Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 25.06.2026 12:15:50
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

ГРАФИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ И МЕХАНИЗМОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАШИН

Направление подготовки/ специальность
13.03.03 «Энергетическое машиностроение»

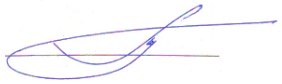
Профиль/ специализация
Поршневые двигатели и турбомашины

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 5
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 10
3.4.1. Семинарские/практические занятия 10
3.4.2. Лабораторные занятия 12
3.5. Тематика курсовых работ 13
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 13
4.1. Нормативные документы и ГОСТы 13
4.2. Основная литература 15
4.3. Дополнительная литература 15
4.4. Электронные образовательные ресурсы 15
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 15
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 16
5. Материально-техническое обеспечение 16
6. Методические рекомендации 17
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 17
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 18
7. Фонд оценочных средств 19
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 19
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 20
7.3 Оценочные средства 21

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся комплекса теоретических знаний и практических навыков в области начертательной геометрии и машиностроительного черчения, необходимых для создания, чтения и оформления конструкторской документации на детали и сборочные единицы поршневых двигателей и турбомашин в соответствии с требованиями ЕСКД, обеспечивая графическую поддержку первого (концептуального) и второго (3D-проектирование) этапов сквозного проектирования.

Задачами дисциплины являются:

В части начертательной геометрии (1 семестр):

– изучение методов проецирования (центрального, параллельного, ортогонального) и способов построения обратимых чертежей пространственных форм;

– освоение способов преобразования чертежа для определения натуральных величин геометрических элементов;

– изучение методов построения проекций точек, прямых, плоскостей, поверхностей и их пересечений;

– формирование навыков построения разверток поверхностей и выполнения технических рисунков деталей.

В части машиностроительного черчения (2 семестр):

– изучение правил оформления конструкторской документации в соответствии со стандартами ЕСКД (форматы, масштабы, линии, шрифты, основная надпись);

– освоение правил выполнения и обозначения изображений (видов, разрезов, сечений) на чертежах деталей;

– изучение правил изображения и обозначения резьбовых, сварных и других соединений;

– формирование навыков эскизирования деталей с натуры и выполнения рабочих чертежей;

– освоение методик чтения и деталирования сборочных чертежей, составления спецификаций;

– приобретение навыков выполнения кинематических и гидравлических схем применительно к системам двигателей.

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

Планируемые результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	**ИОПК-1.2.** Умеет выполнять практические работы по настройке компьютерной техники **ИОПК-1.3.** Владеет навыками работы с прикладным программным обеспечением **ИОПК-1.4.** Понимает принципы работы современных информационных технологий и может использовать их для решения задач по разработке, проектированию и испытаниям энергетических установок
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 **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 обеспечивает освоение студентами работы в CAD-системах (КОМПАС-3D, AutoCAD) для выполнения практических работ по созданию 3D-моделей и ассоциативных чертежей, формируя навыки настройки программного обеспечения (ИОПК-1.2, ИОПК-1.3) и понимание принципов применения информационных технологий в проектировании энергетических установок (ИОПК-1.4). В рамках курсовой работы и практических заданий студенты учатся формулировать совокупность задач проектирования, определять связи между этапами разработки конструкторской документации и ожидаемыми результатами, а также выбирать оптимальные способы графического отображения информации с учётом стандартов ЕСКД, имеющихся ресурсов и ограничений (ИУК-2.1, ИУК-2.2, ИУК-2.3).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина **«Графическое проектирование деталей и механизмов энергетических машин»** относится к **обязательной части блока Б.1** учебного плана (код дисциплины: Б1.1.9) и изучается в **1-м и 2-м семестрах**.

Данная дисциплина является **языком инженера и основой графического проектирования**, обеспечивая первый этап сквозного проекта «**Концептуальное проектирование**» (1 семестр) и второй этап «**3D-проектирование**» (2 семестр). Она формирует базовые навыки визуализации инженерного замысла и оформления конструкторской документации, необходимые на всех последующих этапах создания двигателя.

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

Геометрия (школьный курс): понимание пространственных форм, их свойств и взаимного расположения необходимо для освоения методов проецирования.

Черчение (школьный курс, при наличии): начальные навыки выполнения чертежей облегчают освоение правил оформления конструкторской документации.

Информатика (школьный курс): базовые навыки работы с компьютером необходимы для последующего освоения CAD-систем во 2-м семестре.

Основные положения дисциплины используются в дальнейшем при изучении следующих дисциплин и освоении элементов образовательной программы, обеспечивая последующие этапы сквозного проекта:

- **Теоретические основы поршневых двигателей и турбомашин** (Б1.1.11, 1 семестр): умение читать чертежи необходимо для понимания конструктивных схем и компоновки изучаемых узлов (I этап).
- **Конструкция поршневых двигателей** (Б1.2.2, 2 семестр) и **Конструкция газотурбинных двигателей** (Б1.2.3, 4 семестр): требуют навыков чтения сборочных чертежей и понимания конструктивных форм деталей (II этап).
- **Автоматизированное проектирование в двигателестроении** (Б1.1.12, 2-3 семестры): базируется на знаниях основ черчения и переходит к трёхмерному моделированию в CAD-системах (II этап).
- **Нормирование точности и метрология в энергетическом машиностроении** (Б1.1.14, 3 семестр): требует понимания чертежей для назначения допусков и посадок (II этап).
- **Конструирование и расчет механизмов энергетических установок** (Б1.1.22, 5-6 семестры), **Конструирование поршневых двигателей** (Б1.2.8, 6 семестр) и **Разработка конструкторской документации на двигатели и их компоненты** (Б1.2.15, 7 семестр): требуют навыков выполнения и оформления полного комплекта конструкторской документации (III и IV этапы).

Все последующие дисциплины, связанные с конструированием, расчётом, испытаниями и эксплуатацией двигателей, а также подготовка и защита выпускной квалификационной работы.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **6 зачетных единиц (216 часов)**.

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			1	2
1	Аудиторные занятия	102	48	54
	В том числе:			
1.1	Лекции	34	16	18
1.2	Семинарские/практические занятия	50	32	18
1.3	Лабораторные занятия	18	–	18
2	Самостоятельная работа	114	60	54
3	Промежуточная аттестация			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	Экзамен	Экзамен	Экзамен
	Курсовой проект	–	–	–
	Курсовая работа	Курсовая работа	–	Курсовая работа
	Итого	**216**	**108**	**108**

*Примечание: общая трудоёмкость дисциплины составляет 216 часов. Курсовая работа выполняется во 2-м семестре в рамках часов самостоятельной работы. *

3.2. Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела / темы	Всего часов	Аудиторная работа	Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
Семестр 1	**Начертательная геометрия**						
1	Тема 1. Введение в начертательную геометрию	8	4	2	2	–	4
2	Тема 2. Точка, прямая, плоскость	14	6	2	4	–	8

№ п/п	Название раздела / темы	Всего часов	Аудиторная работа	Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
3	Тема 3. Способы преобразования чертежа	14	6	2	4	–	8
4	Тема 4. Поверхности и многогранники	14	6	2	4	–	8
5	Тема 5. Пересечение поверхностей	16	8	2	6	–	8
6	Тема 6. Развертки поверхностей	14	6	2	4	–	8
7	Тема 7. Аксонометрические проекции	12	6	2	4	–	6
8	Тема 8. Основы технического рисования	10	4	2	2	–	6
9	Подготовка к экзамену	4	–	–	–	–	4
	Итого за 1 семестр	**108**	**48**	**16**	**32**	**–**	**60**
Семестр 2	**Машиностроительное черчение**						
10	Тема 9. Оформление конструкторской документации	10	6	2	2	2	4
11	Тема 10. Изображения: виды, разрезы, сечения	14	8	2	4	2	6
12	Тема 11. Резьбовые соединения	14	8	2	2	4	6
13	Тема 12. Неразъемные соединения	12	6	2	2	2	6

№ п/п	Название раздела / темы	Всего часов	Аудиторная работа	Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
14	Тема 13. Эскизирование деталей	14	8	2	2	4	6
15	Тема 14. Сборочный чертеж	14	8	2	2	4	6
16	Тема 15. Деталирование	12	6	2	2	2	6
17	Тема 16. Схемы (кинематические, гидравлические)	8	4	2	2	–	4
18	Выполнение курсовой работы	8	–	–	–	–	8
19	Подготовка к экзамену	2	–	–	–	–	2
	Итого за 2 семестр	**108**	**54**	**18**	**18**	**18**	**54**
	ИТОГО по дисциплине	**216**	**102**	**34**	**50**	**18**	**114**

3.3. Содержание дисциплины

Семестр 1. Начертательная геометрия

Тема 1. Введение в начертательную геометрию

Предмет начертательной геометрии, её цели и задачи. Роль начертательной геометрии в инженерной деятельности и машиностроительном проектировании. Центральное и параллельное проецирование. Свойства ортогонального проецирования. Метод Монжа. Комплексный чертеж точки. Проецирование точки на две и три плоскости проекций. Координаты точки. Понятие эпюра.

