Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 13.08.2026 10:18:29
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Транспортный факультет

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана
/М.Р. Рыбакова/
«26» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

КОНСТРУКТОРСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ДВИГАТЕЛЕЙ

Направление подготовки/ специальность
13.03.03 «Энергетическое машиностроение»

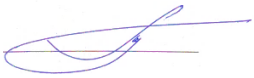
Профиль/ специализация
Поршневые двигатели и турбомашины

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва, 2026

Разработчик(и):
к.т.н., профессор  /В.В. Галевко/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Энергоустановки для транспорта и малой энергетики», д.т.н.  /Г.Г. Надарейшвили/

Оглавление

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины 6
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость 6
3.2. Тематический план изучения дисциплины 6
3.3. Содержание дисциплины 8
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 9
3.4.1. Семинарские/практические занятия (18 часов) 9
3.4.2. Лабораторные занятия 10
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 10
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 10
4.1. Нормативные документы и ГОСТы 10
4.1 Нормативные документы и ГОСТы 10
4.2. Основная литература 12
4.3 Дополнительная литература 13
4.4. Электронные образовательные ресурсы 13
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 13
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 13
5. Материально-техническое обеспечение 14
6. Методические рекомендации 15
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 15
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 15
7. Фонд оценочных средств 16
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 16
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 18
7.3 Оценочные средства 21

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся теоретических знаний и практических навыков в области разработки, оформления и чтения конструкторской документации на детали и узлы поршневых двигателей и турбомашин в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), необходимых для успешного выполнения проектных работ на третьем этапе сквозного проектирования «3D-моделирование, создание цифрового двойника» и последующей разработки полного комплекта конструкторской документации.

Задачами дисциплины являются:

- изучение состава, видов и комплектности конструкторской документации в соответствии со стандартами ЕСКД;
- освоение правил оформления чертежей деталей и сборочных единиц: форматы, масштабы, линии, шрифты, основная надпись;
- формирование навыков выполнения и чтения чертежей деталей, включая виды, разрезы, сечения, выносные элементы;
- освоение правил нанесения размеров на чертежах, обозначения шероховатости поверхностей, допусков формы и расположения, обозначения покрытий и термической обработки;
- приобретение навыков выполнения эскизов деталей с натуры и по 3D-моделям;
- изучение правил выполнения сборочных чертежей и спецификаций, нанесения номеров позиций;
- формирование понимания роли конструкторской документации в жизненном цикле изделия и взаимосвязи с технологической подготовкой производства;
- освоение основ формирования электронного архива конструкторской документации и структуры изделия.

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-1. Способен разрабатывать проектную и рабочую конструкторскую документацию на поршневые двигатели, турбомашины и их компоненты с использованием современных CAD-систем	**ИПК-1.3.** Способен генерировать ассоциативный чертёж общего вида из 3D-модели по стандартам ЕСКД.
	ИПК-1.4. Способен оформлять сборочный чертёж узла двигателя с разрезами и спецификацией.
	ИПК-1.5. Способен выпускать рабочие чертежи оригинальных деталей с полем допусков и шероховатостью.
	ИПК-1.6. Способен формировать электронный архив КД (структуру изделия).
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	**ИУК-2.1.** Формулирует совокупность задач в рамках поставленной цели проекта, решение которых обеспечивает её достижение.
	ИУК-2.2. Определяет связи между поставленными задачами, основными компонентами проекта и ожидаемыми результатами его реализации.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	ИУК-2.3. Выбирает оптимальные способы планирования, распределения зон ответственности, решения задач, анализа результатов с учётом действующих правовых норм, имеющихся условий, ресурсов и ограничений, возможностей использования.

Роль дисциплины в формировании компетенций:

Формирующая. Дисциплина закладывает системные знания и практические навыки оформления конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД, необходимые для выполнения индикаторов компетенции ПК-1 (ИПК-1.3, 1.4, 1.5, 1.6). В третьем семестре, в рамках изучения дисциплины, студент осваивает правила выполнения чертежей деталей и сборочных единиц, нанесения размеров, обозначения шероховатости, допусков формы и расположения, составления спецификаций, а также основы формирования электронного архива конструкторской документации. Кроме того, дисциплина формирует компетенцию УК-2, развивая у студентов способность определять совокупность задач в рамках проектной деятельности, выбирать оптимальные способы их решения с учётом действующих стандартов (правовых норм) и имеющихся ресурсов.

Освоенные в данной дисциплине компетенции являются основой для выполнения третьего этапа сквозного проекта «3D-моделирование, создание цифрового двойника» (в части оформления чертежей по созданным 3D-моделям) и последующей разработки полного комплекта конструкторской документации в дисциплине «Разработка конструкторской документации на двигатели и их компоненты» (Б1.2.15). Знания и навыки, полученные в данной дисциплине, используются также при выполнении курсовых проектов по дисциплинам «Конструирование и расчёт поршневых двигателей» (Б1.2.8), «Конструирование и расчёт механизмов энергетических установок» (Б1.1.22) и при подготовке выпускной квалификационной работы.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина **«Конструкторская документация при проектировании двигателей»** относится к **факультативным дисциплинам** учебного плана (код дисциплины: ФТД.3) и изучается в **3-м семестре**.

Данная дисциплина является **формирующей и углубляющей** в области оформления конструкторской документации по ЕСКД. В отличие от дисциплины «3D-моделирование деталей энергоустановок» (ФТД.2, 1 семестр), которая формирует первичные навыки создания 3D-моделей и генерации чертежей, данный факультатив даёт **систематизированные знания правил оформления чертежей в соответствии с ЕСКД** (нанесение размеров, обозначение шероховатости, допусков, составление спецификаций) и готовит студентов к комплексной разработке конструкторской документации на старших курсах. Дисциплина также формирует навыки проектной деятельности в рамках компетенции УК-2.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при освоении следующих дисциплин и курсов:

- **Черчение** (школьный курс, при наличии) — начальные представления о правилах оформления чертежей, видах, разрезах, сечениях;
- **Графическое проектирование деталей и механизмов энергетических машин** (Б1.1.9, 1-2 семестры) — основы начертательной геометрии и инженерной графики;
- **3D-моделирование деталей энергоустановок** (ФТД.2, 1 семестр) — первичные навыки создания 3D-моделей и генерации ассоциативных чертежей;
- **Нормирование точности и метрология в энергетическом машиностроении** (Б1.1.14, 3 семестр), изучаемая параллельно, — даёт знания о допусках и посадках, необходимые для оформления чертежей.

Основные положения дисциплины используются в дальнейшем при изучении следующих дисциплин и освоении элементов образовательной программы, обеспечивая выполнение третьего этапа сквозного проекта «3D-моделирование, создание цифрового двойника» (в части оформления чертежей) и последующих этапов:

- **Автоматизированное проектирование в двигателестроении** (Б1.1.12, 2-3 семестры) — применение правил оформления КД при работе в CAD-системах;
- **Конструирование и расчёт механизмов энергетических установок** (Б1.1.22, 5-6 семестры) — выполнение чертежей в рамках курсового проекта;
- **Конструирование и расчёт поршневых двигателей** (Б1.2.8, 6 семестр) — выполнение чертежей в рамках курсового проекта;
- **Разработка конструкторской документации на двигатели и их компоненты** (Б1.2.15, 7 семестр) — комплексная разработка полного комплекта КД на основе результатов проектирования;
- **Проектная деятельность** (Б1.2.1.2, 2-7 семестры) — использование навыков оформления КД для выполнения проектов;
- Все последующие дисциплины, связанные с проектированием и конструированием, а также подготовка и защита выпускной квалификационной работы.

Примечание. Дисциплина «Конструкторская документация при проектировании двигателей» (ФТД.3) и дисциплина «3D-моделирование деталей энергоустановок» (ФТД.2) являются взаимодополняющими факультативами: первая формирует навыки оформления чертежей по правилам ЕСКД, вторая — навыки создания 3D-моделей. Вместе они обеспечивают полную подготовку к выполнению проектных работ на всех этапах обучения.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа).

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			3
1	Аудиторные занятия	36	36
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18
1.3	Лабораторные занятия	—	—
2	Самостоятельная работа	36	36
3	Промежуточная аттестация		
	Зачет	Зачет	Зачет
	Итого	72	72

3.2. Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Всего	Аудиторная работа	Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
3 семестр							
1.	Тема 1. Введение. Единая система конструкторской документации (ЕСКД).	8	4	2	2	—	4
2.	Тема 2. Основные правила выполнения чертежей.	8	4	2	2	—	4
3.	Тема 3. Выполнение чертежей деталей.	12	6	3	3	—	6
4.	Тема 4. Сборочные чертежи и спецификации.	12	6	3	3	—	6
5.	Тема 5. Допуски, посадки и шероховатость поверхностей.	12	6	3	3	—	6
6.	Тема 6. Основы работы в системах автоматизированного проектирования (САПР).	12	6	3	3	—	6
7.	Тема 7. Оформление текстовых конструкторских документов.	8	4	2	2	—	4
	Итого за 3 семестр:	**72**	**36**	**18**	**18**	**—**	**36**

3.3. Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Единая система конструкторской документации (ЕСКД)

Роль конструкторской документации в жизненном цикле изделия. Место дисциплины в сквозном проекте: формирование базовых знаний для последующей разработки КД в рамках курсового проектирования и выпускной квалификационной работы. Связь с дисциплиной «Разработка конструкторской документации на двигатели и их компоненты» (Б1.2.15): настоящая дисциплина даёт основы, Б1.2.15 — углублённую разработку полного комплекта КД.

