{пр} = S_{об.общ} \times k_{пр}$ * Площадь складов (заготовок, готовых деталей): $S_{скл} = S_{об.общ} \times k_{скл}$ * Площадь рабочих мест у станков: $S_{рм} = S_{об.общ} \times k_{рм}$
3. **Расчёт общей площади участка.** 3.1. Рассчитать общую площадь участка ($S_{уч}$) как сумму всех рассчитанных площадей: $S_{уч} = S_{об.общ} + S_{пр} + S_{скл} + S_{рм}$
4. **Анализ и выводы.** 4.1. Сравнить полученное значение общей площади с типовыми компоновками аналогичных участков. 4.2. Сделать вывод о достаточности и рациональности использования рассчитанной площади.

Форма представления результата: Расчёт общей площади участка с разбивкой на составляющие (оборудование, проходы, склады) в виде текстового описания расчётов.

Критерии оценки:

- **«Отлично»:** Расчёт выполнен верно с использованием корректных нормативов; учтены все виды площадей.

- **«Хорошо»:** Незначительные отклонения от норм проектирования в итоговом результате из-за округлений.
- **«Удовлетворительно»:** Ошибки в определении коэффициентов или суммировании площадей.
- **«Неудовлетворительно»:** Задание не выполнено.

Формула расчёта площади одного станка.

Формула расчёта суммарной площади оборудования.

Формула расчёта общей площади участка.

Тема 1.7. Разработка планировок участков механосборочных цехов

Практическое занятие №6. Расчёты численности персонала

Цель: Приобретение навыков определения необходимого количества производственных рабочих для выполнения производственной программы участка или цеха.

Выполнив работу, вы будете уметь:

- **У 3.3.05.** Осуществлять техническое нормирование сборочных работ, рассчитывать количество оборудования, рабочих мест, производственных рабочих механосборочных цехов.
- **Уо 04.02.** Эффективно работать в команде; взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.
- **Уо 07.01.** Соблюдать нормы экологической безопасности; применять принципы бережливого производства.
- **Уо 01.01.** Распознавать и анализировать задачу; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план.
- **Уо 01.02.** Владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах.
- **Уо 02.01.** Определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию; оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение: Производственная программа участка (наименование работ, объём выпуска), нормативы времени на выполнение операций (штучное время), действительный фонд рабочего времени одного рабочего за период (справочник).

Задание: Рассчитать численность основных производственных рабочих-сборщиков для выполнения месячного плана выпуска изделий на участке.

Порядок выполнения работы:

1. **Определение общей трудоёмкости производственной программы.** 1.1. Изучить производственную программу участка. Рассчитать суммарную трудоёмкость производственной программы ($T_{\text{общ}}$) в человеко-часах за месяц по формуле:

$$T_{\text{общ}} = \sum (N_i \times t_{\text{шт.}i})$$

где:

- N_i — объём выпуска i -го изделия за месяц (в штуках).
 - $t_{\text{шт.}i}$ — норма штучного времени на сборку одного i -го изделия (в часах).
2. **Определение фонда рабочего времени.** 2.1. Из справочника определить действительный фонд рабочего времени одного рабочего ($F_{\text{рв}}$) за месяц в часах (с учётом выходных, праздников, отпуска).
 3. **Расчёт численности персонала.** 3.1. Рассчитать необходимое количество рабочих ($Ч_{\text{р}}$) путём деления суммарной трудоёмкости программы на фонд рабочего времени одного рабочего:

$$Ч_{\text{р}} = \frac{T_{\text{общ}}}{F_{\text{рв}}}$$

4. **Округление и анализ результата.** 4.1. Округлить полученное дробное число до целого в большую сторону, так как нельзя нанять "часть" рабочего. 4.2. Сделать вывод о достаточности рассчитанного количества рабочих для выполнения плана с учётом возможных невыходов на работу по болезни или другим причинам (которые уже учтены в показателе $F_{рв}$).
5. **Командная работа (для получения оценки "отлично").** 5.1. Обсудить в команде распределение обязанностей между рассчитанным количеством рабочих для обеспечения непрерывности производственного потока.

Форма представления результата: Расчёт численности рабочих с указанием исходных данных (трудоемкость программы, фонд времени) и итогового количества человек.

Критерии оценки:

- **«Отлично»:** Расчёт выполнен верно, учтены все исходные данные; команда продемонстрировала слаженную работу при обсуждении распределения обязанностей.
- **«Хорошо»:** Незначительная погрешность из-за округления промежуточных данных.
- **«Удовлетворительно»:** Ошибка в определении трудоемкости программы или фонда времени рабочего.
- **«Неудовлетворительно»:** Задание не выполнено или расчёт неверен более чем на одного человека от правильного ответа.