Тема 2. Точка, прямая, плоскость

Проецирование прямой линии. Прямые общего и частного положения. Определение натуральной величины отрезка прямой и углов наклона к плоскостям проекций (способ прямоугольного треугольника). Взаимное положение прямых (параллельные, пересекающиеся, скрещивающиеся). Проецирование плоскости. Способы задания плоскости на чертеже. Прямая и точка в плоскости. Главные линии плоскости (горизонталь, фронталь, линия наибольшего ската). Взаимное положение прямой и плоскости, двух плоскостей. Построение линии пересечения плоскостей.

Тема 3. Способы преобразования чертежа

Способ замены плоскостей проекций. Основные задачи, решаемые способом замены: преобразование прямой общего положения в прямую уровня и проецирующую прямую;

преобразование плоскости общего положения в проецирующую плоскость и плоскость уровня. Способ вращения вокруг проецирующей оси. Способ плоскопараллельного перемещения. Определение натуральной величины плоских фигур. Применение методов преобразования для анализа геометрии деталей поршневых двигателей (определение истинной формы сечения шатуна, поршневого пальца).

Тема 4. Поверхности и многогранники

Образование и задание поверхностей. Классификация поверхностей. Многогранники: призма, пирамида. Построение проекций многогранников. Точки и линии на поверхности многогранников. Поверхности вращения: цилиндр, конус, сфера, тор. Построение проекций поверхностей вращения. Точки на поверхностях. Классификация поверхностей, применяемых в конструкциях поршневых двигателей и турбомашин (цилиндрические, конические, сферические, тороидальные поверхности камер сгорания, поверхности лопаток компрессора и турбины).

Тема 5. Пересечение поверхностей

Пересечение многогранников плоскостью. Построение линии пересечения. Определение натуральной величины сечения. Пересечение поверхностей вращения плоскостью. Построение линий пересечения цилиндра, конуса, сферы плоскостью. Взаимное пересечение поверхностей. Способ вспомогательных секущих плоскостей. Способ концентрических сфер. Построение линии пересечения цилиндра и конуса, цилиндра и сферы. Частные случаи пересечения (теорема Монжа). Примеры пересечений в конструкциях двигателей (сопряжение цилиндра и головки, впускные и выпускные каналы, пересечение отверстий в корпусных деталях).

Тема 6. Развертки поверхностей

Назначение разверток. Способы построения разверток многогранников: способ нормального сечения, способ раскатки. Построение разверток призмы и пирамиды. Построение разверток цилиндра и конуса. Способ триангуляции для построения разверток неразвертывающихся поверхностей. Построение условных разверток сферы и тора. Построение развертки пересекающихся поверхностей. Применение разверток в производстве деталей двигателей (выкройки прокладок, элементы систем выпуска, кожухи, патрубки).

Тема 7. Аксонометрические проекции

Общие понятия об аксонометрических проекциях. Коэффициенты искажения. Классификация аксонометрических проекций. Прямоугольная изометрия. Прямоугольная диметрия. Косоугольная фронтальная изометрия. Построение аксонометрических проекций плоских фигур и геометрических тел. Построение аксонометрических проекций деталей с вырезами. Аксонометрические проекции деталей двигателей (поршень, шатун, коленчатый вал). Нанесение размеров в аксонометрических проекциях.

Тема 8. Основы технического рисования

Назначение технического рисунка. Отличие технического рисунка от чертежа и аксонометрической проекции. Приёмы построения наглядных изображений от руки. Передача объёма с помощью светотени (штриховка, тушевка). Выполнение технических рисунков простых геометрических тел и деталей двигателей. Техническое рисование как средство быстрой фиксации инженерной мысли и эскизирования.

Семестр 2. Машиностроительное черчение

Тема 9. Оформление конструкторской документации

Виды изделий и конструкторских документов по ЕСКД. Стадии разработки конструкторской документации (техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, технический проект, рабочая документация). Форматы, масштабы, линии чертежа, шрифты чертёжные. Основная надпись и её заполнение. Обозначение материалов на чертежах. Стандарты ЕСКД в конструкторской документации на двигатели. Электронная структура изделия и цифровой архив КД. Оформление чертежей в CAD-системах.

Тема 10. Изображения: виды, разрезы, сечения

Основные виды (главный вид, вид сверху, вид слева). Местные виды. Дополнительные виды. Разрезы простые (горизонтальные, вертикальные, наклонные). Соединение части вида и

части разреза. Разрезы сложные (ступенчатые, ломаные). Сечения вынесенные и наложенные. Графическое обозначение материалов в сечениях. Условности и упрощения на чертежах. Применение разрезов и сечений для изображения внутреннего устройства двигателя (поршневая группа, газораспределительный механизм, системы смазки и охлаждения).

Тема 11. Резьбовые соединения

Основные параметры и классификация резьб. Изображение резьбы на стержне и в отверстии. Обозначение стандартных и специальных резьб на чертежах. Стандартные крепёжные резьбовые детали: болты, винты, шпильки, гайки, шайбы. Условные обозначения крепёжных деталей. Расчёт параметров резьбовых соединений в конструкции ДВС. Упрощённые и условные изображения крепёжных деталей на сборочных чертежах. Стопорение резьбовых соединений.

Тема 12. Неразъемные соединения

Сварные соединения. Типы сварных швов. Изображение и обозначение сварных швов на чертежах в соответствии с ГОСТ 2.312-72. Паяные и клееные соединения. Соединения заклепками. Условности и упрощения при изображении неразъемных соединений. Применение неразъемных соединений в производстве картеров, корпусов турбокомпрессоров, выпускных коллекторов, рамных конструкций. Моделирование сварных конструкций в CAD-системах.

Тема 13. Эскизирование деталей

Порядок выполнения эскиза детали с натуры. Выбор главного вида и необходимого количества изображений. Анализ геометрической формы детали. Нанесение размеров с учётом конструктивных, технологических и измерительных баз. Обозначение шероховатости поверхностей. Определение и обозначение материала. Эскизирование деталей поршневого двигателя: поршень, шатун, коленчатый вал, клапан, гильза цилиндра, распределительный вал. Эскизирование деталей турбомашин: рабочее колесо компрессора, лопатка турбины, корпус. Выполнение эскизов в CAD-системе.

Тема 14. Сборочный чертеж

Особенности и содержание сборочного чертежа. Спецификация: форма, порядок заполнения, разделы. Номера позиций на сборочном чертеже. Изображение соединений деталей на сборочных чертежах. Условности и упрощения на сборочных чертежах. Разрезы на сборочных чертежах. Изображение пограничных (смежных) изделий. Разработка сборочного чертежа поршневой группы, головки блока цилиндров, масляного насоса, турбокомпрессора в CAD-системе с созданием спецификации.

Тема 15. Деталирование

Чтение сборочного чертежа. Выявление геометрических форм и размеров деталей, входящих в сборку. Определение сопрягаемых поверхностей и размеров. Выполнение рабочих чертежей деталей по сборочному чертежу. Согласование сопряженных размеров. Назначение допусков и посадок для сопрягаемых поверхностей. Указание шероховатости, допусков формы и расположения. Разработка 3D-моделей и чертежей деталей по сборочному чертежу узла двигателя.

Тема 16. Схемы (кинематические, гидравлические)

Назначение и типы схем. Условные графические обозначения элементов в кинематических схемах (валы, подшипники, муфты, зубчатые передачи и др.). Правила выполнения кинематических схем. Условные графические обозначения в гидравлических и пневматических схемах (насосы, фильтры, клапаны, гидроцилиндры и др.). Правила выполнения гидравлических и пневматических схем. Разработка кинематической схемы кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов. Разработка гидравлической схемы системы смазки или охлаждения двигателя.