Понятие о ЕСКД. Стандарты ЕСКД: классификация, обозначение. Основные виды конструкторских документов (чертёж детали, сборочный чертёж, чертёж общего вида, спецификация, технические условия). Стадии разработки КД: техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, технический проект, рабочая документация. Состав документации на различных стадиях.

Тема 2. Основные правила выполнения чертежей

Форматы, масштабы, линии чертежа по ГОСТ 2.303-68. Основные типы линий и их применение (сплошная основная, сплошная тонкая, штриховая, штрихпунктирная, разомкнутая и др.). Шрифты чертёжные по ГОСТ 2.304-81. Правила нанесения надписей, размеров, предельных отклонений по ГОСТ 2.307-2011.

Виды, разрезы, сечения. Классификация видов (основные, местные, дополнительные). Простые и сложные разрезы. Соединение части вида с частью разреза. Выносные элементы. Условности и упрощения, применяемые на чертежах. Изображение и обозначение резьбы на чертежах. Изображение крепёжных деталей (болтов, винтов, гаек, шпилек, шайб) по ГОСТ 2.315-68.

Тема 3. Выполнение чертежей деталей

Порядок разработки рабочего чертежа детали. Выбор главного изображения. Определение необходимого количества видов, разрезов, сечений. Правила нанесения размеров: конструкторские, технологические, измерительные базы. Цепи размеров. Обозначение материалов на чертежах. Обозначение покрытий и термической обработки по ГОСТ 2.310-68.

Особенности выполнения чертежей типовых деталей двигателя: поршень, шатун, коленчатый вал, клапан, гильза цилиндра. Требования к изображению литых, штампованных и сварных деталей. Обозначение сварных швов по ГОСТ 2.312-72.

Тема 4. Сборочные чертежи и спецификации

Назначение и содержание сборочного чертежа. Требования к изображению сборки: виды, разрезы, сечения. Номера позиций на сборочном чертеже: правила нанесения. Выносные линии, полки-линии-выноски.

Спецификация: форма и порядок заполнения по ГОСТ 2.108-68. Разделы спецификации (документация, комплексы, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы). Составление спецификации на сборочную единицу. Условности и упрощения при изображении типовых соединений (резьбовых, сварных, паяных).

Тема 5. Допуски, посадки и шероховатость поверхностей

Единая система допусков и посадок (ЕСДП). Основные понятия: номинальный размер, отклонение, допуск, посадка. Квалитеты. Обозначение полей допусков и посадок на чертежах. Выбор посадок для типовых сопряжений двигателя (поршень-цилиндр, поршневой палец-бобышка поршня, шатун-шейка коленчатого вала).

Понятие шероховатости поверхности. Параметры шероховатости (Ra, Rz, Rmax). Обозначение шероховатости на чертежах по ГОСТ 2.309-73. Выбор параметров шероховатости для различных поверхностей деталей двигателя.

Допуски формы и расположения поверхностей. Отклонения и допуски формы (прямолинейности, плоскостности, круглости, цилиндричности, профиля продольного сечения). Отклоне-

ния и допуски расположения (параллельности, перпендикулярности, соосности, симметричности). Суммарные допуски формы и расположения. Обозначение допусков формы и расположения на чертежах. Взаимосвязь допусков формы, шероховатости и точности обработки.

Тема 6. Основы работы в системах автоматизированного проектирования (САПР)

Обзор современных САПР для машиностроения (КОМПАС-3D, SolidWorks, Autodesk Inventor, NX). Их роль в разработке конструкторской документации. Интерфейс CAD-системы: панели инструментов, дерево построения, система координат. Типы файлов: деталь, сборка, чертёж.

Создание 3D-модели детали: понятие эскиза, нанесение размерных и геометрических зависимостей. Операции формообразования: выдавливание, вращение, кинематическая операция (элемент по траектории), операция по сечениям. Использование массивов элементов, вспомогательных элементов (фаски, скругления, отверстия).

Формирование ассоциативного чертежа из 3D-модели. Генерация видов, разрезов, сечений. Простановка размеров, допусков, шероховатости в электронном чертеже. Оформление спецификации в САПР. Связь 3D-модели и спецификации.

Тема 7. Оформление текстовых конструкторских документов

Общие требования к текстовым документам по ГОСТ 2.105-95. Структура текстового документа: титульный лист, содержание, введение, основная часть, заключение, список литературы, приложения. Правила оформления формул, рисунков, таблиц. Ссылки на литературу и нормативные документы. Нумерация страниц, разделов, подразделов.

Пояснительная записка к курсовому проекту: структура и содержание разделов. Связь со сквозным проектом. Требования к оформлению расчётно-пояснительной записки. Примеры оформления разделов по расчёту деталей двигателя.

3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия (18 часов)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практического занятия	Трудоемкость (час.)
1	Тема 1	Анализ состава конструкторской документации для различных стадий разработки. Ознакомление с комплектом КД на двигатель.	2
2	Тема 2	Выполнение чертежа детали (поршень) с нанесением основных видов, разрезов, размеров. Оформление основной надписи.	2
3	Тема 2	Выполнение чертежа детали (шатун) с использованием сечений, выносных элементов, нанесением размеров.	2
4	Тема 3	Выполнение чертежа детали (коленчатый вал) с указанием галтелей, масляных каналов, допусков формы.	2
5	Тема 4	Разработка сборочного чертежа поршневой группы (поршень, поршневой палец, кольца). Нанесение номеров позиций.	2

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практического занятия	Трудоемкость (час.)
6	Тема 4	Составление спецификации на поршневую группу по форме ГОСТ 2.108-68.	2
7	Тема 5	Назначение полей допусков и посадок для типовых сопряжений двигателя (поршень-цилиндр, шатун-шейка коленчатого вала). Нанесение обозначений на чертежи.	2
8	Темы 5, 6	Нанесение на чертежи обозначений шероховатости и допусков формы. Создание 3D-модели детали в САПР и формирование ассоциативного чертежа.	2
9	Тема 7	Оформление фрагмента пояснительной записки (введение, обзор прототипа, расчётный раздел с формулами и таблицами).	2
Итого			18

3.4.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены учебным планом.

3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовой проект (курсовая работа) по дисциплине не предусмотрены.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1. Нормативные документы и ГОСТы

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

При изучении дисциплины «Конструкторская документация при проектировании двигателей» и выполнении учебных, расчётно-графических и проектных работ необходимо руководствоваться следующими нормативными документами и межгосударственными стандартами, регламентирующими правила выполнения и оформления конструкторской документации в соответствии с Единой системой конструкторской документации (ЕСКД).

Основополагающие стандарты ЕСКД

ГОСТ 2.001-2013 «Единая система конструкторской документации. Основные положения» устанавливает цели, задачи, структуру и область распространения стандартов ЕСКД, определяет порядок разработки, оформления и обращения конструкторской документации.

ГОСТ 2.101-2016 «Единая система конструкторской документации. Виды изделий» устанавливает классификацию изделий машиностроения и приборостроения по их конструктивным признакам, что необходимо для правильного определения типа разрабатываемого изделия (деталь, сборочная единица, комплекс, комплект).

ГОСТ 2.102-2013 «Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов» определяет перечень и классификацию конструкторских документов (чертёж детали, сборочный чертёж, чертёж общего вида, спецификация, технические условия и др.), а также требования к их комплектности в зависимости от стадии разработки.

ГОСТ 2.103-2013 «Единая система конструкторской документации. Стадии разработки» устанавливает стадии разработки конструкторской документации (техническое предложение, эскизный проект, технический проект, рабочая документация), что необходимо для понимания места конструкторской документации в общем процессе проектирования.

Стандарты на форматы, масштабы, линии и шрифты

ГОСТ 2.301-68 «Единая система конструкторской документации. Форматы» устанавливает размеры форматов чертежей (А4, А3, А2, А1, А0) и правила их выбора в зависимости от сложности и габаритов изделия.

ГОСТ 2.302-68 «Единая система конструкторской документации. Масштабы» устанавливает ряд масштабов для выполнения чертежей (натуральная величина, масштабы уменьшения и увеличения) и правила их обозначения.

ГОСТ 2.303-68 «Единая система конструкторской документации. Линии» устанавливает типы линий, применяемых на чертежах (сплошная основная, сплошная тонкая, штриховая, штрихпунктирная, разомкнутая и др.), их толщину и назначение.