Тема 1.2. Обеспечение точности сборки

Лабораторное занятие №1. Измерение погрешностей взаимного расположения деталей в собранном узле

Цель: Экспериментальное подтверждение влияния погрешностей взаимного расположения деталей на точность сборки узла и формирование навыка использования контрольно-измерительных приборов для оценки качества сборки.

Выполнив работу, вы будете уметь:

- **У 3.4.01.** Обеспечивать точность сборочных размерных цепей.
- **У 3.5.01.** Контролировать качество сборочных изделий в соответствии с требованиями технической документации.
- **Уо 02.02.** Использовать современное программное обеспечение, цифровые средства для решения профессиональных задач.
- **Уо 01.01.** Распознавать и анализировать задачу; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план.
- **Уо 01.02.** Владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах.
- **Уо 02.01.** Определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию; оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение:

- Собранный узел (например, подшипниковый узел на валу).
- Индикатор часового типа ИЧ-10 на стойке.
- Комплект калибров-пробок.
- Техническая документация на узел (чертёж).

Задание: Измерить фактические отклонения собранного узла от заданных параметров чертежа и оценить качество сборки по критерию «годен/брак».

Порядок выполнения работы:

1. Внимательно изучите чертёж узла и технические требования к нему, обратив особое внимание на допуски формы и расположения поверхностей (например, радиальное биение).
2. Установите собранный узел на испытательный стенд или призмы так, чтобы обеспечить его устойчивое положение и возможность вращения вокруг оси без значительных осевых перемещений.
3. Настройте индикатор часового типа: установите его ножку так, чтобы она упиралась в контролируемую поверхность (например, торец вала) с небольшим предварительным натягом стрелки прибора. Установите шкалу индикатора на «ноль».
4. Медленно проверните вал вручную на один полный оборот вокруг его оси, наблюдая за колебаниями стрелки индикатора.

5. Зафиксируйте максимальное отклонение стрелки от нулевого положения во время вращения вала. Это значение является величиной измеряемого параметра (например, радиального биения).
6. Сравните полученное фактическое значение с допустимым значением допуска по чертежу для данного параметра качества сборки.
7. Сделайте вывод о соответствии собранного узла требованиям технической документации («годен» или «брак») по проверяемому параметру качества сборки.
8. Разберите узел обратно без повреждений деталей для использования их другими группами студентов.

Форма представления результата: Заполненный бланк отчёта с указанием измеренного значения параметра, допуска по чертежу и итогового вывода о годности изделия к эксплуатации («годен/брак»).

Критерии оценки:

- **«Отлично»:** Измерения проведены аккуратно и правильно; вывод о годности изделия сделан верно на основе сравнения с допуском; студент уверенно отвечает на вопросы преподавателя о методике измерения погрешностей сборки.
- **«Хорошо»:** Измерения проведены верно, но есть незначительные погрешности из-за неточности установки прибора; студент испытывает небольшие затруднения при ответах на уточняющие вопросы.
- **«Удовлетворительно»:** Допущены ошибки при установке индикатора или считывании показаний; вывод о годности изделия сделан неверно из-за неправильного сравнения измеренного значения с допуском.
- **«Неудовлетворительно»:** Задание не выполнено; студент не может пользоваться измерительным инструментом; измерения не проводились или проведены полностью неверно.

Тема 1.2. Обеспечение точности сборки

Лабораторное занятие №2. Анализ причин брака и разработка мероприятий по их устранению

Цель: Приобретение навыков анализа несоответствий готовой продукции требованиям технической документации, выявления коренных причин брака и разработки корректирующих мероприятий для его предупреждения.

Выполнив работу, вы будете уметь:

- **У 3.5.02.** Предупреждать и устранять несоответствие изделий требованиям нормативных документов.
- **У 3.5.03.** Выявлять причины выпуска сборочных единиц низкого качества.
- **У 3.5.04.** Обеспечивать требования нормативной документации к качеству сборочных единиц.
- **Уо 01.01.** Распознавать и анализировать задачу; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план.
- **Уо 01.02.** Владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах.
- **Уо 02.01.** Определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию; оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение: Образцы бракованных деталей или узлов (реальных или учебных макетов), измерительный инструмент (штангенциркуль, микрометр), техническая документация на изделие (чертёж со спецификацией).

Задание: Провести анализ партии бракованных изделий, выявить причины несоответствия и разработать план мероприятий по их устранению.