3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Семестр 1

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практического занятия	Трудоемкость (час.)
1	Тема 1	Построение комплексного чертежа точки и прямой	2
2	Тема 2	Определение натуральной величины отрезка способом прямоугольного треугольника	2
3	Тема 2	Построение плоскости, прямой и точки в плоскости	2
4	Тема 2	Решение позиционных задач на взаимное положение прямой и плоскости	2
5	Тема 3	Способ замены плоскостей проекций	2
6	Тема 3	Способ вращения и плоскопараллельного перемещения	2
7	Тема 4	Построение проекций многогранников	2
8	Тема 4	Построение проекций цилиндра и конуса	2
9	Тема 4	Построение проекций сферы и тора	2
10	Тема 5	Пересечение многогранников плоскостью	2
11	Тема 5	Пересечение поверхностей вращения плоскостью	2
12	Тема 5	Взаимное пересечение поверхностей (способ вспомогательных секущих плоскостей)	2
13	Тема 5	Взаимное пересечение поверхностей (способ концентрических сфер)	2
14	Тема 6	Построение развертки призмы и цилиндра	2
15	Тема 6	Построение развертки пирамиды и конуса	2
16	Тема 7	Построение прямоугольной изометрии и диметрии	2
17	Тема 8	Выполнение технического рисунка детали	2
	Итого за 1 семестр		**32**

Семестр 2

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практического занятия	Трудоемкость (час.)
1	Тема 9	Оформление основной надписи. Выполнение чертежа плоской детали	2
2	Тема 10	Построение дополнительного и местного видов	2

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практического занятия	Трудоемкость (час.)
3	Тема 10	Выполнение простого разреза	2
4	Тема 10	Выполнение сложного разреза (ступенчатого, ломаного)	2
5	Тема 11	Изображение и обозначение резьбы на чертежах	2
6	Тема 12	Выполнение чертежа сварного соединения	2
7	Тема 13	Эскизирование детали типа «вал» (коленчатый вал ДВС)	2
8	Тема 14	Чтение сборочного чертежа. Выполнение спецификации	2
9	Тема 15	Деталирование: выполнение чертежа поршня	2
	Итого за 2 семестр		**18**

3.4.2. Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы	Трудоемкость (час.)
1	Тема 9	Знакомство с интерфейсом CAD-системы (КОМПАС-3D / AutoCAD). Настройка параметров чертежа	2
2	Тема 10	Создание 3D-модели простой детали (втулка, прокладка)	2
3	Тема 10	Построение ассоциативного чертежа по 3D-модели	2
4	Тема 11	Моделирование резьбового соединения (болт + гайка)	2
5	Тема 11	Создание 3D-модели шпилечного соединения в сборке	2
6	Тема 12	Моделирование сварного соединения (подготовка кромок, имитация сварного шва)	2
7	Тема 13	Выполнение эскиза детали «шатун» в CAD-системе с простановкой размеров	2
8	Тема 14	Создание 3D-сборки узла «поршневая группа» с заданием сопряжений	2

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы	Трудоемкость (час.)
9	Тема 15	Выполнение рабочего чертежа корпусной детали (фрагмент блока цилиндров)	2
	Итого		**18**

3.5. Тематика курсовых работ

Курсовая работа выполняется во 2-м семестре и направлена на комплексное применение навыков начертательной геометрии и машиностроительного черчения для разработки конструкторской документации на деталь или узел поршневого двигателя в рамках сквозного проектирования.

Примерные темы курсовых работ:

1. Разработка комплекта конструкторской документации на поршневую группу одноцилиндрового двигателя (чертежи поршня, поршневого пальца, поршневых колец, шатуна).
2. Выполнение чертежей и спецификации головки блока цилиндров с клапанным механизмом.
3. Разработка рабочей документации на коленчатый вал рядного двигателя.
4. Деталирование сборочного чертежа узла «шатун в сборе» с выполнением рабочих чертежей деталей.
5. Разработка конструкторской документации на масляный насос шестеренчатого типа.
6. Выполнение сборочного чертежа и спецификации узла «клапан – направляющая втулка – седло».
7. Разработка чертежей деталей газораспределительного механизма (распределительный вал, толкатель, коромысло).
8. Оформление рабочей документации на корпус турбокомпрессора.
9. Разработка чертежей деталей системы охлаждения двигателя (помпа, патрубки).
10. Выполнение комплекта чертежей на гильзу цилиндра и блок цилиндров (фрагмент).
11. Разработка чертежей деталей топливной аппаратуры (плунжерная пара, форсунка).
12. Деталирование сборочного чертежа узла «крышка подшипника» с выполнением рабочих чертежей.

Структура курсовой работы:

- Пояснительная записка (анализ конструктивных особенностей детали/узла, обоснование выбора главного изображения, описание методики построения чертежей, расчёты сопряжений и размерных цепей, спецификация).
- Графическая часть (сборочный чертеж узла (при наличии), рабочие чертежи 2–3 оригинальных деталей формата А3 или А2, выполненные в CAD-системе в соответствии с ЕСКД, 3D-модели в электронном виде).
-

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1. Нормативные документы и ГОСТы

Общие стандарты по инженерной графике и черчению (ЕСКД):
ГОСТ 2.301-68 — ЕСКД. Линии чертежные.
(Основные виды линий и их назначение на чертежах.)

ГОСТ 2.302-68 — ЕСКД. Шрифты чертежные.
(Правила оформления текстовой информации на чертежах.)

ГОСТ 2.303-68 — ЕСКД. Форматы документов.
(Размеры и форматы листов чертежей.)

ГОСТ 2.304-81 — ЕСКД. Масштабы.
(Правила выбора и применения масштабов на чертежах.)

ГОСТ 2.305-68 — ЕСКД. Виды и сечения.
(Правила построения и обозначения видов, разрезов и сечений.)

ГОСТ 2.306-68 — ЕСКД. Размеры линейные, угловые и предельные отклонения.
(Правила нанесения размеров и допусков.)

ГОСТ 2.307-68 — ЕСКД. Допуски и посадки.
(Основы применения допусков и посадок на чертежах.)

ГОСТ 2.308-79 — ЕСКД. Обозначения шероховатости поверхности.
(Условные знаки и обозначения качества поверхностей.)

ГОСТ 2.309-73 — ЕСКД. Обозначения резьб.
(Условные графические обозначения резьб на чертежах.)

ГОСТ 2.315-68 — ЕСКД. Основные надписи.
(Правила оформления основной надписи чертежа.)

ГОСТ 2.316-2013 — ЕСКД. Правила выполнения технических документов.
(Общие требования к оформлению технической документации.)

ГОСТ 2.601-2013 — ЕСКД. Сборочные чертежи.
(Правила выполнения и оформления сборочных чертежей.)

ГОСТ 2.602-2013 — ЕСКД. Спецификации.
(Правила оформления спецификаций и перечней элементов.)

ГОСТ 2.701-84 — ЕСКД. Правила выполнения аксонометрических проекций.
(Основы и правила построения аксонометрических изображений.)

ГОСТ 2.109-73 — ЕСКД. Правила выполнения чертежей деталей.
(Требования к изображению деталей, видов, разрезов, сечений.)

Терминология и обозначения

ГОСТ 2.052-2006 — ЕСКД. Термины и определения в области конструкторской документации.
(Обеспечивает единообразие терминологии.)

ГОСТ 2.316-2013 — ЕСКД. Правила оформления технической документации (повторно для полноты).

Дополнительные стандарты по инженерной графике и CAD

ГОСТ Р 2.601-2013 — ЕСКД. Правила выполнения сборочных чертежей (актуальная редакция).

ГОСТ Р 2.602-2013 — ЕСКД. Правила оформления спецификаций (актуальная редакция).

ГОСТ 2.701-84 — ЕСКД. Аксонометрические проекции (повторно).

ГОСТ 2.109-73 — ЕСКД. Чертежи деталей (повторно).

ГОСТ 2.003-68 — ЕСКД. Конструкторская документация. Правила выполнения технических требований.