ГОСТ 2.304-81 «Единая система конструкторской документации. Шрифты чертёжные» устанавливает размеры и начертания шрифтов для выполнения надписей на чертежах.

Стандарты на изображения — виды, разрезы, сечения

ГОСТ 2.305-2008 «Единая система конструкторской документации. Изображения — виды, разрезы, сечения» устанавливает правила изображения предметов на чертежах, включая виды (главный, сверху, слева, изометрические, дополнительные, местные), разрезы (простые, сложные, ломаные, местные) и сечения (вынесенные, наложенные). Данный стандарт является основополагающим при выполнении чертежей деталей и сборочных единиц.

ГОСТ 2.306-68 «Единая система конструкторской документации. Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах» устанавливает условные графические обозначения материалов в сечениях и разрезах (металлы, неметаллические материалы, жидкости, сыпучие тела и др.).

ГОСТ 2.317-2011 «Единая система конструкторской документации. Аксонометрические проекции» устанавливает правила построения аксонометрических проекций (изометрической, диметрической) для наглядного изображения деталей и сборочных единиц.

Стандарты на нанесение размеров и обозначений

ГОСТ 2.307-2011 «Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений» устанавливает правила нанесения линейных и угловых размеров на чертежах, а также способы указания предельных отклонений размеров, что необходимо для оформления рабочих чертежей деталей.

ГОСТ 2.308-2011 «Единая система конструкторской документации. Указание допусков формы и расположения поверхностей» устанавливает правила обозначения на чертежах допусков формы (прямолинейности, плоскостности, круглости, цилиндричности, профиля продольного сечения) и допусков расположения поверхностей (параллельности, перпендикулярности, соосности, симметричности, позиционных допусков).

ГОСТ 2.309-73 «Единая система конструкторской документации. Обозначение шероховатости поверхностей» устанавливает правила обозначения шероховатости поверхностей на чертежах, включая числовые значения параметров (Ra, Rz, Rmax) и условные обозначения вида обработки.

ГОСТ 2.310-68 «Единая система конструкторской документации. Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки» устанавливает правила обозначения на чертежах покрытий (гальванических, лакокрасочных), термической обработки и других видов обработки.

ГОСТ 2.316-2008 «Единая система конструкторской документации. Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на чертежах» устанавливает правила размещения текстовой информации на чертежах, включая технические требования, таблицы параметров, надписи.

Стандарты на выполнение сборочных чертежей и спецификаций

ГОСТ 2.108-68 «Единая система конструкторской документации. Спецификация» устанавливает форму, порядок заполнения и правила оформления спецификации — основного конструкторского документа, определяющего состав сборочной единицы. Спецификация включает разделы: документация, комплексы, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы.

ГОСТ 2.109-73 «Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам» устанавливает основные требования к выполнению чертежей деталей, сборочных чертежей, габаритных и монтажных чертежей, включая требования к изображениям, размерам, надписям и техническим требованиям.

ГОСТ 2.113-75 «Единая система конструкторской документации. Групповые и базовые конструкторские документы» устанавливает правила выполнения групповых и базовых конструкторских документов, что используется при создании параметрических семейств деталей (например, семейства поршневых колец или клапанов).

ГОСТ 2.315-68 «Единая система конструкторской документации. Изображения упрощённые и условные крепёжных деталей» устанавливает упрощённые и условные изображения крепёжных деталей (болтов, винтов, гаек, шпилек, шайб) на сборочных чертежах.

ГОСТ 2.401-68 «Единая система конструкторской документации. Правила выполнения чертежей пружин» устанавливает правила изображения пружин на чертежах.

ГОСТ 2.402-68 «Единая система конструкторской документации. Правила выполнения чертежей зубчатых колёс» устанавливает правила изображения зубчатых колёс на чертежах.

ГОСТ 2.403-75 «Единая система конструкторской документации. Правила выполнения чертежей цилиндрических зубчатых колёс» уточняет правила выполнения чертежей цилиндрических зубчатых колёс.

ГОСТ 2.420-69 «Единая система конструкторской документации. Правила выполнения чертежей подшипников качения» устанавливает упрощённые изображения подшипников качения на сборочных чертежах.

Стандарты на электронные документы

ГОСТ 2.051-2013 «Единая система конструкторской документации. Электронные документы. Общие положения» устанавливает требования к электронным конструкторским документам, включая электронные чертежи и спецификации, что важно для формирования электронного архива конструкторской документации.

ГОСТ 2.052-2015 «Единая система конструкторской документации. Электронная модель изделия. Общие положения» определяет требования к трёхмерным электронным моделям изделий, включая правила их создания, хранения и использования в процессе проектирования.

ГОСТ 2.053-2013 «Единая система конструкторской документации. Электронная структура изделия. Общие положения» устанавливает требования к формированию электронной структуры изделия (дерева сборки), что соответствует индикатору ИПК-1.6 (формирование электронного архива КД и структуры изделия).

4.2. Основная литература

Для освоения дисциплины рекомендуется использовать следующую основную литературу, которая охватывает правила выполнения и оформления конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД, включая выполнение чертежей деталей, сборочных чертежей, спецификаций, а также основы работы в CAD-системах для генерации ассоциативных чертежей.

1. Чекмарёв, А. А. Инженерная графика : учебник для вузов / А. А. Чекмарёв. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 388 с. — ISBN 978-5-534-04641-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/537683. Данный учебник системно охватывает все разделы инженерной графики и правила оформления конструкторской документации в соответствии с ЕСКД, включая оформление форматов, масштабов, линий, шрифтов, выполнение видов, разрезов, сечений, нанесение размеров, обозначение шероховатости и допусков. Рекомендуется для изучения всех тем дисциплины.

2. Большаков, В. П. КОМПАС-3D для студентов и школьников. Черчение, моделирование, 3D-печать : учебное пособие / В. П. Большаков. — Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2022. — 304 с. — ISBN 978-5-9775-6825-6. Пособие содержит практические рекомендации по выполнению чертежей в CAD-системе КОМПАС-3D, включая создание ассоциативных чертежей по 3D-моделям, генерацию видов, разрезов, сечений, нанесение размеров, обозначение шероховатости

и допусков, оформление спецификаций. Рекомендуется для выполнения практических занятий и индивидуального задания.

4.3 Дополнительная литература

1. Дуркин, В. В. Оформление текстовых и графических учебных документов в соответствии с требованиями ЕСКД : учебное пособие / В. В. Дуркин. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 60 с. — ISBN 978-5-7782-3808-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/152202. Пособие содержит практические рекомендации по оформлению пояснительных записок, чертежей и других текстовых и графических документов в соответствии с требованиями ЕСКД, что используется при подготовке отчётов по индивидуальному заданию. Рекомендуется для изучения темы оформления конструкторской документации.

2. Левицкий, В. С. Машиностроительное черчение : учебник для вузов / В. С. Левицкий. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 352 с. — ISBN 978-5-534-06400-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/538118. Учебник содержит систематизированное изложение правил выполнения машиностроительных чертежей, включая чертежи деталей, сборочные чертежи, спецификации, а также правила нанесения размеров, обозначения шероховатости и допусков. Рекомендуется для изучения тем, связанных с оформлением рабочих чертежей и сборочных чертежей.

4.4. Электронные образовательные ресурсы

Конструкторская документация при проектировании двигателей

https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=15728

4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Для освоения дисциплины и выполнения учебных, научно-исследовательских и проектных работ в рамках образовательной программы рекомендуется использование следующего лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Microsoft Windows – лицензионная операционная система, используемая для обеспечения работы всех учебных компьютеров и персональных устройств в аудиториях университета. Доступна на всех компьютерах университета в рамках лицензионного соглашения. Студенты могут использовать свободно распространяемые альтернативы (Linux, Astra Linux) для выполнения учебных задач.

Microsoft Office – лицензионный пакет офисных приложений, включающий текстовый редактор Word, табличный процессор Excel, программу для создания презентаций PowerPoint. Используется для оформления расчётно-пояснительных записок, отчётов, презентаций и другой учебной документации. Доступен на компьютерах университета. Свободными аналогами являются LibreOffice и OpenOffice.

КОМПАС-3D – российская система трёхмерного моделирования, широко используемая в отечественном машиностроении. Позволяет выполнять параметрическое моделирование, создавать чертежи в соответствии с ЕСКД, проводить прочностные расчёты в среде APM FEM. Учебная версия доступна для свободного скачивания на сайте разработчика (https://kompas.ru).

4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для успешного освоения образовательной программы и выполнения научно-исследовательских, проектных и выпускных квалификационных работ студентам рекомендуется использовать следующие современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – крупнейшая российская электронная библиотека научных публикаций, интегрированная с Российским индексом научного цитирования (РИНЦ). Содержит полнотекстовые статьи из научных журналов по энергетическому машиностроению, двигателестроению и смежным отраслям. Позволяет отслеживать публикационную

активность и находить актуальные исследования. Доступ открыт с любого компьютера через сеть Интернет по адресу: https://elibrary.ru.