Порядок выполнения работы:

1. Получить у преподавателя партию бракованных изделий (или описание дефектов) и техническую документацию на них.
2. Провести визуальный осмотр изделий и классифицировать дефекты (например, трещины, несоответствие размеров, неправильная сборка).
3. С помощью измерительного инструмента проверить фактические размеры бракованных деталей и сравнить их с требованиями чертежа для подтверждения несоответствия.
4. Проанализировать возможные причины возникновения дефектов на разных этапах: некачественный материал заготовки, ошибка в технологическом процессе обработки, нарушение режима термообработки, ошибка сборщика, износ инструмента.
5. Используя метод «5 почему» или диаграмму Исикавы, выявить наиболее вероятную коренную причину брака.
6. Разработать и описать план корректирующих и предупреждающих мероприятий, которые необходимо внедрить в технологический процесс, чтобы исключить повторение данного брака в будущем.
7. Оформить отчёт о проделанном анализе.

Форма представления результата: Отчёт об анализе причин брака, включающий описание дефектов, результаты измерений, выявленную причину и разработанный план мероприятий.

Критерии оценки:

- **«Отлично»:** Коренная причина брака определена верно и обоснованно; предложенный план мероприятий является полным, технически грамотным и реалистичным для внедрения.

- **«Хорошо»:** Причина определена верно, но план мероприятий недостаточно подробный или не все аспекты проблемы учтены.
- **«Удовлетворительно»:** Выявлена только непосредственная причина (например, «сборщик ошибся»), а не коренная (например, «неудобный доступ к узлу»), план мероприятий отсутствует или неэффективен.
- **«Неудовлетворительно»:** Задание не выполнено; анализ поверхностный, выводы не обоснованы.

Тема 1.3. Выбор оборудования и инструмента для сборочного процесса

Лабораторное занятие №3. Подбор оборудования, инструмента и оснастки для выполнения сборочных операций

Цель: Приобретение навыков выбора оптимального сборочного оборудования, ручного и механизированного инструмента, а также технологической оснастки (приспособлений) для выполнения конкретных сборочных операций.

Выполнив работу, вы будете уметь:

- **У 3.2.01.** Выбирать способы восстановления и упрочнения изношенных деталей и нанесения защитного покрытия при разработке технологического процесса.
- **У 3.2.02.** Выбирать приёмы сборки узлов и механизмы, оборудование, инструменты и оснастку, специальные приспособления.
- **Уо 01.02.** Владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах.
- **Уо 01.01.** Распознавать и анализировать задачу; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план.
- **Уо 02.01.** Определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию; оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение: Технологический процесс сборки изделия (операционные карты), каталоги оборудования и инструмента, ПЭВМ с доступом к электронным базам данных.

Задание: Для заданной сборочной операции из технологического процесса подобрать необходимое оборудование, инструмент и оснастку.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить выданную операционную карту на сборочную операцию (например, «Запрессовать подшипник в корпус»).
2. Проанализировать содержание перехода и определить требования к выполнению операции: требуемое усилие, точность позиционирования, необходимость контроля момента или положения.
3. На основе анализа выбрать тип оборудования (например, ручной пресс, гидравлический пресс, роботизированный модуль).
4. Подобрать рабочий инструмент (оправки, наставки) и измерительный инструмент (индикаторная стойка для контроля биения), обеспечивающие выполнение операции с заданной точностью.
5. В отчёте обосновать свой выбор, указав, почему выбранное оборудование и инструмент являются оптимальными для данной операции с точки зрения производительности, качества и безопасности.
6. Учесть возможность использования восстановленных деталей и необходимость их дополнительной обработки или упрочнения при выборе оснастки.

Форма представления результата: Заполненная форма подбора оборудования и инструмента для заданной операции с кратким обоснованием выбора.

Критерии оценки:

- **«Отлично»:** Оборудование и инструмент подобраны оптимально; обоснование выбора технически грамотное и полное.
- **«Хорошо»:** Выбор сделан верно, но обоснование недостаточно подробное или не рассмотрены альтернативные варианты.
- **«Удовлетворительно»:** Выбранный инструмент не соответствует требованиям операции (например, недостаточное усилие прессы).
- **«Неудовлетворительно»:** Задание не выполнено.

Тема 1.3. Выбор оборудования и инструмента для сборочного процесса

Лабораторное занятие №4. Выбор средств технического контроля качества сборки

Цель: Приобретение навыков выбора методов и средств технического контроля для проверки качества выполнения сборочных операций и соответствия готового изделия техническим требованиям.

Выполнив работу, вы будете уметь:

- **У 3.5.01.** Контролировать качество сборочных изделий в соответствии с требованиями технической документации.
- **У 3.5.05.** Определять износ сборочных изделий, выявлять скрытые дефекты изделий.
- **Уо 02.01.** Определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию; оформлять результаты поиска.
- **Уо 01.01.** Распознавать и анализировать задачу; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план.
- **Уо 01.02.** Владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах.