4.2. Основная литература

1. Алаева, Т. Ю. Инженерная графика: начертательная геометрия и техническое черчение : Т. Ю. Алаева. — пос. Караваево : КГСХА, 2020. — 130 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/171654 (дата обращения: 25.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Петрушева, Н. А. Начертательная геометрия, инженерная и машинная графика. Проекционное черчение : учебное пособие / Н. А. Петрушева. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2018. — 102 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/147535 (дата обращения: 25.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4.3. Дополнительная литература

1. Алаева, Т. Ю. Инженерная графика: начертательная геометрия и техническое черчение : учебно-методическое пособие / Т. Ю. Алаева. — пос. Караваево : КГСХА, 2020. — 130 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/171654 (дата обращения: 25.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Миронова, Е. В. Начертательная геометрия и инженерная графика : учебно-методическое пособие / Е. В. Миронова. — Орел : ОрелГАУ, 2015. — 144 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/106945 (дата обращения: 25.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4.4. Электронные образовательные ресурсы

Графическое проектирование деталей и механизмов энергетических машин
https://online.mospolytech.ru/user/index.php?id=15709

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.

Наименование специальных помещений	Оснащённость специальных помещений
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

Первый семестр

Сформированность компетенций при изучении дисциплины определяется посредством оценки соответствия ответов и/или выполнения заданий заявленным индикаторам в рамках мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации (экзамена). Дисциплина «Графическое проектирование деталей и механизмов энергетических машин» является **формирующей** для компетенций **ОПК-1** и **УК-2**, обеспечивая фундаментальные знания и навыки в области начертательной геометрии и машиностроительного черчения, необходимые для создания, чтения и оформления конструкторской документации на детали и сборочные единицы поршневых двигателей и турбомашин в соответствии с требованиями ЕСКД.

В процессе изучения дисциплины оценивается сформированность следующих компетенций и индикаторов:

ОПК-1. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

Индикаторы достижения компетенции:

- **ИОПК-1.2.** Умеет выполнять практические работы по настройке компьютерной техники.
- **ИОПК-1.3.** Владеет навыками работы с прикладным программным обеспечением.
- **ИОПК-1.4.** Понимает принципы работы современных информационных технологий и может использовать их для решения задач по разработке, проектированию и испытаниям энергетических установок.

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

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 «Графическое проектирование деталей и механизмов энергетических машин» формирует фундаментальные знания и практические навыки, необходимые для выполнения всех указанных индикаторов компетенций. В первом семестре, в рамках раздела «Начертательная геометрия», студент осваивает методы проецирования, способы преобразования чертежа, построение проекций точек, прямых, плоскостей, поверхностей и их пересечений, а также навыки построения разверток и выполнения технических рисунков. Эти знания являются языком инженера и основой графического проектирования, обеспечивая первый этап сквозного проекта «Концептуальное проектирование».

(Методы контроля — текущее тестирование, устный опрос, практические занятия, индивидуальное задание в рамках сквозного проекта, экзамен — остаются без изменений по содержанию, но с уточнением проверяемых индикаторов)

Проверяемые индикаторы в первом семестре:

- **ИУК-2.1, ИУК-2.2, ИУК-2.3** — через постановку задач графического отображения, выбор способов построений, планирование этапов выполнения чертежей.
- **ИОПК-1.2, ИОПК-1.3, ИОПК-1.4** — через настройку CAD-систем, выполнение чертежей в прикладном ПО, понимание роли информационных технологий в проектировании.

Второй семестр

Сформированность компетенций при изучении дисциплины определяется посредством оценки соответствия ответов и/или выполнения заданий заявленным индикаторам в рамках мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации (экзамена). Дисциплина «Графическое проектирование деталей и механизмов энергетических машин» является **формирующей** для компетенций **ОПК-1** и **УК-2**, обеспечивая фундаментальные знания и навыки в области машиностроительного черчения, необходимые для создания, чтения и оформления конструкторской документации на детали и сборочные единицы поршневых двигателей и турбомашин в соответствии с требованиями ЕСКД, а также для выполнения второго этапа сквозного проекта «3D-проектирование».

В процессе изучения дисциплины оценивается сформированность следующих компетенций и индикаторов:

ОПК-1. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

Индикаторы достижения компетенции:

- **ИОПК-1.2.** Умеет выполнять практические работы по настройке компьютерной техники.
- **ИОПК-1.3.** Владеет навыками работы с прикладным программным обеспечением.
- **ИОПК-1.4.** Понимает принципы работы современных информационных технологий и может использовать их для решения задач по разработке, проектированию и испытаниям энергетических установок.

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

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.

(Методы контроля — тестирование, устный опрос, практические занятия, лабораторные работы, курсовая работа, экзамен — остаются без изменений по содержанию)

Проверяемые индикаторы во втором семестре:

- **ИУК-2.1, ИУК-2.2, ИУК-2.3** — через формулирование задач при разработке конструкторской документации, выбор оптимальных способов выполнения чертежей в соответствии с ЕСКД, планирование этапов курсовой работы.
- **ИОПК-1.2, ИОПК-1.3, ИОПК-1.4** — через настройку CAD-систем, владение навыками работы в прикладном ПО (создание 3D-моделей, сборок, чертежей), понимание роли информационных технологий в проектировании энергетических установок.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Первый семестр

Соответствие методов контроля проверяемым индикаторам компетенций

В процессе изучения дисциплины в первом семестре оценивается сформированность знаний и навыков, необходимых для освоения индикаторов компетенций **ОПК-1** и **УК-2**.

Индикатор	Формируемые навыки	Методы контроля
ИУК-2.1	Формулирует совокупность задач в рамках поставленной цели проекта (выбор форматов, масштабов, способов построений)	Текущее тестирование, устный опрос, индивидуальное задание, экзамен

Индикатор	Формируемые навыки	Методы контроля
ИУК-2.2	Определяет связи между задачами и ожидаемыми результатами (последовательность построения проекций, выбор главного вида)	Практические занятия, индивидуальное задание, экзамен
ИУК-2.3	Выбирает оптимальные способы решения задач с учётом стандартов ЕСКД и имеющихся ресурсов	Практические занятия, индивидуальное задание, экзамен
ИОПК-1.2	Умеет выполнять практические работы по настройке компьютерной техники (CAD-системы)	Лабораторные работы (2 семестр), индивидуальное задание
ИОПК-1.3	Владеет навыками работы с прикладным программным обеспечением (создание чертежей, примитивов)	Практические занятия, лабораторные работы, экзамен
ИОПК-1.4	Понимает принципы работы ИТ и использует их для проектирования энергетических установок	Устный опрос, экзамен

Оценка сформированности знаний и навыков осуществляется комплексно с использованием всех методов контроля. Результаты текущего и итогового тестирования, устных опросов, выполнения практических работ, защиты индивидуального задания в рамках сквозного проекта, а также экзамена учитываются при формировании итоговой оценки по дисциплине за первый семестр.

Второй семестр

Соответствие методов контроля проверяемым индикаторам компетенций

В процессе изучения дисциплины во втором семестре оценивается сформированность знаний и навыков, необходимых для освоения индикаторов компетенций **ОПК-1** и **УК-2**.

Индикатор	Формируемые навыки	Методы контроля
ИУК-2.1	Формулирует совокупность задач при разработке конструкторской документации (выбор изображений, разрезов, сечений)	Текущее тестирование, устный опрос, курсовая работа, экзамен
ИУК-2.2	Определяет связи между задачами и результатами (последовательность эскизирования → сборочный чертёж → деталирование)	Практические занятия, курсовая работа, экзамен
ИУК-2.3	Выбирает оптимальные способы выполнения чертежей с учётом ЕСКД, ресурсов CAD-систем и ограничений	Лабораторные работы, курсовая работа, экзамен
ИОПК-1.2	Умеет выполнять практические работы по настройке компьютерной техники (настройка параметров чертежа, шаблонов)	Лабораторные работы
ИОПК-1.3	Владеет навыками работы с прикладным программным обеспечением (3D-моделирование, сборки, спецификации)	Лабораторные работы, курсовая работа, экзамен
ИОПК-1.4	Понимает принципы работы ИТ и использует их для проектирования энергетических установок	Устный опрос, лабораторные работы, курсовая работа, экзамен

7.3 Оценочные средства

Первый семестр

Текущий контроль

Модульная структура дисциплины (первый семестр)

Дисциплина изучается в 1-м и 2-м семестрах. Первый семестр посвящен разделу «Начертательная геометрия». Семестр делится на два равных модуля (периода), каждый из которых включает определенные темы.

