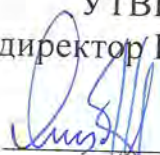


Министерство образования Иркутской области  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Иркутской области  
«Иркутский авиационный техникум»  
(ГБПОУИО «ИАТ»)

РАССМОТРЕНО  
На заседании ВЦК ПЛА  
Протокол № 2  
от 15 сентября 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ  
директор ГБПОУИО «ИАТ»  
  
А.Н. Якубовский

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

**программы подготовки специалистов среднего звена**

**24.02.01 Производство летательных аппаратов**

**Базовой подготовки**

**Иркутск 2021**

**Разработчик:**

преподаватель ГБПОУИО «Иркутский авиационный техникум»  
Гайворонская Валентина Павловна

**Консультанты:**

инженер-конструктор ПАО Корпорация «Иркут»  
Беляева Светлана Сергеевна

Инженер-технолог ПАО Корпорация «Иркут»  
Яскевич Александра Николаевна

## Содержание

1 Область применения .....	4
2 Общие положения .....	5
2.1 Назначение дипломного проекта .....	5
2.2 Тематика дипломных проектов .....	5
2.3 Содержание дипломного проекта и общие правила выполнения .....	6
2.4 Руководство выпускной квалификационной работой .....	6
2.5 Предзащита дипломного проекта .....	8
2.6 Рецензирование ДП .....	8
2.7 Процедура защиты выпускной квалификационной работы .....	8
2.8 Оформление диска с пояснительной запиской, конструкторской документацией и демонстрационным материалом .....	8
3 Содержание пояснительной записки .....	9
3.1 Разработка раздела «Введение» .....	9
3.2 Разработка раздела «1 Разработка конструкции и конструкторской документации» .....	10
3.3 Разработка раздела «2 Разработка технологического процесса сборки узла».....	21
3.4 Разработка раздела «3 Разработка конструкции сборочной оснастки» ..	34
3.5 Разработка раздела «4 Организация и управление работой участка сборки» .....	38
3.6 Разработка раздела «5 Охрана труда на производственном участке» ...	47
3.7 Разработка раздела «6 Экономическое обоснование проекта» .....	49
3.8 Разработка раздела «Заключение» .....	49
3.9 Разработка раздела «Перечень применяемых аббревиатур, сокращений» .....	49
3.10 Разработка раздела «Список используемых источников» .....	50
3.11 Разработка раздела «Приложение. Графические и текстовые документы» .....	50
4 Разработка чертежно-графической части .....	51
4.1 Требования к сборочным чертежам .....	51
4.2 Требования к чертежам деталей .....	52
Перечень применяемых аббревиатур, сокращений .....	53
Список использованных источников .....	55
Приложение А. Пример оформления титульного листа дипломного проекта .....	56
Приложение Б. Пример оформления задания на дипломный проект .....	57
Приложение В. Оформление диска с пояснительной запиской, конструкторской документацией и демонстрационным материалом .....	60
Приложение Г. Перечень нормативных документов, необходимых для разработки дипломного проекта .....	61

## **1 Область применения**

Настоящие методические указания устанавливают основные правила выполнения дипломного проекта технологического процесса сборки узлов летательных аппаратов. Положения настоящих методических указаний обязательны к применению в Иркутском Авиационном техникуме для учащихся, выполняющих дипломный проект, руководителей дипломных проектов, консультирующих учащихся и рецензентов.

## **2 Общие положения**

### **2.1 Назначение дипломного проекта**

Дипломный проект выполняется каждым выпускником техникума, обучающимся по образовательным программам среднего профессионального образования и является самостоятельной работой выпускника на заключительном этапе обучения.

Дипломный проект способствует систематизации и закреплению знаний выпускника по специальности при решении конкретных задач, а также дает возможность оценить степень уровня подготовки выпускника и умения применять знания, полученные в процессе обучения в техникуме. Методические указания по выполнению дипломного проекта помогают работать планомерно и стимулируют творческий подход к разработке проекта.

Содержание дипломного проекта и разделы пояснительной записки определяются в зависимости от темы и характера дипломного проекта.

### **2.2 Тематика дипломных проектов**

Темы дипломных проектов должны отвечать современным требованиям развития высокотехнологичных отраслей науки, техники, производства, экономики и иметь практико-ориентированный характер.

Студенту предоставляется право выбора темы дипломного проекта, в том числе предложения своей тематики с необходимым обоснованием целесообразности ее разработки для практического применения. При этом тематика выпускной квалификационной работы должна соответствовать содержанию одного или нескольких профессиональных модулей, входящих в ОП СПО.

Тематика дипломных проектов должна предусматривать усовершенствование действующих в настоящее время технологий, а также возможность внедрения нового высокопроизводительного оборудования, инструмента, приспособлений.

При подготовке заданий предпочтение должно быть отдано темам, имеющим конкретное практическое значение, т.е. пригодным к внедрению в производство или учебный процесс.

Наиболее распространённой тематикой дипломных проектов для учащихся, будущих техников, работающих в заготовительно-штамповочных, агрегатно-сборочных и сборочных цехах, является разработка проекта участка узловой сборки агрегатно-сборочного (сборочного цеха) с разработкой технологического процесса для сборки узла или монтажа оборудования (для сборочного цеха) и с разработкой конструкции оснастки (приспособления) для сборки. При выборе узлов желательно, чтобы они выходили на аэродинамический обвод или были эквидистанты ему.

Темы дипломных проектов могут посвящаться изготовлению деталей в заготовительно-штамповочном производстве.

Допускается выполнение учащимися дипломных проектов, содержанием которых является переоборудование действующих или создание новых учебных кабинетов и лабораторий общетехнических и специальных дисциплин, участков.

В дипломном проекте может быть предусмотрена работа по изготовлению изделия (детали, сборочной единицы, приспособления, макета, учебно-наглядного пособия и т.п.).

В состав дипломного проекта могут входить также изделия, приготовленные студентами в соответствии с заданием на дипломное проектирование.

В техникуме могут выполняться групповые дипломные проекты. В этом случае каждому учащемуся должна быть поставлена чёткая индивидуальная задача с обязательной разработкой организационного и экономического разделов по своей части проекта. В этом случае в задании на дипломное проектирование возможно уменьшение объёма работ других разделов проекта.

Как дополнения в темы дипломных проектов, по усмотрению руководителя дипломного проекта и консультанта по охране труда, могут входить индивидуальные задания по производственной санитарии, техники безопасности, пожарной безопасности.

Темы дипломных проектов могут также выполняться учащимися по заказам предприятий для конкретных производственных условий.

## **2.3 Содержание дипломного проекта и общие правила выполнения**

Дипломный проект состоит из пояснительной записки и чертежно-графической части.

Объём пояснительной записки – от 50 до 70 листов формата А4 машинописного текста.

Объём графической части прописан в листе задания на дипломный проект (Приложение Б).

Пояснительная записка и чертежно-графическая часть выполняются согласно ГОСТ и МУ по оформлению курсовой и дипломной работы для специальности 24.02.01 Производство летательных аппаратов.

Чертежно-графическая часть выполняется в графических программах (смотреть раздел 4 и в приложении В) с последующим выводом на печать или карандашом (черной тушью) от руки.

## **2.4 Руководство выпускной квалификационной работой**

Для подготовки ВКР студенту назначается руководитель выпускной квалификационной работы (далее – руководитель ВКР) и, при необходимости, консультанты.

Закрепление за студентами тем выпускных квалификационных работ, назначение руководителей ВКР и консультантов осуществляется приказом директора техникума.

#### Функции руководителя ВКР:

- разработка задания на подготовку выпускной квалификационной работы (задание выдается обучающемуся не позднее, чем за две недели до начала производственной практики (преддипломной));
- разработка индивидуального графика дипломного проектирования (ознакомление обучающихся в течение трех рабочих дней от начала преддипломной практики с индивидуальным графиком дипломного проектирования);
- консультирование по вопросам содержания и последовательности выполнения выпускной квалификационной работы;
- оказание помощи в подборе необходимых источников;
- контроль за ходом выполнения выпускной квалификационной работы в соответствии с установленным графиком в форме регулярного обсуждения руководителем и обучающимся хода работ;
- оказание помощи (консультирование обучающегося) в подготовке презентации и доклада для защиты ВКР;
- по завершении выполнения обучающимся выпускной квалификационной работы руководитель ВКР проверяет качество работы, подписывает её, готовит письменное заключение (отзыв) на выпускную квалификационную работу, включая ее оценку.

#### Функции консультанта по экономике:

- подпись консультанта по экономике, на титульном листе пояснительной записки должны быть получены студентом при сдаче им соответствующего раздела. Подписи выставляются после проверки ВКР руководителем выпускной квалификационной работы.

#### Функции нормоконтролера:

- нормоконтроль проводится в два этапа:
  - 1 этап – проверка оригиналов документов. Эти материалы предъявляют нормоконтролеру с подписью в графе «Разраб.» и «Руковод.» (согласно ГОСТ 2.111-2013);
  - 2 этап – проверка документов в подлинниках (на бумажном носителе) при наличии всех подписей лиц, ответственных за содержание и выполнение документов (с подписью в графе «Разработал», «Руководитель», «Экономика»), кроме утверждающей подписи заместителя директора по учебной работе не позднее четырнадцати дней до даты защиты ВКР;
- все разрабатываемые документы должны предъявляться на нормоконтроль комплектно.
- нормоконтролер имеет право отражать замечания по оформлению текстовой и чертежно-графической части в «Листе замечаний нормоконтролера», который служит исходным материалом для качественного выполнения проекта и предъявляется на рецензию и защиту;
- исправлять и изменять подписанные нормоконтролером документы не допускается.

## **2.5 Предзащита дипломного проекта**

Предзащита ДП проводится до получения обучающимся отзыва на ДП и прохождения процедуры нормоконтроля ПЗ, согласно приказу.

## **2.6 Рецензирование ДП**

Не менее чем за 10 календарных дней до установленного срока защиты ДП сшитая ПЗ и чертежно-графическая часть, с листами замечаний нормоконтролера, передается рецензенту.

Рецензент обязан в рецензии дать оценку ДП в целом и по отдельным его частям, обратив особое внимание на содержание задания на ДП и грамотность выполнения и оформления чертежно-графической документации.

## **2.7 Процедура защиты выпускной квалификационной работы**

На защиту ВКР отводится до 1 академического часа на одного обучающегося. Процедура защиты включает доклад обучающегося (не более 15 минут), вопросы членов ГЭК, ответы обучающегося, чтение отзыва и рецензии.

Во время доклада обучающийся использует подготовленный наглядный материал, иллюстрирующий основные положения ВКР.

## **2.8 Оформление диска с пояснительной запиской, конструкторской документацией и демонстрационным материалом**

Диск с пояснительной запиской, конструкторской документацией и демонстрационным материалом сдается дипломному руководителю в индивидуальной упаковке.

Дипломный руководитель обязан проверить правильность помещенной на диск информации.

Структура содержания диска представлена в Приложении В.



### **3 Содержание пояснительной записки**

Пояснительная записка должна содержать:

Титульный лист (Приложение А).

Задание на дипломное проектирование (Приложение Б).

Лист «Содержание».

Введение.

1 Разработка конструкции и конструкторской документации.

1.1 Описание разработанной конструкции сборочного узла.

1.2 Описание конструктивно-технологической характеристики сборочного узла.

1.3 Технические требования на сборку узла.

1.4 Расчет анализа технологичности конструкции заданного сборочного узла.

2 Разработка технологического процесса сборки узла.

2.1 Обоснование проектируемого технологического процесса сборки узла.

2.2 Выбор метода сборки и разработка схемы базирования.

2.3 Разработка технологического процесса сборки узла в сборочном приспособлении и составление схемы сборки узла.

2.4 Выбор и обоснование метода увязки и обеспечения взаимозаменяемости.

2.5 Разработка схемы увязки заготовительной и сборочной оснастки.

2.6 Разработка технических условий на поставку деталей для сборки узла.

3 Разработка конструкции сборочной оснастки.

3.1 Разработка технических условий на проектирование сборочной оснастки.

3.2 Разработка конструкции сборочной оснастки.

3.3 Расчёт допустимого прогиба балки сборочного приспособления.

4 Организация и управление работой участка сборки узла.

4.1 Расчет трудоемкости сборки узла.

4.2 Расчет годового фонда рабочего времени.

4.3 Организация производственного участка на сборку узла для серийного производства и организация рабочего пространства.

5 Охрана труда на производственном участке.

6 Экономическое обоснование проекта

Заключение.

Перечень применяемых аббревиатур, сокращений.

Список используемых источников.

Приложение. Графические и текстовые документы.

#### **3.1 Разработка раздела «Введение»**

Введение должно быть увязано с темой дипломного проекта и по объёму должно составлять 1-2 страницы пояснительной записки.

Во введении должен быть:

- Представлен объект производства;
- Представлены сведения об используемой современной системе 3D моделирования;
- Указана тема и цель проекта;

- Выделены основные задачи, в соответствии с целью дипломного проекта;
- Обоснована актуальность и значимость выданной темы

### **3.2 Разработка раздела «1 Разработка конструкции и конструкторской документации»**

В данном разделе дать описание конструкции разрабатываемого узла, этапов проектирования конструкции (каждой детали, конструктивных элементов и всей конструкции в целом), количество и состав конструктивных элементов, виды соединений деталей, технические требования на сборку и анализ технологичности.

Также в начале раздела должны быть указаны исходные данные. К ним относятся:

- исходные данные из листа задания;
- расположение проектируемого узла на летательном аппарате, как показано в примере;

**Пример:**

#### **1 Разработка конструкции и конструкторской документации**

Исходными данными для проектирования конструкции узла «Закрылок самолета Су-25» являются расположение узла на летательном аппарате, ТЭМ и КСС самолета.

Положение узла выделено на рисунке 1.1.

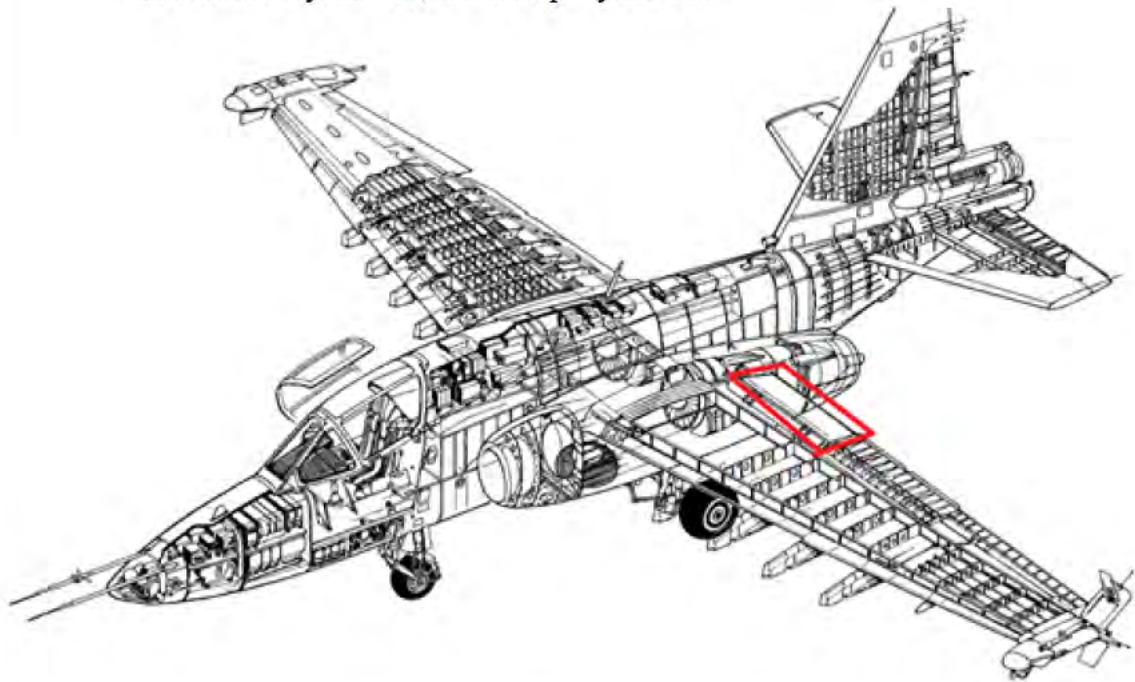


Рисунок 1.1 – Положение узла в системе самолета

- описание ТЭМ и КСС с наглядными изображениями, как показано в примере.

**Пример:**

Для разработки конструкции закрылка самолета Су-25 будут выделены отдельно ТЭМ и КСС закрылка. ТЭМ будет являться теоретическим контуром узла, от которого будут разрабатываться все элементы конструкции. КСС содержит в себе конструктивные базы всех элементов конструкции в виде их плоскостей. На рисунке 1.2 приведен ТЭМ закрылка самолета Су-25. На рисунке 1.3 показан ТЭМ с КСС.