Материальное обеспечение: Техническая документация на изделие (чертёж со спецификацией), справочники по средствам контроля (например, каталоги измерительного инструмента), образцы типовых дефектов.

Задание: Разработать маршрут контроля для заданного изделия или узла, выбрав для каждой контрольной точки метод и средство контроля.

Порядок выполнения работы:

1. Внимательно изучите конструкторскую документацию на изделие (сборочный чертёж и технические условия). Выделите все контролируемые параметры: линейные и угловые размеры, допуски формы и расположения поверхностей (например, биение, перпендикулярность, соосность), параметры резьбовых и шпоночных соединений.
2. Для каждого контролируемого параметра определите требования к точности измерения, указанные в чертеже или технических условиях.
3. Используя справочную литературу или электронные базы данных, подберите средство контроля, которое обеспечивает требуемую точность:
 - Для линейных и угловых размеров — штангенциркуль, микрометр, угломер.
 - Для отклонений формы и расположения (биение, перпендикулярность) — индикатор часового типа на стойке, синусная линейка.
 - Для параметров резьбы — резьбовые калибры (проходной/непроходной).
 - Для выявления скрытых дефектов (трещин, пор) — методы неразрушающего контроля (магнитопорошковый, ультразвуковой), если это предусмотрено заданием.
4. Определите точки контроля в технологическом процессе: входной контроль комплектующих, операционный контроль после выполнения ответственной операции (например, после запрессовки подшипника) и приёмочный контроль готового изделия.
5. Составьте ведомость средств контроля по маршруту сборки, где для каждой контрольной точки будет указан метод контроля и выбранный инструмент.
6. Сделайте вывод о том, как выбранная система контроля обеспечивает качество готового изделия и предотвращает попадание брака на следующий этап или к потребителю.

Форма представления результата: Ведомость средств контроля по маршруту сборки изделия.

Критерии оценки:

- **«Отлично»:** Средства контроля подобраны корректно для всех параметров, их выбор обоснован; ведомость составлена полно и аккуратно.
- **«Хорошо»:** Выбор средств контроля верен в целом, но для некоторых параметров выбраны не самые оптимальные или слишком грубые инструменты.

- **«Удовлетворительно»:** Пропущены важные контрольные точки или выбраны средства контроля, не обеспечивающие требуемую по чертежу точность.
- **«Неудовлетворительно»:** Задание не выполнено или система контроля не позволяет проверить ключевые параметры качества изделия.

Тема 1.4. Порядок разработки технологического процесса сборки

Лабораторное занятие №5. Разработка технологического маршрута сборки изделия на основе схемы узловой сборки

Цель: Приобретение практических навыков проектирования маршрутного технологического процесса сборки изделия на основе схемы, разработанной в предыдущей работе.

Выполнив работу, вы будете уметь:

- **У 3.1.03.** Применять конструкторскую и технологическую документацию по сборке изделий при разработке технологических процессов сборки.
- **У 3.1.04.** Разрабатывать технологические процессы сборки изделий в соответствии с требованиями технологической документации.
- **Уо 01.01.** Распознавать и анализировать задачу; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план.
- **Уо 01.02.** Владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах.
- **Уо 02.01.** Определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию; оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение: Схема общей и узловой сборки изделия (из ЛР №2), технические требования к изделию, справочники по технологии машиностроения.

Задание: На основе схемы сборки, разработанной в Лабораторной работе №2, составить полный маршрутный технологический процесс сборки изделия.

Порядок выполнения работы:

1. Внимательно изучите схему общей и узловой сборки, разработанную в предыдущей работе.
2. Определите состав технологических операций, необходимых для перехода от базовой детали к готовому изделию. Каждая крупная операция на схеме (например, «установить узел А в корпус») должна быть детализирована.
3. Для каждой операции определите:
 - **Содержание перехода:** что именно нужно сделать (установить, закрепить, запрессовать, отрегулировать).
 - **Оборудование:** на котором будет выполняться операция (верстак, стенд, сборочный станок).
 - **Инструмент и приспособления:** необходимые для выполнения (ключ, молоток, оправка).
4. Последовательно пронумеруйте все операции от начальной (подготовка деталей) до конечной (контроль готового изделия).
5. Заполните «Ведомость технологического маршрута», указав номер и наименование каждой операции.
6. Сделайте вывод о сложности технологического процесса и количестве основных сборочных постов, которые потребуются для его реализации.

Форма представления результата: Заполненная «Ведомость технологического маршрута» и операционные карты на 2-3 ключевые операции.