Модуль 1 (недели 1–8) — Основы начертательной геометрии

Включает темы: Тема 1. Введение в начертательную геометрию; Тема 2. Точка, прямая, плоскость; Тема 3. Способы преобразования чертежа; Тема 4. Поверхности и многогранники; Тема 5. Пересечение поверхностей.

Модуль 2 (недели 9–16) — Поверхности, развертки и аксонометрия

Включает темы: Тема 6. Развертки поверхностей; Тема 7. Аксонометрические проекции; Тема 8. Основы технического рисования.

Рубежный контроль по модулям (устный опрос/собеседование)

Модуль 1. Основы начертательной геометрии

Перечень вопросов для собеседования:

1. Предмет начертательной геометрии, её цели и задачи. Роль начертательной геометрии в инженерной деятельности.
2. Центральное и параллельное проецирование. Свойства ортогонального проецирования. Метод Монжа.
3. Комплексный чертеж точки. Проецирование точки на две и три плоскости проекций. Координаты точки.
4. Проецирование прямой линии. Прямые общего и частного положения.
5. Определение натуральной величины отрезка прямой и углов наклона к плоскостям проекций (способ прямоугольного треугольника).
6. Взаимное положение прямых: параллельные, пересекающиеся, скрещивающиеся прямые.
7. Проецирование плоскости. Способы задания плоскости на чертеже.
8. Прямая и точка в плоскости. Главные линии плоскости (горизонталь, фронталь, линия наибольшего ската).
9. Взаимное положение прямой и плоскости. Построение точки пересечения прямой с плоскостью.
10. Взаимное положение двух плоскостей. Построение линии пересечения плоскостей.
11. Способ замены плоскостей проекций. Основные задачи, решаемые этим способом.
12. Способ вращения вокруг проецирующей оси. Способ плоскопараллельного перемещения.
13. Определение натуральной величины плоских фигур способами преобразования чертежа.
14. Образование и задание поверхностей. Классификация поверхностей.
15. Многогранники: призма, пирамида. Построение проекций многогранников.
16. Поверхности вращения: цилиндр, конус, сфера, тор. Построение проекций.
17. Пересечение многогранников плоскостью. Построение линии пересечения. Определение натуральной величины сечения.
18. Пересечение поверхностей вращения плоскостью. Построение линий пересечения цилиндра, конуса, сферы плоскостью.
19. Взаимное пересечение поверхностей. Способ вспомогательных секущих плоскостей.
20. Способ концентрических сфер. Частные случаи пересечения (теорема Монжа).

Модуль 2. Поверхности, развертки и аксонометрия

Перечень вопросов для собеседования:

1. Назначение разверток. Способы построения разверток многогранников.
2. Построение развертки призмы способом нормального сечения.

3. Построение развертки пирамиды способом раскатки.
4. Построение развертки цилиндра.
5. Построение развертки конуса.
6. Способ триангуляции для построения разверток неразвертывающихся поверхностей.
7. Построение условных разверток сферы и тора.
8. Применение разверток в производстве деталей двигателей.
9. Общие понятия об аксонометрических проекциях. Коэффициенты искажения.
10. Классификация аксонометрических проекций.
11. Прямоугольная изометрия. Построение аксонометрических проекций плоских фигур.
12. Прямоугольная диметрия. Построение аксонометрических проекций геометрических тел.
13. Косоугольная фронтальная изометрия.
14. Построение аксонометрических проекций деталей с вырезами.
15. Аксонометрические проекции деталей поршневых двигателей.
16. Нанесение размеров в аксонометрических проекциях.
17. Назначение технического рисунка. Отличие технического рисунка от чертежа и аксонометрической проекции.
18. Приемы построения наглядных изображений от руки.
19. Передача объема с помощью светотени (штриховка, тушевка).
20. Выполнение технических рисунков простых геометрических тел и деталей двигателей.

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 метод проецирования используется для построения комплексного чертежа по методу Монжа?**
2. A) Центральное проецирование
3. B) Параллельное косоугольное проецирование
4. C) Ортогональное проецирование
5. D) Перспективное проецирование

Правильный ответ: C

6. **Как называется прямая, параллельная горизонтальной плоскости проекций?**
7. A) Фронталь
8. B) Горизонталь
9. C) Профильная прямая
10. D) Прямая общего положения

Правильный ответ: B

11. **Каким способом определяется натуральная величина отрезка прямой общего положения?**
12. A) Способом вращения
13. B) Способом замены плоскостей проекций
14. C) Способом прямоугольного треугольника
15. D) Всеми перечисленными способами

Правильный ответ: D

16. **Какая фигура получается при пересечении цилиндра плоскостью, параллельной его оси?**

17. A) Окружность
18. B) Эллипс
19. C) Прямоугольник
20. D) Парабола

Правильный ответ: C

21. **Какой коэффициент искажения используется в прямоугольной изометрии?**
22. A) 0,82 по всем осям
23. B) 0,94 по осям X и Z, 0,47 по оси Y
24. C) 1 по всем осям
25. D) 0,82 по осям X и Y, 1 по оси Z

Правильный ответ: A

Оценочные средства для индивидуального задания 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 первом семестре индивидуальное задание представляет собой выполнение комплекта чертежей детали поршневого двигателя, включающего комплексный чертеж (три проекции), аксонометрическую проекцию и развертку поверхности детали.

Содержание индивидуального задания:

Индивидуальное задание включает в себя выполнение следующих этапов:

1. **Анализ геометрической формы детали.** По заданным параметрам (описание детали, ее размеры, форма) студент анализирует геометрическую форму детали, определяет простейшие геометрические тела, из которых она состоит, выявляет характерные точки, линии и поверхности.
2. **Построение комплексного чертежа.** На основе анализа геометрической формы студент выполняет комплексный чертеж детали (три проекции на формате А3) с соблюдением правил проецирования, выбором необходимого количества проекций, нанесением размеров.
3. **Построение аксонометрической проекции.** Выполняется прямоугольная изометрическая или диметрическая проекция детали с вырезом, позволяющим показать внутреннюю форму.
4. **Построение развертки поверхности.** Для деталей, имеющих поверхности, подлежащие развертыванию (цилиндрические, конические, призматические), выполняется построение развертки с нанесением линий пересечения.
5. **Выполнение технического рисунка.** Выполняется технический рисунок детали от руки с передачей объема с помощью светотени.

Требования к оформлению:

Индивидуальное задание выполняется на листах чертежной бумаги формата А3 и А4. Чертежи выполняются карандашом с соблюдением требований ЕСКД к линиям, шрифтам, нанесению размеров, оформлению основной надписи. Для аксонометрических проекций и технического рисунка допускается использование цветных карандашей или туши.

Примерные темы индивидуальных заданий:

1. Построение комплексного чертежа, аксонометрической проекции и развертки детали «Поршень».
2. Построение комплексного чертежа, аксонометрической проекции и развертки детали «Шатун».
3. Построение комплексного чертежа, аксонометрической проекции и развертки детали «Клапан».
4. Построение комплексного чертежа, аксонометрической проекции и развертки детали «Гильза цилиндра».
5. Построение комплексного чертежа, аксонометрической проекции и развертки детали «Впускной патрубок».

Оценочные средства для практических занятий

Типовые задания для практических занятий

Модуль 1. Основы начертательной геометрии

Задание 1. Построение комплексного чертежа точки и прямой

По заданным координатам точек A, B, C построить комплексный чертеж. Определить положение точек относительно плоскостей проекций. Построить проекции прямой, проходящей через две точки. Определить натуральную величину отрезка прямой.

Задание 2. Построение плоскости и точки в плоскости

Построить проекции плоскости, заданной тремя точками. Построить горизонталь и фронталь плоскости. Определить проекции точки, принадлежащей плоскости. Построить линию наибольшего ската плоскости.

Задание 3. Решение позиционных задач

Построить точку пересечения прямой с плоскостью. Построить линию пересечения двух плоскостей. Определить видимость элементов.

