



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ  
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

**УТВЕРЖДАЮ**

**И.о. проректора**

**А.В. Троицкий**

**ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ  
И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
«ТЕХНОЛОГИЯ СБОРКИ»**

**Направление подготовки:** 15.03.05 Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительных производств

**Направленность (профиль):** Технология машиностроения

**Уровень высшего образования:** бакалавриат

**Форма обучения:** очная, заочная

Королёв  
2023

Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе основной профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.

**Автор: д.т.н., профессор Пашковский И.Э. Рабочая программа дисциплины (модуля): «Технология сборки» – Королев МО: «Технологический университет», 2023.**

**Рецензент: к.т.н., с.н.с. Привалов В.И.**

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета. Протокол № 9 от 11 апреля 2023 г.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:**

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Мороз А.П. д.т.н., с.н.с. 	Мороз А.П. д.т.н., с.н.с.	Мороз А.П. д.т.н., с.н.с.	Мороз А.П. д.т.н., с.н.с.
Год утверждения (переутверждения)	2023	2024	2025	2026
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 9 от 28.03.2023 г.			

**Рабочая программа согласована:**

**Руководитель ОПОП ВО  д.т.н., профессор Пашковский И.Э.**

**Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:**

Год утверждения (переутверждения)	2023	2024	2025	2026
Номер и дата протокола заседания УМС	№ 5 от 11.04.2023 г.			

## **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

**Целью изучения дисциплины «Технология сборки»** является формирование знаний и практических навыков анализа существующих и проектирования новых технологических процессов сборки машин; проведение исследований по совершенствованию технологий сборки с целью повышения качества изделий, производительности труда и снижения себестоимости, решения задач проектирования технологических процессов сборки на основе изучения основных закономерностей и методов сборки сборочных единиц и машин.

В процессе обучения обучающийся приобретает и совершенствует следующие компетенции:

### **Профессиональные компетенции:**

ПК-1 Способен анализировать технологические операции механосборочного производства;

ПК-9 Способен разрабатывать технологический процесс изготовления машиностроительных изделий серийного (массового) производства;

ПК-11 Способен составлять техническое задание с использованием САРР-систем, PDM-систем, MDM-систем в организации.

### **Основными задачами дисциплины являются:**

- изучение производственных и технологических процессов сборки общего машиностроения;

- изучение основных закономерностей и методов сборки сборочных единиц и машин;

- изучение процессов сборки с учетом технологических, конструкторских, экономических параметров;

- приобретение навыков разработки средств технологического оснащения процесса сборки;

- изучение проектной и рабочей технической документации сборки;

- изучение методов контроля в соответствии с технической документацией, техническими условиями;

- приобретение навыков проведения технико-экономического обоснования принятого варианта технологического процесса сборки.

Показатель освоения компетенции отражают следующие **индикаторы:**

### **Трудовые действия:**

- проводит анализ оборудования, средств технологического оснащения, средств измерения, приемов и методов работы, применяемых при выполнении технологических процессов; обрабатывает и анализирует затраты времени при выполнении технологических процессов;

- разрабатывает предложения по автоматизации и механизации технологических процессов механосборочного производства;

- разрабатывает маршрутную технологию и технологические операции изготовления изделий серийного (массового) производства;

- оформляет технологическую документацию на технологические процессы изготовления изделий серийного (массового) производства;

- осуществляет контроль за ведением баз знаний и баз данных САРР-системы, PDM-системы, MDM-системы организации, выполняемым специалистами более низкой квалификации;
- осуществляет формализацию правила выбора средств технологического оснащения, контрольно-измерительных приборов и инструментов, расчета режимов резанья, технологических норм.

#### **Необходимые умения:**

- умеет выявлять наиболее трудоемкие приемы при выполнении технологических и подъемно-транспортных операций;
- умеет проводить непосредственные замеры времени (хронометраж, фотография рабочего дня, мультимоментные наблюдения).
- умеет выявлять основные технологические задачи, решаемые при разработке технологических процессов изготовления машиностроительных изделий серийного (массового) производства;
- умеет выбирать схемы базирования и закрепления заготовок машиностроительных деталей серийного (массового) производства.
- умеет оценивать записи в базах данных САРР-системы, PDM-системы, MDM-системы, сделанные специалистами более низкой квалификации;
- умеет оценивать возможный экономический эффект от внедрения систем автоматизации этапов технологической подготовки производства.

#### **Необходимые знания:**

- знает требования, предъявляемые к рациональной организации труда на рабочем месте;
- знает принципы выбора средств автоматизации и механизации технологических и подъемно-транспортных операций;
- знает порядок согласования и утверждения технологической и конструкторской документации;
- знает основные методы, способы и средства контроля технических требований, предъявляемых к машиностроительным изделиям;
- знает методологии функционального моделирования производственных систем;
- знает функциональные возможности и особенности работы в PDM-системе, MDM-системе, используемых в организации.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Технология сборки» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

Изучение дисциплины базируется на ранее изученных дисциплинах: «Технология конструкционных материалов», «Метрология, стандартизация и взаимозаменяемость», «Технология машиностроения», «Детали машин и основы конструирования» и частично освоенных компетенциях ОПК-1; ОПК-5; ОПК-7, 8, 9, 10; ПК-1; ПК-3; ПК-6; ПК-11

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины «Технология сборки», являются базовыми для изучения дисциплин: «Проектирование машиностроительных производств», «Автоматизация технологических процессов и автоматизированное оборудование», «Конструкторская и технологическая документация», для прохождения практик и выполнения выпускной квалификационной работы.

### 3. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов. Практическая подготовка обучающихся составляет 4 часа.

Таблица 1

Виды занятий	Всего часов	Семестр 7	Семестр 8	Семестр 9	Семестр 10
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>180</b>	<b>180</b>		<b>180</b>	
<b>ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ</b>					
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>64</b>	<b>64</b>			
Лекции (Л)	32	32			
Практические занятия (ПЗ)	32	32			
Лабораторные работы (ЛР)	-	-			
Практическая подготовка	4	4			
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>116</b>	<b>116</b>			
<i>Курсовые работы (проекты)</i>	КР	-			
<i>Расчетно-графические работы</i>	РГР	-			
<i>Контрольная работа</i>	Кр	+			
<i>Текущий контроль знаний</i>	Тест	+			
<b>Вид итогового контроля</b>	Зачет / Экзамен	Зачет с оценкой			
<b>ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ</b>					
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>16</b>			<b>16</b>	
Лекции (Л)	8			8	
Практические занятия (ПЗ)	8			8	
Лабораторные работы (ЛР)	-			-	
Практическая подготовка	4			4	
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>164</b>			<b>164</b>	
<i>Курсовые работы (проекты)</i>	КР			-	
<i>Расчетно-графические работы</i>	РГР			-	
<i>Контрольная работа</i>	Кр			+	
<i>Текущий контроль знаний</i>	Тест			+	
<b>Вид итогового контроля</b>	Зачет / Экзамен			Зачет с оценкой	

## 4. Содержание дисциплины (модуля)

### 4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, час. очн./заоч ч	Практические занятия, час, очн./заоч.	Занятия в интерактивной форме, час, очн./заоч.	Практическая подготовка час, очн./заоч.	Код компетенций
Тема 1. Общие сведения о сборке машин и механизмов. Место сборки в ТПП. Классификация процессов сборки.	2 / -	2 / 1	1 / 0,5		ПК-1; ПК-9; ПК-11
Тема 2. Классификация соединений деталей машин. Организационные формы и виды сборочных процессов.	2 / 0,5	6 / 1	1 / 0,5		ПК-1; ПК-9; ПК-11
Тема 3. Разработка технологических процессов сборки. Исходные данные. Построение схемы сборки.	2 / 0,5	4 / 1	1 / 0,5		ПК-1; ПК-9; ПК-11
Тема 4. Разработка маршрутной и операционной технологии.	2 / 1	4 / 1	1 / 0,5		ПК-1; ПК-9; ПК-11
Тема 5. Разработка технологических процессов сборки соединений с зазором, натягом и резьбовых соединений.	6 / 2	4 / 1	1 / 1	2 / 2	ПК-1; ПК-9; ПК-11
Тема 6. Разработка процессов сборки соединений методами сварки и пайки.	4 / 1	2 / 1	1 / 1		ПК-1; ПК-9; ПК-11
Тема 7. Разработка процессов сборки соединений методами клепки и склеивания.	2 / 0,5	4 / 1	1 / 0,5		ПК-1; ПК-9; ПК-11
Тема 8. Технологические процессы сборки типовых узлов машин и механизмов.	4 / 1,5	6 / 1	2 / 2	2 / 2	ПК-1; ПК-9; ПК-11
Тема 9. Балансировка сборочных единиц. Технический контроль качества сборки.	2 / 0,5		1 / 0,5		ПК-1; ПК-9; ПК-11
Тема 10. Сборка изделий ракетно-космической техники. Особенность технологических процессов.	4 / -		1 / 0,5		ПК-1; ПК-9; ПК-11
Тема 11. Техно-экономическое обоснование принятого варианта сборки. Технологическая документация процессов сборки.	2 / 0,5		1 / 0,5		ПК-1; ПК-9; ПК-11
<b>Всего:</b>	<b>32 / 8</b>	<b>32 / 8</b>	<b>12 / 8</b>	<b>4 / 4</b>	