Критерии оценки:

- **«Отлично»:** Разработан полный и логически верный маршрут; все операции обоснованы; оборудование и инструмент выбраны корректно.
- **«Хорошо»:** Маршрут составлен верно, но последовательность операций не оптимальна или в описании операций допущены неточности.
- **«Удовлетворительно»:** Пропущены важные операции или нарушен порядок их выполнения.
- **«Неудовлетворительно»:** Задание не выполнено или разработанная технология не позволяет собрать изделие.

Тема 1.5. Сборка типовых сборочных единиц

Лабораторное занятие №6. Разработка технологии монтажа редуктора на фундамент

Цель: Приобретение навыков проектирования технологического процесса монтажа промышленного оборудования (редуктора) на фундамент с выверкой его положения.

Выполнив работу, вы будете уметь:

- **У 3.4.02.** Осуществлять монтаж металлорежущего оборудования.
- **У 3.4.04.** Осуществлять монтаж металлорежущего оборудования.
- **У 3.4.05.** Осуществлять установку машин на фундаменты.
- **У 3.4.06.** Проверять рабочие места на соответствие требованиям, определяющим эффективное использование оборудования.
- **Уо 01.01.** Распознавать и анализировать задачу; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план.
- **Уо 01.02.** Владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах.
- **Уо 02.01.** Определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию; оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение: Сборочный чертёж редуктора и план расположения оборудования на фундаменте, техническая документация на монтаж.

Задание: Разработать укрупнённый технологический процесс монтажа редуктора на заранее подготовленный фундамент.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить техническую документацию на редуктор и требования к его установке.
2. Определить состав подготовительных работ: проверка состояния фундамента, установка фундаментных болтов.
3. Разработать последовательность операций по установке редуктора на фундамент:
 - Подготовка опорных элементов (прокладок).
 - Такелажные работы по подъёму и установке редуктора на фундамент.
 - Предварительная выверка положения редуктора относительно соединяемого агрегата (например, приводного вала).
4. Определить метод выверки соосности валов (по полумуфтам) и описать необходимые контрольные операции.
5. Разработать последовательность операций по затяжке фундаментных болтов и окончательной проверке положения редуктора.
6. Составить ведомость технологических операций монтажа.

Форма представления результата: Технологическая карта на процесс монтажа редуктора.

Критерии оценки:

- **«Отлично»:** Процесс разработан полно и логично, учтены все требования техники безопасности и контроля качества монтажа.
- **«Хорошо»:** Пропущены некоторые второстепенные операции контроля.
- **«Удовлетворительно»:** Нарушена последовательность операций (например, затяжка болтов до окончательной выверки).
- **«Неудовлетворительно»:** Задание не выполнено.

Тема 1.5. Сборка типовых сборочных единиц

Лабораторное занятие №7. Руководство выполнением такелажных работ при монтаже оборудования (виртуальный тренажер)

Цель: Приобретение знаний и практических навыков по выбору такелажных приспособлений, организации и руководству процессом безопасного подъёма и перемещения грузов при монтаже оборудования.

Выполнив работу, вы будете уметь:

- **У 3.4.03.** Выбирать способы и руководить выполнением такелажных работ.
- **Уо 01.01.** Распознавать и анализировать задачу; выделять её составные части (вес груза, центр тяжести, маршрут перемещения) и составлять план действий.
- **Уо 01.02.** Владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах.
- **Уо 02.01.** Определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию; оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение: ПЭВМ с установленным специализированным программным обеспечением (виртуальный тренажёр-кран), паспортные данные на виртуальный груз (редуктор, станина станка), справочные данные по грузоподъёмным приспособлениям.

Задание: С помощью виртуального тренажёра выполнить подъём, перемещение и установку условного груза на фундамент, соблюдая правила техники безопасности.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить паспортные данные на виртуальный груз: определить его массу, габаритные размеры, найти центр тяжести.
2. Выбрать способ строповки груза (например, «на удавку», «в обхват») и подобрать соответствующие грузозахватные приспособления (стропы, траверсы) с учётом грузоподъёмности и характера груза.
3. В программе-тренажёре составить план перемещения груза: определить начальную точку, конечную точку (место установки на фундамент), а также маршрут движения, исключающий столкновения с препятствиями.
4. Запустить симуляцию. Руководствуясь планом, выполнить строповку груза, его подъём на безопасную высоту, перемещение по маршруту и установку на фундамент.
5. В процессе работы контролировать устойчивость груза, отсутствие раскачивания, соблюдение сигналов команды (если работа предполагает взаимодействие).
6. По завершении операции отцепить грузозахватные приспособления и убрать их в отведённое место.

Форма представления результата: Отчёт о выполнении работы, включающий: расчёт/выбор такелажных приспособлений, план перемещения груза и краткий анализ допущенных ошибок в ходе симуляции (если они были).