Задание 4. Преобразование чертежа способом замены плоскостей проекций

Преобразовать чертеж прямой общего положения в прямую уровня и в проецирующую прямую. Определить натуральную величину треугольника способом замены плоскостей проекций.

Задание 5. Построение проекций многогранников и поверхностей вращения

Построить проекции призмы и пирамиды. Построить проекции цилиндра и конуса с нанесением характерных точек. Построить проекции сферы и тора.

Задание 6. Пересечение поверхностей плоскостью

Построить линию пересечения призмы и пирамиды плоскостью. Определить натуральную величину сечения. Построить линию пересечения цилиндра и конуса плоскостью.

Задание 7. Взаимное пересечение поверхностей

Построить линию пересечения двух многогранников. Построить линию пересечения цилиндра и конуса способом вспомогательных секущих плоскостей. Построить линию пересечения цилиндра и сферы способом концентрических сфер.

Модуль 2. Поверхности, развертки и аксонометрия

Задание 8. Построение разверток многогранников

Построить развертку поверхности призмы способом нормального сечения. Построить развертку поверхности пирамиды способом раскатки.

Задание 9. Построение разверток тел вращения

Построить развертку боковой поверхности цилиндра. Построить развертку боковой поверхности конуса. Построить развертку усеченного цилиндра.

Задание 10. Построение аксонометрических проекций

Построить прямоугольную изометрическую проекцию куба с вписанной сферой. Построить прямоугольную диметрическую проекцию цилиндра. Построить аксонометрическую проекцию детали с вырезом (поршень, шатун).

Задание 11. Выполнение технического рисунка

Выполнить технический рисунок простого геометрического тела (куб, цилиндр, конус) с передачей объема с помощью светотени. Выполнить технический рисунок детали поршневого двигателя (поршень, клапан).

Задание 12. Комплексное графическое задание

По заданным размерам выполнить комплексный чертеж, аксонометрическую проекцию и развертку детали, состоящей из нескольких геометрических тел.

Оценочные средства для курсовой работы (проекта)

Курсовой проект (курсовая работа) по дисциплине в первом семестре не предусмотрены учебным планом. Курсовая работа выполняется во втором семестре как завершающий этап изучения дисциплины.

Промежуточная аттестация (экзамен)

Условия допуска к экзамену

Студент допускается к сдаче экзамена по итогам первого семестра при выполнении следующих условий:

• Успешное прохождение всех двух 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 (графические построения по детали поршневого двигателя) с оценкой не ниже «удовлетворительно».

• Отсутствие академической задолженности по дисциплине.

Структура экзаменационного билета

Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов (по одному из каждого модуля) и одного практического задания (по выбору преподавателя из любого модуля).

Структура билета:

• **Вопрос 1** (Модуль 1): Основы начертательной геометрии (проецирование, способы преобразования, пересечение поверхностей).

• **Вопрос 2** (Модуль 2): Поверхности, развертки, аксонометрия, технический рисунок.

• **Задание 3**: Практическое задание (построение проекций геометрического объекта, выполнение преобразования чертежа, построение развертки или аксонометрической проекции).

Типовые экзаменационные билеты

Экзаменационный билет №1

Вопрос 1 (Модуль 1)

Способы преобразования чертежа: способ замены плоскостей проекций. Основные задачи, решаемые этим способом. Определение натуральной величины отрезка прямой общего положения.

Вопрос 2 (Модуль 2)

Прямоугольная изометрическая проекция. Коэффициенты искажения. Построение аксонометрической проекции плоской фигуры и геометрического тела. Нанесение размеров в аксонометрии.

Задание 3

Построить комплексный чертеж (две проекции) и прямоугольную изометрическую проекцию детали, заданной двумя проекциями. Размеры детали: высота 40 мм, ширина 30 мм, глубина 20 мм, цилиндрическое отверстие диаметром 10 мм, смещенное от центра.

Экзаменационный билет №2

Вопрос 1 (Модуль 1)

Взаимное пересечение поверхностей. Способ вспомогательных секущих плоскостей. Построение линии пересечения цилиндра и конуса.

Вопрос 2 (Модуль 2)

Построение развертки поверхности цилиндра. Построение развертки усеченного цилиндра. Применение разверток в производстве деталей двигателей.

Задание 3

Построить комплексный чертеж (три проекции) и аксонометрическую проекцию (изометрия) детали, состоящей из прямоугольного параллелепипеда и усеченной четырехугольной пирамиды. Размеры выбрать самостоятельно.

Экзаменационный билет №3

Вопрос 1 (Модуль 1)

Пересечение многогранников плоскостью. Построение линии пересечения. Определение натуральной величины сечения. Примеры из практики.

Вопрос 2 (Модуль 2)

Технический рисунок. Отличие технического рисунка от чертежа и аксонометрической проекции. Приемы построения наглядных изображений от руки. Передача объема с помощью светотени.

Задание 3

Построить комплексный чертеж (три проекции) и прямоугольную диметрическую проекцию детали, заданной двумя проекциями. Размеры: основание 40×30 мм, высота 25 мм, цилиндрический выступ диаметром 20 мм, высотой 10 мм.

Полный перечень теоретических вопросов к экзамену по каждой теме

Модуль 1. Основы начертательной геометрии

1. Предмет начертательной геометрии, её цели и задачи. Роль начертательной геометрии в инженерной деятельности.
2. Центральное и параллельное проецирование. Свойства ортогонального проецирования. Метод Монжа.
3. Комплексный чертеж точки. Проецирование точки на две и три плоскости проекций. Координаты точки.
4. Проецирование прямой линии. Прямые общего и частного положения.
5. Определение натуральной величины отрезка прямой и углов наклона к плоскостям проекций (способ прямоугольного треугольника).
6. Взаимное положение прямых: параллельные, пересекающиеся, скрещивающиеся прямые.
7. Проецирование плоскости. Способы задания плоскости на чертеже.
8. Прямая и точка в плоскости. Главные линии плоскости (горизонталь, фронталь, линия наибольшего ската).
9. Взаимное положение прямой и плоскости. Построение точки пересечения прямой с плоскостью.
10. Взаимное положение двух плоскостей. Построение линии пересечения плоскостей.
11. Способ замены плоскостей проекций. Основные задачи, решаемые способом замены.
12. Способ вращения вокруг проецирующей оси. Способ плоскопараллельного перемещения.
13. Определение натуральной величины плоских фигур способами преобразования чертежа.
14. Образование и задание поверхностей. Классификация поверхностей.
15. Многогранники: призма, пирамида. Построение проекций многогранников. Точки и линии на поверхности.
16. Поверхности вращения: цилиндр, конус, сфера, тор. Построение проекций. Точки на поверхностях.
17. Пересечение многогранников плоскостью. Построение линии пересечения. Определение натуральной величины сечения.
18. Пересечение поверхностей вращения плоскостью. Построение линий пересечения цилиндра, конуса, сферы плоскостью.
19. Взаимное пересечение поверхностей. Способ вспомогательных секущих плоскостей.
20. Способ концентрических сфер. Частные случаи пересечения (теорема Монжа).

Модуль 2. Поверхности, развертки и аксонометрия

21. Назначение разверток. Способы построения разверток многогранников.
22. Построение развертки призмы способом нормального сечения.
23. Построение развертки пирамиды способом раскатки.
24. Построение развертки цилиндра. Построение развертки усеченного цилиндра.
25. Построение развертки конуса. Построение развертки усеченного конуса.
26. Способ триангуляции для построения разверток неразвертывающихся поверхностей.
27. Построение условных разверток сферы и тора.
28. Применение разверток в производстве деталей двигателей (выкройки прокладок, элементы систем выпуска, кожухи, патрубки).
29. Общие понятия об аксонометрических проекциях. Коэффициенты искажения.
30. Классификация аксонометрических проекций. Прямоугольная изометрия.
31. Прямоугольная диметрия. Косоугольная фронтальная изометрия.
32. Построение аксонометрических проекций плоских фигур и геометрических тел.
33. Построение аксонометрических проекций деталей с вырезами.
34. Аксонометрические проекции деталей поршневых двигателей (поршень, шатун, коленчатый вал).
35. Нанесение размеров в аксонометрических проекциях.

36. Назначение технического рисунка. Отличие технического рисунка от чертежа и аксонометрической проекции.
37. Приемы построения наглядных изображений от руки.
38. Передача объема с помощью светотени (штриховка, тушевка).
39. Выполнение технических рисунков простых геометрических тел и деталей двигателей.
40. Техническое рисование как средство быстрой фиксации инженерной мысли и эскизирования.