## **4.2. Содержание тем дисциплины**

### **Тема 1. Общие сведения о сборке машин и механизмов. Место сборки в ТПП. Классификация процессов сборки.**

Сборка машин – завершающий процесс этап технологического процесса. Основные принципы проектирования процессов сборки – обеспечение высокого качества машин при наибольшей производительности и экономичности. Классификация процессов сборки – предварительная сборка, промежуточная сборка, сборка под сварку, окончательная сборка.

### **Тема 2. Классификация соединений деталей машин. Организационные формы и виды сборочных процессов.**

Классификация соединений деталей по конструктивным признакам, по технологическим признакам, по контактными признакам. Содержание технологического процесса сборки. Выбор типа производства и методов работы. Организационные формы сборки: стационарная и подвижная; без расчленения (принцип концентрации операций) и с расчленением (принцип дифференциации операций) сборочных работ.

### **Тема 3. Разработка технологических процессов сборки. Исходные данные. Построение схемы сборки.**

Исходные данные; сборочные чертежи, чертежи деталей, спецификация, технические условия на приемку, размер программного задания, срок выполнения. Анализ технических требований. Анализ и отработка изделия и сборочных единиц на технологичность. Выбор метода обеспечения точности. Разработка технологического процесса сборки. Определение последовательности операций. Построение схемы сборки.

### **Тема 4. Разработка маршрутной и операционной технологии.**

Технологические схемы сборки. Требования к построению и оформлению. Оформление маршрутной карты. Разработка операционной технологии. Разработка и оформление операционных карт.

### **Тема 5. Разработка технологических процессов сборки соединений с зазором, натягом и резьбовых соединений.**

Разработка технологии сборки разъемных соединений. Выбор величины зазора. Выбор стандартной посадки. Соединения с натягом. Методы сборки: продольно-прессовый, поперечно-прессовый, вибрационно-импульсный. Резьбовые соединения – крепежные и ходовые. Последовательность выполнения операции. Контроль затяжки резьбовых соединений.

### **Тема 6. Разработка процессов сборки соединений методами сварки и пайки.**

Ручная дуговая сварка. Контактная шовная и точечная сварка. Сварка в среде защитных газов. Сварка трением. Выбор метода для конкретных условий. Дефекты сварных соединений. Контроль качества сварных соединений. Технологическое оборудование и оснастка. Выбор (расчет) режима сварки. Пайка твердыми припоями. Высокотемпературная пайка.

**Тема 7. Разработка процессов сборки соединений методами клепки и склеивания.**

Заклепочные соединения. Особенности применения. Проектирование процесса, расчет необходимого усилия и выбор оборудования и оснастки. Контроль качества соединений. Клеевые соединения. Область и условия применения. Особенности процессов клепки и склеивания для различных типов производства.

**Тема 8. Технологические процессы сборки типовых узлов машин и механизмов.**

Сборки узлов с подшипниками качения и скольжения. Состав и последовательность операций при установке подшипников. Выбор посадок для установки подшипников. Оборудование для напрессовки подшипников. Сборка узлов с подвижными цилиндрическими соединениями. Сборка зубчатых и червячных передач. Контроль качества сборки.

**Тема 9. Балансировка сборочных единиц. Технический контроль качества сборки.**

Неуравновешенность вращающихся деталей. Дисбаланс. Статическая балансировка. Динамическая балансировка. Оборудование для балансировки. Задачи технического контроля. Качество сборки машин. Контроль качества сборки. Неразрушающие методы контроля. Особенности технического контроля при автоматизации сборочных процессов.

**Тема 10. Сборка изделий ракетно-космической техники. Особенность технологических процессов.**

Сборочные процессы космических летательных аппаратов (КЛА). Особенности организации сборки КЛА. Оборудование и технологическая оснастка при сборке отдельных частей и КЛА в целом.

**Тема 11. Технико-экономическое обоснование принятого варианта сборки. Технологическая документация процессов сборки.**

Итоговые технико-экономические показатели, определяющие совершенство разработанного технологического процесса сборки. Технологическая документация сборочного процесса – сборочный чертеж, рабочие чертежи деталей, схема сборки, маршрутная карта, операционные карты, ведомость оборудования и оснастки. Требования ЕСКД и ЕСТД.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

Самостоятельные занятия студентов проводятся в соответствии с программой по дисциплине «Технология сборки» и заданиями преподавателя с помощью базовых учебников и специальной учебно-методической литературы.

Основным учебно-методическим обеспечением для самостоятельной работы по дисциплине является:

- 5.1. Пашковский И.Э. Технология сборки: курс лекций для студентов, обучающихся по направлению подготовки: 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств». Текст электронный.
- 5.2. Пашковский И.Э. Технология сборки: методические указания по выполнению практических работ для студентов, обучающихся по направлению подготовки: 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств». Текст электронный.

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлен в приложении 1 к настоящей рабочей программе.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **Основная литература:**

1. Берлинер Э.М., Таратынов О.В. САПР технолога машиностроителя: Учебник (Высшее образование: Бакалавриат). – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2019. – 336 с.  
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/987419>  
- Режим доступа – по подписке.
2. Гальцов И.А. Технология сварки плавлением и давлением: учебное пособие / И.А. Гальцов, Е.В. Фомин. – М.: ИНФРА-М, 2021. – 212 с. (Высшее образование). – ISBN 978-5-16-017454-9. – Текст: электронный.- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1854986>- Режим доступа – по подписке.
3. Иванов А.А. Автоматизированные сборочные системы: учебник / А.А. Иванов. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2018. – 336 с. – ISBN 978-5-00091-537-0. – Текст: электронный.  
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/960089>  
- Режим доступа: по подписке.

4. Основы технологии сборки в машиностроении: учеб. пособие / И.В. Шрубченко, Т.А. Дуюн, А.А. Погонин [и др.]. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 235 с. (Высшее образование: Бакалавриат). – [www.dx.doi.org/10.12737/textbook59ccdebc96b2b3.48630038](http://www.dx.doi.org/10.12737/textbook59ccdebc96b2b3.48630038). – ISBN 978-5-16-013390-4. – Текст: электронный.  
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1003407>  
- Режим доступа: по подписке.
5. Шрубченко И.В. Разработка технологических процессов в машиностроении: учебное пособие / И.В. Шрубченко, А.А. Погонин, А.А. Афанасьев. – 2-е изд., доп. – М.: ИНФРА-М, 2022. – 176 с. (Высшее образование: Бакалавриат). – DOI 10.12737/1816759. – ISBN 978-5-16-017159-3. – Текст: электронный.  
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1816759>  
- Режим доступа: по подписке.