КиберЛенинка – научная электронная библиотека открытого доступа. Содержит полнотекстовые научные статьи, в том числе по техническим наукам, энергетическому машиностроению и двигателестроению. Все материалы доступны бесплатно. Адрес ресурса: https://cyberleninka.ru.

Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов (docs.cntd.ru**)** – бесплатная база нормативных документов, включающая ГОСТы, технические условия, строительные нормы и правила. Удобна для оперативного поиска актуальных стандартов, необходимых при проектировании и расчётах деталей и узлов двигателей. Адрес: https://docs.cntd.ru.

Росстандарт (ФГУП «Стандартинформ») – официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии. Содержит информацию о действующих стандартах, технических регламентах и нормативных документах. Адрес: https://www.gost.ru.

Научная библиотека Московского политехнического университета – электронный каталог библиотеки университета, содержащий информацию о фондах учебной и научной литературы. Доступен с любого устройства, имеющего подключение к интернету. Адрес: https://lib.mospolytech.ru.

«Известия вузов. Машиностроение» – рецензируемый научный журнал открытого доступа, публикующий статьи по актуальным проблемам машиностроения, включая двигателестроение. Входит в перечень ВАК. Содержит исследования по рабочему процессу ДВС, динамике, прочности и другим направлениям. Адрес: https://izvuzmash.ru.

Объединение сетевых электронных библиотек (СЭБ) – некоммерческое партнёрство, объединяющее научную и учебную литературу вузов — участников проекта. Обеспечивает доступ к учебно-методическим материалам по техническим специальностям. Доступ осуществляется через портал ЭБС «Лань»: https://e.lanbook.com (авторизация по IP-адресам университета или через личный кабинет).

5. Материально-техническое обеспечение

Для успешного освоения дисциплины используется общий аудиторный фонд университета и специализированные аудитории, закреплённые за кафедрой, имеющие следующее материально-техническое обеспечение:

Наименование специальных помещений	**Оснащённость специальных помещений**
Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-222 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13	Комплект мебели для учебного процесса. Мультимедийное оборудование: интерактивная электронная доска, экран для проектора, переносной ноутбук, проектор. Возможность доступа в интернет.
Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-223 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13	Комплект мебели для учебного процесса. Мультимедийное оборудование: интерактивная электронная доска, переносной ноутбук. Возможность доступа в интернет.
Компьютерный класс № Нд-224 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13	Компьютеры и мебель для учебного процесса. Мультимедийное оборудование: интерактивная электронная доска, переносной ноутбук. Возможность доступа в интернет.
Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-229 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13	Комплект мебели для учебного процесса. Мультимедийное оборудование: интерактивная электронная доска, переносной ноутбук. Возможность доступа в интернет.
Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Н-406 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13	Комплект мебели для учебного процесса. Мультимедийное оборудование: интерактивная электронная доска, экран для проектора, переносной ноутбук, проектор. Возможность доступа в интернет.

6. Методические рекомендации

6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Эффективность освоения дисциплины определяется качеством организации учебного процесса, выбором адекватных форм и методов обучения. Преподавателю необходимо учитывать специфику дисциплины, уровень подготовленности обучающихся и современные образовательные технологии.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- чётко представлять, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- ознакомиться с видами учебной работы и содержанием разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен:

- назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы;
- во вступительной части обосновать место и роль темы, раскрыть её практическое значение, увязать с предыдущим материалом;
- в основной части раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание на ключевых категориях, явлениях и процессах, аргументированно обосновывать собственную позицию, приводить примеры, задавать риторические вопросы;
- руководить конспектированием, подчёркивая необходимость фиксации основных положений;
- в заключительной части сформулировать выводы, объявить план следующего занятия, дать рекомендации по подготовке.

При проведении практических (семинарских) занятий рекомендуется:

- обеспечивать активное участие всех студентов, использовать индивидуальные выступления, групповые дискуссии, решение практических задач, разбор кейсов;
- контролировать степень усвоения материала, поощрять самостоятельный поиск информации.

При проведении лабораторных занятий (при наличии) рекомендуется:

- ознакомить студентов с правилами техники безопасности;
- обеспечить понимание цели и задач каждой работы;
- организовать защиту работ с оценкой понимания сущности изучаемых процессов.

При организации самостоятельной работы студентов следует:

- чётко формулировать задания, указывать сроки выполнения;
- обеспечивать необходимыми учебно-методическими материалами;
- осуществлять регулярный контроль выполнения.

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации рекомендуется:

- использовать разнообразные формы контроля в соответствии с фондом оценочных средств;
- обеспечить объективность оценивания, руководствуясь установленными критериями;
- своевременно доводить результаты до студентов с указанием ошибок и рекомендаций.

В целях повышения эффективности образовательного процесса рекомендуется использовать:

- мультимедийные презентации для визуализации материала;
- интерактивные методы обучения (деловые игры, дискуссии, разбор кейсов);
- дистанционные образовательные технологии;
- материалы, размещённые в системе дистанционного обучения Московского Политеха (СДО-LMS).

6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины осуществляется при контактной работе с преподавателем и в процессе самостоятельной работы. Эффективное освоение предполагает регулярное посещение всех видов аудиторных занятий, выполнение плана самостоятельной работы в полном объёме и прохождение аттестации в соответствии с календарным учебным графиком.

Студенту рекомендуется ознакомиться со списком основной и дополнительной литературы и взять в библиотеке необходимые издания. Доступ к информационным ресурсам организован в читальных залах библиотеки со стационарных ПЭВМ, либо с личного устройства через беспроводной доступ.

Изучение дисциплины должно сопровождаться интенсивной самостоятельной работой с рекомендованными источниками и материалами лекций. Начинать самостоятельные занятия следует с первого дня изучения дисциплины и проводить их регулярно.

Каждый студент должен самостоятельно планировать свою работу, исходя из возможностей и приоритетов. Для плодотворной работы важно организовать постоянное рабочее место, чередовать труд и отдых (перерывы каждые 1–2 часа).

Особое место уделяется консультированию как форме обучения и контроля. Консультирование предполагает взаимодействие между преподавателем и студентами, направленное на разрешение проблем.

Для успешного освоения дисциплины рекомендуется:

- систематически посещать лекции, вести конспект;
- готовиться к практическим занятиям заранее, изучая теорию и выполняя задания;
- при наличии лабораторных работ — выполнять их в соответствии с методическими указаниями, оформлять отчёты и готовиться к защите;
- своевременно выполнять задания для самостоятельной работы;
- активно участвовать в обсуждениях, задавать вопросы;
- использовать СДО-LMS для доступа к материалам и выполнения тестов;
- регулярно проверять свои знания с помощью вопросов для самопроверки.

При подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации рекомендуется:

- повторить теоретический материал по соответствующим разделам;
- выполнить практические задания, аналогичные разобранным на занятиях;
- ознакомиться с критериями оценивания;
- систематизировать материал, составить краткий план ответов;
- при необходимости посетить консультацию преподавателя.

Соблюдение данных рекомендаций позволит качественно освоить учебный материал и успешно пройти все формы контроля.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Сформированность компетенций при изучении дисциплины определяется посредством оценки соответствия ответов и выполнения заданий заявленным индикаторам в рамках мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации в форме зачета.

Дисциплина «Конструкторская документация при проектировании двигателей» является формирующей для компетенций ПК-1 (в части оформления конструкторской документации) и УК-2 (в части определения задач и выбора оптимальных способов их решения с учётом правовых норм). Дисциплина обеспечивает систематизированные знания и практические навыки в области разработки, оформления и чтения конструкторской документации на детали и узлы поршневых двигателей и турбомашин в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), необходимые для выполнения третьего этапа сквозного проекта «3D-моделирование, создание цифрового двойника» и последующей разработки полного комплекта конструкторской документации.

В процессе изучения дисциплины оценивается сформированность следующих компетенций и индикаторов.

По компетенции ПК-1 (способен разрабатывать проектную и рабочую конструкторскую документацию на поршневые двигатели, турбомашины и их компоненты с использованием современных CAD-систем) проверяются следующие индикаторы достижения компетенции:

- **ИПК-1.3.** Способен генерировать ассоциативный чертёж общего вида из 3D-модели по стандартам ЕСКД.
- **ИПК-1.4.** Способен оформлять сборочный чертёж узла двигателя с разрезами и спецификацией.
- **ИПК-1.5.** Способен выпускать рабочие чертежи оригинальных деталей с полем допусков и шероховатостью.
- **ИПК-1.6.** Способен формировать электронный архив КД (структуру изделия).

По компетенции УК-2 (способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений) проверяются следующие индикаторы достижения компетенции:

- **ИУК-2.1.** Формулирует совокупность задач в рамках поставленной цели проекта, решение которых обеспечивает её достижение.
- **ИУК-2.2.** Определяет связи между поставленными задачами, основными компонентами проекта и ожидаемыми результатами его реализации.
- **ИУК-2.3.** Выбирает оптимальные способы планирования, распределения зон ответственности, решения задач, анализа результатов с учётом действующих правовых норм, имеющихся условий, ресурсов и ограничений, возможностей использования.