Второй семестр

Текущий контроль

Модульная структура дисциплины (второй семестр)

Дисциплина изучается во 2-м семестре. Второй семестр посвящен разделу «Машиностроительное черчение». 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 9. Оформление конструкторской документации; Тема 10. Изображения: виды, разрезы, сечения; Тема 11. Резьбовые соединения; Тема 12. Неразъемные соединения.

Модуль 2 (недели 7–12) — Эскизирование и сборочные чертежи

Включает темы: Тема 13. Эскизирование деталей; Тема 14. Сборочный чертеж; Тема 15. Деталирование.

Модуль 3 (недели 13–18) — Схемы и выполнение курсовой работы

Включает темы: Тема 16. Схемы (кинематические, гидравлические); Тема 17. Выполнение курсовой работы.

Рубежный контроль по модулям (устный опрос/собеседование)

Модуль 1. Оформление конструкторской документации. Изображения и соединения

Перечень вопросов для собеседования:

1. Виды изделий и конструкторских документов по ЕСКД. Стадии разработки конструкторской документации.
2. Форматы, масштабы, линии чертежа, шрифты чертежные. Основная надпись и её заполнение.
3. Обозначение материалов на чертежах. Электронная структура изделия и цифровой архив КД.
4. Основные виды (главный вид, вид сверху, вид слева). Местные виды. Дополнительные виды.
5. Разрезы простые (горизонтальные, вертикальные, наклонные). Соединение части вида и части разреза.
6. Разрезы сложные (ступенчатые, ломаные). Сечения вынесенные и наложенные.
7. Графическое обозначение материалов в сечениях. Условности и упрощения на чертежах.
8. Применение разрезов и сечений для изображения внутреннего устройства двигателя.
9. Основные параметры и классификация резьб. Изображение резьбы на стержне и в отверстии.
10. Обозначение стандартных и специальных резьб на чертежах.
11. Стандартные крепежные резьбовые детали: болты, винты, шпильки, гайки, шайбы. Условные обозначения.
12. Упрощенные и условные изображения крепежных деталей на сборочных чертежах. Стопорение резьбовых соединений.
13. Сварные соединения. Типы сварных швов. Изображение и обозначение сварных швов на чертежах.
14. Паяные и клееные соединения. Соединения заклепками. Условности и упрощения при изображении неразъемных соединений.

15. Применение неразъемных соединений в производстве картеров, корпусов турбокомпрессоров, выпускных коллекторов.

Модуль 2. Эскизирование и сборочные чертежи

Перечень вопросов для собеседования:

1. Порядок выполнения эскиза детали с натуры. Выбор главного вида и необходимого количества изображений.
2. Анализ геометрической формы детали. Нанесение размеров с учетом конструктивных, технологических и измерительных баз.
3. Обозначение шероховатости поверхностей. Определение и обозначение материала.
4. Эскизирование деталей поршневого двигателя: поршень, шатун, коленчатый вал, клапан, гильза цилиндра.
5. Эскизирование деталей турбомашин: рабочее колесо компрессора, лопатка турбины, корпус.
6. Особенности и содержание сборочного чертежа. Спецификация: форма, порядок заполнения, разделы.
7. Номера позиций на сборочном чертеже. Изображение соединений деталей на сборочных чертежах.
8. Условности и упрощения на сборочных чертежах. Разрезы на сборочных чертежах.
9. Изображение пограничных (смежных) изделий. Разработка сборочного чертежа поршневой группы.
10. Чтение сборочного чертежа. Выявление геометрических форм и размеров деталей, входящих в сборку.
11. Определение сопрягаемых поверхностей и размеров. Выполнение рабочих чертежей деталей по сборочному чертежу.
12. Согласование сопряженных размеров. Назначение допусков и посадок для сопрягаемых поверхностей.
13. Указание шероховатости, допусков формы и расположения. Разработка 3D-моделей и чертежей деталей по сборочному чертежу узла двигателя.

Модуль 3. Схемы и выполнение курсовой работы

Перечень вопросов для собеседования:

1. Назначение и типы схем. Условные графические обозначения элементов в кинематических схемах.
2. Правила выполнения кинематических схем. Условные графические обозначения валов, подшипников, муфт, зубчатых передач.
3. Условные графические обозначения в гидравлических и пневматических схемах.
4. Правила выполнения гидравлических и пневматических схем. Обозначения насосов, фильтров, клапанов, гидроцилиндров.
5. Разработка кинематической схемы кривошипно-шатунного механизма.
6. Разработка кинематической схемы газораспределительного механизма.
7. Разработка гидравлической схемы системы смазки двигателя.
8. Разработка гидравлической схемы системы охлаждения двигателя.
9. Структура и содержание курсовой работы. Этапы выполнения курсовой работы.
10. Требования к оформлению пояснительной записки и графической части курсовой работы.
11. Состав и содержание графической части курсовой работы (сборочный чертеж, рабочие чертежи деталей, спецификация).
12. Особенности выполнения 3D-моделей деталей и сборочных единиц в CAD-системах для курсовой работы.

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

6. **Как изображается резьба на стержне?**
7. A) Сплошной толстой линией по наружному диаметру и сплошной тонкой линией по внутреннему
8. B) Сплошной толстой линией по внутреннему диаметру и сплошной тонкой линией по наружному
9. C) Штриховой линией по наружному диаметру
10. D) Штрихпунктирной линией по внутреннему диаметру

Правильный ответ: A

11. **Какой раздел спецификации заполняется в последнюю очередь?**
12. A) Документация
13. B) Сборочные единицы
14. C) Детали
15. D) Стандартные изделия

Правильный ответ: A

16. **Какое условное обозначение имеет метрическая резьба с крупным шагом диаметром 10 мм?**
17. A) M10
18. B) M10×1
19. C) M10×1,5
20. D) M10LH

Правильный ответ: A

21. **Какой элемент отсутствует в кинематической схеме кривошипно-шатунного механизма?**
22. A) Поршень
23. B) Шатун
24. C) Коленчатый вал
25. D) Распределительный вал

Правильный ответ: D

Оценочные средства для индивидуального задания в рамках сквозного проекта

Индивидуальное задание в рамках сквозного проекта во втором семестре представляет собой разработку комплекта конструкторской документации на узел поршневого двигателя (поршневая группа, шатунно-поршневая группа, головка блока цилиндров, клапанный механизм и т.п.) и является подготовительным этапом к выполнению курсовой работы.

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 3D-моделей.** В CAD-системе (КОМПАС-3D, SolidWorks) создаются 3D-модели деталей и сборочная единица с заданием сопряжений. Выполняется проверка собираемости.

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;
- электронные файлы 3D-моделей (предоставляются на электронном носителе).

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).

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.

Модуль 2. Эскизирование и сборочные чертежи

Задание 7. Эскизирование детали типа «вал» (коленчатый вал ДВС)

Выполнить эскиз коленчатого вала с натуры или по образцу. Выбрать главное изображение. Нанести размеры, обозначить шероховатость, допуски.

Задание 8. Эскизирование детали типа «поршень»

Выполнить эскиз поршня с натуры или по образцу. Выбрать главное изображение. Нанести размеры, обозначить материал.

Задание 9. Чтение сборочного чертежа. Выполнение спецификации

По заданному сборочному чертежу прочитать чертеж, определить состав сборочной единицы, назначение деталей. Выполнить спецификацию.

Задание 10. Деталирование: выполнение чертежа поршня

По заданному сборочному чертежу поршневой группы выполнить рабочий чертеж поршня с нанесением размеров, допусков, шероховатости.

Модуль 3. Схемы и выполнение курсовой работы

Задание 11. Выполнение кинематической схемы кривошипно-шатунного механизма

По заданным параметрам выполнить кинематическую схему кривошипно-шатунного механизма с указанием звеньев, кинематических пар, направлений движения.

Задание 12. Выполнение кинематической схемы газораспределительного механизма

Выполнить кинематическую схему привода газораспределительного механизма (ремень, цепь) с указанием передаточного отношения.