#### Дополнительная литература:

1. Технология машиностроения: сборник задач и упражнений: Учебное пособие / под общ. ред. В.И. Аверченкова, Е.А. Польского. (Высшее образование: Бакалавриат). – 3-е изд., испр. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2020. – 304 с.  
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1052256>  
- Режим доступа – по подписке.
2. Кане М.М. Построение технологической схемы сборки: учебное пособие / М.М. Кане, П.В. Веремей. – Минск: БНТУ, 2018. – 51 с. – ISBN 978-985-550-780-3. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.  
- URL: <https://e.lanbook.com/book/248327>.  
- Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Матюшкин Б.А. Технология конструкционных материалов: учебное пособие / Б.А. Матюшкин, В.И. Денисов. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 263 с. – Высшее образование: Бакалавриат. – ISBN 978-5-16-014645-4. – Текст: электронный.  
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/995590>  
- Режим доступа: по подписке.
4. Погонин А.А. Технология машиностроения: учебник / А.А. Погонин, А.А. Афанасьев, И.В. Шрубченко. – 3-е изд., доп. – М.: ИНФРА-М, 2021. – 530 с. – ISBN 978-5-16-014617-1. – Текст: электронный.  
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/993658>  
- Режим доступа: по подписке.
5. Расторгуев Д.А. Сборка в машиностроении: учебно-методическое пособие / Д.А. Расторгуев. – Тольятти: ТГУ, 2021. – 111 с. – ISBN 978-5-8259-1567-8. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.  
- URL: <https://e.lanbook.com/book/179248>.  
- Режим доступа: для авториз. пользователей.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Российская государственная библиотека [www.rsl.ru](http://www.rsl.ru)
2. Библиотека по естественным наукам РАН <http://www.benran.ru>
3. Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ) <http://www.viniti.ru>
4. Государственная публичная научно-техническая библиотека <http://www.gpntb.ru>
5. Научная электронная библиотека eLIBRARY <http://www.elibrary.ru>
6. Университетская библиотека <http://www.biblioclub.ru>
7. Электронно-библиотечная система Znanium <http://znanium.ru>
8. Электронный каталог библиотеки МГОТУ «Технологический университет». – <http://unitech-mo.ru/library/resources/electronic-catalogue-fta>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приведены в Приложении 2 к настоящей рабочей программе.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

**Перечень программного обеспечения:** MSOffice, Power Point, программные комплексы «AutoCAD», «Компас».

### **Информационные справочные системы:**

Электронные ресурсы образовательной среды Университета.

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **Лекционные занятия:**

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран);
- комплект презентаций/слайдов – демонстрационных материалов по разделам курса в Power Point.

### **Практические занятия:**

- Аудитория, оснащенная мультимедийными средствами (проектор, компьютер, экран), демонстрационными материалами (наглядными пособиями);
- рабочее место преподавателя, оснащенное ПК с доступом в сеть Интернет.

Проведение компьютерного тестирования может осуществляться в компьютерном классе университета, а также с использованием возможностей информационно-обучающей среды.



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ  
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

**ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ  
И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**«ТЕХНОЛОГИЯ СБОРКИ»**

**Направление подготовки:** 15.03.05 Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительных производств

**Направленность (профиль):** Технология машиностроения

**Уровень высшего образования:** бакалавриат

**Форма обучения:** очная, заочная

Королёв  
2023

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции (или ее части)	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции, (или ее части), обучающийся приобретает:		
				Трудовые действия	Необходимые умения	Необходимые знания
1	2	3	4	5	6	7
1.	ПК-1	Способен анализировать технологические операции механосборочного производства	Темы 1-11	Проводит анализ оборудования, средств технологического оснащения, средств измерения, приемов и методов работы, применяемых при выполнении технологических процессов; обрабатывает и анализирует затраты времени при выполнении технологических процессов; Разрабатывает предложения по автоматизации и механизации технологических процессов механосборочного производства.	Умеет выявлять наиболее трудоемкие приемы при выполнении технологических и подъемно-транспортных операций; Умеет проводить непосредственные замеры времени (хронометраж, фотография рабочего дня, мультимоментные наблюдения).	Знает требования, предъявляемые к рациональной организации труда на рабочем месте; Знает принципы выбора средств автоматизации и механизации технологических и подъемно-транспортных операций.
2.	ПК-9	Способен разрабатывать технологический процесс изготовления машиностроительных изделий серийного (массового) производства.	Темы 1-11	Разрабатывает маршрутную технологию и технологические операции изготовления изделий серийного (массового) производства; Оформляет технологическую документацию на технологические процессы изготовления	Умеет выявлять основные технологические задачи, решаемые при разработке технологических процессов изготовления машиностроительных изделий серийного (массового) производства; Умеет выбирать схемы базирования и	Знает порядок согласования и утверждения технологической и конструкторской документации; Знает основные методы, способы и средства контроля технических требований, предъявляемых к машиностроительным изделиям.

1	2	3	4	5	6	7
				изделий серийного (массового) производства.	закрепления заготовок машиностроительных деталей серийного (массового) производства.	
3.	ПК-11	Способен составлять техническое задание с использованием САРР-систем, PDM-систем, MDM-систем в организации.	Темы 1-8	Осуществляет контроль за ведением баз знаний и баз данных САРР-системы, PDM-системы, MDM-системы организации, выполняемым специалистами более низкой квалификации; Осуществляет формализацию правила выбора средств технологического оснащения, контрольно-измерительных приборов и инструментов, расчета режимов резанья, технологических норм.	Умеет оценивать записи в базах данных САРР-системы, PDM-системы, MDM-системы, сделанные специалистами более низкой квалификации; Умеет оценивать возможный экономический эффект от внедрения систем автоматизации этапов технологической подготовки производства.	Знает методологии функционального моделирования производственных систем; Знает функциональные возможности и особенности работы в PDM-системе, MDM-системе, используемых в организации.

## 2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Этапы и показатель оценивания компетенции	Критерии оценивания компетенции на различных этапах формирования и шкалы оценивания
ПК-1, ПК-9, ПК-11	Тест	<p><i>А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком уровне</u>) – 90% правильных ответов;</i></p> <p><i>Б) частично сформирована:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>компетенция освоена на <u>продвинутом уровне</u> – 70% правильных ответов;</i></li> <li>• <i>компетенция освоена на <u>базовом уровне</u> – от 51% правильных ответов;</i></li> </ul> <p><i>В) не сформирована (компетенция <u>не сформирована</u>) – менее 50% правильных ответов</i></p>	<p><i>Проводится письменно. Время, отведенное на процедуру – 30 минут. Неявка – 0 баллов. Критерии оценки определяются процентным соотношением. Неудовлетворительно – менее 50% правильных ответов. Удовлетворительно – от 51 % правильных ответов. Хорошо – от 70%. Отлично – от 90%. Максимальная оценка – 5 баллов.</i></p>
ПК-1, ПК-9, ПК-11	Задачи	<p><i>А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком уровне</u>) – 5 баллов</i></p> <p><i>Б) частично сформирована:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>компетенция освоена на <u>продвинутом уровне</u> – 4 балла;</i></li> <li>• <i>компетенция освоена на <u>базовом уровне</u> – 3 балла;</i></li> </ul> <p><i>В) не сформирована (компетенция <u>не сформирована</u>) – 2 и менее баллов</i></p>	<p><i>Проводится в письменной форме.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><i>1. Выбор оптимального метода решения задачи (1 балл).</i></li> <li><i>2. Умение применить выбранный метод (1 балл).</i></li> <li><i>3. Логический ход решения правильный, но в расчетах имеются арифметические ошибки (1 балл).</i></li> <li><i>4. Решение задачи и получение правильного результата (2 балла).</i></li> <li><i>5. Задача не решена вообще (0 баллов).</i></li> </ol> <p><i>Максимальная оценка – 5 баллов.</i></p>

### **3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **3.1. Содержание контрольных заданий (типовых задач).**

Аудиторные контрольные работы выполняются по Методическим указаниям для обучающихся по решению задач по дисциплине «Технология сборки».

Вариант задания определяется по номеру в списке электронного журнала успеваемости.

**Задача № 1.** Рассчитывается сборочный конвейер. Годовой объем выпуска изделий сборочным участком  $D_{\text{год}}$ , шт/год; трудоемкость сборки одного изделия  $T_{\text{сб}}$ , мин; длина собираемого изделия  $l_{\text{и}}$ , м; режим работы сборочного участка – односменный (двухсменный); на конвейере производится сборка изделия и две контрольные операции; расстояние между изделиями  $l_{\text{пр}}$ , м.

Требуется определить такт сборки, количество сборочных мест на конвейере, длину конвейера и скорость его движения.