Дисциплина «Конструкторская документация при проектировании двигателей» формирует систематизированные знания и практические навыки, необходимые для выполнения указанных индикаторов компетенций. В третьем семестре, в рамках изучения дисциплины, студент осваивает правила выполнения чертежей деталей и сборочных единиц, нанесения размеров, обозначения шероховатости, допусков формы и расположения, составления спецификаций, а также основы формирования электронного архива конструкторской документации. Кроме того, в ходе выполнения проектных заданий студент учится формулировать совокупность задач, определять связи между ними и выбирать оптимальные способы их решения с учётом требований стандартов ЕСКД.

В процессе изучения дисциплины используются следующие методы контроля.

Текущее (рубежное) тестирование по модулям

Проводится после завершения изучения каждого из двух модулей. Тест состоит из 20 заданий различного типа (выбор правильного ответа, установление соответствия, краткий ответ), направленных на проверку знаний правил оформления конструкторской документации в соответствии с ЕСКД, включая требования к форматам, масштабам, линиям, шрифтам, правилам нанесения размеров, обозначения шероховатости, допусков формы и расположения, правилам выполнения сборочных чертежей и спецификаций. Каждое верно выполненное задание оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов за тест составляет 20. Оценка «зачтено» выставляется при выполнении верно более 75 процентов заданий (набрано более 15 баллов). Данный метод контроля позволяет оценить сформированность индикаторов ИПК-1.3, ИПК-1.4, ИПК-1.5, ИПК-1.6, ИУК-2.1, ИУК-2.2 и ИУК-2.3 в части теоретических основ оформления конструкторской документации.

Устный опрос (собеседование)

Проводится в ходе практических занятий для проверки понимания студентом правил оформления конструкторской документации, способности аргументированно обосновывать выбор количества видов, типов разрезов и сечений, способов нанесения размеров и обозначений. При оценивании учитывается не только содержание ответа, но и качество устной речи, аргументированность суждений, умение вести профессиональную дискуссию и использовать профессиональную терминологию. Устный опрос может быть как индивидуальным, так и фронтальным. Данный метод позволяет оценить сформированность индикаторов ИПК-1.3, ИПК-1.4, ИПК-1.5, ИПК-1.6, ИУК-2.1, ИУК-2.2 и ИУК-2.3.

Практические занятия

Практические занятия являются основной формой практического обучения. В ходе выполнения практических заданий (выполнение эскизов деталей, разработка рабочих чертежей, составление спецификаций, оформление сборочных чертежей) оценивается способность студента применять теоретические знания для решения конкретных профессиональных задач. При выполнении практических заданий оценивается способность студента соблюдать требования ЕСКД, правильно выбирать форматы, масштабы, виды, разрезы и сечения, грамотно наносить размеры и обозначения, а также соблюдать установленные сроки выполнения заданий. Результаты выполнения практических заданий фиксируются в виде чертежей, которые защищаются студентом в устной форме. Данный метод позволяет оценить сформированность индикаторов ИПК-1.3, ИПК-1.4, ИПК-1.5, ИПК-1.6, ИУК-2.1, ИУК-2.2 и ИУК-2.3.

Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены учебным планом.

Индивидуальное задание в рамках сквозного проекта

Индивидуальное задание в рамках сквозного проекта является одним из ключевых методов контроля, позволяющим оценить способность студента применять полученные теоретические знания и практические навыки для решения комплексной профессиональной задачи. В третьем семестре индивидуальное задание представляет собой разработку полного комплекта конструкторской документации на узел поршневого двигателя (поршневая группа, шатунно-поршневая группа, клапанный механизм), включая рабочие чертежи оригинальных деталей, сборочный чертёж и спецификацию. Задание выполняется студентом самостоятельно в течение семестра. В процессе выполнения задания студент должен продемонстрировать умение формулировать совокупность задач (ИУК-2.1), определять связи между ними (ИУК-2.2), выбирать оптимальные способы их решения с учётом требований ЕСКД (ИУК-2.3), а также генерировать ассоциативные чертежи по 3D-моделям (ИПК-1.3), оформлять сборочные чертежи и спецификации (ИПК-1.4), выпускать рабочие чертежи деталей с полем допусков и шероховатостью (ИПК-1.5), формировать электронный архив конструкторской документации (ИПК-1.6). При оценке учитываются полнота выполнения задания, правильность оформления чертежей и спецификаций в соответствии с требованиями ЕСКД, качество оформления отчета, а также соблюдение сроков выполнения этапов работы.

Зачет

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета по завершении изучения дисциплины. Зачет проводится в форме устного собеседования по вопросам, охватывающим весь материал дисциплины, с обязательным выполнением практического задания (оформление чертежа детали или сборочного чертежа в соответствии с требованиями ЕСКД). Зачет позволяет комплексно оценить целостность сформированных знаний и умений, а также способность студента применять их для решения профессиональных задач, связанных с разработкой конструкторской документации в рамках третьего этапа сквозного проекта «3D-моделирование, создание цифрового двойника». На зачете проверяются все индикаторы компетенций ПК-1 и УК-2.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в форме «зачтено» или «не зачтено» как для мероприятий текущего контроля, так и для промежуточной аттестации в форме зачета.

Критерии оценки текущего (рубежного) тестирования по модулям

Текущее (рубежное) тестирование проводится после завершения изучения каждого модуля. Тест состоит из 20 заданий различного типа (выбор правильного ответа, установление соответствия, краткий ответ). Каждое верно выполненное задание оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов за тест составляет 20.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если выполнено верно более 75 процентов заданий теста, то есть набрано более 15 баллов. Студент, получивший «зачтено», демонстрирует достаточное знание теоретического материала модуля, владеет основными правилами оформления конструкторской документации в соответствии с ЕСКД, знает требования к форматам, масштабам, линиям, шрифтам, правилам нанесения размеров, обозначения шероховатости, допусков

формы и расположения, правилам выполнения сборочных чертежей и спецификаций. Это свидетельствует о сформированности на пороговом уровне индикаторов ИПК-1.3, ИПК-1.4, ИПК-1.5, ИПК-1.6, ИУК-2.1, ИУК-2.2 и ИУК-2.3 в части теоретических основ оформления конструкторской документации.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если выполнено верно менее 75 процентов заданий теста, то есть набрано 15 баллов и менее. Студент, получивший «не зачтено», не владеет основным материалом модуля, допускает грубые ошибки в понимании правил оформления конструкторской документации, не знает основных требований ЕСКД. Студент обязан ликвидировать задолженность по модулю до прохождения следующего рубежного контроля.

Критерии оценки устного опроса (собеседования)

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который продемонстрировал достаточный уровень знаний материала. Студент свободно ориентируется в правилах оформления конструкторской документации, понимает требования к чертежам деталей и сборочных единиц, знает правила нанесения размеров, обозначения шероховатости, допусков формы и расположения, правила выполнения спецификаций. Студент способен логично и аргументированно излагать свои мысли, отвечать на уточняющие вопросы, использует профессиональную терминологию. Допускаются отдельные неточности, не искажающие сути ответа.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части материала, допускает грубые ошибки в изложении, не может объяснить основные требования ЕСКД к оформлению чертежей, не способен ответить на дополнительные вопросы, не владеет профессиональной терминологией, а также не может связно и понятно выразить свои мысли в устной форме.

Критерии оценки практических занятий

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который выполнил практическое задание правильно и в установленные сроки. Студент продемонстрировал умение выполнять эскизы и чертежи деталей, оформлять сборочные чертежи и спецификации в соответствии с требованиями ЕСКД. При защите выполненного задания студент показывает понимание цели и методики выполнения работы, уверенно отвечает на контрольные вопросы, правильно интерпретирует полученные результаты. Чертёж оформлен в соответствии с требованиями ЕСКД.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не выполнил практическое задание, выполнил его не в полном объёме или выполнил с грубыми ошибками (нарушение требований ЕСКД). При защите студент не понимает цели и методики работы, не может ответить на контрольные вопросы, допускает грубые ошибки. Чертёж отсутствует или оформлен с грубыми нарушениями требований. Студент обязан выполнить практическое задание повторно в установленные преподавателем сроки.