Критерии оценки:

- **«Отлично»:** Груз перемещён без отклонений от плана, без раскачивания и столкновений. Выбор приспособлений и план действий полностью обоснованы.
- **«Хорошо»:** Груз доставлен в пункт назначения, но в процессе перемещения были допущены незначительные ошибки (небольшое раскачивание), которые не привели к аварийной ситуации.
- **«Удовлетворительно»:** Задание выполнено с нарушением техники безопасности (например, подъём груза с наклоном) или с существенными отклонениями от маршрута.
- **«Неудовлетворительно»:** Произошла виртуальная авария (падение груза, столкновение) из-за грубых ошибок в управлении или планировании.

Тема 1.6. Разработка и оформление технологической документации по сборке узлов или изделий

Лабораторное занятие №8. Проектирование технологической оснастки в САПР

Цель: Приобретение навыков проектирования и создания 3D-моделей специальной технологической оснастки (приспособлений) для сборочных операций с использованием систем автоматизированного проектирования (САПР).

Выполнив работу, вы будете уметь:

- **У 3.3.03.** Применять системы автоматизированного проектирования при разработке технологической документации по сборке изделий.
- **Уо 02.02.** Использовать современное программное обеспечение для решения профессиональных задач (например, САПР).
- **Уо 01.01.** Распознавать и анализировать задачу; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план.
- **Уо 01.02.** Владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах.
- **Уо 02.01.** Определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию; оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение: ПЭВМ с установленным ПО САПР (КОМПАС-3D, SolidWorks), чертёж детали или сборочной единицы, для которой необходимо спроектировать оснастку.

Задание: Спроектировать в САПР 3D-модель простого сборочного приспособления (например, кондуктора для сверления отверстий или оправки для напрессовки деталей).

Порядок выполнения работы:

1. Проанализировать чертеж детали и технологическую операцию, для которой создаётся оснастка. Определить её функциональное назначение (базировать деталь, направлять инструмент).
2. В среде САПР создать эскиз основания приспособления и придать ему объём с помощью операции выдавливания.
3. Спроектировать установочные элементы (опоры, призмы), которые будут базировать деталь в приспособлении.
4. Добавить направляющие или крепёжные элементы (например, втулки-кондукторы для сверления).
5. Собрать все созданные детали в единый *«Сборочный файл»*, задав необходимые сопряжения между ними.
6. Оформить чертёж спроектированного приспособления в САПР.

Форма представления результата: Файл проекта в САПР (*«Сборка»*) и распечатанный или сохранённый чертёж спроектированного приспособления.

Критерии оценки:

- **«Отлично»:** Модель спроектирована полно и грамотно, все элементы функциональны и соответствуют чертежу детали. Чертёж оформлен по стандартам ЕСКД.
- **«Хорошо»:** Модель выполнена верно, но есть неточности в геометрии или оформлении чертежа.
- **«Удовлетворительно»:** Модель не выполняет свою функцию из-за ошибки в проектировании базирующих элементов.
- **«Неудовлетворительно»:** Задание не выполнено или файл проекта не открывается/пуст.

Тема 1.6. Разработка и оформление технологической документации по сборке узлов или изделий

Лабораторное занятие №9. Оформление маршрутной и операционной карты технологического процесса

Цель: Приобретение навыков оформления полного комплекта технологических документов (маршрутной и операционных карт) на основе ранее разработанного технологического процесса сборки.

Выполнив работу, вы будете уметь:

- **У 3.1.04.** Разрабатывать технологические процессы сборки изделий в соответствии с требованиями технологической документации.
- **У 3.3.01.** Использовать технологическую документацию по сборке изделий машиностроительного производства.
- **У 3.3.02.** Соблюдать требования по внесению изменений в технологический процесс по сборке изделий.
- **Уо 01.01.** Распознавать и анализировать задачу; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план.
- **Уо 01.02.** Владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах.
- **Уо 02.01.** Определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию; оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение: Технологический процесс сборки изделия (из ЛР №5), бланки маршрутных и операционных карт (бумажные или электронные), справочники ЕСТД (Единая система технологической документации).

Задание: Оформить технологический процесс, разработанный в Лабораторной работе №5, в виде комплекта стандартных технологических документов.