**Задача № 2.** Разрабатывается операция сборки неподвижного цилиндрического соединения двух стальных деталей под прессом. Данные:  $d_{\text{н.с.}} H7/r6$ , мм,  $d_1 = 50$  мм,  $d_2$ , мм,  $l$ , мм, шероховатость поверхности вала  $Ra = 1,25$  мкм, отверстия –  $Ra = 2,5$  мкм. Передаваемый крутящий момент  $M$ , Н×м

Требуется проверить работоспособность соединения и подобрать оборудование (оснастку) для осуществления запрессовки.

**Задача № 3.** Рассчитать температуру нагрева (охлаждения) охватывающей (охватываемой) детали при осуществлении соединения с натягом  $D/d H7/p6$ .

**Задача № 4.** Проектируется операция сборки неразъемного соединения двух деталей, полученных методом листовой штамповки. Сборка осуществляется ручной электродуговой сваркой. Толщина свариваемых кромок –  $h$ , мм, длина сварного шва –  $l$ , м.

Требуется рассчитать основные параметры режима ручной электродуговой сварки: силу и напряжение тока, массу наплавленного металла, массу электродов, основное время горения дуги (время технологическое) и продолжительность сварки (норму штучного времени).

### 3.2. Типовые вопросы, выносимые на тестирование

Тесты используются при текущем контроле знаний. По форме заданий выбраны закрытые тесты (с выборочным ответом). Каждому вопросу соответствует один вариант ответа.

#### Тест №1

**1. Сборочная единица – это ...**

- а) составная часть изделия
- б) предмет производства, подлежащий изготовлению на предприятии
- в) изделие, состоящее из двух или более частей, соединенных между собой на предприятии-изготовителе
- г) несколько специфицированных изделий, служащих для выполнения основных функций

**2. К разъемным относятся ... соединения**

- а) клепаные
- б) паяные
- в) сварные
- г) резьбовые

**3. К разъемным относятся ... соединения**

- а) клепаные
- б) с натягом
- в) паяные
- г) сварные

**4. К неразъемным относятся ... соединения**

- а) с зазором
- б) с натягом
- в) сварные
- г) резьбовые

**5. К неразъемным относятся ... соединения**

- а) с зазором
- б) с натягом
- в) клепаные
- г) резьбовые

**6. К частично разъемным относятся ... соединения**

- а) с зазором
- б) с натягом
- в) паяные
- г) резьбовые

**7. Под общей сборкой понимают:**

- а) получение готового изделия
- б) соединение составных частей изделия
- в) сборку готовых изделий из сборочных единиц и деталей
- г) законченную часть технологического процесса сборки

**8. Какая организационная форма сборки обеспечивает наибольшую производительность труда, наименьшую себестоимость; применяется в массовом производстве?**

- а) стационарная поточная
- в) стационарная непоточная
- б) поточная подвижная
- г) непоточная подвижная

**9. По заданному описанию определите метод сборки. После изготовления деталей производится их сортировка по размерам в группы, в процессе сборки сборочной единицы в нее входят детали одной группы, что обеспечивает необходимую посадку**

- а) сборка с пригонкой
- в) метод неполной взаимозаменяемости
- б) метод полной взаимозаменяемости
- г) метод групповой взаимозаменяемости

**10. Технологический процесс сборки, характеризующийся трудоёмкостью и временем на его выполнение, называется**

- а) схемой сборочного процесса
- б) длительностью сборочного цикла
- в) технологической картой
- г) производительным циклом

**11. При каком цикле длительность сборочного цикла самая минимальная**

- а) последовательная сборка и сварка (пайка) элементов
- б) полная сборка всей конструкции с последующей сваркой (пайкой)
- в) параллельно-последовательная (поузловая) сборка и сварка (пайка)
- г) у всех перечисленных

**12. Способ сборки, при осуществлении которых детали собираются без каких – либо дополнительных работ – это**

- а) с неполной взаимозаменяемостью
- б) с частичной взаимозаменяемостью
- в) с подгонкой деталей
- г) с полной взаимозаменяемостью

**13. Способ сборки, при осуществлении которых одну из деталей необходимо доработать – это**

- а) с неполной взаимозаменяемостью
- б) с частичной взаимозаменяемостью
- в) с подгонкой деталей
- г) с полной взаимозаменяемостью

**14. Какой способ сборки применяются при единичном производстве?**

- а) с подгонкой деталей
- б) любой из перечисленных
- в) с неполной взаимозаменяемостью
- г) с полной взаимозаменяемостью

**15. Какой способ сборки применяются при серийном производстве?**

- а) с подгонкой деталей
- б) любой из перечисленных
- в) с неполной взаимозаменяемостью
- г) с полной взаимозаменяемостью

**16. Какими методами можно выполнять сборку?**

- а) по любому из перечисленных
- б) по выступающим частям
- в) по параллельным прямым
- г) по сборочным отверстиям

**17. Какими методами можно выполнять сборку?**

- а) в приспособлениях
- б) по выступающим частям
- в) по параллельным прямым
- г) по любому из перечисленных

**18. Какими методами можно выполнять сборку?**

- а) по разметке
- б) по выступающим частям
- в) по параллельным прямым
- г) по любому из перечисленных

**19. Какой метод сборки обеспечивает точность сборки?**

- а) в приспособлениях
- б) по выступающим частям
- в) по параллельным прямым
- г) по разметке

**20. Какой метод сборки обеспечивает точность сборки?**

- а) по разметке
- б) по выступающим частям
- в) по параллельным прямым
- г) по сборочным отверстиям

**21. Посадка с зазором осуществляется при помощи**

- а) ручного прессы
- б) механического прессы
- в) без применения специальных приспособлений
- г) с применением специальных приспособлений

**22. Посадка с натягом рассчитывается исходя из**

- а) статической грузоподъемности
- б) действующего момента
- в) действующих вибраций
- г) динамической грузоподъемности

- 23. Посадка с натягом рассчитывается с учетом коэффициента**
- а) Ньютона
  - б) Пуассона
  - в) Нуссельта
  - г) Грасгофа
- 24. Посадка с натягом рассчитывается с учетом коэффициента**
- а) Ньютона
  - б) Прандтля
  - в) Нуссельта
  - г) Ляме
- 25. Стандартная посадка с натягом выбирается по .... натягу**
- а) максимальному
  - б) среднему
  - в) номинальному
  - г) минимальному
- 26. Стандартная посадка с натягом проверяется по .... натягу**
- а) максимальному
  - б) среднему
  - в) номинальному
  - г) минимальному
- 27. Усилие запрессовки определяется, исходя из ...**
- а) максимального давления на соединяемых поверхностях
  - б) минимального давления на соединяемых поверхностях
  - в) номинального давления на соединяемых поверхностях
  - г) усилия пресса
- 28. При каком способе запрессовки соединение с натягом является более надежным**
- а) термозатяжка
  - б) механический
  - в) вибрационный
  - г) не имеет значения
- 29. Каким методом может производиться нагрев охватывающих деталей при получении прессового соединения**
- а) в нагретом масле
  - б) в электрических и газовых нагревателях
  - в) электрическим током
  - г) все указанные варианты ответов правильные
- 30. Технологическим документом на операцию запрессовки является**
- а) маршрутная карта
  - б) схема сборки
  - в) операционная карта
  - г) сборочный чертеж

## Тест №2

1. **Метод сборки, при котором вначале собирают всю конструкцию, а затем ее сваривают:**
  - а) метод оптимальной сборки
  - б) метод рациональной сборки
  - в) метод общей сборки
  - г) метод узловой сборки.
2. **Метод сборки, предусматривающий сборку и сварку отдельных узлов, из которых состоит конструкция, а затем сборку и сварку всей конструкции:**
  - а) метод общей сборки
  - б) метод рациональной сборки
  - в) метод узловой сборки
  - г) метод оптимальной сборки
3. **Часть конструкции, представляющая собой соединение двух или нескольких деталей при помощи сварки, называется:**
  - а) сборка
  - б) сварной узел
  - в) сборный узел
  - г) подсборка первого порядка
4. **Шовная сварка является разновидностью ... сварки.**
  - а) контактной
  - б) электродуговой
  - в) электрошлаковой
  - г) трением
5. **Сила сварочного тока при ручной дуговой сварке определяется по формуле**
  - а)  $I = (\beta + \alpha \times d_{эл})d_{эл}$ ,
  - б)  $I = (2\beta + \alpha \times d_{эл})d_{эл}$ ,
  - в)  $I = (\beta + 2\alpha \times d_{эл})d_{эл}$ ,
  - г)  $I = 2(\beta + \alpha \times d_{эл})d_{эл}$ ,
6. **Коэффициент  $\beta$  в формуле определения силы тока при ручной электродуговой сварке равен ...**
  - а) 15-18
  - б) 20
  - в) 22-25
  - г) 25
7. **Коэффициент  $\alpha$  в формуле определения силы тока при ручной электродуговой сварке равен ...**
  - а) 12
  - б) 20
  - в) 6
  - г) 5