Критерии оценки индивидуального задания в рамках сквозного проекта

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который выполнил индивидуальное задание в полном объёме и в установленные сроки. Студент демонстрирует умение формулировать совокупность задач, определять связи между ними и выбирать оптимальные способы их решения с учётом требований ЕСКД (УК-2). Комплект конструкторской документации (рабочие чертежи деталей, сборочный чертёж, спецификация) выполнен в полном соответствии с требованиями ЕСКД. Виды, разрезы и сечения выбраны корректно, размеры нанесены правильно, обозначены шероховатость и допуски, спецификация составлена в соответствии с установленной формой. Электронный архив КД сформирован в соответствии с правилами структурирования. При защите студент свободно владеет материалом, аргументированно отвечает на вопросы, демонстрирует понимание взаимосвязи между чертежами различных видов. Сформированность индикаторов ИПК-1.3, ИПК-1.4, ИПК-1.5, ИПК-1.6, ИУК-2.1, ИУК-2.2 и ИУК-2.3 оценивается на пороговом или более высоком уровне.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не выполнил индивидуальное задание, выполнил его не в полном объёме (отсутствуют отдельные чертежи или спецификация) или допустил грубые ошибки (нарушение требований ЕСКД). Студент не демонстрирует понимания правил оформления конструкторской документации. При защите студент не отвечает на во-

просы, не владеет профессиональной терминологией. Сформированность индикаторов не достигла порогового уровня. Студент обязан выполнить индивидуальное задание повторно в установленные преподавателем сроки.

Критерии оценки ответа на зачете

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который продемонстрировал достаточный уровень знаний и умений, необходимых для формирования компетенций по дисциплине. Студент свободно ориентируется в правилах оформления конструкторской документации в соответствии с ЕСКД, знает требования к чертежам деталей и сборочных единиц, правила нанесения размеров, обозначения шероховатости, допусков формы и расположения, правила выполнения спецификаций. Студент способен логично и аргументированно строить устное высказывание, вести диалог с преподавателем по профессиональной тематике, использует профессиональную терминологию. Ответы на теоретические вопросы в целом правильные, но могут содержать незначительные неточности, не искажающие сути. При выполнении практического задания (оформление чертежа детали или сборочного чертежа в соответствии с требованиями ЕСКД) студент демонстрирует понимание методики выполнения работы и способность применять полученные знания для решения конкретной профессиональной задачи. Сформированность индикаторов ИПК-1.3, ИПК-1.4, ИПК-1.5, ИПК-1.6, ИУК-2.1, ИУК-2.2 и ИУК-2.3 оценивается на пороговом или базовом уровне, что позволяет студенту приступить к выполнению третьего этапа сквозного проекта «3D-моделирование, создание цифрового двойника» и последующей разработке конструкторской документации.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не продемонстрировал достаточного уровня знаний и умений. Допущены существенные ошибки, отсутствует понимание правил оформления конструкторской документации. Студент не может выполнить практическое задание или выполняет его с грубыми ошибками, не соблюдает требования ЕСКД. Не способен ответить на дополнительные вопросы, не владеет профессиональной терминологией. Уровень подготовки недостаточен для формирования требуемых компетенций и выполнения этапа сквозного проекта.

Соответствие методов контроля проверяемым индикаторам компетенций

В процессе изучения дисциплины оценивается сформированность знаний и навыков, необходимых для освоения индикаторов компетенций ПК-1 и УК-2. Дисциплина является формирующей для указанных компетенций.

ИПК-1.3 (способен генерировать ассоциативный чертёж общего вида из 3D-модели по стандартам ЕСКД) формируется через выполнение практических заданий и индивидуального задания по созданию ассоциативных чертежей, генерации видов, разрезов, сечений, нанесению размеров. Проверяется методами: текущее тестирование, устный опрос, практические занятия, индивидуальное задание, зачет.

ИПК-1.4 (способен оформлять сборочный чертёж узла двигателя с разрезами и спецификацией) формируется через выполнение практических заданий и индивидуального задания по созданию сборочных чертежей, нанесению номеров позиций, составлению спецификаций. Проверяется методами: текущее тестирование, устный опрос, практические занятия, индивидуальное задание, зачет.

ИПК-1.5 (способен выпускать рабочие чертежи оригинальных деталей с полем допусков и шероховатостью) формируется через выполнение практических заданий и индивидуального задания по созданию рабочих чертежей деталей с нанесением размеров, допусков, обозначением шероховатости. Проверяется методами: текущее тестирование, устный опрос, практические занятия, индивидуальное задание, зачет.

ИПК-1.6 (способен формировать электронный архив КД) формируется через освоение правил сохранения и структурирования файлов чертежей, спецификаций и других конструкторских документов в рамках выполнения индивидуального задания. Проверяется методами: практические занятия, индивидуальное задание, зачет.

ИУК-2.1 (формулирует совокупность задач в рамках поставленной цели проекта) формируется через выполнение индивидуального задания, в котором студент самостоятельно определяет перечень необходимых чертежей и документов для разработки КД на заданный узел. Проверяется методами: устный опрос, индивидуальное задание, зачет.

ИУК-2.2 (определяет связи между поставленными задачами, основными компонентами проекта и ожидаемыми результатами) формируется через анализ взаимосвязей между чертежами деталей, сборочным чертежом и спецификацией в рамках индивидуального задания. Проверяется методами: устный опрос, индивидуальное задание, зачет.

ИУК-2.3 (выбирает оптимальные способы решения задач с учётом правовых норм, ресурсов и ограничений) формируется через выбор оптимальных способов оформления чертежей с учётом требований ЕСКД и имеющихся ресурсов (форматы, масштабы, типы разрезов). Проверяется методами: устный опрос, практические занятия, индивидуальное задание, зачет.

Оценка сформированности знаний и навыков осуществляется комплексно с использованием всех методов контроля. Результаты текущего и рубежного тестирования, устных опросов, выполнения практических заданий, защиты индивидуального задания в рамках сквозного проекта, а также зачета учитываются при формировании итоговой оценки по дисциплине и оценке выполнения третьего этапа сквозного проекта. Дисциплина «Конструкторская документация при проектировании двигателей» закладывает содержательную основу для последующей разработки полного комплекта конструкторской документации, обеспечивая студента знаниями и навыками, необходимыми для профессиональной деятельности в области энергетического машиностроения.

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

7.3.1.1 Модульная структура дисциплины

Дисциплина изучается в 3-м семестре. Семестр делится на три равных модуля (периода), каждый из которых включает определенные темы.

Модуль 1 (недели 1–6) — Оформление конструкторской документации. Изображения и соединения

Включает темы:

- Тема 1. Введение. Единая система конструкторской документации (ЕСКД)
- Тема 2. Основные правила выполнения чертежей
- Тема 3. Выполнение чертежей деталей
- Тема 4. Сборочные чертежи и спецификации

Модуль 2 (недели 7–12) — Допуски, посадки и основы работы в САПР

Включает темы:

- Тема 5. Допуски, посадки и шероховатость поверхностей
- Тема 6. Основы работы в системах автоматизированного проектирования (САПР)
- Тема 7. Оформление текстовых конструкторских документов

Модуль 3 (недели 13–18) — Комплексная разработка КД

Включает темы:

- Выполнение индивидуального задания (разработка комплекта КД на узел двигателя)
- Защита индивидуального задания
- Подготовка к зачету

7.3.1.2 Рубежный контроль по модулям (устный опрос/собеседование)

7.3.1.2.1 Модуль 1. Оформление конструкторской документации. Изображения и соединения

Перечень вопросов для собеседования:

1. Роль конструкторской документации в жизненном цикле изделия. Место дисциплины в сквозном проекте: формирование базовых знаний для последующей разработки КД.
2. Понятие о ЕСКД. Стандарты ЕСКД: классификация, обозначение. Основные виды конструкторских документов.
3. Стадии разработки КД: техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, технический проект, рабочая документация. Состав документации на различных стадиях.
4. Форматы, масштабы, линии чертежа по ГОСТ 2.303-68. Основные типы линий и их применение.
5. Шрифты чертежные по ГОСТ 2.304-81. Правила нанесения надписей, размеров, предельных отклонений.

6. Виды: основные (главный вид, вид сверху, вид слева), местные, дополнительные. Правила расположения видов.
7. Разрезы: классификация (простые, сложные), правила выполнения. Соединение части вида и части разреза.
8. Сечения: вынесенные и наложенные. Правила выполнения и обозначения.
9. Выносные элементы: назначение, правила выполнения и обозначения.
10. Условности и упрощения, применяемые на чертежах.
11. Порядок разработки рабочего чертежа детали. Выбор главного изображения. Определение необходимого количества видов, разрезов, сечений.
12. Правила нанесения размеров: конструкторские, технологические, измерительные базы. Цепи размеров.
13. Обозначение материалов на чертежах. Обозначение покрытий и термообработки.
14. Особенности выполнения чертежей типовых деталей двигателя: поршень, шатун, коленчатый вал, клапан, гильза цилиндра.
15. Назначение и содержание сборочного чертежа. Требования к изображению сборки: виды, разрезы, сечения.
16. Номера позиций на сборочном чертеже: правила нанесения. Выносные линии, полки-линии-выноски.
17. Спецификация: форма и порядок заполнения по ГОСТ 2.108-68. Разделы спецификации. Составление спецификации на сборочную единицу.
18. Условности и упрощения при изображении типовых соединений (резьбовых, сварных, паяных).
19. Сварные соединения: типы сварных швов. Изображение и обозначение сварных швов на чертежах в соответствии с ГОСТ 2.312-72.
20. Паяные и клееные соединения: условности и упрощения при изображении.