Порядок выполнения работы:

1. Откройте бланк маршрутной карты. В основной надписи укажите наименование и обозначение изделия, а также данные об исполнителе работы.
2. Заполните маршрутную карту, последовательно внося в неё все операции из технологического процесса, разработанного в ЛР №5. Для каждой операции укажите её номер, наименование, а также коды оборудования и трудозатраты (если они известны).
3. Выберите 2-3 наиболее сложные операции из маршрута для детальной проработки.
4. Для каждой выбранной операции откройте бланк операционной карты.
5. В операционной карте укажите номер и наименование операции, перечень используемого оборудования и оснастки.
6. Подробно опишите содержание переходов (например: «1. Установить вал в подшипники корпуса», «2. Установить стопорное кольцо в канавку»).
7. Укажите режимы работы (если они есть) и требования техники безопасности.
8. Проверьте правильность заполнения всех граф карт в соответствии с требованиями стандартов ЕСТД.

Форма представления результата: Комплект оформленных технологических документов: заполненная маршрутная карта и 2-3 операционные карты.

Критерии оценки:

- **«Отлично»:** Технологическая документация оформлена полностью, без ошибок, в строгом соответствии с требованиями ЕСТД.
- **«Хорошо»:** Документы оформлены верно, но есть незначительные неточности в кодировке оборудования или заполнении вспомогательных граф.
- **«Удовлетворительно»:** Допущены ошибки в наименовании операций или содержании переходов, нарушена нумерация.

- **«Неудовлетворительно»:** Документация оформлена с грубыми нарушениями стандартов или не соответствует разработанному техпроцессу.

Тема 1.6. Разработка и оформление технологической документации по сборке узлов или изделий

Лабораторное занятие №10. Оформление маршрутной и операционной карты технологического процесса

Цель: Приобретение навыков оформления полного комплекта технологических документов (маршрутной и операционных карт) на основе ранее разработанного технологического процесса сборки.

Выполнив работу, вы будете уметь:

- **У 3.1.04.** Разрабатывать технологические процессы сборки изделий в соответствии с требованиями технологической документации.
- **У 3.3.01.** Использовать технологическую документацию по сборке изделий машиностроительного производства.
- **У 3.3.02.** Соблюдать требования по внесению изменений в технологический процесс по сборке изделий.
- **Уо 01.01.** Распознавать и анализировать задачу; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план.
- **Уо 01.02.** Владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах.
- **Уо 02.01.** Определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию; оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение: Технологический процесс сборки изделия (из ЛР №5), бланки маршрутных и операционных карт (бумажные или электронные), справочники ЕСТД (Единая система технологической документации).

Задание: Оформить технологический процесс, разработанный в Лабораторной работе №5, в виде комплекта стандартных технологических документов.

Порядок выполнения работы:

1. Откройте бланк маршрутной карты. В основной надписи укажите наименование и обозначение изделия, а также данные об исполнителе работы.
2. Заполните маршрутную карту, последовательно внося в неё все операции из технологического процесса, разработанного в ЛР №5. Для каждой операции укажите её номер, наименование, а также коды оборудования и трудозатраты (если они известны).
3. Выберите 2-3 наиболее сложные операции из маршрута для детальной проработки.
4. Для каждой выбранной операции откройте бланк операционной карты.
5. В операционной карте укажите номер и наименование операции, перечень используемого оборудования и оснастки.
6. Подробно опишите содержание переходов (например: «1. Установить вал в подшипники корпуса», «2. Установить стопорное кольцо в канавку»).
7. Укажите режимы работы (если они есть) и требования техники безопасности.
8. Проверьте правильность заполнения всех граф карт в соответствии с требованиями стандартов ЕСТД.

Форма представления результата: Комплект оформленных технологических документов: заполненная маршрутная карта и 2-3 операционные карты.

Критерии оценки:

- **«Отлично»:** Технологическая документация оформлена полностью, без ошибок, в строгом соответствии с требованиями ЕСТД.
- **«Хорошо»:** Документы оформлены верно, но есть незначительные неточности в кодировке оборудования или заполнении вспомогательных граф.
- **«Удовлетворительно»:** Допущены ошибки в наименовании операций или содержании переходов, нарушена нумерация.

- **«Неудовлетворительно»:** Документация оформлена с грубыми нарушениями стандартов или не соответствует разработанному техпроцессу.

Тема 1.7 Разработка планировок участков механосборочных цехов

Лабораторное занятие №11. Разработка компоновочного плана участка механосборочного цеха в CAD-системе и составление спецификации

Цель: Приобретение комплексных навыков проектирования производственной планировки: от размещения оборудования на плане до составления итоговой спецификации всех ресурсов участка.

Выполнив работу, вы будете уметь:

- **У 3.6.02.** Размещать оборудование в соответствии с принятой схемой сборки.
- **У 3.6.03.** Осуществлять организацию, складирование и хранение комплектующих деталей, вспомогательных материалов, мест отдела технического контроля и собранных изделий.
- **У 3.6.04.** Разрабатывать спецификации участков.
- **Уо 01.01.** Распознавать и анализировать задачу; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план.
- **Уо 01.02.** Владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах.
- **Уо 02.01.** Определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию; оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение: Результаты расчётов из Практического занятия №3 (состав оборудования, площади), ПЭВМ с установленным ПО CAD-системы (КОМПАС-Grid, AutoCAD), каталоги с габаритными размерами станков и оборудования.