8. При толщине металла более  $3d_{эл}$  ток по отношению к расчетной величине следует увеличивать на ... %
- а) 1-5                      б) 20-30                      в) 10-15                      г) 15-20
9. При толщине металла менее  $1,5d_{эл}$  ток по отношению к расчетной величине следует уменьшать на ... %
- а) 1-5                      б) 20-30                      в) 10-15                      г) 15-20
10. Напряжение горения дуги при ручной дуговой сварке определяется по формуле
- а)  $U_{д}=2a+bl$   
б)  $U_{д}=a+3bl$   
в)  $U_{д}=a+bl$   
г)  $U_{д}=a+0,5bl$
11. Сумма катодного и анодного падения напряжения  $a = \dots В$
- а) 10-12  
б) 20-30  
в) 12-15  
г) 15-20
12. Среднее удельное падение напряжения при ручной дуговой сварке  $b = \dots В/мм$
- а) 10-12  
б) 2-3  
в) 5-8  
г) 0,5-1,0
13. Выбор диаметра электрода зависит от ...
- а) материала свариваемых кромок  
б) толщины свариваемых кромок  
в) вида обмазки электродов  
г) материала электродов
14. При определении массы электродов коэффициент  $K_{п}$  – это ...
- а) коэффициент Пуассона  
б) постоянный коэффициент запаса  
в) коэффициент производительности  
г) коэффициент потерь
15. При определении технологического времени при сварке учитывается
- а) коэффициент наплавки  
б) коэффициент, учитывающий остаток электрода  
в) коэффициент производительности  
г) коэффициент потерь
16. При определении технологического времени при сварке учитывается
- а) сила тока  
б) полярность тока  
в) напряжение  
г) длина дуги

- 17. При определении продолжительности сварки учитывается**
- а) коэффициент потерь на угар
  - б) коэффициент производительности
  - в) коэффициент общих потерь
  - г) коэффициент потерь на перерывы в работе
- 18. Определите последовательность сборки сварной конструкции.**
- а) установка в сборочном приспособлении; подача деталей к месту сборки; фиксация; сварка
  - б) сварка; фиксация; установка в сборочном приспособлении; подача деталей к месту сборки
  - в) подача деталей к месту сборки; установка в сборочном приспособлении, фиксация; сварка
  - г) фиксация; подача деталей к месту сборки; установка в сборочном приспособлении; сварка
- 19. Соединения металлических деталей в твердом состоянии с помощью присадочного сплава (металла) называются...**
- а) диффузионной сваркой
  - б) пайкой
  - в) точечной сваркой
  - г) шовной сваркой
- 20. Припой марки ... является мягким**
- а) ПМЦ-36
  - б) ПОС-61
  - в) ПСр 45
  - г) ПСр 45
- 21. Припой марки ... является твердым**
- а) ПМЦ-36
  - б) ПОС-61
  - в) ПОСВ-33
  - г) ПОС-65
- 22. Для пайки твердыми припоями не используют ...**
- а) муфельную печь
  - б) газовую горелку
  - в) паяльник
  - г) индукционную печь
- 23. К механическим методам очистки сварных узлов относится**
- а) очистка металлической щеткой
  - б) дробеструйная очистка
  - в) травление
  - г) ультразвуковая очистка

- 24. Какой метод очистки самый эффективный?**
- а) обезжиривание
  - б) ручная очистка
  - в) дробеструйная очистка
  - г) ультразвуковая очистка
- 25. По предложенному описанию определите вид неуравновешенности: возникает при смещении центра тяжести детали относительно оси ее вращения на определенную величину**
- а) динамическая
  - б) статическая
  - в) эти признаки не определяют вид неуравновешенности
  - г) признаки характерны для статической и динамической неуравновешенности
- 26. Балансировкой деталей называется операция**
- а) пригонки деталей и сборочных единиц
  - б) по устранению биения соединений
  - в) по устранению неуравновешенности деталей и сборочных единиц
  - г) пригонки и регулирования сопрягаемых поверхностей
- 27. Дополните утверждение: целью механических испытаний является**
- а) установление правильности взаимодействия движущихся частей и их приработка
  - б) установление правильности расположения узлов механизма
  - в) повышение надежности работы узла
  - г) дать заключение о годности механизма
- 28. Установите последовательность сборки зубчатых передач**
- а) подбор комплекта деталей; установка валов с колесами в корпус; установка и закрепление колес на валу; регулировка зацепления
  - б) подбор комплекта деталей; установка и закрепление колес на валу; установка валов с колесами в корпус; регулировка зацепления
  - в) регулировка зацепления; подбор комплекта деталей; установка валов с колесами в корпус; установка и закрепление колес на валу;
  - г) подбор комплекта деталей; регулировка зацепления; установка и закрепление колес на валу; установка валов с колесами в корпус
- 29. Каким методом контролируют правильность зацепления зубчатых колес?**
- а) с помощью щупа
  - в) приработкой зубчатой пары
  - б) по окраске
  - г) прокатыванием между зубьями свинцовой проволоки
- 30. Описание технологического процесса оформляют на специальных бланках, которые называют:**
- а) технологическая карта
  - б) технологическая ведомость
  - в) технологическая последовательность
  - г) технологическая запись

#### 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Формой контроля знаний по дисциплине «Технология сборки» являются две текущие аттестации в виде тестов и заключительная аттестация в виде зачета с оценкой.

Неделя текущего контроля	Вид оценочного средства	Код компетенций, оценивающий знания, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
в соответствии с учебным планом	тестирование (1 и 2)	ПК-1 ПК-9 ПК-11	20-30 вопросов	Компьютерное тестирование; время, отведенное на процедуру – 30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка – 0 Удовлетворительно – от 51% правильных ответов. Хорошо – от 70%. Отлично – от 85%. Максимальная оценка – 5 баллов.
в соответствии с учебным планом	Зачет с оценкой	ПК-1 ПК-9 ПК-11	Зачетное задание включает два теоретических вопроса и задачу	Зачет проводится в устной форме. Время, отведенное на процедуру – 10-20 минут.	Результаты предоставляются в день проведения экзамена	Критерии оценки: <b>«Отлично»:</b> знание основных понятий предмета; • умение использовать и применять полученные знания на практике; • работа на практических занятиях; • ответ на вопросы билета. <b>«Хорошо»:</b> • знание основных понятий предмета; • умение использовать и применять полученные знания на практике; • работа на

						<p>практических занятиях;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• частичный ответ на вопросы билета <b>«Удовлетворительно»:</b></li> <li>• демонстрирует частичные знания по темам дисциплины;</li> <li>• частичное знание и умение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>• работал на практических занятиях</li> <li>• частичный ответ на вопросы билета <b>«Неудовлетворительно»:</b></li> <li>• демонстрирует частичные знания по темам дисциплины;</li> <li>• незнание основных понятий;</li> <li>• неумение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>• не работал на практических занятиях;</li> <li>• не отвечает на вопросы.</li> </ul>
--	--	--	--	--	--	--