7.3.1.2.2 Модуль 2. Допуски, посадки и основы работы в САПР

Перечень вопросов для собеседования:

1. Единая система допусков и посадок (ЕСДП). Основные понятия: номинальный размер, отклонение, допуск, посадка. Квалитеты.
2. Обозначение полей допусков и посадок на чертежах. Выбор посадок для типовых сопряжений двигателя (поршень-цилиндр, поршневой палец-бобышка, шатун-шейка коленчатого вала).
3. Понятие шероховатости поверхности. Параметры шероховатости (Ra, Rz). Обозначение шероховатости на чертежах по ГОСТ 2.309-73.
4. Допуски формы и расположения поверхностей. Отклонения и допуски формы (прямолинейности, плоскостности, круглости, цилиндричности).
5. Отклонения и допуски расположения (параллельности, перпендикулярности, соосности, симметричности). Суммарные допуски формы и расположения.
6. Обозначение допусков формы и расположения на чертежах. Взаимосвязь допусков формы, шероховатости и точности обработки.
7. Обзор современных САПР для машиностроения (КОМПАС-3D, SolidWorks, Autodesk Inventor). Их роль в разработке конструкторской документации.
8. Создание 3D-модели детали: эскизы, операции выдавливания, вращения, по сечениям, массивы.
9. Формирование ассоциативного чертежа из 3D-модели. Генерация видов, разрезов, сечений.
10. Простановка размеров, допусков, шероховатости в электронном чертеже. Оформление спецификации.
11. Общие требования к текстовым документам по ГОСТ 2.105-95. Структура текстового документа.
12. Правила оформления формул, рисунков, таблиц. Ссылки на литературу и нормативные документы.
13. Пояснительная записка к курсовому проекту: структура и содержание разделов. Связь со сквозным проектом.

7.3.1.2.3 Модуль 3. Комплексная разработка КД

Перечень вопросов для собеседования (в рамках защиты индивидуального задания):

1. Обоснование выбора главного изображения для разрабатываемой детали.
2. Анализ геометрической формы детали: из каких простейших геометрических тел она состоит?

3. Обоснование необходимости выполнения разрезов и сечений на чертеже.
4. Правила нанесения размеров: какие размеры являются конструкторскими, технологическими, измерительными базами?
5. Обоснование назначенных полей допусков и посадок для сопрягаемых поверхностей.
6. Обоснование выбора обозначения шероховатости для различных поверхностей детали.
7. Порядок составления спецификации к сборочному чертежу.
8. Типичные ошибки при оформлении чертежей и способы их исправления.
9. Взаимосвязь между 3D-моделью и ассоциативным чертежом.
10. Анализ технологичности разработанной конструкции детали.

7.3.1.3 Рубежный контроль по модулям (тестирование)

Тестирование проводится после завершения изучения каждого модуля. Тест состоит из 20 заданий различного типа (выбор правильного ответа, установление соответствия, краткий ответ, решение задачи на построение). Каждое верно выполненное задание оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов за тест — 20. Оценка «зачтено» выставляется при выполнении верно более 75% заданий (более 15 баллов).

Пример тестовых заданий (один вариант)

1. **Какой разрез называется сложным?**
2. A) Разрез, выполненный одной секущей плоскостью
3. B) Разрез, выполненный несколькими секущими плоскостями
4. C) Разрез, выполненный наклонной плоскостью
5. D) Разрез, выполненный вертикальной плоскостью

Правильный ответ: B

2. **Как изображается резьба на стержне?**
3. A) Сплошной толстой линией по наружному диаметру и сплошной тонкой линией по внутреннему
4. B) Сплошной толстой линией по внутреннему диаметру и сплошной тонкой линией по наружному
5. C) Штриховой линией по наружному диаметру
6. D) Штрихпунктирной линией по внутреннему диаметру

Правильный ответ: A

3. **Какой раздел спецификации заполняется в последнюю очередь?**
4. A) Документация
5. B) Сборочные единицы
6. C) Детали
7. D) Стандартные изделия

Правильный ответ: A

4. **Какое условное обозначение имеет метрическая резьба с крупным шагом диаметром 10 мм?**
5. A) M10
6. B) M10×1
7. C) M10×1,5
8. D) M10LH

Правильный ответ: A

5. **Какой параметр шероховатости характеризует среднее арифметическое отклонение профиля?**
6. A) Ra
7. B) Rz
8. C) Rmax
9. D) Sm

Правильный ответ: A

7.3.1.4 Оценочные средства для индивидуального задания в рамках сквозного проекта

Индивидуальное задание в рамках сквозного проекта в третьем семестре представляет собой разработку комплекта конструкторской документации на узел поршневого двигателя и является подготовительным этапом к выполнению курсовой работы по дисциплине «Разработка конструкторской документации на двигатели и их компоненты» в седьмом семестре.

Содержание индивидуального задания:

Индивидуальное задание включает в себя выполнение следующих этапов:

1. **Анализ узла двигателя.** Студент изучает конструктивные особенности заданного узла поршневого двигателя, анализирует состав деталей, их взаимное расположение и характер соединений.
2. **Выполнение эскизов деталей.** На основе анализа узла студент выполняет эскизы входящих в узел деталей (2–3 детали) с натуры или по чертежам-аналогам. Эскизы выполняются на форматах А4 или А3 в карандаше с соблюдением правил оформления.
3. **Разработка сборочного чертежа.** На основе эскизов деталей студент разрабатывает сборочный чертеж узла двигателя. Сборочный чертеж выполняется на формате А3 или А2 с необходимыми разрезами и сечениями, с нанесением номеров позиций.
4. **Составление спецификации.** К сборочному чертежу составляется спецификация в соответствии с требованиями ЕСКД.
5. **Выполнение рабочих чертежей деталей.** По сборочному чертежу студент выполняет рабочие чертежи 2–3 оригинальных деталей с нанесением размеров, обозначением шероховатости, допусков формы и расположения.
6. **Назначение допусков и посадок.** Для типовых сопряжений узла студент назначает обоснованные поля допусков и посадки. При необходимости выполняет расчёт размерной цепи.

Требования к оформлению:

Индивидуальное задание выполняется в форме альбома чертежей, включающего:

- титульный лист с указанием темы задания, ФИО студента, группы, руководителя;
- эскизы деталей (2–3 листа формата А4 или А3);
- сборочный чертеж узла (формат А3 или А2);
- спецификацию к сборочному чертежу;
- рабочие чертежи деталей (2–3 листа формата А3 или А4).

Все чертежи выполняются с соблюдением требований ЕСКД. На сборочном чертеже указываются габаритные, установочные и присоединительные размеры.

Примерные темы индивидуальных заданий:

1. Разработка конструкторской документации на поршневую группу одноцилиндрового двигателя.
2. Разработка конструкторской документации на шатунно-поршневую группу.
3. Разработка конструкторской документации на клапанный механизм головки блока цилиндров.
4. Разработка конструкторской документации на масляный насос шестеренчатого типа.
5. Разработка конструкторской документации на привод газораспределительного механизма (зубчатый ремень, цепь).
6. Разработка конструкторской документации на систему охлаждения (водяной насос, термостат).
7. Разработка конструкторской документации на топливный насос высокого давления (Common Rail).

7.3.1.5 Оценочные средства для практических занятий

Типовые задания для практических занятий

Модуль 1. Оформление конструкторской документации. Изображения и соединения

Задание 1. Оформление основной надписи. Выполнение чертежа плоской детали

По заданным размерам выполнить чертеж плоской детали (прокладка, пластина) на формате А4. Оформить основную надпись. Нанести размеры. Указать материал детали.

Задание 2. Построение дополнительного и местного видов

По заданному чертежу детали с неполно выявленной формой построить дополнительный вид и местный вид. Нанести размеры.

Задание 3. Выполнение простого разреза

По заданному чертежу детали выполнить простой разрез (горизонтальный, вертикальный, наклонный). Соединить часть вида с частью разреза.

Задание 4. Выполнение сложного разреза

По заданному чертежу детали выполнить сложный ступенчатый разрез. Построить ломаный разрез.

Задание 5. Изображение и обозначение резьбы на чертежах

По заданным параметрам выполнить изображение резьбы на стержне и в отверстии. Нанести обозначение резьбы.

Задание 6. Выполнение чертежа сварного соединения

По заданной схеме выполнить чертеж сварного соединения двух деталей. Обозначить сварные швы в соответствии с ГОСТ 2.312-72.

Задание 7. Выполнение рабочего чертежа детали (поршень)

По заданному эскизу или 3D-модели поршня выполнить рабочий чертеж. Выбрать главное изображение, выполнить необходимые разрезы. Нанести размеры, обозначить шероховатость, допуски формы и расположения. Указать материал.

Задание 8. Выполнение рабочего чертежа детали (шатун)

По заданному эскизу или 3D-модели шатуна выполнить рабочий чертеж. Выбрать главное изображение, выполнить необходимые разрезы. Нанести размеры, обозначить шероховатость. Указать материал (сталь 40Х).