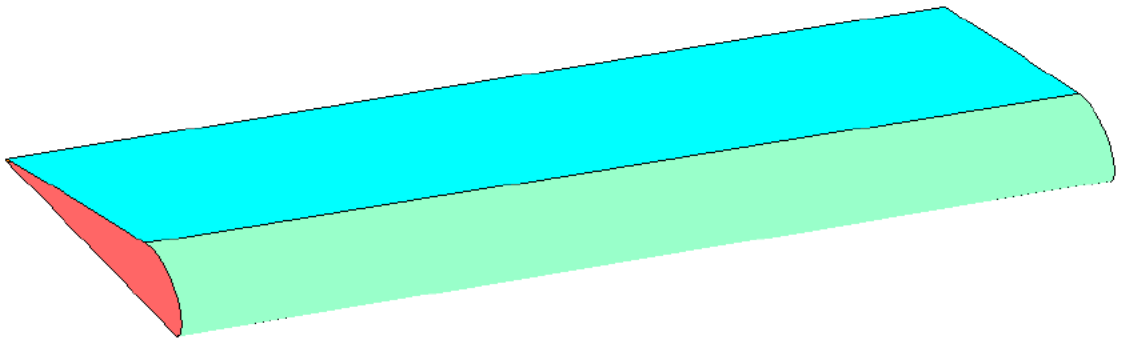


Рисунок 1.2 – ТЭМ закрылка самолета Су-25

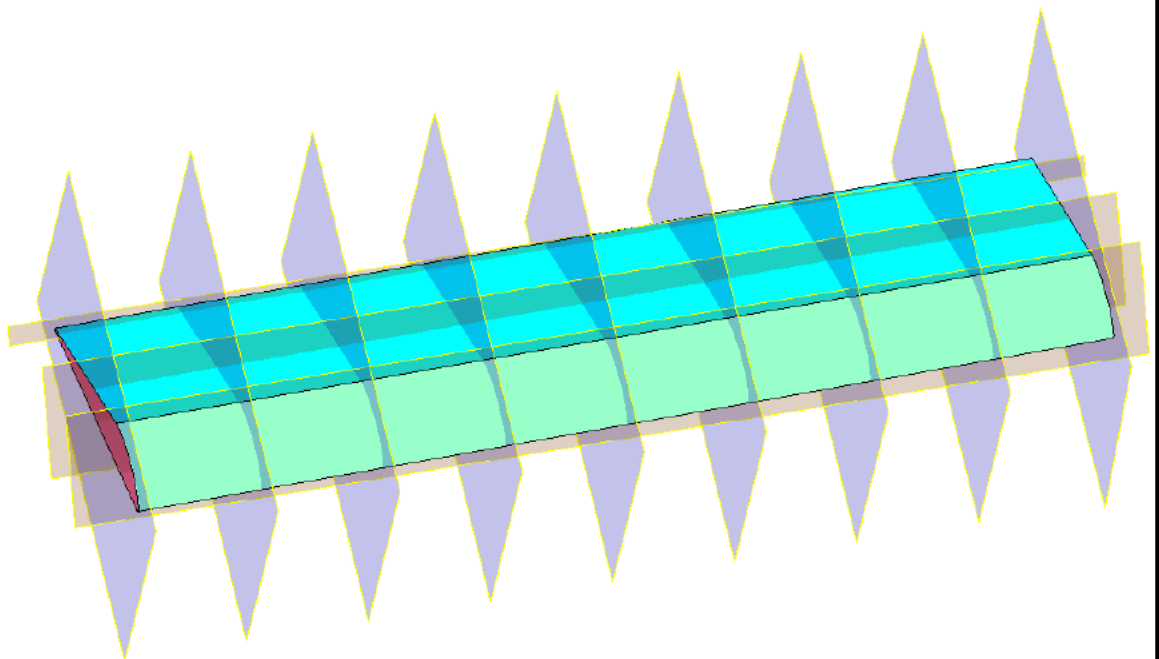


Рисунок 1.3 – ТЭМ с КСС закрылка самолета Су-25

### 3.2.1 Описание разработанной конструкции сборочного узла (подраздел 1.1 ПЗ)

Данная часть должна содержать описание всех групп деталей с приложенными к ним изображениями. В описании должны содержаться такие данные как:

- наименование и назначение группы деталей;
- вид заготовки и её материал;
- размеры детали (с округлением в большую сторону);
- метод изготовления;
- вид термообработки;
- наличие и назначение конструктивных элементов.

Данный раздел оформляется как показано в примере.

#### Пример:

##### 1.1 Описание разработанной конструкции сборочного узла

Хвостовая часть нервюры является поперечным элементом конструкции и предназначена для сохранения формы профиля закрылка, а также передачи воздушных нагрузок на продольные элементы конструкции. Изготовлена из листа сплава 1163АМ методом гибки эластичной средой на формблоке. После формообразования деталь подвергается термической обработке: закалка с естественным старением. Хвостовая часть нервюры имеет такие конструктивные элементы, как борта с подсечками, отбортовки и стрингерные вырезы. Борт предназначен для повышения жесткости конструкции детали, а также соединения с другими элементами конструкции. На верхнем и нижнем бортах выполнены боковые подсечки по ОСТ 1.52468-80, которые служат для соединения нервюры с полками лонжерона. Отбортовки выполнены по ГОСТ 17040-80 тип 1 – нормальная, предназначены для уменьшения массы конструкции, а также придания жёсткости. Стрингерный вырез выполнен по ОСТ 1 03948-79 тип 4, и предназначен для прохождения через него стрингера. Внешний вид хвостовой части нервюры приведен на рисунке 1.4.



Рисунок 1.4 – Внешний вид хвостовой части нервюры закрылка самолета Су-25

### 3.2.2 Описание конструктивно-технологической характеристики сборочного узла (подраздел 1.2 ПЗ)

Данный этап содержит описание конструкции проектируемой части планера летательного аппарата и рекомендуется выполнять по следующему плану:

а) Общие сведения об узле:

- наименование и обозначение сборочной единицы;
- расположение и назначение данной конструкции;
- габаритные размеры узла и масса;
- принцип работы;
- общая форма узла;
- состав конструктивных элементов;
- наличие и количество узлов стыка, навески и т.д.;
- состав и количество деталей конструкции.

**Пример:**

#### **1.2 Описание конструктивно-технологической характеристики сборочного узла**

Закрылок самолета Су-25, с номером сборочной единицы ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ.100.СБ, располагается на крыле самолета между нервюрами 1 и 9. В выпущенном положении предназначен для улучшения взлетно-посадочных характеристик при взлёте и посадке, путём увеличения площади крыла и изменения кривизны профиля в сечении. В убранном положении является продолжением крыла с его обычным профилем.

Габаритные размеры:

- длина 1280 мм;
- ширина 520 мм;
- высота 90 мм.

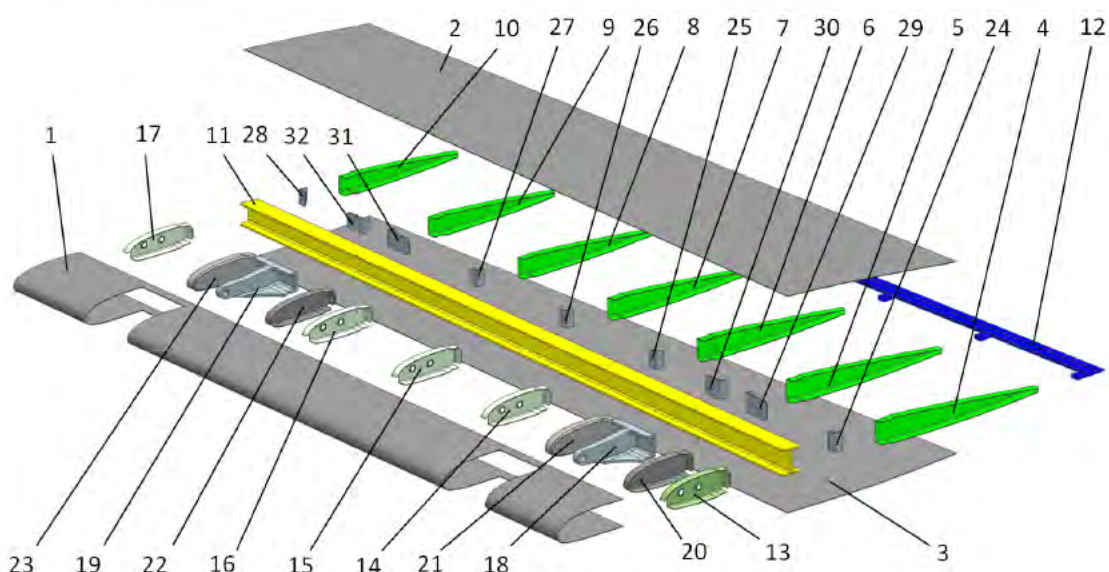
Масса узла: 8,9 кг.

Общая форма узла – объемная с криволинейным контуром по обводообразующим поперечным элементам. Расположение деталей узла задается относительно конструктивных баз, которыми являются: теоретический контур закрылка, плоскость строительной горизонтали самолета, плоскость симметрии самолета, плоскость хорды крыла, плоскости лонжерона, нервюр, стрингера, и ось вращения. Данная конструкция имеет 2 узла стыка с дефлектором закрылка и 2 узла навески на крыло.

б) схему членения узла на детали, выполненное графически изображение (в изометрической проекции) с разнесением всех элементов конструкции узла для наглядности, как в примере.

### Пример:

Конструктивно-технологическое членение узла представлено на рисунке 1.9.



- 1 – Обшивка лобовая; 2 – Обшивка верхняя; 3 – Обшивка нижняя; 4 – Нервюра 1;  
5 – Нервюра 2; 6 – Нервюра 3; 7 – Нервюра 4; 8 – Нервюра 5; 9 – Нервюра 6;  
10 – Нервюра 7; 11 – Лонжерон; 12 – Концевой нож (сухарь); 13 – Носок нервюры 1;  
14 – Носок нервюры 2; 15 – Носок нервюры 3; 16 – Носок нервюры 4;  
17 – Носок нервюры 5; 18 – Узел навески 1; 19 – Узел навески 2; 20 – Диафрагма 1;  
21 – Диафрагма 2; 22 – Диафрагма 3; 23 – Диафрагма 4; 24 – Кница 1; 25 – Кница 2;  
26 – Кница 3; 27 – Кница 4; 28 – Кница 5; 29 – Фитинг 1; 30 – Фитинг 2; 31 – Фитинг 3;  
32 – Фитинг 4;

Рисунок 1.9 – Конструктивно-технологическое членение узла

в) анализ соединений элементов узла (конструктивно-технологическое описание каждого соединения), оформляется в таблице, как показано в примере ниже.

В столбце «Пакет» указывается наименование и позиция по спецификации соединяемых деталей в одном пакете.

В столбце «Вид соединения» указывается конкретный вид соединения в данном пакете (заклепочное, болтовое, сварное, клеевое и т.д.).

В столбце «Обозначение крепежного элемента» указывается наименование крепежных элементов в соответствии с ГОСТ, ОСТ и другим применяемым стандартом.

В столбце «Количество» указывается количество крепежных элементов в пакете, где будет применён данный крепёж (совпадает с количеством крепежных элементов спецификации).

В столбце «Характеристика шва» указывается характеристика шва исходя из следующих вариантов:

- круговой – это по периметру люков, окантовок, иллюминаторов, то есть по кругу.

- прямолинейный – это по прямой линии в плоскости, либо почти плоской поверхности (по стрингеру, лонжерону).
- точечный – по отдельным точкам (не по шву).
- криволинейный – все остальные.

В столбце «Доступ к шву» указывается доступ к данному виду крепежа во время его установки. В доступе к шву указывает один из следующих вариантов:

- свободный или двухсторонний доступ – позволяет устанавливать крепежные элементы без каких-либо ограничений;
- ограниченный доступ – подразумевает ограничения для подвода инструмента;
- односторонний доступ – подразумевает полное отсутствие доступа с одной стороны.

**Пример:**

Анализ соединения элементов узла с конструктивно-технологической характеристикой соединений выполняется в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Конструктивно-технологическая характеристика соединений

Пакет	Толщи на пакета (мм)	Вид соединения	Обозначение крепежного элемента	Характеристика шва	Доступ к шву
1	2	3	4	5	6
Обшивка верх поз. 1 с нервюрами поз. 9, 11-15, 17	3	Заклепочное	Заклепка 4-8 ОСТ 1 34098-80	Криволинейный	Свободный
Обшивка верх поз. 1 с полкой лонжерона верх поз. 6 и нервюрами поз. 9, 11-15, 17	6	Заклепочное	Заклепка 4-12 ОСТ 1 34098-80	Прямолинейный	Ограниченный
Стенка лонжерона поз. 5 с узлами навески поз. 19, 25	8	Болтовое	Болт 4 – 14 ОСТ 1 31137-80	Точечный	Свободный
			Гайка 4 ОСТ 1 33055-80		
			Шайба 5–10–1,5 ОСТ 1 34509-80		

### 3.2.3 Составление технических требований на сборку узла (подраздел 1.3 ПЗ)

Сборка узла должна обеспечивать взаимную стыковку с другими узлами и должна удовлетворять требованиям чертежа, инструкций и технических условий.

В технических условиях необходимо указать:

- допуски на отклонение от аэродинамического контура теоретического;

Можно найти в таблице 9.4 учебного пособия [1], на странице 71.

Таблица 9.4 – Среднестатистические данные о допустимых отклонениях аэродинамических поверхностей для современных гражданских самолетов

Агрегат	Части агрегатов	Отклонения, мм
Фюзеляж	Носовая часть	$\pm 1,0$
	Средняя и хвостовая часть	$\pm 2,0$
Крыло, стабилизатор	Передняя часть (против потока)	$\pm 1,0$
	Задняя часть (по потоку)	$\pm 2,0$
Киль	Центральная и хвостовая части	$\pm 2,0$
Мотогондола	Передняя часть (против потока)	$\pm 1,0$
	Задняя часть (по потоку)	$\pm 2,0$

- допуски на отклонение от элементов каркаса планера;

Можно найти в таблице 9.3, учебного пособия [1], на странице 67.

Таблица 9.3 – Среднестатистические данные о допустимых отклонениях элементов каркаса планера

Скорость маха	Крыло, оперение, фюзеляж			
	Расположение нервюр и шпангоутов		Расположение стрингеров на обшивке	
	силовых	рядовых	Одиной кривизны	Двойной кривизны
до 0,7	$\pm 2,0$	$\pm 3,0$	$\pm 2,0$	$\pm 3,0$
0,7 – 1,0	$\pm 2,0$	$\pm 2,5$	$\pm 2,0$	$\pm 2,5$
1,0 – 1,8	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$
0,8 – 3,0	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$

- допуски на отклонение стыков деталей (ОСТ 1 02507-92 для дозвуковых самолетов, ОСТ 1 02581-86 для сверхзвуковых самолетов - при невозможности использования брать данные с дозвуковых самолётов, но со значениями в 2 раза меньше);
- отклонение швов по ОСТ 1 00016-71;
- неуказанные предельные отклонения размеров на чертеже по ОСТ 1 00022-80;
- и т.д.

Технические условия на сборку узла оформить, как указано в примере.



**Пример:**

### **1.3 Составление технических требований на сборку узла**

Технические условия на сборку закрылка крыла самолёта Су-25 имеют следующий вид:

1. Допускаемое отклонение от теоретического контура  $\pm 2,0$  мм [1];
2. Допускаемое отклонение по осям нервюр и лонжерона  $\pm 2,0$  мм [1];
3. Выступание головок заклепок 0,1мм (ОСТ 1 02507-92);
4. Невписываемость закрылка в контур крыла  $\pm 2,0$  мм (ОСТ 1 02507-92);
5. Неуказанные предельные отклонения размеров на чертеже по ОСТ 1 00022-80;
6. Шаги заклепок в заклепочных швах по ОСТ 1 00016-71.
7. ...

## **3.2.4 Расчет анализа технологичности конструкции (подраздел 1.4 ПЗ)**

Технологичными называются конструкции, которые при обеспечении эксплуатационных качеств изделия позволяют в условиях данного типа производства достигать наименьшей трудоёмкости изготовления. Как видим из определения, технологичность конструкции зависит от типа производства. Одна и та же конструкция может иметь разную степень технологичности применительно к мелкосерийному и крупносерийному производству. Однако имеется целый ряд показателей технологичности не зависящих от типа производства.

Оценка технологичности производится различными методами. В данных указаниях предлагается применить метод экспертных оценок по показателям, не зависящим от типа производства.

**Пример:**

### **1.4 Расчет анализа технологичности конструкции**

Суммарный показатель технологичности определяется как сумма произведений показателя уровня технологичности параметра на удельный вес этого показателя технологичности согласно формуле 1.1.

$$K_{mex} = \sum (N_i \cdot M_i) \quad (1.1)$$

где:

$N_i$  - значение показателя уровня технологичности;





$M_i$  - удельный вес показателя технологичности;


$i$  - порядковый номер показателя.

Значение показателей уровня технологичности и удельные веса показателей приведены в таблице справочных данных ниже.

Оформить таблицу анализа технологичности, как таблицу 1.2.