## Типовые теоретические вопросы, выносимые на зачет с оценкой

1. Классификация процессов сборки изделий.
2. Последовательность проектирования ТП сборки
3. Исходные данные для проектирования ТА сборки
4. Анализ технических требований и выявление технологических задач при изготовлении и сборке изделий
5. Анализ условий работы, программы выпуска, выбор типа производства и метода работы при осуществлении сборочных процессов
6. Выбор организационной формы сборки
7. Анализ и отработка конструкции изделия на технологичность
8. Размерные цепи. Методы взаимозаменяемости.
9. Выбор метода обеспечения заданной точности собираемого изделия
10. Разработка маршрутного технологического процесса.
11. Разработка технологических операций
12. Типовые технологические процессы сборки.
13. Соединения с зазором. Особенности сборки. Контроль.
14. Соединения с натягом. Особенности сборки. Контроль.
15. Соединения с натягом. Продольно-прессовые соединения.
16. Соединения с натягом. Поперечно-прессовые соединения.
17. Соединения с натягом, получаемые вибрационно-импульсным воздействием.
18. Резьбовые соединения. Особенности сборки. Контроль.
19. Резьбовые крепежные соединения. Особенности сборки и контроля.
20. Резьбовые ходовые соединения. Особенности сборки и контроля.
21. Клепаные соединения. Виды соединений. Контроль качества.
22. Клепаные соединения. Холодная и горячая клепка. Особенности процессов.
23. Клеевые соединения. Виды материалов и способы осуществления.
24. Паяные соединения. Способы пайки. Контроль качества соединений.
25. Паяные соединения. Последовательность выполнения технологических переходов. Особенности для различных типов производства.
26. Паяные соединения. Применение при изготовлении режущих инструментов и технологической оснастки машиностроительного производства.
27. Паяные соединения. Вакуумная пайка. Применение при изготовлении космических летательных аппаратов.
28. Сварные соединения. Виды сварки. Особенности применения различных способов.
29. Сварные соединения. Дефекты сварных соединений. Контроль качества.
30. Сварные соединения. Ручная и автоматическая дуговая сварка.
31. Сварные соединения. Сварка в среде защитных газов. Аргодуговая сварка.
32. Сварные соединения. Сварка трением. Виды и особенности процессов.

33. Сварные соединения. Шовная и точечная сварка. Особенности применения и контроля.
34. Сборка узлов с подшипниками качения.
35. Сборка узлов с подшипниками скольжения.
36. Сборка узлов с подвижными цилиндрическими соединениями.
37. Сборка зубчатых и червячных передач.
38. Сборка узлов с плоскими направляющими скольжения.
39. Балансировка сборочных единиц.
40. Технический контроль качества сборки.
41. Испытание сборочных единиц и машин.

### **Типовые задачи, выносимые на зачет с оценкой**

**Задача № 1.** Рассчитывается сборочный конвейер. Годовой объем выпуска изделий сборочным участком  $D_{\text{год}}$ , шт/год; трудоемкость сборки одного изделия  $T_{\text{сб}}$ , мин; длина собираемого изделия  $l_{\text{и}}$ , м; режим работы сборочного участка – односменный (двухсменный); на конвейере производится сборка изделия и две контрольные операции; расстояние между изделиями  $l_{\text{пр}}$ , м.

Требуется определить такт сборки, количество сборочных мест на конвейере, длину конвейера и скорость его движения.

**Задача № 2.** Разрабатывается операция сборки неподвижного цилиндрического соединения двух стальных деталей под прессом. Данные:  $d_{\text{н.с.}} H7/r6$ , мм,  $d_1 = 50$  мм,  $d_2$ , мм,  $l$ , мм, шероховатость поверхности вала  $Ra = 1,25$  мкм, отверстия –  $Ra = 2,5$  мкм. Передаваемый крутящий момент  $M$ , Н×м

Требуется проверить работоспособность соединения и подобрать оборудование (оснастку) для осуществления запрессовки.

**Задача № 3.** Рассчитать температуру нагрева (охлаждения) охватывающей (охватываемой) детали при осуществлении соединения с натягом  $D/d H7/p6$ .

**Задача № 4.** Проектируется операция сборки неразъемного соединения двух деталей, полученных методом листовой штамповки. Сборка осуществляется ручной электродуговой сваркой. Толщина свариваемых кромок –  $h$ , мм, длина сварного шва –  $l$ , м.

Требуется рассчитать основные параметры режима ручной электродуговой сварки: силу и напряжение тока, массу наплавленного металла, массу электродов, основное время горения дуги (время технологическое) и продолжительность сварки (норму штучного времени).

Итоговое начисление баллов по дисциплине осуществляется в соответствии с разработанной и внедренной балльно-рейтинговой системой контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся.



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ  
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

---

***ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ  
И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ  
КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ***

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ  
«ТЕХНОЛОГИЯ СБОРКИ»**

Направление подготовки: 15.03.05 «Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительных производств»

Направленность (профиль): Технология машиностроения

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная, заочная

Королёв  
2023

## **1. Общие положения**

### **Цель дисциплины:**

формирование знаний и практических навыков анализа существующих и проектирования новых технологических процессов сборки машин; проведение исследований по совершенствованию технологий сборки с целью повышения качества изделий, производительности труда и снижения себестоимости, решения задач проектирования технологических процессов сборки на основе изучения основных закономерностей и методов сборки сборочных единиц и машин; умения разрабатывать средства технологического оснащения процесса сборки, проектную и рабочую техническую документацию технологического процесса сборки, проводить технико-экономическое обоснование принятого варианта сборки.

### **Задачи дисциплины:**

- изучение производственных и технологических процессов сборки общего машиностроения;
- изучение основных закономерностей и методов сборки сборочных единиц и машин;
- изучение процессов сборки с учетом технологических, конструкторских, экономических параметров;
- умение разрабатывать средства технологического оснащения процесса сборки;
- умение разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию сборки;
- изучение методов контроля в соответствии с технической документацией, техническими условиями;
- умение проводить технико-экономическое обоснование принятого варианта сборки.

## **2. Указания по проведению практических (семинарских) занятий**

### **Практическое занятие 1.**

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Образовательные технологии: традиционная технология.

Тема и содержание практического занятия: Общие сведения о сборке машин и механизмов. Место сборки в ТПП. Классификация процессов сборки. Сборка машин – завершающий процесс этап технологического процесса. Основные принципы проектирования процессов сборки – обеспечение высокого качества машин при наибольшей производительности и экономичности. Классификация процессов сборки – предварительная сборка, промежуточная сборка, сборка под сварку, окончательная сборка.

**Продолжительность занятия – 2 / 1 ч.**

### **Практическое занятие 2.**

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Образовательные технологии: традиционная технология.

Тема и содержание практического занятия: Классификация соединений деталей машин. Организационные формы и виды сборочных процессов. Классификация соединений деталей по конструктивным признакам, по технологическим признакам, по контактными признакам. Содержание технологического процесса сборки. Выбор типа производства и методов работы. Организационные формы сборки: стационарная и подвижная; без расчленения (принцип концентрации операций) и с расчленением (принцип дифференциации операций) сборочных работ. Решение типовых задач. Решение задачи на определение параметров сборочного конвейера.

Продолжительность занятия – 6 / 1 ч.

### **Практическое занятие 3.**

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Образовательные технологии: традиционная технология.

Тема и содержание практического занятия: Разработка технологических процессов сборки. Исходные данные. Построение схемы сборки. Исходные данные; сборочные чертежи, чертежи деталей, спецификация, технические условия на приемку, размер программного задания, срок выполнения. Анализ технических требований. Анализ и отработка изделия и сборочных единиц на технологичность. Выбор метода обеспечения точности. Разработка технологического процесса сборки. Определение последовательности операций. Построение схемы сборки. Решение типовых задач.

Продолжительность занятия – 4 / 1 ч.

### **Практическое занятие 4.**

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Образовательные технологии: традиционная технология.

Тема и содержание практического занятия. Разработка маршрутной и операционной технологии. Технологические схемы сборки. Требования к построению и оформлению. Оформление маршрутной карты. Разработка операционной технологии. Разработка и оформление операционных карт. Решение типовых задач.

Продолжительность занятия – 4 / 1 ч.

### **Практическое занятие 5**

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Образовательные технологии: традиционная технология.

Тема и содержание практического занятия: Разработка технологических процессов сборки соединений с зазором, натягом и резьбовых соединений. Разработка технологии сборки разъемных соединений. Выбор величины зазора. Выбор стандартной посадки. Соединения с натягом. Методы сборки: продольно-прессовый, поперечно-прессовый, вибрационно-импульсный. Резьбовые соединения – крепежные и ходовые. Последовательность выполнения операции. Контроль затяжки резьбовых соединений. Решение типовых задач. Задача на определение натяга при сборке зубчатого колеса.