Задание 9. Разработка сборочного чертежа поршневой группы

По заданным рабочим чертежам деталей (поршень, палец, кольца, шатун) разработать сборочный чертёж поршневой группы. Выполнить необходимые разрезы. Нанести номера позиций.

Задание 10. Составление спецификации на поршневую группу

На основе разработанного сборочного чертежа составить спецификацию. Оформить в соответствии с требованиями ЕСКД.

Модуль 2. Допуски, посадки и основы работы в САПР

Задание 11. Назначение полей допусков для типовых сопряжений двигателя

Для заданных сопряжений (поршень-цилиндр, поршневой палец-бобышка, шатун-шейка коленчатого вала) назначить поля допусков. Обосновать выбор.

Задание 12. Обозначение допусков формы и расположения на чертеже

Для заданной детали (вал, поршень) назначить допуски формы (цилиндричности, круглости) и расположения (соосности, параллельности). Выполнить простановку на чертеже.

Задание 13. Расчёт размерной цепи

Для поршневой группы построить размерную цепь, замыкающим звеном которой является зазор между поршнем и цилиндром. Выполнить расчёт размерной цепи методом полной взаимозаменяемости.

Задание 14. Создание 3D-модели детали в САПР

В CAD-системе создать 3D-модель детали «Поршень» по заданным параметрам. Использовать операции вращения, выдавливания, вспомогательные элементы.

Задание 15. Формирование ассоциативного чертежа из 3D-модели

По созданной 3D-модели детали (поршень) сгенерировать ассоциативный чертеж. Выполнить генерацию видов, разрезов, сечений. Нанести размеры.

Задание 16. Оформление спецификации в САПР

По созданной 3D-сборке поршневой группы сформировать спецификацию. Настроить форматы, заполнить разделы.

Модуль 3. Комплексная разработка КД

Задание 17. Анализ состава и комплектности КД для различных стадий разработки

По заданному изделию (узел двигателя) определить состав и комплектность КД для стадии «Технический проект» и «Рабочая документация». Сравнить.

Задание 18. Оформление фрагмента пояснительной записки

Оформить фрагмент пояснительной записки: титульный лист, содержание, введение. Выполнить оформление формул, рисунков, таблиц, ссылок.

Задание 19. Комплексная защита индивидуального задания

Презентация результатов выполненного индивидуального задания. Ответы на вопросы по конструкции узла, оформлению чертежей, назначению допусков.

7.3.1.6 Оценочные средства для курсовой работы (проекта)

Курсовой проект (курсовая работа) по дисциплине не предусмотрены учебным планом. Курсовая работа выполняется в седьмом семестре по дисциплине «Разработка конструкторской документации на двигатели и их компоненты». Результаты освоения данной дисциплины являются основой для выполнения этой курсовой работы.

7.3.2 Промежуточная аттестация (зачет)

7.3.2.1 Условия допуска к зачету

Студент допускается к сдаче зачета при выполнении следующих условий:

- Успешное прохождение всех трех рубежных контролей (устных опросов по модулям) с оценкой не ниже «удовлетворительно».
- Выполнение и защита всех практических занятий, предусмотренных учебным планом (не менее 80% заданий выполнены и защищены).
- Выполнение и защита индивидуального задания в рамках сквозного проекта (разработка комплекта КД на узел двигателя) с оценкой не ниже «удовлетворительно».
- Отсутствие академической задолженности по дисциплине.

7.3.2.2 Структура билета на зачете

Зачет проводится в форме устного собеседования по вопросам, охватывающим весь материал дисциплины. В процессе собеседования студенту может быть предложено выполнить практическое задание (выполнение чертежа детали, назначение допусков, расчёт размерной цепи).

Структура собеседования:

- **Теоретический вопрос 1:** из области оформления конструкторской документации, изображений, соединений.
- **Теоретический вопрос 2:** из области допусков и посадок, шероховатости, основ работы в САПР.
- **Практическое задание:** выполнение фрагмента чертежа детали, назначение допусков, расчёт размерной цепи.

7.3.2.3 Перечень вопросов для подготовки к зачету

Модуль 1. Оформление конструкторской документации. Изображения и соединения

1. Роль конструкторской документации в жизненном цикле изделия. Стадии разработки КД по ЕСКД.
2. Виды изделий и конструкторских документов. Форматы, масштабы, линии чертежа.
3. Шрифты чертежные по ГОСТ 2.304-81. Правила нанесения надписей, размеров, предельных отклонений.
4. Виды (основные, местные, дополнительные). Правила расположения видов.
5. Разрезы простые и сложные. Соединение части вида и части разреза.
6. Сечения вынесенные и наложенные. Выносные элементы.
7. Условности и упрощения на чертежах.
8. Порядок разработки рабочего чертежа детали. Выбор главного изображения.
9. Правила нанесения размеров: конструкторские, технологические, измерительные базы.
10. Обозначение материалов на чертежах. Обозначение покрытий и термообработки.
11. Особенности выполнения чертежей типовых деталей двигателя: поршень, шатун, коленчатый вал, клапан.
12. Назначение и содержание сборочного чертежа.
13. Номера позиций на сборочном чертеже. Спецификация: форма, разделы, порядок заполнения.
14. Условности и упрощения при изображении типовых соединений.
15. Сварные соединения: типы сварных швов, изображение и обозначение.

Модуль 2. Допуски, посадки и основы работы в САПР

16. Единая система допусков и посадок (ЕСДП). Основные понятия: номинальный размер, отклонение, допуск, посадка. Квалитеты.
17. Обозначение полей допусков и посадок на чертежах. Выбор посадок для типовых сопряжений двигателя.
18. Понятие шероховатости поверхности. Параметры шероховатости (Ra, Rz). Обозначение на чертежах.
19. Допуски формы и расположения поверхностей. Обозначение на чертежах.

20. Обзор современных САПР для машиностроения. Их роль в разработке конструкторской документации.
21. Создание 3D-модели детали: эскизы, операции выдавливания, вращения, по сечениям, массивы.
22. Формирование ассоциативного чертежа из 3D-модели. Генерация видов, разрезов, сечений.
23. Простановка размеров, допусков, шероховатости в электронном чертеже. Оформление спецификации.
24. Общие требования к текстовым документам по ГОСТ 2.105-95. Структура текстового документа.
25. Правила оформления формул, рисунков, таблиц. Ссылки на литературу и нормативные документы.
26. Пояснительная записка к курсовому проекту: структура и содержание разделов.

Модуль 3. Комплексная разработка КД (вопросы для защиты)

27. Обоснование выбора главного изображения для детали.
28. Анализ геометрической формы детали.
29. Обоснование необходимости выполнения разрезов и сечений.
30. Правила нанесения размеров: конструкторские, технологические, измерительные базы.
31. Обоснование назначенных полей допусков и посадок.
32. Обоснование выбора обозначения шероховатости.
33. Порядок составления спецификации к сборочному чертежу.
34. Типичные ошибки при оформлении чертежей.
35. Анализ технологичности разработанной конструкции детали.

7.3.2.4 Примеры практических заданий для зачета

Пример 1. Выполнение чертежа детали

Задание: По заданному чертежу детали (поршень) выполнить рабочий чертеж. Выбрать главное изображение. Нанести размеры, обозначить шероховатость поверхностей (Ra = 0,8 для рабочей поверхности, Ra = 3,2 для остальных), указать материал (АЛ25). Обозначить допуск цилиндричности юбки 0,02 мм.

Пример 2. Назначение допусков и посадок

Задание: Для сопряжения «поршень-цилиндр» с номинальным диаметром 80 мм, зазором 0,05–0,10 мм назначить поля допусков для отверстия и вала. Выбрать систему посадки. Обозначить посадку на чертеже.

Пример 3. Расчёт размерной цепи

Задание: Для размерной цепи, представленной на схеме, определить допуск замыкающего звена методом полной взаимозаменяемости. Номинальные размеры составляющих звеньев: A1 = 100 мм, A2 = 30 мм, A3 = 20 мм, A4 = 45 мм. Допуски составляющих звеньев: TA1 = 0,2 мм, TA2 = 0,1 мм, TA3 = 0,1 мм, TA4 = 0,15 мм. Определить, какие звенья являются увеличивающими, а какие — уменьшающими.

Пример 4. Чтение сборочного чертежа

Задание: По заданному сборочному чертежу поршневой группы определить: количество деталей в сборке, названия деталей, тип сопряжения поршня с гильзой, тип сопряжения поршневого пальца с бобышками поршня. Назвать детали, обозначенные позициями 1, 2, 3. Объяснить назначение разреза на главном изображении.

Пример 5. Создание ассоциативного чертежа (при наличии CAD-системы)

Задание: По предоставленной 3D-модели детали «Шатун» сгенерировать ассоциативный чертеж. Выполнить главный вид, вид сверху, необходимые разрезы. Нанести размеры, обозначить шероховатость поверхностей (Ra = 1,6 для рабочих поверхностей, Ra = 6,3 для остальных). Указать материал (сталь 40Х).