Таблица 1.2 – Показатели технологичности конструкции (справочные данные)

Наименование показателя	Значение показателя	Уровень технологичности	Удельный вес показателя
1	2	3	4
Габаритные размеры	Двухмерный узел (максимальный размер, м):		0,5
	до 0,5	0,9	
	до 2	0,8	
	до 6	0,7	
	свыше 6	0,4	
	Трехмерный узел (максимальный размер, м):		
	до 0,5	0,8	
	до 2	0,7	
до 6	0,5		
свыше 6	0,3		
<p><i>Двухмерным узлом</i> считается узел, основная поверхность которого базируется на плоскости, и имеет соответственно плоскую форму (шпангоуты, нервюры, узлы стенок и пола и т.д.).</p> <p><i>Трехмерным узлом</i> считается узел, основная поверхность которого базируется на теоретической поверхности и имеет, соответственно объемную форму (панели фюзеляжа, зализы, обтекатели и т.д.).</p>			
Форма обводов	плоская	1	0,5
	цилиндрическая	0,75	
	коническая	0,5	
	двойной кривизны	0,2	
<p>Форма обводов - это форма теоретических обводов, на которые имеет выход рассматриваемый узел (например, плоский двухмерный узел "Шпангоут" может выходить на теоретическую поверхность фюзеляжа цилиндрической формы или двойной кривизны).</p> <p>Форма обводов имеет относительный характер, и определяется относительно сечений имеющегося теоретического обвода. Внешний вид различных форм обводов:</p>			
	 <p>- плоская</p>		
	 <p>- цилиндрическая</p>		
	 <p>- коническая</p>		
	 <p>- двойной кривизны</p>		
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

Количество типоразмеров крепежа	1	1	0,9
	2	0,9	
	3	0,8	
	4	0,7	
	более 4	0,6	
<i>Количество типоразмеров крепежа соответствует количеству видов крепежных элементов указанных в спецификации.</i>			
Подходы к крепежным элементам	свободный (двухсторонний)	1	1
	ограниченный	0,8	
	односторонний	0,5	
<p><i>Подходы к крепежным элементам – это характеристика, позволяющая определить доступ сборщика при установке крепежа.</i></p> <p><b>Свободный или двухсторонний доступ</b> позволяет устанавливать крепежные элементы без каких-либо ограничений.</p> <p><b>Ограниченный доступ</b> подразумевает ограничения для подвода инструмента.</p> <p><b>Односторонний доступ</b> подразумевает полное отсутствие доступа с одной стороны.</p>			
Герметизация швов	нет	1	0,9
	поверхностная	0,9	
	внутришовная	0,8	
	комбинированная	0,7	
<p><i>Данные о герметизации закладываются конструктивными особенностями узлов и агрегатов и указываются в техтребованиях сборочного чертежа. Герметизацию применяют для: поддержания избыточного давления в кабинах; предотвращения утечки топлива из отсеков крыла и фюзеляжа, используемых как емкости; защиты отсеков и агрегатов от проникновения в них агрессивных жидкостей и газов и попадания влаги и т.д.</i></p> <p><i>Виды герметизации:</i></p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;">- поверхностная</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;">- внутришовная</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;">- комбинированная</div> </div>			
Выход на обвод	выходит	0,5	0,8
	не выходит	1	
<i>Выход на обвод подразумевает выход на теоретические поверхности.</i>			
Расположение элементов каркаса	одностороннее	1	0,7
	двухстороннее	0,8	
<i>Расположение элементов каркаса показывает с одной или обеих сторон от базовой поверхности располагается конструкция узла.</i>			
Наличие узлов стыка	отсутствуют	1	0,8
	разъемные	0,8	
	неразъемное	0,7	
<i>Под узлами стыка следует понимать такие узлы или детали, с помощью которых разрабатываемый узел стыкуется с основной конструкцией агрегата (например: кронштейны, стыковые ленты, узлы навески и т.д).</i>			
Наличие проемов и люков	нет	1	0,5
	есть	0,8	
<i>Данный пункт подразумевает наличие проемов и люков в составе разрабатываемого узла.</i>			
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

Количество разнородных материалов	1	1	0,6	
	2	0,9		
	3	0,8		
	4	0,7		
	более 4	0,5		
<i>Разнородными следует считать материалы с разными основными элементами. Например Д16, АМц, АМг, АК6 (алюминиевые сплавы) и ОТ4, ВТ6, ВТ20 (титановые сплавы) – это разнородные материалы.</i>				
Обрабатываемость материала	неармированные неметаллы	1	0,5	
	алюминиевые сплавы	0,95		
	магниевые сплавы	0,9		
	сталь	0,7		
	титановые сплавы	0,5		
Расположение крепежных элементов	армированные неметаллы (композиты)	0,3	0,7	
	продольное	1		
	поперечное	1		
	продольно-поперечное	0,8		
	по процентным линиям	0,7		
<i>Расположение точек крепежа выбирается по чертежу при рассмотрении основных заклепочных швов.</i>	комбинированное	0,7	0,8	
	параллельное	1		
	Конфигурация швов	прямолинейные		1
		круговые		0,8
		криволинейные		0,7
точечный		1		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Круговой</b> – это по периметру люков, окантовок, иллюминаторов, то есть по кругу.</li> <li>- <b>Прямолинейный</b> – это по прямой линии в плоскости, либо почти плоской поверхности (по стрингеру, лонжерону).</li> <li>- <b>Точечный</b> – по отдельным точкам (не по шву).</li> <li>- <b>Криволинейный</b> – все остальные.</li> </ul>				
Шаг крепежных элементов	постоянный	1	0,8	
	переменный	0,5		
<i>При выборе показателя уровня технологичности для заданных шагов, также следует выбирать среднее значение, исходя из заданных шагов в сборочном чертеже.</i>				
Вид соединения	заклепочное	1	0,9	
	болтовое	0,8		
	сварное	0,8		
	клеевое	0,7		

После определения суммарного показателя технологичности ( $K_{mex}$ ) производится оценка уровня технологичности сборочного узла.

Конструкция может оцениваться как:

- высокотехнологичная;
- технологичная;
- низкотехнологичная;
- нетехнологичная.

Зависимость оценки уровня технологичности узла от суммарного показателя технологичности приводится в таблице 1.3.

В конце каждого раздела необходимо сформировать вывод, который должен содержать данные о проделанной работе и полученном результате. Пример приведён ниже.

**Пример:**

Таблица 1.2 – Показатели технологичности конструкции

Наименование показателя	Значение показателя	Уровень технологичности	Удельный вес показателя
1	2	3	4
Габаритные размеры	Трёхмерный узел (максимальный размер, м): до 2	0,8	0,5
Форма обводов	цилиндрическая	0,75	0,5
...	...	...	...

$$K_{tex} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Таблица 1.3 – Оценка уровня технологичности конструкции узла

Значение $K_{tex}$	Оценка уровня технологичности
Более 15	Высокая технологичность
10...15	Технологичная
8...10	Низкая технологичность
менее 8	Не технологичность

**Вывод:** на основе разработанной конструкции узла описаны исходные данные, которые применялись при проектировании узла, все элементы конструкции с подробным описанием, описание работы узла, принципа действия и назначения узла на самолёте, членение узла на детали и анализ соединения элементов узла. Результатом описания конструкции узла является выполненный анализ технологичности, который составил \_\_\_\_\_.

### 3.3 Разработка раздела «2 Разработка технологического процесса сборки узла»

В данном разделе необходимо выбрать методы сборки, метод базирования сборочного узла в приспособлении, составить схему базирования узла и технологический процесс сборки узла.

В описании раздела необходимо перечислить исходные данные из первого раздела пояснительной записки и воспользоваться ими для разработки технологического процесса сборки узла:

- сборочный чертеж узла и спецификация;
- тип производства (единичное, серийное, крупносерийное);
- конструктивно-технологические характеристики сборочного узла;

- технические условия на сборку.

Далее необходимо привести основные термины, используемые для разработки раздела.

**Пример:**

**2 Разработка технологического процесса сборки узла**

Исходными данными для разработки технологического процесса сборки закрылка самолета Су-25 будут являться разработанная конструкторская документация (сборочный чертеж ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ.100.СБ и спецификация ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ.100) и, составленное в первом разделе описание конструкции самого узла.

Тип производства среднесерийное - это тип производства, при котором...

Конструктивно-технологические характеристики узла приведены в разделе...

Технические условия на сборку в разделе...

Основные термины, используемые для разработки раздела:

Технологический процесс – это часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда. Примечания:

- Технологический процесс может быть отнесен к изделию, его составной части или к методам обработки, формообразования и сборки.

- К предметам труда относятся заготовки и изделия.

Маршрутное описание технологического процесса – это сокращенное описание всех технологических операций в последовательности их выполнения, без указания переходов и технологических режимов.

Технологическая операция – это законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте.

Сборка – это образование разъемных и неразъемных соединений составных частей изделия.

Клепка – это образование неразъемных соединений при помощи заклепок.

### **3.3.1 Обоснование проектируемого технологического процесса сборки узла (подраздел 2.1 ПЗ)**

Обоснование проектируемого техпроцесса должно содержать теоретическое описание необходимости обеспечения высокой точности обводов и почему необходимо применение сборочного приспособления.

Выбрать и дать описание методу сборки и методу базирования проектируемого сборочного узла и дать дополнительную необходимую теоретическую информацию.

При выборе метода сборки и базирования необходимо учесть, что основным фактором, влияющим на выбор того или иного метода сборки, является необходимая точность.

Разновидности методов сборки узла при серийном производстве перечислены ниже и для удобства оформлены в таблице.

Таблица – Методы сборки и их характеристики

Методы сборки	Характеристики методов сборки
Сборка в сборочном приспособлении по базовым отверстиям (БО) – является вспомогательным методом сборки	<p>Сборка в сборочном приспособлении, при которой базовая деталь устанавливается по БО (выполненным в приливах или теле детали) в приспособление, в котором предусмотрены фиксаторы под БО.</p> <p>Выбирается в количестве двух. При выполнении отверстий в приливах данные отверстия считаются технологическими и в чертеже не задаются. При выполнении БО в теле детали, они считаются конструктивными и должны быть заданы размерами по чертежу.</p>
Сборка по сборочным отверстиям (СО) – может быть как основным, так и вспомогательным методом сборки.	<p>Сборка, проводимая независимо от применения приспособлений, при которой положение деталей, предусмотренное чертежом, достигается совмещением СО, выполненным в обеих деталях с фиксацией технологическими болтами.</p> <p>СО являются технологическими отверстиями, поэтому в чертеже не задаются, а сверлятся при изготовлении деталей, в местах заданных технологами под имеющиеся крепежные элементы. Количество СО должно быть не менее двух, расположение шагом не более 500 мм для прямолинейных поверхностей и шагом не более 300 мм для криволинейных поверхностей. СО на деталях располагают несимметрично, исключая крайние по торцам детали отверстия, в пакете не более двух деталей. В исключительных случаях допускается давать СО в пакетах более двух деталей.</p>
Сборка в сборочном приспособлении по координатно-фиксирующим отверстиям (КФО) – может быть как основным, так и вспомогательным методом сборки.	<p>Сборка в приспособлении, при которой положение деталей, узлов и панелей, предусмотренное чертежом, достигается установкой их по КФО в элементах конструкции.</p> <p>КФО - это отверстия высокой точности, имеющие конкретно заданные координаты в системе самолета, и потому с высокой точностью повторяемые как на деталях, так и на фиксаторах приспособления. Приспособления такого типа не требуют рубильников. В том числе по КФО можно собирать пакет из нескольких деталей. КФО являются конструктивными отверстиями и задаются в чертеже с конкретными размерами.</p>
Сборка в сборочном приспособлении по отверстиям под стыковые болты (ОСБ) – является вспомогательным методом сборки.	Сборка в сборочном приспособлении, при которой установочные поверхности (стыковочные отверстия) стыковых узлов, профилей или кронштейнов изделий совмещают с базовыми поверхностями сборочного приспособления (имитаторами ответного стыкового узла) и соединяют фиксаторами – стыковыми болтами.
Сборка в сборочном приспособлении от внешнего контура обшивки – является основным методом сборки.	Сборка в сборочном приспособлении, при которой положение обшивки и панелей, предусмотренное чертежом, достигается установкой их на обводы базовых элементов приспособления (ложементов), выполненных по внешнему контуру обшивки.
Сборка в сборочном приспособлении от внутреннего контура	Сборка в сборочном приспособлении, при которой положение обшивки и панелей, предусмотренное чертежом, достигается

обшивки – является основным методом сборки.	установкой на обводы макетных элементов каркаса и базовых узлов, выполненных по внутреннему контуру обшивки.
Сборка в сборочном приспособлении по поверхности каркаса – является основным методом сборки.	Сборка в сборочном приспособлении, при которой собирается каркас, поверхность которого является базовой, а затем устанавливаются на него обшивки.
Сборка по разметке	Сборка по разметке применяется в отдельных переходах технологического процесса там, где технически невозможно или экономически нецелесообразно избежать разметки либо при опытно-конструкторском и единичном производстве.

Как правило, тот или иной метод сборки в чистом виде не применяется и на практике используются комбинации различных методов. Однако основным методом сборки принимается тот, с помощью которого обеспечивается точность замыкающего размера. А методы базирования для каждой детали (по какой-либо поверхности или каким-либо отверстиям) определяются исходя из основного и принятых вспомогательных методов сборки.

Если сборка узла проводится в приспособлении, то метод базирования деталей может быть различен:

- базирование по внешней поверхности обшивки;
- по внутренней;
- по каркасу;
- по координатно-фиксирующим отверстиям – КФО;
- по базовым отверстиям – БО;
- по отверстиям под стыковые болты – ОСБ;
- по разметке.

Первые четыре метода базирования применяется в чистом виде в зависимости от конструкции узла, его габаритов, требований к точности аэродинамической поверхности, а базирование по БО и по ОСБ применяется как дополнение к одному из первых четырех методов базирования.

Сборку узла оперения можно разбить на следующие операции:

- установка каркаса узла в сборочное приспособление;
- установка крепежа на каркас узла;
- установка обшивок в сборочное приспособление;
- установка крепежа на каркас узла совместно с обшивками;
- сборка каркаса узла с обшивками.

Сборку узла фюзеляжа можно разбить на следующие операции:

- установка базовой детали (например обшивки) в приспособление;
- установка деталей в сборочное приспособление;
- установка крепежа;
- сборка узла.

Далее разобрать для чего в технологический процесс сборки введены СО, НО, БО, ОСБ и т.д. и дать их определения.



### **Пример:**

#### **2.1 Обоснование проектируемого технологического процесса сборки узла**

Для разработки технологического процесса сборки необходимо:

- выбрать метод сборки;
- выбрать метод базирования деталей при сборке;
- определить схему сборки узла;
- определить технические условия поставки деталей на сборку;
- разработать технологический процесс сборки.

Сборку узла можно разбить на следующие операции:

- сборка каркаса узла;
- установка крепежа на каркас узла;
- сборка каркаса узла с обшивками;
- установка крепежа на каркас узла совместно с обшивками.

При выборе метода сборки и разработке схемы базирования необходимо учесть, что основным фактором, влияющим на выбор того или иного метода сборки, является необходимая точность.

Как правило, тот или иной метод сборки в чистом виде не применяется и на практике используются комбинации различных методов. Однако основным методом сборки принимается тот, с помощью которого обеспечивается точность замыкающего размера.

Максимальная точность сборки данного узла будет обеспечена методом сборки в приспособлении рамного типа, выполненного по ТхЭМ и собранного с помощью лазерного трекера. В рассматриваемом случае принимается метод сборки с базированием по поверхности каркаса...

### **3.3.2 Выбор метода сборки и разработка схемы базирования (подраздел 2.2 ПЗ)**

После выбора метода сборки и метода базирования узла в сборочном приспособлении, необходимо разработать схему базирования узла в графическом изображении, с таблицей условных обозначений базовых и зажимных элементов приспособления.

Для установки деталей в сборочное положение необходимо для каждой детали назначить метод базирования для исключения трех степеней свободы.

Первоначально назначают методы базирования для длинномерных деталей, либо деталей выходящих на обвод, далее для деталей стыка или узлов навески, затем для силовых деталей каркаса, потом для не силовых (рядовых) деталей, и т.д.

Определить состав баз для базирования всех деталей, для удобства можно разбить их на группы по выбранному методу базирования. Данные необходимо свести в таблицу 2.1.

### Пример:

## 2.2 Выбор метода сборки и разработка схемы базирования

Для установки деталей в сборочное положение необходимо для каждой детали назначить метод базирования для исключения трех степеней свободы (или несколько методов базирования по различным степеням свободы). Набор вариантов методов базирования для всех деталей определяет состав баз для сборки узла.

Определим состав баз для базирования деталей, разбив их на группы по выбранному методу базирования. В таблице 2.1 приведён выбор состава баз для сборки (*наименование узла*) в сборочном приспособлении.