Продолжительность занятия – 4 / 1 ч.

### **Практическое занятие 6.**

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Образовательные технологии: традиционная технология.

Тема и содержание практического занятия: Разработка процессов сборки соединений методами сварки и пайки. Ручная дуговая сварка. Контактная шовная и точечная сварка. Сварка в среде защитных газов. Сварка трением. Выбор метода для конкретных условий. Дефекты сварных соединений. Контроль качества сварных соединений. Технологическое оборудование и оснастка. Выбор (расчет) режима сварки. Пайка твердыми припоями. Высокотемпературная пайка. Решение типовых задач. Решение задачи на определение режима ручной дуговой сварки.

Продолжительность занятия – 2 / 1 ч.

### **Практическое занятие 7.**

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Образовательные технологии: традиционная технология.

Тема и содержание практического занятия: Разработка процессов сборки соединений методами клепки и склеивания. Заклепочные соединения. Особенности применения. Проектирование процесса, расчет необходимого усилия и выбор оборудования и оснастки. Контроль качества соединений. Клеевые соединения. Область и условия применения. Особенности процессов клепки и склеивания для различных типов производства.

Продолжительность занятия – 4 / 1 ч.

### **Практическое занятие 8.**

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Образовательные технологии: традиционная технология.

Тема и содержание практического занятия: Технологические процессы сборки типовых узлов машин и механизмов. Сборки узлов с подшипниками качения и скольжения. Состав и последовательность операций при установке подшипников. Выбор посадок для установки подшипников. Оборудование для запрессовки подшипников. Сборка узлов с подвижными цилиндрическими соединениями. Сборка зубчатых и червячных передач. Контроль качества сборки. Решение типовых задач.

Продолжительность занятия – 6 / 1 ч.

## **3.Указания по проведению лабораторного практикума**

*Не предусмотрено учебным планом*

#### 4. Указания по проведению самостоятельной работы обучающихся

*Цель самостоятельной работы:* подготовить студентов к самостоятельному инженерному и научному творчеству; расширить представление об оснастке механосборочного производства; систематизировать знания в области проектирования технологической оснастки.

#### Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды СРС
1	2	3
1	Тема 1. Общие сведения о сборке машин и механизмов. Место сборки в ТПП. Классификация процессов сборки.	Самостоятельное изучение темы, подготовка докладов и презентаций. Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение: 1. Предварительная сборка. 2. Сборка под сварку.
2	Тема 2. Классификация соединений деталей машин. Организационные формы и виды сборочных процессов.	Самостоятельное изучение темы, подготовка докладов и презентаций, решение задач. Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение: 1. Выбор типа производства и методов работы. 2. Организационные формы сборки.
3	Тема 3. Разработка технологических процессов сборки. Исходные данные. Построение схемы сборки.	Самостоятельное изучение темы, подготовка докладов и презентаций, решение задач. Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение: 1. Исходные данные. 2. Выбор метода обеспечения точности.
4	Тема 4. Разработка маршрутной и операционной технологии.	Самостоятельное изучение темы, подготовка докладов и презентаций, решение задач. Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение: 1. Оформление маршрутной карты. 2. Разработка операционных карт.
5	Тема 5. Разработка технологических процессов сборки соединений с зазором, натягом и резьбовых соединений.	Самостоятельное изучение темы, подготовка докладов и презентаций, решение задач. Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение: 1. Выбор величины зазора. Выбор стандартной посадки. 2. Контроль затяжки резьбовых соединений.
6	Тема 6. Разработка процессов сборки соединений методами сварки и пайки.	Самостоятельное изучение темы, подготовка докладов и презентаций, решение задач. Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение: 1. Сварка трением. 2. Высокотемпературная пайка.

1	2	3
7	Тема 7. Разработка процессов сборки соединений методами клепки и склеивания.	Самостоятельное изучение темы, подготовка докладов и презентаций, решение задач. Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение: 1.Клеевые соединения. Область и условия применения. 2.Особенности процессов склеивания для различных типов производства.
8	Тема 8. Технологические процессы сборки типовых узлов машин и механизмов.	Самостоятельное изучение темы, подготовка докладов и презентаций, решение задач. Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение: 1.Выбор посадок для установки подшипников. 2.Контроль качества сборки.
9	Тема 9. Балансировка сборочных единиц. Технический контроль качества сборки.	Самостоятельное изучение темы, подготовка докладов и презентаций, решение задач. Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение: 1.Динамическая балансировка. 2.Оборудование для балансировки.
10	Тема 10. Сборка изделий ракетно-космической техники. Особенность технологических процессов.	Самостоятельное изучение темы, подготовка докладов и презентаций, решение задач. Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение: 1.Особенности организации сборки КЛА. 2.Технологическая оснастка при сборке КЛА.
11	Тема 11. Технико-экономическое обоснование принятого варианта сборки. Технологическая документация процессов сборки.	Самостоятельное изучение темы, подготовка докладов и презентаций, решение задач. Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение: 1.Итоговые технико-экономические показатели 2.Ведомость оборудования и оснастки.

## **5.Указания по выполнению контрольных работ для обучающихся по очной, заочной форме обучения**

### **5.1. Требования к структуре**

Структура контрольной работы должна соответствовать указаниям, изложенным в методическом пособии, работа должна быть выполнена в соответствии со стандартами ЕСКД, иметь титульный лист.

Контрольные работы выполняются по Методическим указаниям для обучающихся по решению задач по дисциплине «Технология сборки».

Вариант задания определяется по номеру в списке электронного журнала успеваемости.

## 5.2. Требования к содержанию (основной части)

Основная часть работы включает пояснительную записку, содержащую разделы, определенные в задании на проектирование и графическую часть, отображающую результаты проектирования технологической оснастки.

1. Во введении обосновывается актуальность темы, определяется цель работы, задачи и методы исследования.

2. При определении целей и задач исследования необходимо правильно их формулировать. Так, в качестве цели не следует употреблять глагол «сделать». Правильно будет использовать глаголы: «раскрыть», «определить», «установить», «показать», «выявить» и т.д.

3. Основная часть работы включает 3 задачи, каждая из которых посвящена решению практических вопросов одного из основных разделов дисциплины и заканчивается констатацией итогов.

4. Необходима иллюстрация содержания работы таблицами, графическим материалом (рисунками, схемами и т.п.).

5. Необходимо давать ссылки на используемую литературу.

6. Заключение должно содержать сделанные автором работы выводы, итоги исследования.

7. Вслед за заключением идет список литературы, который должен быть составлен в соответствии с установленными требованиями. Если в работе имеются приложения, они оформляются на отдельных листах, и должны быть соответственно пронумерованы.

## 5.3. Требования к оформлению

Объем контрольной работы – 12-15 страниц формата А4, напечатанного с одной стороны текста (1,5 интервал, шрифт TimesNewRoman).

## 5.4. Содержание контрольной работы

**Задача 1.** Соединение вала с отверстием должно осуществляться по посадке, варианты которой даны в табл. 5.1. Экономическая точность механообрабатывающего оборудования позволяет получить менее точные детали. Требуется определить число размерных групп и предельные размеры отверстий и валов каждой размерной группы при осуществлении селективной сборки.

Таблица 5.1 – Варианты заданий к задаче 1.