Задание: Создать в CAD-системе компоновочный план участка, разместить на нём всё оборудование и составить спецификацию.

Порядок выполнения работы:

1. Откройте новый файл в CAD-системе и начертите контур участка на основе рассчитанных ранее площадей (из ПЗ №3).
2. Используя инструмент «Вставка блока» или аналогичные функции, разместите на плане упрощенные изображения (условные обозначения) основного технологического оборудования (станков, верстаков) из каталогов, соблюдая масштаб.
3. Организуйте на плане зоны для складирования заготовок, межоперационного задела и готовой продукции, а также место для отдела технического контроля (ОТК).
4. Прорисуйте основные проезды для транспорта и проходы для персонала, соблюдая нормы безопасности и логистики.
5. Нанесите на план все необходимые размеры (расстояния между станками, ширина проходов).
6. На основе созданной планировки составьте итоговую спецификацию, включающую всё оборудование, инвентарь и транспортные средства, размещённые на участке.
7. Заполните основную надпись (штамп) чертежа согласно стандартам ЕСКД.

Форма представления результата: Чертёж компоновочного плана участка цеха в CAD-системе и сводная спецификация оборудования и инвентаря.

Критерии оценки:

- **«Отлично»:** Планировка выполнена грамотно, оборудование размещено рационально с учетом технологических потоков; спецификация составлена полностью и без ошибок; чертёж оформлен аккуратно.
- **«Хорошо»:** Планировка выполнена верно, но есть незначительные нарушения норм размещения или неточности в спецификации.
- **«Удовлетворительно»:** Оборудование размещено хаотично, без учета логики сборки; нарушены нормы безопасности или масштабы.
- **«Неудовлетворительно»:** Задание не выполнено или планировка не соответствует рассчитанной площади цеха.

Тема 1.7 Разработка планировок участков механосборочных цехов

Лабораторное занятие №12. Составление спецификации для планировочного решения сборочного цеха

Цель: Формирование итогового документа — спецификации оборудования и инвентаря — на основе разработанной планировки участка цеха.

Выполнив работу, вы будете уметь:

- **У 3.6.04.** Разрабатывать спецификации участков.
- **Уо 02.01.** Определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию; оформлять результаты поиска.
- **Уо 02.02.** Использовать современное программное обеспечение для решения профессиональных задач
- **Уо 01.01.** Распознавать и анализировать задачу; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план.
- **Уо 01.02.** Владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах.

Материальное обеспечение: Финальный компоновочный чертёж из Лабораторной работы №11, ПЭВМ с установленным ПО (Excel/Word), каталоги оборудования.

Задание: На основе окончательной планировки составить спецификацию всего установленного на участке оборудования и инвентаря.

Порядок выполнения работы:

1. Внимательно изучите финальный чертёж из ЛР №11.
2. Составьте полный перечень (ведомость) всего, что изображено на плане:
 - Основное технологическое оборудование (станки, прессы).
 - Сборочно-сварочные приспособления (стенды, кондукторы).
 - Подъёмно-транспортное оборудование (кран, рольганги).
 - Производственный инвентарь (верстаки, столы для сборщиков).
 - Контрольно-измерительное оборудование (стенд для испытаний).
3. Занесите данные в таблицу (вручную или в Excel). Таблица должна содержать следующие графы:
 - Позиция (номер на чертеже).
 - Наименование оборудования/инвентаря.
 - Тип, модель или инвентарный номер.
 - Количество единиц.
 - Примечание (мощность двигателя, габариты или назначение).
4. Сгруппируйте позиции в спецификации по функциональному назначению (например: «Технологическое оборудование», «Подъёмно-транспортное», «Инвентарь»).
5. Проверьте соответствие спецификации чертежу: каждая единица на плане должна быть в списке, и наоборот.

Форма представления результата: Сводная спецификация оборудования и инвентаря участка цеха в виде таблицы.

Критерии оценки:

- **«Отлично»:** Спецификация составлена полностью и без ошибок; все позиции соотнесены с чертежом; таблица оформлена аккуратно.
- **«Хорошо»:** В спецификации есть незначительные неточности в наименованиях или пропущены мелкие позиции инвентаря.
- **«Удовлетворительно»:** Спецификация составлена не полностью или содержит ошибки в количестве единиц оборудования.
- **«Неудовлетворительно»:** Задание не выполнено или спецификация не соответствует чертежу более чем на 20%.