Таблица 2.1 – Выбор состава баз для сборки (*наименование узла*) в сборочном приспособлении

Наименование детали	Обозначение детали	Выбранный метод базирования
Обшивка лобовая	ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ. 100.001	поверхность каркаса поверхности рубильников приспособления СО с деталями каркаса
Лонжерон	ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ. 100.004	БО к кронштейнам
Нервюра 1-7	ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ. 100.011-017	упоры прижимы поверхности рубильников СО с лонжероном
Кницы 1; 2	ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ. 100.018; -019	СО с нервюрами
Кницы 3-5	ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ. 100.030-032	СО с лонжероном
Фитинг 1-4	ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ. 100.006-009	СО с нервюрами СО с лонжероном
Носок нервюры 1-5	ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ. 100.021-025	СО с лонжероном СО с обшивкой 1
Диафрагма 1-4	ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ. 100.026-029	СО с лонжероном СО с обшивкой 1
Концевой нож	ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ. 100.005	линейка прижимы СО с нервюрами

Соответственно назначенному составу баз выполняется схема базирования деталей с использованием специальных обозначений.

На рисунках с 2.1 и далее представить схемы базирования узла в сборочном приспособлении.

**Пример:**

На рисунках 2.1 и 2.2 и т.д. представлена схема базирования узла в сборочном приспособлении.

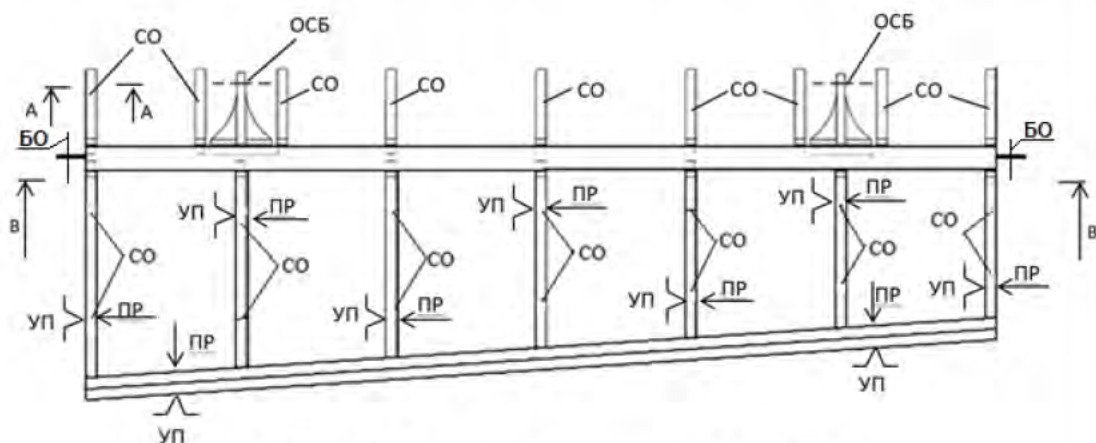


Рисунок 2.1– Схема базирования каркаса

Необходимо обратить особое внимание на то, что все базы, указанные в столбце «Выбранный метод базирования» таблицы 2.1 должны быть указаны на представленных графически схемах базирования и должны быть согласованы между собой.

Условные обозначения базовых и зажимных элементов приспособлений на схемах базирования расшифровать в таблице 2.2, как показано в примере.

Если обозначений элементов недостаточно, можно воспользоваться таблицей 1.4 на странице 11-16 в учебном пособии [1].

**Пример:**

Обозначения, принятые при разработке схемы сборки, приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Условные обозначения базовых и зажимных элементов приспособлений на схемах базирования

Наименование обозначения	Обозначение
1	2
Рубильник	
Ложемент	
Прижим	
Упор	
Базовое отверстие	
Сборочное отверстие	
Отверстия стыковых болтов	

### 3.3.3 Разработка технологического процесса сборки узла в сборочном приспособлении и составление схемы сборки узла (подраздел 2.3 ПЗ)

Технологический процесс сборки разрабатывается на основе схем базирования и таблицы 2.1, составленной ранее, с учетом особенности конструкции сборочного приспособления в следующей последовательности:

- уточнить состав и последовательность работ, необходимых для сборки узла;
- назначить инструменты и дополнительные средства, необходимые для выполнения операции, перехода;
- сформировать требования к деталям, поступающим на сборку (например, наличие технологического припуска, удаляемого при сборке, наличие сборочных и направляющих отверстий и др.).

Технологический процесс сборки узла оформляется в виде таблицы 2.3, как показано в примере. Наименование операций выбирается из Норм времени для операций сборки клепаных узлов из раздела 3.5.1.

#### Пример:

#### 2.3 Разработка технологического процесса сборки узла в сборочном приспособлении и составление схемы сборки узла

Технологический процесс сборки узла оформлен (представлен) в виде таблицы 2.3.

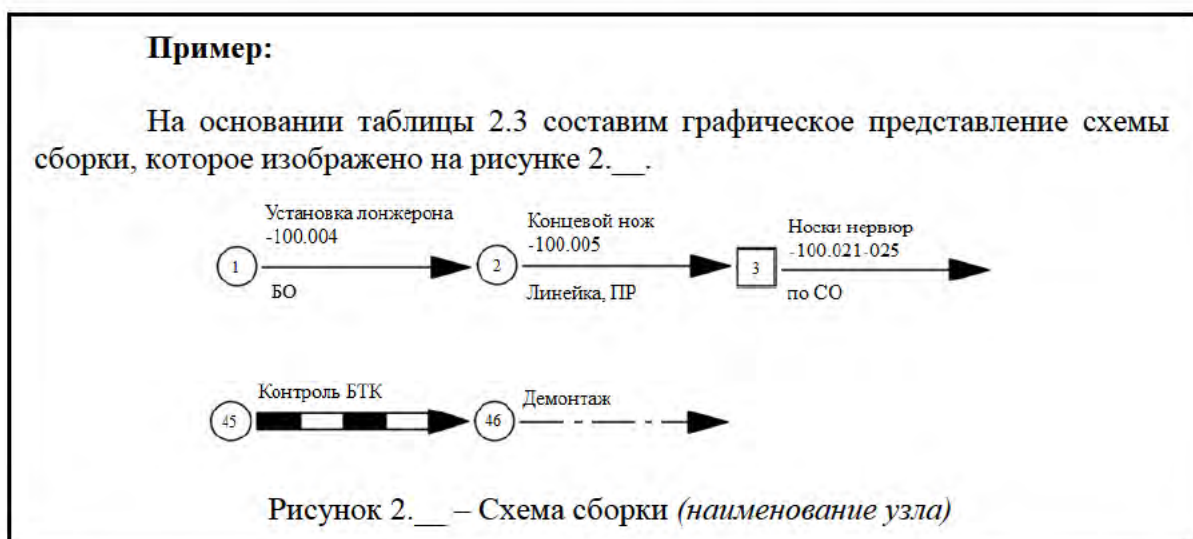
Таблица 2.3 – Технологический процесс сборки (наименование узла)

Номер технологической операции	Наименование операции, наименование детали, обозначение детали	Выбранный метод базирования	Оборудование, инструмент
1	2	3	4
1	Установка лонжерона ДП.24.02.01.XX.XXX.XX.100.XXX в сборочное приспособление	БО	
2	Установка концевого ножа ДП.24.02.01.XX.XXX.XX.100.XXX в сборочное приспособление	Линейка, фиксировать прижимами	
3	Установка носков нервюр ДП.24.02.01.XX.XXX.XX.100.XXX-XXX Установка обшивки лобовой ДП.24.02.01.XX.XXX.XX.100.XXX	на верстаке по СО	
45	Контроль БТК		
46	Снятие узла со стапеля (демонтаж)		

Так же необходимо обратить особое внимание на то, что все базы, указанные в столбце «Выбранный метод базирования» должны совпадать с таблицей 2.1, составленной ранее.

Схема сборки составляется на основании принятых методов сборки и базирования. Установленную последовательность сборки отражают в виде графической схемы с указанием условных порядковых номеров деталей, обозначением выполняемых операций (переходов), с указанием элементов базирования и с указанием применяемого оборудования.

На основании таблицы 2.3 составляется графическое представление схемы сборки, которое изображается как рисунок 2. \_\_, согласно нумерации раздела.



Обозначения, принятые при разработке схемы сборки, сводятся в таблицу 2.4. Если обозначений недостаточно, можно воспользоваться учебным пособием [1] или дать графику своих обозначений.

**Пример:**







Обозначения, принятые при разработке схемы сборки, приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Условные обозначения для схемы сборки

Наименование операции	Обозначение
1	2
Сборочное приспособление	○
Деталь, принятая базовой, при внестапельной сборке	□
Установка деталей, узлов в сборочное положение	—▶
Демонтаж деталей из сборочного положения	- - -▶
Сверление отверстий	▬▶
Соединение пакета (клепка, сварка и т.п.)	▭▶

### Пример:

Продолжение таблицы 2.4 – Условные обозначения для схемы сборки

1	2
Нанесение разметки	
Механическая обработка поверхностей и отверстий (обрезка припуска и т.п.)	
Контроль швов	
Разборка, очистка от стружки, снятие заусенцев, контроль, установка в сборочное приспособление	
Нанесение разметки	
Контроль точности контура	

### 3.3.4 Выбор и обоснование метода увязки и обеспечения взаимозаменяемости (подраздел 2.4 ПЗ)

Метод обеспечения взаимозаменяемости определяет характер технологической подготовки производства. При этом выявляются методы изготовления деталей, контроль их контуров и размеров, методы изготовления элементов сборочных приспособлений и их монтаж. Все этапы переноса форм и размеров с первоисточника на заготовительную, механосборочную, сборочную, контрольную оснастку и детали отражаются в схеме увязки.

В зависимости от вида средств увязки размеров и форм выделяются три принципиальные разновидности схем процессов увязки:

- плазово-шаблонный (ПШМ), где в качестве основных средств используются шаблоны, полученные по теоретическим и конструкторским плазам;
- эталонно-шаблонный (ЭШМ), построенный на использовании специальных объемных носителей форм и размеров – эталонов и контрэталонов, макетов и контрмакетов;
- бесплазовый метод, построенный на том, что с помощью системы исходных числовых данных о геометрических формах и размерах обводов изделия, рассчитанных на ЭВМ, выдерживаются заданные допуски при расчетах, вычерчивании плазовых линий, изготовлении контуров оснастки механообрабатываемых изделий и создании математической модели (ММ) объекта производства и использовании оборудования с ЧПУ для изготовления как оснастки, так и деталей самолета.

В чистом виде в современном самолётостроении ни один из трёх названных методов увязки не применяется. Как правило, применяются все три метода с преобладанием того или другого в зависимости от:

- типа производства (единичное, серийное, крупносерийное);
- требований к точности аэродинамических обводов;
- конструкции изделия (наличия конструктивных и технологических стыков);
- габаритов изделия.

### 3.3.5 Разработка схемы увязки заготовительной и сборочной оснастки (подраздел 2.5 ПЗ)

Определить какой метод увязки использовался в Вашем случае. Разъяснить почему выбрали именно этот метод по сравнению с остальными методами увязки.

Схему увязки и обеспечения взаимозаменяемости необходимо представить на рисунке, как показано в примере.



Перечень технологической и контрольной оснастки для изготовления деталей сборочного узла в цехах ЗПП представить в таблице 2.5, как показано в примере.

**Пример:**

Таблица 2.5 – Перечень технологической и контрольной оснастки для изготовления деталей в ЗШП

<b>Наименование детали</b>	<b>Метод изготовления</b>	<b>Технологическая оснастка</b>	<b>Источник информации о контуре и отверстиях</b>
1	2	3	4
Обшивка лобовая	Обтяжка	Обтяжной пуансон	ТхЭМ
...	...	...	...

Перечень технологической и контрольной оснастки для изготовления сборочного приспособления представить в таблице 2.6.

**Пример:**

Таблица 2.6 – Перечень технологической и контрольной оснастки для изготовления сборочной оснастки

<b>Элементы сборочного приспособления</b>	<b>Метод образования контура</b>	<b>Источник информации о контуре</b>	<b>Оборудование и оснастка</b>	<b>Контрольная оснастка</b>
Рубильники, кронштейны, фиксаторы	Фрезерование на станках с ЧПУ	ЭМСП	Станок с ЧПУ	КИМ
Рама	Обрезка, сварка	ЭМСП	Сварочное оборудование, отрезной станок	КИМ
Монтаж сборочного приспособления	Монтаж с помощью лазерного трекера	ЭМСП	Оборудование для установки крепежа, лазерный трекер	Лазерный трекер

### **3.3.6 Разработка технических условий на поставку деталей для сборки узла (подраздел 2.6 ПЗ)**

Условия на поставку деталей определяют степень законченности, с которой детали должны поступать в сборочный цех на сборку агрегата или отсека. Они разрабатываются после определения состава сборочных баз и составления схемы сборки и являются дополнением к техническим требованиям на изготовление деталей, которые указаны на чертеже.

В условиях на поставку деталей указывают:



- наличие, размер и расположение технологических припусков, удаляемых при установке деталей в сборочное положение или стыковке с соседними узлами (подгонка);
- наличие или отсутствие, места размещения (позиция сопрягаемой детали) и размеры направляющих отверстий (НО);
- наличие, количество и размер сборочных (базовых или КФО если они используются) отверстий и позиция сопрягаемой детали (если они есть).

Условия на поставку деталей должны быть увязаны с технологическим процессом сборки. Так, например, если детали на сборку подаются с припуском, то в технологическом процессе необходимо предусмотреть операции разметки и обрезки припуска по длине или по контуру.

Условия на поставку деталей на сборку составляются для каждой детали отдельно и оформляются в виде таблицы 2.7.

Обратите внимание на то, что данные таблицы 2.7 не должны расходиться с данными таблиц 2.1 и 2.3, представленными ранее.

### Пример:

Разработанные технические условия на поставку деталей на сборку узла сведены в таблицу 2.7.

Таблица 2.7 – Технические условия на поставку деталей на сборку (наименование узла)

Наименование детали	Обозначение детали	Степень законченности
1	2	3
Обшивка лобовая	ДП.24.02.01.XX.XXX.XX.100.001	8 СО Ø3.1 с диафрагмами 10 СО Ø3.1 с носками нервюр 6 СО Ø3.1 с лонжероном Тех. припуск 5мм по периметру
Лонжерон	ДП.24.02.01.XX.XXX.XX.100.004	12 СО Ø3.1 с обшивкой -100.001; -100.002 и -100.003 8 СО Ø3.1 к фитингам 10 СО Ø3.1 с носками нервюр НО Ø2.7 к обшивке -100.001; - 100.002 и -100.003 Тех. припуск 5мм по торцам
Нервюра 1-7	ДП.24.02.01.XX.XXX.XX.100.011 -017	4 СО Ø3.1 с обшивками -100.002 и -100.003 2 СО Ø3.1 с фитингом 1 СО Ø3.1 с ножом НО Ø2.7 к обшивке -100.002 и - 100.003
Кницы 1-2	ДП.24.02.01.XX.XXX.XX.100.018 ; -019	2 СО Ø3.1 с носком нервюры НО Ø2.7 к лонжерону, носкам нервюр и нервюрам
Кницы 3-5	ДП.24.02.01.XX.XXX.XX.100.030 -032	
Фитинг 1-4	ДП.24.02.01.XX.XXX.XX.100.006 -009	2 СО Ø3.1 с лонжероном 2 СО Ø3.1 с нервюрой НО Ø2.7 к лонжерону и нервюрам
Концевой нож	ДП.24.02.01.XX.XXX.XX.100.005	7 СО Ø3.1 с нервюрами НО Ø2.7 к обшивке -100.002 и - 100.003 Тех. припуск 5мм по торцам

В конце второго раздела необходимо сформировать вывод.

### **3.4 Разработка раздела «3 Разработка конструкции сборочной оснастки»**

В связи с тем, что для спроектированного узла необходимо обеспечить достаточно высокую точность сборки с учетом технических требований на сборку, необходимо спроектировать сборочное приспособление.

Сборочное приспособление – это устройство, конструкция которого обеспечивает правильное взаимное расположение, фиксацию и соединение сборочных единиц (деталей, узлов, агрегатов, отсеков) самолёта с заданной точностью.

Основные требования к сборочным приспособлениям:

- обеспечение заданной точности сборки узла;
- сохранение точности сборочного приспособления в течение всего периода эксплуатации между регламентными осмотрами и ремонтами;
- сохранение стабильного положения базовых точек, узлов и поверхностей и надёжность фиксации собираемых элементов в течение всего периода эксплуатации приспособления;
- постоянство размеров независимо от колебаний температуры;
- обеспечение свободных подходов к рабочим зонам.

В данном разделе необходимо разработать:

- технические условия на проектирование сборочной оснастки;
- разработать конструкцию сборочной оснастки;
- провести расчет допустимого прогиба балки.

Факторами, определяющими конструкцию сборочного приспособления, являются основные конструктивные и технологические характеристики собираемого в приспособлении узла.

К конструктивным характеристикам собираемых изделий относятся:

- геометрическая форма и габариты изделия, определяющие размеры и форму сборочного приспособления;
- вид главной базирующей поверхности изделия, т.е. поверхности, подлежащей фиксации в приспособлении и определяющей количество и форму фиксаторов обвода (рубильников и ложементов);
- виды и места плоскостей разъемов и узлов стыков изделий, определяющие количество, конструкцию и габариты плит разъемов.

К технологическим характеристикам собираемых изделий относятся:

- метод и средства достижения увязки механосборочной, заготовительной и сборочной оснастки (плазово-шаблонный, эталонно-шаблонный, бесплазовый);
- методы базирования деталей в приспособлении;
- последовательность выполнения сборочных операций.