№ варианта	Посадка соединения	Экономическая точность обработки (кавалитет точности)	
		отверстия	вала
1, 6, 11	<i>80 H7 / n6</i>	9	8
2, 7, 12	<i>100 H7 / f7</i>	9	10
3, 8, 13	<i>60 N7 / h6</i>	9	8
4, 9, 14	<i>180 H6 / g6</i>	8	9
5, 10, 15	<i>15 E8 / h6</i>	10	8

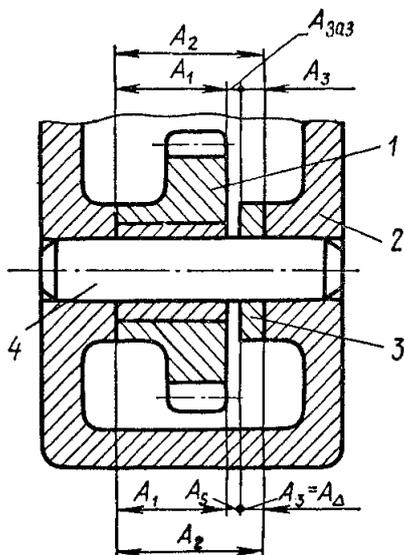


Рисунок 5.4.1 – Размерная цепь (фрагмент чертежа редуктора)

**Задача 2.** По фрагменту сборочного чертежа редуктора (рис. 5.4.1), определить размер толщины кольца  $A_3$  с допуском, если заданы размеры корпуса  $A_1$ , шестерни –  $A_2$  и зазора  $A_{заз}$  (варианты – в табл. 5.2).

Расчет размеров отверстия и вала при сборке методом групповой взаимозаменяемости (селективной сборки).

Таблица 5.2 – Варианты заданий к задаче 2.

№ варианта	Размеры, мм		
	$A_1$	$A_2$	$A_{заз}$
1, 6, 11	$100_{-0,5}$	$90_{-0,2}$	0,4...0,9
2, 7, 12	$20_{-0,1}$	$17_{-0,08}$	0,2...0,4
3, 8, 13	$70^{+0,25}$	$60 \mp 0,1$	0,5...0,8
4, 9, 14	$55^{+0,35}$	$42_{-0,2}$	0,35...0,55
5, 10, 15	$35_{-0,1}$	$32_{-0,4}^{-0,15}$	< 0,3

**Задача 3.** Рассчитать цилиндрическое соединение с натягом венца червячного колеса с центром колеса (рис. 5.4.2) при следующих данных: диаметр посадочной поверхности  $d$ , мм, длина посадочной поверхности  $l$ , мм, диаметр отверстия для вала в центре колеса  $d_1$ , мм, диаметр впадин зубчатого венца  $d_2$ , мм, крутящий момент, передаваемый червячным колесом,  $M$ , Н×м. Материал венца – бронза Бр.АЖ9-4Л (отливка в кокиль). Материал центра колеса – чугунное литье СЧ15 (варианты – в табл. 5.3).

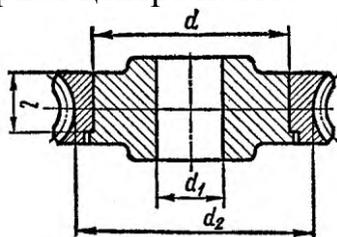


Рисунок 5.4.2 – Пример соединения цилиндрических деталей с натягом

Таблица 5.3 – Варианты заданий к задаче 3.

Вариант	$d$ , мм	$l$ , мм	$d_1$ , мм	$d_2$ , мм	$M$ , Н×м
1, 6, 11	210	50	80	230	350
2, 7, 12	200	40	75	220	450
3, 8, 13	220	45	80	240	400
4, 9, 14	190	35	75	210	450
5, 10, 15	180	55	70	200	500

**Задача 3.** Рассчитать параметры режима сварки – силу тока, напряжение, длину дуги. Вычислить основные технико-экономические показатели процесса ручной дуговой сварки – массу наплавленного металла, массу электродов, основное время горения дуги (время технологическое) и продолжительность сварки (норму штучного времени). Исходные данные для решения даны в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Варианты заданий к задаче 4.

Вариант	Толщина свариваемых кромок, мм	Длина сварного шва, м
1, 6, 11	2	0,5
2, 7, 12	4	0,7
3, 8, 13	6	0,8
4, 9, 14	8	1,0
5, 10, 15	9	1,2

## **6.Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **Основная литература:**

1. Берлинер Э.М., Таратынов О.В. САПР технолога машиностроителя: Учебник (Высшее образование: Бакалавриат). – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2019. – 336 с.  
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/987419>  
- Режим доступа – по подписке.
2. Гальцов И.А. Технология сварки плавлением и давлением: учебное пособие / И.А. Гальцов, Е.В. Фомин. – М.: ИНФРА-М, 2021. – 212 с. (Высшее образование). – ISBN 978-5-16-017454-9. – Текст: электронный.- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1854986>- Режим доступа – по подписке.
3. Иванов А.А. Автоматизированные сборочные системы: учебник / А.А. Иванов. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2018. – 336 с. – ISBN 978-5-00091-537-0. – Текст: электронный.  
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/960089>  
- Режим доступа: по подписке.
4. Основы технологии сборки в машиностроении: учеб. пособие / И.В. Шрубченко, Т.А. Дуюн, А.А. Погонин [и др.]. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 235 с. (Высшее образование: Бакалавриат). – [www.dx.doi.org/10.12737/textbook59ccdebc96b2b3.48630038](http://www.dx.doi.org/10.12737/textbook59ccdebc96b2b3.48630038). – ISBN 978-5-16-013390-4. – Текст: электронный.  
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1003407>  
- Режим доступа: по подписке.
5. Шрубченко И.В. Разработка технологических процессов в машиностроении: учебное пособие / И.В. Шрубченко, А.А. Погонин, А.А. Афанасьев. – 2-е изд., доп. – М.: ИНФРА-М, 2022. – 176 с. (Высшее образование: Бакалавриат). – DOI 10.12737/1816759. – ISBN 978-5-16-017159-3. – Текст: электронный.  
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1816759>  
- Режим доступа: по подписке.

### **Дополнительная литература:**

1. Технология машиностроения: сборник задач и упражнений: Учебное пособие / под общ. ред. В.И. Аверченкова, Е.А. Польского. (Высшее образование: Бакалавриат). – 3-е изд., испр. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2020. – 304 с.  
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1052256>  
- Режим доступа – по подписке.
2. Кане М.М. Построение технологической схемы сборки: учебное пособие / М.М. Кане, П.В. Веремей. – Минск: БНТУ, 2018. – 51 с. – ISBN 978-985-550-780-3. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.  
- URL: <https://e.lanbook.com/book/248327>.  
- Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Матюшкин Б.А. Технология конструкционных материалов: учебное пособие / Б.А. Матюшкин, В.И. Денисов. – М: ИНФРА-М, 2019. – 263 с. – Высшее образование: Бакалавриат. – ISBN 978-5-16-014645-4. – Текст: электронный.  
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/995590>  
- Режим доступа: по подписке.
4. Погонин А.А. Технология машиностроения: учебник / А.А. Погонин, А.А. Афанасьев, И.В. Шрубченко. – 3-е изд., доп. – М.: ИНФРА-М, 2021. – 530 с. – ISBN 978-5-16-014617-1. – Текст: электронный.  
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/993658>  
- Режим доступа: по подписке.
5. Расторгуев Д.А. Сборка в машиностроении: учебно-методическое пособие / Д.А. Расторгуев. – Тольятти: ТГУ, 2021. – 111 с. – ISBN 978-5-8259-1567-8. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.  
- URL: <https://e.lanbook.com/book/179248>.  
- Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

- |  |   |
|--|---|
| 1. Российская государственная библиотека                                 | <a href="http://www.rsl.ru">www.rsl.ru</a>  |
| 2. Библиотека по естественным наукам РАН                                 | <a href="http://www.benran.ru">http://www.benran.ru</a>   |
| 3. Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ)      | <a href="http://www.viniti.ru">http://www.viniti.ru</a>   |
| 4. Государственная публичная научно-техническая библиотека               | <a href="http://www.gpntb.ru">http://www.gpntb.ru</a>   |
| 5. Научная электронная библиотека eLIBRARY                               | <a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a>   |
| 6. Университетская библиотека  | <a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>   |
| 7. Электронно-библиотечная система Znanium                               | <a href="http://znanium.ru">http://znanium.ru</a>   |
| 8. Электронный каталог библиотеки МГОТУ «Технологический университет». – | <a href="http://unitech-mo.ru/library/resources/electronic-catalogue-fta">http://unitech-mo.ru/library/resources/electronic-catalogue-fta</a> |

#### **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

**Перечень программного обеспечения:** MSOffice, Power Point, программные комплексы «AutoCAD», «Компас».

#### **Информационные справочные системы:**

Электронные ресурсы образовательной среды Университета.