В описании раздела необходимо перечислить исходные данные для проектирования сборочного приспособления (аналогично разделу 2):

- чертежи собираемого изделия;

- технические условия на сборку;
- технологический процесс сборки (последовательность установки и фиксации в приспособлении деталей изделия);
- средства, используемые для механизации процесса сборки (клёпальные, сверлильно-зенковальные головки и т.п.).

### **3.4.1 Разработка технических условий на проектирование сборочной оснастки (подраздел 3.1 ПЗ)**

Технические условия (ТУ) на проектирование приспособления являются, наряду с чертежами приспособления, основными документами для выполнения конструкторских работ по проектированию сборочной оснастки.

ТУ разрабатывается технологом и содержит следующую информацию:

- основные сборочные базы и фиксируемые элементы собираемого узла;
- сопрягаемые элементы собираемого изделия;
- технические средства монтажа и контроля сборки;
- положение собираемого изделия в приспособлении;
- направление и средства выемки готового изделия из приспособления.

Исходя из чертежей собираемого узла, технических условий на сборку и выбранного метода сборки необходимо разработать ТУ на проектирование приспособления для сборки узла, учитывая:

1. Тип приспособления. Высота рабочей зоны от уровня пола (в мм). Положение узла в сборочном приспособлении (вертикально, горизонтально);
2. Основные элементы приспособления;
3. Каким образом производится монтаж сборочного приспособления;
4. Обеспечение возможности выемки собранного узла.

### **3.4.2 Разработка конструкции сборочной оснастки (подраздел 3.2 ПЗ)**

Описать для сборки какого узла предназначено приспособление. Дать описание конструкции приспособления, какого она типа. В каком положении в приспособлении находится собираемый узел.

Дать подробное описание конструкции приспособления:

- из каких элементов состоит;
- какими способами изготавливаются элементы приспособления;
- из какого материала выполнены элементы конструкции;
- методы обработки элементов приспособления, защитные покрытия;
- способы фиксации на приспособлении;
- методы регулировки на приспособлении.

### 3.4.3 Расчет допустимого прогиба балки сборочного приспособления (подраздел 3.3 ПЗ)

При прочностных расчетах требуется определить жесткость элементов конструкции, гарантирующую их деформации не выше допустимых, и прочность элементов крепления несущей системы приспособления. Таким образом, расчету подлежат каркасы СП.

На рисунке 3.1 представить общий вид сборочного приспособления.

Для упрощения расчетов допустимых нагрузжений и деформаций элементов сборочного приспособления, произведем расчет на прогиб нижней продольной балки под воздействием распределенной нагрузки, действующей от веса рубильников, элементов сборочного приспособления и элементов сборочного узла.

Допустимое значение прогиба балки в учебных целях примаем  $f_{дон} = 0,1$  до 0,4 мм.

Величина прогиба балки  $f$  ([2], страница 45, формула 6.1) рассчитывается по формуле. Обозначим в пояснительной записке как формула 3.1.

$$f = A \times \frac{P \cdot l^3}{EJ_x} \quad (3.1)$$

где:

$P$  – величина нагрузки, Н;

$l$  – длина балки между опорами, м;

$EJ_x$  – жесткость профиля, Н×см<sup>2</sup> (Н×м<sup>2</sup>), определяется по таблице;

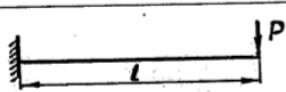
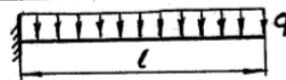
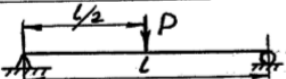
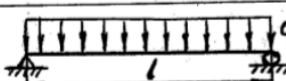
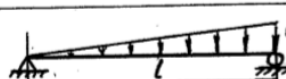
$A$  – коэффициент, зависящий от вида нагрузки на опору, определяется по таблице.

На рисунке 3.2 представить схему нагружения балки.

Определить  $A$  для своего вида нагружения ([2], страница 38, таблица 5.1).

Таблица 5.1


Значение коэффициентов (A), (k) и (k/A) в зависимости от вида нагружения и типа опор балок

№ № п/п	Вид нагрузки и тип опор	A	k	k/A
1		1/3	1	3
2		1/8 (P = ql)	1/2 (P = ql)	4
3		1/48	1/4	12
4		5/384 (P = ql)	1/8 (P = ql)	9,6
5		0,01304 (x=0,519) (P = ql/2)	0,128 (x=0,577) (P = ql/2)	9,8

Определить  $EJ_x$  для своего вида нагружения ([2], страница 50, таблица 6.1).

Таблица 6.1

Типы и рекомендуемые сечения швеллерных балок

Тип Балки	№ швеллера	12	14а	16а	18а	20а	24а	27	30
	№ сечения параметры	1	2	3	4	5	6	7	8
	$H, \text{ мм}$	120	140	160	180	200	240	270	300
	$B, \text{ мм}$	104	124	136	148	160	190	190	200
	$EJ_x \cdot 10^7, \text{ Н}\cdot\text{м}^2$	0,13	0,23	0,35	0,50	0,70	1,34	1,75	2,44
	$EJ_y \cdot 10^7, \text{ Н}\cdot\text{м}^2$	0,09	0,16	0,22	0,30	0,40	0,74	0,83	1,08
	$q \cdot 10, \text{ Н/м}$	20,9	26,7	30,6	34,9	39,6	51,7	55,3	63,6

Определяем  $P$  величину нагрузки действующей на балку по формуле. Формулу обозначаем в пояснительной записке как формула 3.2.

$$P = \sum m \times g = (m_{\text{узла}} + m_{\text{присп.}}) \times g \quad (3.2)$$

Данные для расчета сводим в таблицу 3.1, как показано в примере.

**Пример:**

Данные для расчета сведены в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Исходные данные для расчета жесткости сборочного приспособления (наименование узла)

Наименование	Числовое значение	Единицы измерения
1	2	3
Допустимое значение прогиба $f_{\text{доп}}$	0,1 до 0,4	мм
Исходное сечение балки из швеллера	№	
Длина расчетной балки $l$	0,0	м
Масса узла $m_{\text{узла}}$	0,0	кг
Масса сборочного приспособления $m_{\text{присп.}}$	000,0	кг
Величина нагрузки действующей на балку $P$	по формуле 3.2	Н
Жесткость профиля $EJ_x$	по таблице	(Н $\times$ м <sup>2</sup> )
Коэффициент, зависящий от вида нагрузки на опору $A$	по таблице	-

Определяем величину расчетного прогиба балки, сравниваем с допустимым значением и делаем вывод.

В заключении сделать общие выводы о проделанной работе и полученных результатах.

### 3.5 Разработка раздела «4 Организация и управление работой участка сборки»

#### 3.5.1 Расчет трудоемкости сборки узла (подраздел 4.1 ПЗ)

Трудоёмкость на заданный узел определяется нормированием технологического процесса.  $T_{шк}$  – штучно-калькуляционное время технически обоснованная норма времени выполнения технологической операции в определённых организационно-технических условиях, наиболее благоприятных для данного типа производства.

Трудоёмкость  $T_{шк}$  на заданный узел определяется нормированием технологического процесса. Для нормирования процесса сборки узла используем формулу (в пояснительной записке формула 4.1).

$$T_{шк} = T_{оп} \left( 1 + \frac{a_{пз} + a_{об.тех} + a_{об.орг} + a_{отл} + a_{пт}}{100} \right) \quad (4.1)$$

где:

$T_{оп}$  – оперативное время, определяется по формуле ниже;

$a_{пз}$  – коэффициент, учитывающий время на подготовку к выполнению заданной работы и действий, связанных с окончанием работ (получение и сдача наряда, инструментов, приспособлений, технологической документации, ознакомление с чертежами, инструктаж, предъявление в контроль и т.д.). Принимаем в пределах  $a_{пз} = 80 \dots 120$ .

$a_{об.тех}$  – коэффициент, учитывающий время на техническое обслуживание рабочего места. То есть при выполнении данной конкретной работы (смена затупившегося инструмента, регулировка оборудования, сметение стружки, удаление отходов). Принимаем в пределах  $a_{об.тех} = 35 \dots 45$ .

$a_{об.орг}$  – коэффициент, учитывающий время на поддержание рабочего места в рабочем состоянии в течении смены. Принимаем в пределах  $a_{об.орг} = 45 \dots 55$ .

$a_{отл}$  – коэффициент, учитывающий время на отдых и личные надобности. Принимаем в пределах  $a_{отл} = 40 \dots 50$ .

$a_{пт}$  – коэффициент, учитывающий время на нерегламентированные перерывы, вызванные в течении производственного процесса (неисправность оборудования, отсутствие электроэнергии, нарушение трудовой дисциплины). Принимаем в пределах  $a_{пт} = 0 \dots 30$ .

Для удобства подсчета коэффициенты определения оперативного времени рекомендуется принимать максимальными.

Оперативное время  $T_{оп}$  – это время, затрачиваемое на выполнение операции сборки узла, состоит из двух показателей (в пояснительной записке формула 4.2):

$$T_{оп} = T_o + T_в \quad (4.2)$$

где:

$T_o$  – основное оперативное время, то есть время на качественное и/или количественное изменение труда, т.е. время непосредственно операций сборки (суммарное по всем операциям техпроцесса).

$T_в$  – вспомогательное оперативное время, обеспечивающее выполнение основной работы (переходы и передвижения рабочего во время выполнения операций,

действия по управлению оборудованием, перестановка инструмента и т.д.).  
 Определяется по формуле (в пояснительной записке формула 4.3):

$$T_B = 1.5T_0 \quad (4.3)$$

Нормирование технологического процесса для сборки узла представляем в виде таблицы 4.1.

Таблица 4.1 – Норма оперативного времени для сборки (наименование узла)

Наименование операции	Норма времени $T_0$ на одну деталь (мин)	Кол-во деталей (шт)	п колво рабочих (чел)	$T_0$ суммарное время (мин)	$T_0$ суммарное время (час)
1	2	3	4	5	6
1 Снятие упаковки	0,15	5	1	0,75	0,0125
2 Контроль количества и номенклатуры деталей. Проверка и внешний осмотр деталей	0,3	5	1	1,5	0,025
3 Установка детали поз. 1 в сборочном приспособлении по БО	0,5	1	1	0,5	0,0083
...					
<b>Итого:</b>				<b>480</b>	<b>8</b>

Наименование операций и нормы времени выбирается из таблицы «Нормы времени для операций сборки клепаных узлов» (упрощенный в учебных целях вариант), причем содержание операций сборки узла должно соответствовать схеме сборки и технологическому процессу (допускается совмещение типовых операций, например: «Установка деталей поз.2-6 (либо наименование деталей) по СО»).

Таблица – Нормы времени для операций сборки клепаных узлов

Нормирование операции	Единица измерения	Норма времени, мин
1	2	3
Снятие упаковки	1 деталь	0,15
Контроль количества и номенклатуры деталей. Проверка и внешний осмотр деталей (осмотр детали для выявления забоин, механических повреждений и других недопустимых дефектов, а также проверка наличия клейм, маркировок)	1 деталь	0,3
Установка (снятие) деталей в сборочном приспособлении по ложементам, установочной линейке, БО, КФО, ОСБ др.	1 деталь	0,5
Установка (снятие) деталей в сборочное положение совмещением СО	1 деталь	0,3

Фиксация деталей технологическим крепежом, прижимами, фиксаторами, рубильниками и др. фиксирующими элементами и снятие фиксации	1 фиксирующий элемент	0,2
Разметка местоположения детали	1 деталь	2
Разметка осей крепежных элементов	1 ось	0,35
Кернение	1 отверстие	0,2
Сверление НО, рассверливание СО, сверление по разметке	1 отверстие	0,15
Зенкование гнезд под потайные головки	1 отверстие	0,1
Удаление заусенцев по кромкам отверстий	1 деталь	0,2
Очистка от стружки	1 деталь	2
Контроль отверстий и зенковки гнезд под потайные заклепки	1 отверстие	0,1
Установка заклепок в отверстия с учетом обезжиривания заклепок, нанесения грунтовки на стенки отверстий или тело заклепки, установки заклепок в отверстия	1 отверстие	0,4
Установка болтового соединения	1 соединение	0,5
Клепка на прессе, пневмомолотком, пневмоскобой	1 отверстие	0,2
Автоматическая клепка	1 шов	0,5
Фрезерование головок потайных заклепок	1 деталь	0,25
Герметизация швов с учетом обезжиривания поверхности, нанесения герметика и очистки от излишков герметика	1 деталь	3,55
Обрезка техприпусков, приливов, зачистка поверхностей, восстановление покрытия эмалью	1 техприпуск, прилив	1,3
Контроль прилегания деталей, швов, закладных и замыкающих головок заклепок и др.	1 деталь	0,5
Покрытие грунтовкой головок заклепок, выходящих на теоретическую поверхность.	1 заклепка	0,05
Маркировка узла краской	1 узел	0,5
Окончательный контроль и клеймение	1 узел	5

Количество деталей должно соответствовать спецификации.

Количество одновременно работающих по каждой операции определяется по опыту, на каждой операции должно быть максимально возможное количество рабочих, параллельно выполняющих сборку и не мешающих друг другу в работе.

Рассчитываем по таблице  $T_o$  для каждой операции (суммарное) на узел в минутах, и далее переводим его в часы;

**Пример:**

На операцию снятие упаковки  $T_o = 0,15$  мин на одну деталь, количество деталей по спецификации 5 шт., количество рабочих, участвующих в данной операции 1 человек.

Следовательно основное оперативное время суммарное получаем произведением  $T_o = 0,15 \times 5 \times 1 = 0,75$  минут.

Переводим значение в часы:  $T_o = 0,75 : 60 = 0,0125$  часов.

Далее по вышеуказанным формулам:



- находим вспомогательное время  $T_v$  для каждой операции в часах;
- находим оперативное время  $T_{оп}$  для каждой операции в часах;
- находим штучно-калькуляционное время  $T_{шк}$  в часах для каждой операции и вносим в таблицу по примеру.

**Пример:**

$$T_v = 1,5 * 0,0125 = 0,01875 \text{ час}$$

$$T_{оп} = 0,0125 + 0,01875 = 0,03125 \text{ час}$$

$$a_{пз} = 120$$

$$a_{об.мех} = 45$$

$$a_{об.орг} = 55$$

$$a_{отл} = 50$$

$$a_{пм} = 30$$

$$T_{шк} = 0,03125 \left( 1 + \frac{120+45+55+50+30}{100} \right) = 0,125 \text{ часов.}$$

Таблица 4.2 – Норма штучно-калькуляционное время для сборки узла в часах

Наименование операции	Штучно-калькуляционное время $T_{шк}$ (час)
1 Снятие упаковки	0,125
2 Контроль количества и номенклатуры деталей. Проверка и внешний осмотр деталей	0,25
3 Установка детали поз. 1 в сборочном приспособлении по БО	0,083
...	
Итого:	80

На основании проведенных расчетов формируем вывод.

### 3.5.1.1 Разработка циклового графика (подраздел 4.1 ПЗ)

На предприятии одним из важных измерителей качества организации производственного процесса во времени является продолжительность производственного цикла изготовления (сборки) узла.

Производственный цикл – время изготовления (сборки) изделия от запуска исходных материалов в производство, до их превращения в законченное изделие.

Производственный цикл состоит из технологического времени, затраченного непосредственно на изготовление (сборку), времени контроля, времени транспортировки, времени на естественные процессы (сушка, старение, полимеризацию и т.п.). Чем короче производственный цикл, тем меньше затрат на производство заданной продукции.

Производственный цикл наиболее продолжителен при последовательном выполнении работ, при последовательно-параллельном выполнении работ производственный цикл короче. Наименьший по времени производственный цикл при параллельном выполнении работ.

Цикловой график разрабатывается по утвержденной форме и в нём содержится:

- краткий перечень и последовательность выполнения операций (согласно схеме сборки, технологического процесса и таблице норм оперативного времени);
- трудоёмкость (норма времени  $T_{штк}$ ) на выполнение каждой операции в норма-часах (согласно таблицы норм штучно-калькуляционного времени);
- количество одновременно работающих на каждой операции (согласно таблице норм оперативного времени);
- длительность цикла сборки узла в графическом изображении;
- цикл (в принятом масштабе времени) – в минутах, часах, сменах, днях.

Длительность цикла по каждой операции определяется по формуле 4.4:

$$Z = \frac{T_{штк}}{n \times k} \quad (4.4)$$

где:

$T_{штк}$  – штучно-калькуляционное время;

n – количество рабочих, одновременно работающих по данной операции;

k – коэффициент перевыполнения норм (1,05 – 1,15).

Цикловой график сборки выполняется на формате А3 под номером ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ.300.ЦГ.

Пример оформления циклового графика показан ниже.

ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ.300.ЦГ						
Наименование операции	T <sub>шт</sub>	n	Z	1 смена	2 смена	3 смена
1. Внешний осмотр деталей				▣		
2. Установка деталей в сборочное положение				▣	▣	
3. Сверление по НО, зенкование, снятие заусенцев					▣	
4. Клепка						▣
5. Контроль						▣
Итого						

					ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ.300.ЦГ			
Изн.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Цикловой график сборки (наименование узла)	Лист	Масса	Масштаб
Разработал		Фамилия И.О.						
Руководит.		Фамилия И.О.						
Контроль		Фамилия И.О.						
Рецензент		Фамилия И.О.						
						Листов		
						ГБПОУО "ИАТ"		
						С-ХХ-Х		

### 3.5.2 Расчет годового фонда рабочего времени (подраздел 4.2 ПЗ)

Определяем годовую программу выпуска изделий при условии односменного рабочего дня при 40-часовой рабочей неделе. При расчете необходимо учитывать действительный годовой фонд рабочего времени  $F_d$ , который рассчитывается предприятием каждый год и публикуется в производственном календаре.

На текущий год  $F_d$  при 8-ми часовом рабочем дне и 5-ти дневной рабочей неделе необходимо согласовать с консультантом по экономической части.

Годовой расчетный выпуск изделий  $N_{пр}$  – определяется исходя из производственных мощностей участка и наиболее рационального использования оборудования. Рассчитывается по формуле 4.5.

$$N_{пр} = \frac{F_d \times K_3}{T_{шк} \times (1 - \alpha)} \quad (4.5)$$

где:

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени, ч;

$K_3$  – коэффициент загрузки оборудования (принимается равным 0,85);

$T_{шк}$  – штучно-калькуляционное время, ч;

$\alpha$  – коэффициент потерь времени на переналадку оборудования (принимается равным 0,05).

Формируем вывод.

### 3.5.3 Организация производственного участка на сборку узла для серийного производства и организация рабочего пространства (подраздел 4.3 ПЗ)

#### 3.5.3.1 Выбор необходимого состава персонала (подраздел 4.3 ПЗ)

Большое влияние на производительность труда и качество продукции имеет правильно организованное обслуживание рабочего места материалами, деталями, приспособлениями, инструментом, технической документацией; обеспечение текущего ремонта и надзора за оборудованием; уборка рабочего места.

Для серийного производства система обслуживания рабочего места имеет вид, указанный в таблице по примеру.

### Пример:

Для серийного производства система обслуживания рабочего места имеет вид, указанный в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Обслуживание рабочего места участка для сборки узла

Ответственный за обслуживание	Функция обслуживания	Основание
1	2	3
ПДБ	Обеспечение технической документацией, материалами, транспортом	Технологический процесс и производственно-диспетчерские графики
Мастер	Выдача заданий и систематический инструктаж рабочего	Производственно-диспетчерские графики
ИРК	Обеспечение инструментом и приспособлениями	Технологический процесс и графики принудительной смены инструмента
Архив	Обеспечение чертежами и техническими условиями	Технологический процесс и производственно-технические графики
Наладчик	Обеспечение наладки технологического оборудования	Технологический процесс и графики принудительной смены инструмента
Ремонтная служба	Обеспечение ремонта и межремонтного обслуживания технологического оборудования	Годовые, квартальные и месячные планы ППР; по вызовам в аварийных случаях
БТК	Обеспечение контроля качества сборки изделий	По каждому изделию

### 3.5.3.2 Определение производственной площади участка сборки узла (подраздел 4.3 ПЗ)

Производственная площадь состоит из:

- площади под сборочные приспособления и верстаки (по чертежам);

- площади для проходов, а при необходимости и проездов внутрицехового транспорта;
- площади под стеллажи для межоперационного хранения (при необходимости) подборок сборочных узлов.

Все названные площади кроме площади под проходы и проезды определяются расчетным путем по формуле 4.6:

$$S_{np\ nл} = \sum \sum S_{np\ см} + \sum S_{np\ в} + \sum S_{м\ оп\ х} \quad (4.6)$$

где:

$S_{np.nл.}$  – производственная площадь участка ( $m^2$ );

$S_{np.см.}$  – производственная площадь под приспособления;

$S_{np.в.}$  – производственная площадь под верстаки;

$S_{м.оп.х.}$  – площадь для размещения стеллажей и подборок.

Производственная площадь под приспособление  $S_{np.см.}$  определяется по формуле 4.7:

$$S_{np.см.} = S_{уд.см.} \times J \times N_{см.} \quad (4.7)$$

где:

$S_{уд.см.}$  – удельная площадь под стпель сборочной единицы (определяется габаритами согласно сборочного чертежа приспособления),  $m^2$ ;

$J$  – коэффициент удельной площади ( $J = 2,5$ )

$N_{см.}$  – количество стпелей сборочной единицы (принимаем  $N_{см.} = 1$ ).

Производственная площадь под верстаки  $S_{np.в.}$  определяется по формуле 4.8:

$$S_{np.в.} = S_{уд.в.} \times J \quad (4.8)$$

где:

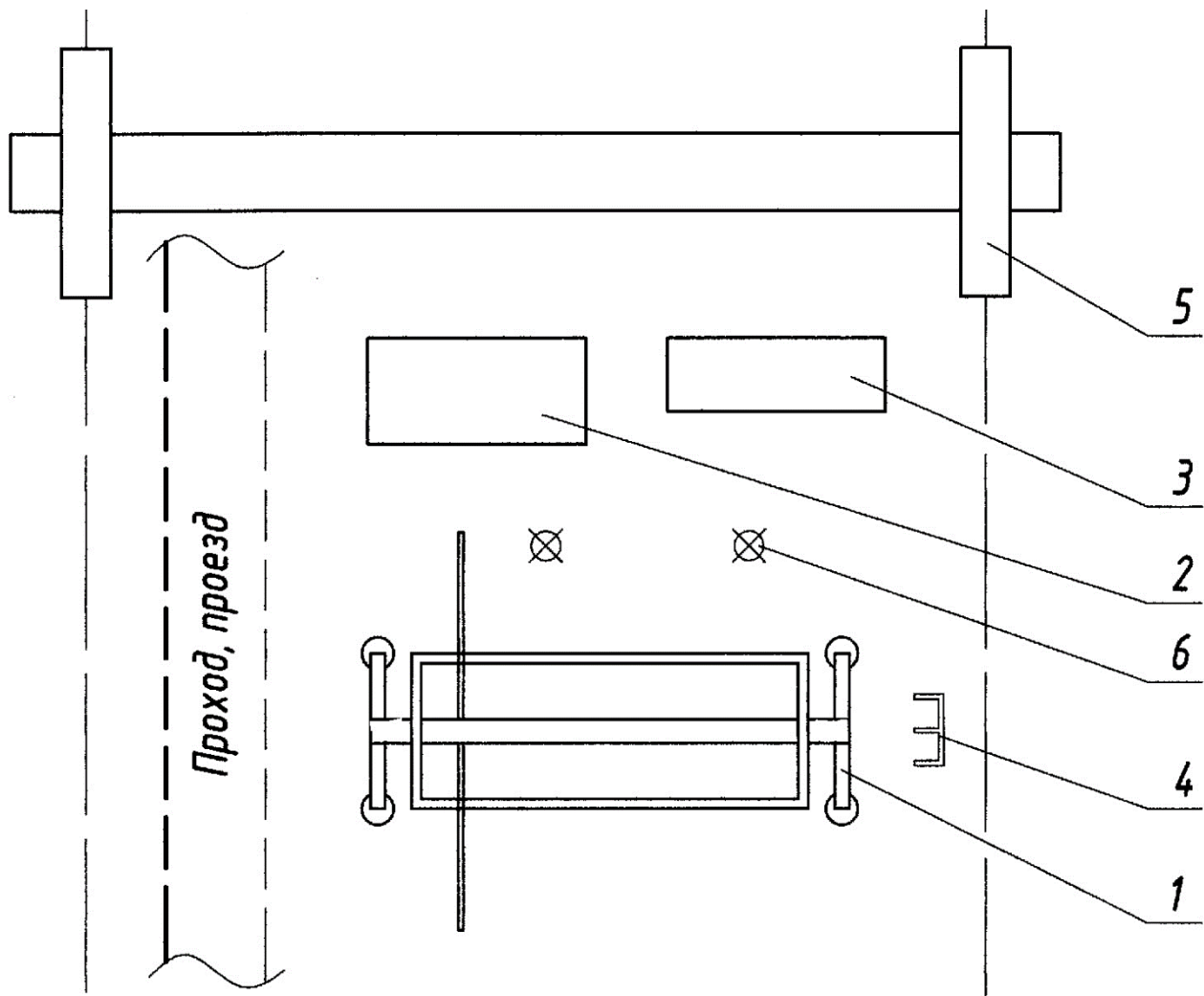
$S_{уд.в.}$  – удельная площадь под верстаки сборочной единицы (определяется габаритами),  $m^2$ ;

$J$  – коэффициент удельной площади ( $J = 2,5$ ).

Производственные площади, занимаемые стеллажами для межоперационного хранения  $S_{м.оп.х.}$ , определяются габаритами сборочной единицы.

### 3.5.3.3 План производственного участка

План участка по сборке узла необходимо представить на рисунке 4.1.



1 – сборочное приспособление; 2 – верстак; 3 – стеллаж для межоперационного хранения; 4 – гребенка для подвода сжатого воздуха, 5 – кран-балка, 6 – патрон ламповый подвесной.

Рисунок – План производственного участка по сборке (наименование узла)

Формируется вывод.

### 3.5.3.4 Организация и рационализация рабочего пространства

Расстановка оборудования на участке производится с учетом норм расстояний от оборудования до элементов зданий и границ проходов, норм минимально допустимых разрывов между технологической оснасткой и выполняется по системе 5S. Необходимо применить систему 5S на разрабатываемом производственном участке.

### 3.5.3.5 Транспортировка деталей и собранных узлов

В этом разделе следует сказать о транспортных потоках на участке. Определить какими видами транспорта он обеспечивается. Выбор транспортных средств зависит от характера, габаритов и веса материалов, деталей и сборочных узлов изделия. В качестве транспортных средств может применяться напольный

транспорт: ручные тележки, автокары, электротележки и верхний транспорт: мостовые краны, кран балки, эл.тельферы.

### **3.5.3.6 Организация технического контроля**

Организация технического контроля включает определение структуры и функций аппарата БТК на участке в зависимости от типа производства, применяемых инструментов и приборов, и требований к точности и качеству изделий.

При назначении вида контроля и измерительного инструмента следует добиваться следующих целей: создания гарантийных условий выявления дефектов; профилактики брака; экономии затрат труда на контроль качества продукции.

Учащийся должен предложить конкретную систему технического контроля, в которой предусматривается:

- наличие контроля непосредственно на рабочих местах, на специальных контрольных пунктах.
- вид контроля – летучий, промежуточный, окончательный;
- объекты контроля – пооперационный контроль, итоговый (после выполнения группы последовательных операций);
- частота контроля – сплошной контроль, выборочный контроль;
- штат контролёров, который определяется по трудоёмкости контроля путём нормирования операций и переходов контроля в технологии.

Учащийся должен указать, после каких технологических операций (переходов) проводятся контрольные операции (переходы), предусматривать возможность их механизации и автоматизации, что позволит уменьшить штат контролёров, повысит качество продукции.

В конце раздела сформировать вывод по разделу.

## **3.6 Разработка раздела «5 Охрана труда на производственном участке»**

### **3.6.1 Выявление опасных и вредных факторов производства на разрабатываемом производственном участке**

На предприятиях авиационной промышленности основными неблагоприятными факторами являются шум и вибрации, превышающие предельный уровень; электромагнитные и ионизирующие излучения; пары газа и пыль, превышающие установленные санитарно-гигиенические нормы. Они могут оказаться причиной профессиональных заболеваний и производственных травм. Представляют опасность движущиеся части машин, соприкосновение с которыми может нанести человеку механические повреждения. При работе с электрооборудованием могут быть травмы электрического поражения. Высокие температуры могут стать причиной ожогов. При отсутствии надлежащей защиты

и комплекса оздоровительных мероприятий возможно возникновение вредных и опасных для человека ситуаций.

В данном подразделе необходимо изложить роль охраны труда в производственной деятельности человека, дать характеристику потенциально опасных и вредных производственных факторов проектируемого участка (установки, стенда, технологического процесса, аппарата, механизма, прибора и т.п.).

Дать оценку вредности применяемого сырья и материалов.

### **3.6.2 Мероприятия по производственной санитарии**

В данном подразделе необходимо рассмотреть основные вопросы борьбы с вредными производственными факторами, характерными для данного участка или технологического процесса (вредные пары, газы, пыль, наличие шума, вибрации, ионизирующие и электромагнитные излучения; лазерной или ультразвуковой техники и т.п.). Также возможно освещение вопросов вентиляции (СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование), уборки отходов производства. Все меры борьбы с вредными производственными факторами должны рассматриваться только в соответствии со стандартами, отраслевыми нормами и правилами.

Отдельно рекомендуется рассмотреть освещение рабочей зоны проектируемого участка сборки узла:

- ГОСТ 24940-2016 Здания и сооружения. Методы измерения освещенности.
- ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений.
- ГОСТ Р 56852-2016 Освещение искусственное производственных помещений объектов железнодорожного транспорта. Нормы и методы контроля.

### **3.6.3 Мероприятия по технике безопасности**

В данном подразделе необходимо рассмотреть планировку участка, работающее оборудование на участке; основные предохранительные и защитные устройства для предупреждения случаев травматизма в процессе работы на опасных участках.

- ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
- ГОСТ 12.2.061-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.
- ГОСТ 12.2.062-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Ограждения защитные.
- ГОСТ 12.2.029-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Приспособления станочные. Требования безопасности.



### **3.6.4 Мероприятия по противопожарной защите**

В самолётостроении большое значение имеет снижение массы и повышение прочности летательных аппаратов, которые эксплуатируются в самых различных климатических условиях, на малых и больших высотах, при резких перепадах температур, высоких скоростях полёта. Это требует применения лёгких и прочных материалов и их сплавов, широкого использования пластмасс и полимеров, что вызывает повышенную пожароопасность.

В технологических процессах значительный удельный вес имеют сварочные работы, пайка, клеевые работы, термообработка материалов и деталей с высоким нагревом и различными режимами охлаждения на воздухе, в жидкостных ваннах и инертных газах. Широко применяются лакокрасочные покрытия, консервация и расконсервация деталей, узлов с применением пожароопасных жидкостей.

Поэтому в этом подразделе необходимо рассмотреть:

- СП 56.13330.2011 Производственные здания.
- СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические.
- ГОСТ Р 53291-2009 Техника пожарная. Переносные и передвижные устройства пожаротушения с высокоскоростной подачей огнетушащего вещества. Общие технические требования.
- ГОСТ 26342-84 Средства охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. Типы, основные параметры и размеры.
- ГОСТ Р 51043-2002 Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Оросители. Общие технические требования.

### **3.7 Разработка раздела «6 Экономическое обоснование проекта»**

В экономической части дипломного проекта проводятся технико-экономические расчёты. Методические указания по экономической части дипломного смотреть на сайте техникума.

### **3.8 Разработка раздела «Заключение»**

В этом разделе учащийся подводит итоги, проведенной работы.

### **3.9 Разработка раздела «Перечень применяемых аббревиатур, сокращений»**

Учащийся составляет перечень сокращений и обозначений, которые встречаются в тексте пояснительной записки и при выполнении чертежно-графической части дипломного проекта. Пример оформления можно посмотреть в данной методичке ниже на странице 53.

### 3.10 Разработка раздела «Список используемых источников»

Учащийся приводит список литературы, которой пользовался при работе над дипломным проектом. Оформляется согласно МУ по выполнению курсового и дипломного проекта.

### 3.11 Разработка раздела «Приложение. Графические и текстовые документы»

В данном разделе учащийся перечисляет графические и текстовые документы, которые прилагаются к пояснительной записке.

**Пример:**

**Приложение. Графические и текстовые документы**

1. Сборочный чертеж ( <i>наименование узла</i> ) ДП.24.02.01.XX.XX.XX.100.СБ	Формат А1 – 1 лист
2. Сборочный чертеж приспособления для сборки узла ( <i>наименование узла</i> ) ДП.24.02.01.XX.XX.XX.200.СБ	Формат А1 – 1 лист
3. Чертеж детали сборочного узла ДП.24.02.01.XX.XX.XX.100.XX	Формат А3 – 2 листа
4. Чертеж детали сборочного узла ДП.24.02.01.XX.XX.XX.100.XX	Формат А4 – 1 лист
5. Чертеж детали сборочного приспособления ДП.24.02.01.XX.XX.XX.200.XX	Формат А4 – 1 лист
6. Цикловой график сборки ДП.24.02.01.XX.XX.XX.300.СБ	Формат А3 – 1 лист
7. Спецификация к сборочному чертежу узла ( <i>наименование узла</i> ) ДП.24.02.01.XX.XX.XX.100	Формат А4 – _ листов
8. Спецификация к чертежу сборочного приспособления ( <i>наименование узла</i> ) ДП.24.02.01.XX.XX.XX.200	Формат А4 – _ листов
9. Перечень замечаний нормоконтролера	Формат А4 – 1 лист

Обратите внимание, что чертежи не вшиваются в пояснительную записку, а спецификации к сборочному чертежу узла и чертежу сборочного приспособления вшиваются в пояснительную записку, как и лист замечаний нормоконтролера.

Листы данного раздела в нумерацию пояснительной записки не включаются.

## 4 Разработка чертежно-графической части

При разработке чертежно-графической части рекомендуется использовать следующие САПР: Unigraphics, NX, Inventor, AutoCAD, Компас. Более подробно дано описание в приложении В.

### 4.1 Требования к сборочным чертежам

- 1) Чертеж выполнен на формате А1 (ГОСТ 2.301-68) с основной надписью по ГОСТ 2.104-2006;
- 2) Тема и вариант в соответствии с приказом;
- 3) К чертежу прилагается заполненная спецификация по форме 2 и 2а ГОСТ 2.106-2019;
- 4) Данные в спецификации, записанные в графе материалы, соответствуют указанным стандартам и чертежу, а так же информации в пояснительной записки;
- 5) Чертеж выполнен согласно ГОСТ 2.109-73 Основные требования к чертежам;
- 6) На чертеже указаны позиции деталей по спецификации по ГОСТ 2.109-73;
- 7) Графика чертежа полностью отражает конструкцию разработанного узла;
- 8) Для основного вида задано направление полета, вид изнутри/снаружи, правый/левый борт, правый/левый агрегат;
- 9) На чертеже заданы и подписаны теоретический контур и базовые оси (либо дистанции от базовых осей), в соответствии с расположением узла на самолете;
- 10) В чертеже показано наименьшее количество видов, разрезов, сечений, обеспечивающих полное представление об узле;
- 11) Для б/ч деталей допускается не задавать размеры, необходимые для изготовления этих деталей, за исключением обозначений стандартных конструктивных элементов отбортовка, рифт, выдавка (ГОСТ 17040-80), стрингерный вырез (ОСТ 1 03948-79), подсечка (ОСТ 1 52468-80 и ОСТ 1 03668-90). Дать размеры угловых вырезов
- 12) Типы и толщины линий по ГОСТ 2.303-68;
- 13) Шрифты по ГОСТ 2.304-81;
- 14) Масштабы видов и сечений по ГОСТ 2.302-68;
- 15) Графическое обозначение материалов (штриховка) по ГОСТ 2.306-68;
- 16) Крепежные элементы в чертеже показаны условно (оси). Для них указаны необходимые размеры перемычек и шагов. Для заклепочных соединений, согласно ОСТ 1 00016-71;
- 17) Технические требования по ГОСТ 2.316-2008. Первым пунктом дать информацию: “Изготавливать по данным ЭМД (ЭМСП для сборочного приспособления), созданных в системе \_\_\_\_\_.”- для бесплазмового метода увязки и “Изготавливать по данным геометрической увязки.”- для плазово-шаблонного метода;

- 18) Маркировка и клеймение (для деталей б/ч и узла) по ГОСТ 2.314-68.
- 19) Обозначение шероховатости по ГОСТ 2.309-73 (достаточно общего обозначения для всех деталей в верхнем правом углу чертежа), шероховатость задавать по шкале Ra.

#### **4.2 Требования к чертежам деталей**

- 1) Чертеж выполнен на формате А3 или А4 (ГОСТ 2.301-68) с основной надписью по ГОСТ 2.104-2006;
- 2) Обозначение, наименование и материал в соответствии со спецификацией на сборочный чертеж;
- 3) Чертеж выполнен согласно ГОСТ 2.109-73 Основные требования к чертежам;
- 4) Графика чертежа полностью отражает конструкцию детали и ее конструктивных элементов;
- 5) Для основного вида задано направление полета, вид изнутри/снаружи, правый/левый борт;
- 6) На чертеже заданы и подписаны теоретический контур и базовые оси (либо дистанции от базовых осей), в соответствии с расположением узла на самолете;
- 7) В чертеже показано наименьшее количество видов, разрезов сечений, обеспечивающее полное представление о детали;
- 8) Для детали указаны все размеры, необходимые для изготовления, в том числе обозначения стандартных конструктивных элементов отбортовка, рифт, выдавка (ГОСТ 17040-80), стрингерный вырез (ОСТ 1 03948-79), подсечка (ОСТ 1 52468-80 и ОСТ 1 03668-90)
- 9) Типы и толщины линий по ГОСТ 2.303-68
- 10) Шрифты по ГОСТ 2.304-81
- 11) Масштабы видов и сечений по ГОСТ 2.302-68
- 12) Графическое обозначение материалов (штриховка) по ГОСТ 2.306-68
- 13) Технические требования по ГОСТ 2.316-2008. Первым пунктом дать информацию: “Изготавливать по данным ЭМД (ЭМСП для сборочного приспособления), созданных в системе \_\_\_\_\_.”- для бесплазмового метода увязки и “Изготавливать по данным геометрической увязки.”- для плазово-шаблонного метода
- 14) Маркировка и клеймение (для деталей б/ч и узла) по ГОСТ 2.314-68
- 15) Обозначение шероховатости по ГОСТ 2.309-73 (достаточно общего обозначения для всех деталей в верхнем правом углу чертежа), шероховатость задавать по шкале Ra

## Перечень используемых аббревиатур, сокращений

БО	–	базовое отверстие
БТК	–	бюро технического контроля
БЧ (б/ч)	–	без чертежа
ВКР	–	выпускная квалификационная работа
ГОСТ	–	государственный стандарт
ГЭК	–	государственная экзаменационная комиссия
ДП	–	дипломный проект
ЕСКД	–	единая система конструкторской документации
ЕСТД	–	единая система технологической документации
ЕСТПП	–	единая система технологической подготовки производства
ЗШП	–	заготовительно-штамповочное производство
ИРК	–	инструментально-раздаточная кладовая
КД	–	конструкторские документы
КИМ	–	контрольно-измерительная машина
КСС	–	конструктивно-силовая схема
КФО	–	координатно-фиксирующее отверстие
ЛЖ	–	ложемент
МУ	–	методические указания
ММ	–	математическая модель
НО	–	направляющее отверстие
ОП СПО	–	образовательная программа среднего профессионального образования
ОСТ	–	отраслевой стандарт
ОСБ	–	отверстия под стыковые болты
ПДБ	–	планово-диспетчерское бюро
ПЗ	–	пояснительная записка
Поз.	–	позиция
ППР	–	план производственного расчета
ПР	–	прижим
Пров.	–	проверил
ПУ	–	программное управление
ПШМ	–	плазово-шаблонный метод
Разраб.	–	разработал
РБ	–	рубильник
САПР	–	система автоматизированного проектирования
СБ	–	сборочный чертеж
СНиП	–	строительные нормы и правила
СО	–	сборочное отверстие
СП	–	сборочное приспособление
СП	–	свод правил
ССБТ	–	система стандартов безопасности труда

ТД	–	технологические документы
ТУ	–	технические условия
ТхЭМ	–	технологический электронный макет
ТЭМ	–	теоретический электронный макет
УП	–	упор
УП	–	управляющая программа
ЦГ	–	циклового график
ЧПУ	–	числовое программное управление
ЭВМ	–	электронно-вычислительная машина
ЭМД	–	электронный макет детали
ЭМИ	–	электронная модель изделия
ЭМСП	–	электронный макет сборочного приспособления
ЭШМ	–	эталонно-шаблонный метод

## Список использованных источников

1. Колганов И.М., Филиппов В.В. Проектирование приспособлений, прочностные расчеты, расчет точности сборки. Учебное пособие. - Ульяновск: УлГТУ, 2000. - 99 с.
2. Григорьев Б. П., Ганиханов Ш. Ф. «Приспособления для сборки узлов и агрегатов самолетов и вертолетов». Учебное пособие для авиационных вузов. М., «Машиностроение», 1977, 140 с.
3. Абибов А.Л. Бирюков Н.М. и др. Технология самолетостроения. - М.: Машиностроение, 1982.- 551 с.
4. Бабушкин А.И. Методы сборки самолетных конструкций. - М.: Машиностроение, 1985.- 248 с.
5. Никольский А.А. Основы монтажа сборочных приспособлений.- М.: МАИ, 1975.- 60 с.
6. Ярковец А.И. Основы механизации и автоматизации технологических процессов в самолетостроении. - М.: Машиностроение, 1991.- 224 с.

**Пример оформления титульного листа дипломного проекта**

Министерство образования Иркутской области  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Иркутской области  
«Иркутский авиационный техникум»  
(ГБПОУИО «ИАТ»)

ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ.ПЗ

↓ ↓ ↓  
1 2 3

1 – год выполнения работы

2 – номер группы

3 – порядковый номер по журналу

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УР

\_\_\_\_\_ Е.А. Коробкова, к.т.н.

**ТЕМА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

Нормоконтролер:

\_\_\_\_\_

(И.О.Фамилия)

(Подпись, дата)

Консультант по  
Экономической  
части:

\_\_\_\_\_

(И.О.Фамилия)

(Подпись, дата)

Руководитель:

\_\_\_\_\_

(И.О.Фамилия)

(Подпись, дата)

Студент:

\_\_\_\_\_ (И.О.Фамилия)

(Подпись, дата)

Иркутск 20\_\_



**Пример оформления задания на дипломный проект**

Министерство образования Иркутской области  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Иркутской области «Иркутский авиационный техникум»  
(ГБПОУИО «ИАТ»)

РАССМОТРЕНО

На заседании ВЦК ПЛА

Протокол № \_\_ от \_\_\_\_\_ г.

председатель \_\_\_\_\_ ФИО

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УР

\_\_\_\_\_ Е.А. Коробкова, к.т.н.

« \_\_ » апреля 20 \_\_ г.

**ЗАДАНИЕ**

на дипломное проектирование

ФИО, группы (*указать наименование группы*)

**Тема дипломного проекта:**

*(Указать наименование узла самолета)*

Проектирование конструкции узла и технологической оснастки.

Дата выдачи задания

« \_\_ » апреля 20 \_\_ г.

Срок окончания проекта

« \_\_ » июня 20 \_\_ г.

Руководитель: \_\_\_\_\_ (ФИО)  
(подпись, дата)

Студент: \_\_\_\_\_ (ФИО)  
(подпись, дата)

**Задание:** Разработать конструкцию узла, сборочную оснастку и технологический процесс сборки в соответствии с исходными данными:

Тип производства: серийное

Режим работы участка: 5-ти дневная рабочая неделя с 8-ми часовым рабочим днем в 1 смену.

**Выполнить подготовительный этап. Разработка конструкции и конструкторской документации:**

- 1) Разработать конструкцию сборочного узла.
- 2) Описать конструктивно-технологическую характеристику сборочного узла.
- 3) Составить технические требования на сборку узла.
- 4) Выполнить расчет анализа технологичности конструкции сборочного узла.

**Выполнить технологический этап. Разработка технологического процесса сборки узла:**

- 1) Обосновать проектируемый технологический процесс сборки узла.
- 2) Выбрать метод сборки, разработать схему базирования.
- 3) Разработать технологический процесс сборки узла в сборочном приспособлении и составить схему сборки узла.
- 4) Выбрать и обосновать метод увязки и обеспечения взаимозаменяемости.
- 5) Разработать схему увязки заготовительной и сборочной оснастки.
- 6) Разработать технические условия на поставку деталей для сборки узла.

**Выполнить расчётно-конструкторскую часть. Разработка конструкции сборочной оснастки:**

- 1) Разработать технические условия на проектирование сборочной оснастки.
- 2) Разработать конструкцию сборочной оснастки.
- 3) Выполнить расчёт допустимого прогиба балки сборочного приспособления.

**Выполнить производственные расчеты. Организация и управление работой участка сборки узла:**

- 1) Выполнить расчет трудоемкости сборки узла.
- 2) Выполнить расчет годового фонда рабочего времени.
- 3) Разработать организацию производственного участка на сборку узла для серийного производства и организацию рабочего пространства.

**Представить требования охраны труда на производственном участке:**

- 1) Выявить вредные и опасные производственные факторы.
- 2) Выбрать мероприятия по производственной санитарии, по уменьшению воздействия вибрации и шума и обеспечению освещения на участке, электробезопасности, пожарной безопасности.
- 3) Описать технику безопасности в процессе сборки узла.

**Выполнить экономическое обоснование проекта:**

- 1) Определить себестоимость проекта.
- 2) Определить цену реализации.
- 3) Рассчитать чистую прибыль от внедрения проекта.
- 4) Рассчитать экономический эффект и срок окупаемости проекта.

**Материалы предоставляемые к защите:**

- 1) Пояснительная записка.
- 2) Чертежи графической части проекта:
  - Чертеж общего вида сборочного узла – А1 1 лист.
  - Чертеж общего вида приспособления – А1 1 лист.
  - Чертежи трех деталей сборочного узла – А3 (А4) 3 листа.
  - Чертеж одной детали приспособления – А3 (А4) 1 лист.
  - Цикловой график сборки узла – А3 1 лист.
- 3) Презентация к дипломному проекту.
- 4) Отзыв на дипломный проект (составляет руководитель).
- 5) Рецензия на дипломный проект.
- 6) Диск с пояснительной запиской, конструкторской документацией и демонстрационным материалом в индивидуальной упаковке.

**Индивидуальный график выполнения дипломного проекта обучающегося**

































ФИО, группы (указать наименование группы)

(является приложением к заданию на дипломное проектирование)

	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Выполнен сборочный чертеж и спецификация проектируемого узла										
Выполнен раздел 1. Разработка конструкции и конструкторской документации										
Выполнен раздел 2. Разработка технологического процесса сборки узла										
Выполнен раздел 3. Разработка конструкции сборочной оснастки										
Разработана конструкция сборочной оснастки, выполнен сборочный чертеж и спецификация										
Выполнен раздел 4. Организация и управление работой участка сборки узла										
Выполнен раздел 5. Охрана труда на производственном участке										
Выполнен раздел 6. Экономическое обоснование проекта										
Выполнены чертежи деталей, сборочного узла, сборочного приспособления, цикловой график										
Введение, заключение, выводы. Оформление чертежа и пояснительной записки по методическим указаниям										
Подпись руководителя дипломного проекта										

С графиком ознакомлен \_\_\_\_\_ (ФИО.) Дата \_\_\_\_\_  
 (обучающийся должен быть ознакомлен с графиком в течение трех рабочих дней от начала преддипломной практики)

**Таблица – Оформление диска с пояснительной запиской, конструкторской документацией и демонстрационным материалом**

Вид на диске	Применяемые программы
 Диск	
 3D_model	
 Prispo  Sborka_Prispo  x  xx  xxx	Unigraphics NX Inventor AutoCAD Компас
 Uzel  Sborka_Uzel  x  xx  xxx	Unigraphics NX Inventor AutoCAD Компас
 Пояснительная записка  ПЗ_Фамилия  ПЗ_Фамилия	Word
 Презентация  Фамилия	PowerPoint
 Программный продукт  100_СБ_Чертеж узла_Спецификация  100_СБ_Спецификация_узла  100_СБ_Спецификация_узла  100_СБ_Чертеж узла  200_СБ_Чертеж приспо_Спецификация  200_СБ_Спецификация_приспо  200_СБ_Спецификация_приспо  200_СБ_Чертеж приспо	Unigraphics NX Inventor AutoCAD Компас
 300_СБ_Цикловой график  300_СБ_Цикловой график  300_СБ_Цикловой график	Unigraphics NX Inventor AutoCAD Компас Word
 1лист_Задание ДП_Фамилия  2лист_Задание ДП_Фамилия  3лист_Задание ДП_Фамилия	

**Перечень нормативных документов, необходимых для разработки  
дипломного проекта**

<b>ЕСКД, ЕСТД, ЕСТПП</b>	
ГОСТ 2.001-2013	ЕСКД. Общие положения.
ГОСТ 2.004-88	ЕСКД. Общие требования к выполнению КД и ТД на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ.
ГОСТ 2.051-2013	ЕСКД. Электронные документы. Общие положения.
ГОСТ 2.052-2015	ЕСКД. ЭМИ. Общие положения.
ГОСТ 2.101-2016	ЕСКД. Виды изделий.
ГОСТ 2.102-2013	ЕСКД. Виды и комплектность КД.
ГОСТ 2.103-68	ЕСКД. Стадии разработки.
ГОСТ 2.104-2006	ЕСКД. Основные надписи.
ГОСТ 2.105-2019	ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.
ГОСТ 2.106-2019	ЕСКД. Текстовые документы.
ГОСТ 2.109-73	ЕСКД. Основные требования к чертежам.
ГОСТ 2.111-2013	ЕСКД. Нормоконтроль.
ГОСТ 2.301-68	ЕСКД. Форматы.
ГОСТ 2.302-68	ЕСКД. Масштабы.
ГОСТ 2.303-68	ЕСКД. Линии.
ГОСТ 2.304-81	ЕСКД. Шрифты чертежные.
ГОСТ 2.305-2008	ЕСКД. Изображения – виды, разрезы, сечения.
ГОСТ 2.306-68	ЕСКД. Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах.
ГОСТ 2.307-2011	ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений.
ГОСТ 2.308-79	ЕСКД. Указания на чертежах допусков формы и расположения поверхностей.
ГОСТ 2.309-73	ЕСКД. Обозначения шероховатости поверхностей.
ГОСТ 2.310-68	ЕСКД. Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и другой видов обработки.
ГОСТ 2.311-68	ЕСКД. Изображение резьбы.
ГОСТ 2.312-72	ЕСКД. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений.
ГОСТ 2.314-68	ЕСКД. Указания на чертежах о маркировании и клеймении.
ГОСТ 2.316-2008	ЕСКД. Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах.
ГОСТ 2.317-69	ЕСКД. Аксонометрические проекции.
ГОСТ 2.321-84	ЕСКД. Обозначения буквенные.
ГОСТ 2.419-68	ЕСКД. Правила выполнения документации при плазовом методе производства.
ГОСТ 2.503-90	ЕСКД. Правила внесения изменений.
ГОСТ 3.1001-2011	ЕСТД. Общие положения.
ГОСТ 3.1102-81	ЕСТД. Стадии разработки и виды документов.
ГОСТ 3.1103-82	ЕСТД. Основные надписи.
ГОСТ 3.1104-84	ЕСТД. Общие требования к формам, бланкам и документам.
ГОСТ 3.1105-84	ЕСТД. Формы и правила оформления документов общего назначения.
ГОСТ 3.1109-82	ЕСТД. Термины и определения основных понятий.
ГОСТ 3.1116-79	ЕСТД. Нормоконтроль.
ГОСТ 3.1118-82	ЕСТД. Формы и правила оформления маршрутных карт.

ГОСТ 3.1119-83	ЕСТД. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы.
ГОСТ 3.1120-83	ЕСТД. Общие правила отражения и оформления требований безопасности труда в технологической документации.
ГОСТ 3.1121-84	ЕСТД. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на типовые и групповые технологические процессы (операции).
ГОСТ 3.1407-86	ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы (операции), специализированные по методам сборки.
ГОСТ 3.1703-79	ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Слесарные, слесарно-сборочные работы.
ГОСТ 14.004-83	ЕСТПП. Термины и определения основных понятий.
ГОСТ 14.201-73	ЕСТПП. Обеспечение технологичности конструкции изделий.
ГОСТ 14.202-73	ЕСТПП. Правила выбора показателей технологичности конструкции изделий.
ГОСТ 14.203-73	ЕСТПП. Правила обеспечения технологичности конструкции сборочных единиц.
ГОСТ 14.204-73	ЕСТПП. Правила обеспечения технологичности конструкции деталей.
ГОСТ 14.205-83	ЕСТПП. Технологичность конструкции изделий.
ГОСТ 14.304-73	ЕСТПП. Правила выбора технологического оборудования.
ГОСТ 14.305-73	ЕСТПП. Правила выбора технологической оснастки.
	<b>Материалы</b>
ГОСТ 21631-76	ТУ. Листы из алюминия и алюминиевых сплавов.
ОСТ 1 90246-77	Листы конструкционные из алюминиевых сплавов.
ГОСТ 17232-99	ТУ. Плиты из алюминия и алюминиевых сплавов.
ОСТ 1 90117-83	Плиты из алюминиевого сплава марки АК4-1ч.
ОСТ 1 90113-86	ТУ. Профили прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов.
ГОСТ 21488-97	ТУ. Прутки прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов.
ОСТ 1 90073-85	ТУ. Штамповки и поковки из алюминия и алюминиевых сплавов.
ГОСТ 23755-79	ТУ. Плиты из титановых сплавов.
ОСТ 1 90024-94	Плиты из титановых сплавов.
ОСТ 1 92020-82	ТУ. Прутки прессованные из титана и титановых сплавов.
ГОСТ 21990-76	ТУ. Плиты из магниевых сплавов.
ГОСТ 19903-2015	Прокат листовой горячекатаный. Сортамент.
ГОСТ 19904-90	Прокат листовой холоднокатаный. Сортамент.
	<b>Профили прессованные</b>
ГОСТ 13616-97	Профили прессованные прямоугольные полосообразного сечения из алюминия, алюминиевых и магниевых сплавов.
ГОСТ 13617-97	Профили прессованные бульбообразные уголкового сечения из алюминия, алюминиевых и магниевых сплавов.
ГОСТ 13619-97	Профили прессованные прямоугольного фасонного зетового сечения из алюминия, алюминиевых и магниевых сплавов.
ГОСТ 13620-90	Профили прессованные прямоугольные равнополочного зетового сечения из алюминиевых и магниевых сплавов.
ГОСТ 13621-90	Профили прессованные прямоугольные равнополочного двутаврового сечения из алюминиевых и магниевых сплавов.
ГОСТ 13622-91	Профили прессованные прямоугольные равнополочного таврового сечения из алюминиевых и магниевых сплавов.

ГОСТ 13623-90	Профили прессованные прямоугольные равнополочного швеллерного сечения из алюминиевых и магниевых сплавов.	
ГОСТ 13737-90	Профили прессованные прямоугольные равнополочного уголкового сечения из алюминиевых и магниевых сплавов.	
ГОСТ 13737-90	Профили прессованные прямоугольные равнополочного уголкового сечения из алюминиевых и магниевых сплавов.	
ОСТ 1 92093-83	Профили прессованные петлевые из алюминиевых сплавов.	
	<b>Стандартные конструктивные элементы</b>	
ГОСТ 17040-80	Элементы штампуемых деталей.	
ОСТ 1 03668-90	Подсечки прессованных профилей.	
ОСТ 1.52468-80	Подсечки в деталях из листового материала.	
ОСТ 1 03948-79	Вырезы под стрингеры.	
	<b>Дополнительно</b>	
ГОСТ 21495-76	Базирование и базы в машиностроении.	
1 85 151	Классификатор технологических операций.	
ОСТ 1 00022-80	Предельные отклонения размеров.	
ОСТ 1 02507-92	Самолеты дозвуковые.	
ОСТ 1.42315-86	Герметизация неразъемных соединений	
	<b>Заклепки</b>	
ОСТ 1 00016-71	Шаги заклепок в заклепочных швах.	
ОСТ 1 34102-80	Заклепки. Диаметры отверстий под заклепки, размеры замыкающих головок и подбор длин.	
ОСТ 1 34041-79	Соединения заклепками для автоматической клепки. Подбор длин заклепок.	
	<b>Заклепки для автоматической клепки</b>	
ОСТ 1 34039-79	Заклепки с потайной головкой 90° с компенсатором для автоматической клепки.	Материал В65
ОСТ 1 34044-80	Заклепки универсальные для автоматической клепки.	Материал В65
ОСТ 1 34045-79	Заклепки с плоско-скругленной головкой с компенсатором для автоматической клепки.	Материал В65
ОСТ 1 34046-80	Заклепки с уменьшенной потайной головкой 90° с компенсатором для автоматической клепки.	Материал В65
ОСТ 1 34054-85	Заклепки с плоско-скругленной головкой для автоматической клепки.	Материал В65
	<b>Заклепки для двусторонней клепки</b>	
ОСТ 1 34008-86	Заклепки с плоско-скругленной головкой из титанового сплава	Материал ВТ16
ОСТ 1 34009-86	Заклепки с потайной головкой 120° из титанового сплава	Материал ВТ16
ОСТ 1 34035-78	Заклепки с плоско-скругленной головкой.	Материал В65
ОСТ 1 34036-78	Заклепки с уменьшенной плоско-выпуклой головкой.	Материал В65
ОСТ 1 34036-78	Заклепки с уменьшенной плоско-выпуклой головкой.	Материал В65

ОСТ 1 34037-78	Заклепки с потайной головкой 90°.	Материал В65
ОСТ 1 34038-78	Заклепки с потайной головкой 120°.	Материал В65
ОСТ 1 34040-79	Заклепки с плоско-скругленной головкой с компенсатором	Материал В65
ОСТ 1 34043-80	Заклепки универсальные	Материал В65
ОСТ 1 34047-80	Заклепки с уменьшенной потайной головкой 90° с компенсатором.	Материал В65
ОСТ 1 34048-77 -	Заклепки с плоско-скругленной головкой с компенсатором.	Материал Сталь 10
ОСТ 1 34049-77	Заклепки с плоско-скругленной головкой с компенсатором.	Материал 12Х18Н9Т
ОСТ 1 34050-77	Заклепки с плоско-скругленной головкой с компенсатором.	Материал Д18
ОСТ 1 34051-77	Заклепки с плоско-скругленной головкой с компенсатором.	Материал АМг5П
ОСТ 1 34073-85	Заклепки с плоско-скругленной головкой.	Материал Сталь 10
ОСТ 1 34074-85	Заклепки с плоско-скругленной головкой.	Материал 20Г2
ОСТ 1 34075-85	Заклепки с плоско-скругленной головкой.	Материал 12Х18Н9Т
ОСТ 1 34076-85	Заклепки с плоско-скругленной головкой.	Материал В65
ОСТ 1 34077-85	Заклепки с плоско-скругленной головкой.	Материал АМг5П
ОСТ 1 34078-85	Заклепки с плоско-скругленной головкой.	Материал Д18
ОСТ 1 34079-85	Заклепки с плоско-скругленной головкой.	Материал Д19П
ОСТ 1 34080-85	Заклепки с плоско-скругленной головкой.	Материал АМц
ОСТ 1 34081-85	Заклепки с плоско-скругленной головкой.	Материал Л63
ОСТ 1 34082-85	Заклепки с плоско-скругленной головкой.	Материал Л63 АМ
ОСТ 1 34083-85	Заклепки с плоско-скругленной головкой.	Материал М2
ОСТ 1 34084-80	Заклепки с потайной головкой 90° и 100°.	Материал Сталь 10
ОСТ 1 34085-80	Заклепки с потайной головкой 90° и 100°.	Материал 20Г2
ОСТ 1 34086-80	Заклепки с потайной головкой 90° и 100°.	Материал 12Х18Н9Т
ОСТ 1 34087-80	Заклепки с потайной головкой 90° и 100°.	Материал В65
ОСТ 1 34088-80	Заклепки с потайной головкой 90° и 100°.	Материал АМг5П
ОСТ 1 34089-80	Заклепки с потайной головкой 90° и 100°.	Материал Д18
ОСТ 1 34090-80	Заклепки с потайной головкой 90° и 100°.	Материал Д19П
ОСТ 1 34091-80	Заклепки с потайной головкой 90° и 100°.	Материал АМц
ОСТ 1 34093-80	Заклепки с потайной головкой 90° и 100°.	Материал Л63
ОСТ 1 34094-80	Заклепки с потайной головкой 90° и 100°.	Материал Л63 АМ
ОСТ 1 34095-80	Заклепки с потайной головкой 90° и 100°.	Материал М2
ОСТ 1 34096-80	Заклепки с потайной головкой 120°.	Материал Сталь 10
ОСТ 1 34097-80	Заклепки с потайной головкой 120°.	Материал 12Х18Н9Т
ОСТ 1 34098-80	Заклепки с потайной головкой 120°.	Материал В65
ОСТ 1 34099-80	Заклепки с потайной головкой 120°.	Материал АМг5П
ОСТ 1 34100-80	Заклепки с потайной головкой 120°.	Материал Д18
ОСТ 1 34101-80	Заклепки с потайной головкой 120°.	Материал Д19П
ОСТ 1 34115-89	Заклепки с плоско-скругленной головкой повышенной точности из титанового сплава.	Материал ВТ16
ОСТ 1 34116-91	Заклепки с уменьшенной потайной головкой 90° с компенсатором для тонких обшивок.	Материал В65



	<b>Гайки-пистоны для односторонней клепки</b>	
ОСТ 1 11193-73	Гайки-пистоны с плоской головкой.	Материал Д18
ОСТ 1 11194-73	Гайки-пистоны с плоской головкой.	Материал Сталь 10
ОСТ 1 11195-73	Гайки-пистоны с потайной головкой.	Материал Д18
ОСТ 1 11196-73	Гайки-пистоны с потайной головкой.	Материал Сталь 10
ОСТ 1 11199-73	Гайки-пистоны с плоской головкой глухие.	Материал Д18
	<b>Заклепки для односторонней клепки пустотелые</b>	
ОСТ 1 10644-72	Заклепки пустотелые с плоско-скругленной головкой.	Материал Д18
ОСТ 1 10645-72	Заклепки пустотелые с потайной головкой 120°.	Материал Д18
	<b>Заклепки для односторонней клепки высокого сопротивления срезу</b>	
ОСТ 1 10809-72	Заклепки высокого сопротивления срезу с шестигранной головкой из коррозионностойкой стали для односторонней клепки.	
ОСТ 1 10810-72	Корпусы заклепок высокого сопротивления срезу с шестигранной головкой.	Материал 13Х11Н2В2МФ-Ш
ОСТ 1 10811-72	Винты заклепок высокого сопротивления срезу.	Материал 13Х11Н2В2МФ-Ш
ОСТ 1 10815-73	Заклепки высокого сопротивления срезу с потайной головкой 120° из коррозионностойкой стали для односторонней клепки.	
ОСТ 1 10816-72	Корпусы заклепок высокого сопротивления с потайной головкой 120°.	Материал 13Х11Н2В2МФ-Ш
ОСТ 1 11200-73	Заклепки высокого сопротивления срезу с шестигранной головкой из конструкционной стали для односторонней клепки.	
ОСТ 1 11201-73	Корпусы заклепок высокого сопротивления с шестигранной головкой	Материал 30ХГСА-Д-П
ОСТ 1 11202-73	Винты заклепок высокого сопротивления срезу.	Материал 30ХГСА-Д-П
ОСТ 1 11203-73	Кольца заклепок высокого сопротивления срезу.	Материал 12Х18Н9Т
ОСТ 1 11204-73	Заклепки высокого сопротивления срезу с потайной головкой 90° из конструкционной стали для односторонней клепки.	
ОСТ 1 11205-73	Корпусы заклепок высокого сопротивления с потайной головкой 90°.	Материал 30ХГСА-Д-П
ОСТ 1 11206-73	Заклепки высокого сопротивления срезу с потайной головкой 120° из конструкционной стали для односторонней клепки	
ОСТ 1 11207-73	Корпусы заклепок высокого сопротивления с потайной головкой 120°.	Материал 30ХГСА-Д-П

ОСТ 1 11446-74	Заклепки высокого сопротивления срезу с шестигранной головкой из титанового сплава для односторонней клепки.	
ОСТ 1 11447-74	Корпусы заклепок высокого сопротивления срезу с шестигранной головкой	Материал ВТ16
ОСТ 1 11448-74	Винты заклепок высокого сопротивления срезу.	Материал ВТ16
ОСТ 1 11449-74	Заклепки высокого сопротивления срезу с потайной головкой 90° из титанового сплава для односторонней клепки.	
ОСТ 1 11450-74	Корпусы заклепок высокого сопротивления срезу с потайной головкой 90°.	Материал ВТ16
ОСТ 1 11451-74	Заклепки высокого сопротивления срезу с потайной головкой 120° из титанового сплава для односторонней клепки.	
ОСТ 1 11452-74	Корпусы заклепок высокого сопротивления срезу с потайной головкой 120°.	Материал ВТ16
	<b>Заклепки для односторонней клепки с сердечником</b>	
ОСТ 1 10637-72	Заклепки с плоско-скругленной головкой с сердечником.	
ОСТ 1 10638-72	Корпусы заклепок с плоско-скругленной головкой.	Материал 12Х18Н9Т
ОСТ 1 10639-72	Сердечники заклепок	Материал 12Х11Н2В2МФ-Ш
ОСТ 1 10640-72	Заклепки с потайной головкой 90° с сердечником.	
ОСТ 1 10641-72	Корпусы заклепок с потайной головкой 90°.	Материал 12Х18Н9Т
ОСТ 1 10642-72	Заклепки с потайной головкой 120° с сердечником.	
ОСТ 1 10643-72	Корпусы заклепок с потайной головкой 120°.	Материал 12Х18Н9Т
ОСТ 1 11296-74	Заклепки с плоско-скругленной головкой с сердечником.	
ОСТ 1 11297-74	Корпусы заклепок с плоско-скругленной головкой.	Материал Д18
ОСТ 1 11298-74	Сердечники заклепок	Материал В95ПС
ОСТ 1 11299-74	Заклепки с потайной головкой 90° с сердечником.	
ОСТ 1 11300-74	Корпусы заклепок с потайной головкой 90°.	Материал Д18
ОСТ 1 11301-74	Заклепки с потайной головкой 120° с сердечником.	
ОСТ 1 11302-74	Корпусы заклепок с потайной головкой 120°.	Материал Д18
	<b>ССБТ</b>	
ГОСТ 12.2.003-91	Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности.	
ГОСТ 12.2.061-81	Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.	

ГОСТ 12.2.062-81	Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Ограждения защитные.
ГОСТ 12.2.029-88	Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Приспособления станочные. Требования безопасности.
	<b>СП</b>
СП 56.13330.2011	Производственные здания.
СП 5.13130.2009	Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические.
СНиП 41-01-2003	Отопление, вентиляция и кондиционирование
ГОСТ Р 53291-2009	Техника пожарная. Переносные и передвижные устройства пожаротушения с высокоскоростной подачей огнетушащего вещества. Общие технические требования.
ГОСТ 26342-84	Средства охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. Типы, основные параметры и размеры.
ГОСТ Р 51043-2002	Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Оросители. Общие технические требования.