Задание 13. Выполнение гидравлической схемы системы смазки двигателя

По заданной принципиальной схеме выполнить гидравлическую схему системы смазки двигателя с мокрым картером. Обозначить основные элементы: масляный насос, фильтр, редукционный клапан, масляную магистраль.

Задание 14. Выполнение гидравлической схемы системы охлаждения двигателя

Выполнить гидравлическую схему жидкостной системы охлаждения двигателя. Обозначить основные элементы: водяной насос, термостат, радиатор, расширительный бачок, рубашку охлаждения.

Оценочные средства для лабораторных работ

Перечень лабораторных работ и контрольные вопросы для защиты

Лабораторная работа №1. Знакомство с интерфейсом CAD-системы. Настройка параметров чертежа

Краткое содержание: знакомство с интерфейсом CAD-системы (КОМПАС-3D / AutoCAD), настройка параметров чертежа (форматы, масштабы, единицы измерения). Создание и сохранение файлов чертежей.

Контрольные вопросы для защиты:

- Какие форматы чертежей предусмотрены в CAD-системе?
- Как настроить параметры листа (формат, ориентацию, масштаб)?
- Какие типы линий используются при создании чертежа?
- Как создать и сохранить файл чертежа?

Лабораторная работа №2. Создание 3D-модели простой детали (втулка, прокладка)

Краткое содержание: создание 3D-модели простой детали (втулка, прокладка) с использованием операций выдавливания и вращения. Настройка параметров модели.

Контрольные вопросы для защиты:

- Какие операции используются для создания тел вращения?
- Как создать эскиз для операции вращения?
- Как задать глубину выдавливания?
- Как изменить параметры созданной модели?

Лабораторная работа №3. Построение ассоциативного чертежа по 3D-модели

Краткое содержание: построение ассоциативного чертежа по созданной 3D-модели. Генерация видов, разрезов, сечений. Нанесение размеров.

Контрольные вопросы для защиты:

- Что означает понятие «ассоциативность» чертежа и модели?
- Как сгенерировать главный вид и вид сверху?
- Как создать разрез на ассоциативном чертеже?
- Как нанести размеры на ассоциативный чертеж?

Лабораторная работа №4. Моделирование резьбового соединения (болт + гайка)

Краткое содержание: создание 3D-моделей болта и гайки. Моделирование резьбы. Создание сборки резьбового соединения.

Контрольные вопросы для защиты:

- Как создать резьбу на стержне?
- Как создать резьбу в отверстии?
- Какие сопряжения используются для создания сборки?
- Как проверить собираемость резьбового соединения?

Лабораторная работа №5. Создание 3D-модели шпилечного соединения в сборке

Краткое содержание: создание 3D-модели шпильки. Моделирование шпилечного соединения с гайкой и шайбой. Создание сборки.

Контрольные вопросы для защиты:

- Каковы особенности моделирования шпильки?
- Как задать сопряжения для шпилечного соединения?
- Как добавить стандартные изделия (гайку, шайбу) в сборку?

Лабораторная работа №6. Моделирование сварного соединения (подготовка кромок, имитация сварного шва)

Краткое содержание: создание 3D-моделей деталей для сварного соединения. Подготовка кромок. Имитация сварного шва на 3D-модели.

Контрольные вопросы для защиты:

- Как выполнить подготовку кромок под сварку?
- Как изобразить сварной шов на 3D-модели?
- Какие типы сварных швов можно смоделировать в CAD-системе?

Лабораторная работа №7. Выполнение эскиза детали «шатун» в CAD-системе с простановкой размеров

Краткое содержание: создание 3D-модели шатуна. Выполнение ассоциативного чертежа. Простановка размеров, обозначение шероховатости.

Контрольные вопросы для защиты:

- Каковы особенности моделирования шатуна?
- Как выполнить сечения для показа внутренней формы?
- Как проставить размеры с учетом конструктивных баз?

Лабораторная работа №8. Создание 3D-сборки узла «поршневая группа» с заданием сопряжений

Краткое содержание: создание 3D-моделей поршня, поршневого пальца, поршневых колец. Создание сборки поршневой группы. Задание сопряжений. Проверка подвижности.

Контрольные вопросы для защиты:

- Какие сопряжения используются для соединения поршня с пальцем?
- Как задать сопряжения для поршневых колец?
- Как проверить подвижность сборки?

Лабораторная работа №9. Выполнение рабочего чертежа корпусной детали (фрагмент блока цилиндров)

Краткое содержание: создание 3D-модели корпусной детали (фрагмент блока цилиндров). Выполнение ассоциативного чертежа с необходимыми разрезами и сечениями. Простановка размеров.

Контрольные вопросы для защиты:

- Каковы особенности моделирования корпусных деталей?
- Как выполнить местные разрезы на чертеже?
- Как проставить размеры на сложной корпусной детали?

Оценочные средства для курсовой работы

Курсовая работа выполняется во втором семестре и является завершающим этапом формирования компетенций по графическому проектированию. Курсовая работа направлена на комплексное применение навыков начертательной геометрии и машиностроительного черчения для разработки конструкторской документации на деталь или узел поршневого двигателя в рамках сквозного проекта.

Цель курсовой работы: разработка комплекта конструкторской документации на узел поршневого двигателя с использованием современных CAD-систем в соответствии с требованиями ЕСКД.

Примерные темы курсовых работ:

1. Разработка комплекта конструкторской документации на поршневую группу одноцилиндрового двигателя (чертежи поршня, поршневого пальца, поршневых колец, шатуна).
2. Выполнение чертежей и спецификации головки блока цилиндров с клапанным механизмом.
3. Разработка рабочей документации на коленчатый вал рядного двигателя.
4. Деталирование сборочного чертежа узла «шатун в сборе» с выполнением рабочих чертежей деталей.
5. Разработка конструкторской документации на масляный насос шестеренчатого типа.
6. Выполнение сборочного чертежа и спецификации узла «клапан – направляющая втулка – седло».
7. Разработка чертежей деталей газораспределительного механизма (распределительный вал, толкатель, коромысло).
8. Оформление рабочей документации на корпус турбокомпрессора.
9. Разработка чертежей деталей системы охлаждения двигателя (помпа, патрубки).
10. Выполнение комплекта чертежей на гильзу цилиндра и блок цилиндров (фрагмент).
11. Разработка чертежей деталей топливной аппаратуры (плунжерная пара, форсунка).
12. Деталирование сборочного чертежа узла «крышка подшипника» с выполнением рабочих чертежей.

Структура курсовой работы:

- **Пояснительная записка** (объем 15-20 страниц) включает:
  - титульный лист с указанием темы работы, ФИО студента, группы, руководителя;
  - задание на курсовую работу;
  - содержание;
  - введение (актуальность, цель и задачи работы);
  - анализ конструктивных особенностей детали/узла;
  - обоснование выбора главного изображения;
  - описание методики построения чертежей;
  - расчеты сопряжений и размерных цепей;
  - спецификацию;
  - заключение с выводами по работе;
  - список использованных источников;
  - приложения (при необходимости).
- **Графическая часть** (3-4 листа формата А3 или А2) включает:
  - сборочный чертеж узла (при наличии);
  - рабочие чертежи 2–3 оригинальных деталей;
  - спецификацию к сборочному чертежу;
  - 3D-модели в электронном виде (на электронном носителе).

Требования к оформлению:

Все чертежи выполняются в CAD-системе (КОМПАС-3D, SolidWorks) с соблюдением требований ЕСКД. Пояснительная записка оформляется в соответствии с ГОСТ 2.105-95 (текстовые документы) и ГОСТ 7.32-2017 (отчет о НИР). На защиту курсовой работы представляется презентация (5-7 слайдов) с основными результатами.

Промежуточная аттестация (экзамен)

Условия допуска к экзамену

Студент допускается к сдаче экзамена по итогам второго семестра при выполнении следующих условий:

- Успешное прохождение всех трех рубежных контролей (устных опросов по модулям) с оценкой не ниже «удовлетворительно».
- Выполнение и защита всех лабораторных работ, предусмотренных учебным планом (9 лабораторных работ).
- Выполнение и защита всех практических занятий (не менее 80% заданий выполнены и защищены).
- Выполнение и защита индивидуального задания в рамках сквозного проекта (разработка конструкторской документации на узел двигателя) с оценкой не ниже «удовлетворительно».
- Выполнение и защита курсовой работы с оценкой не ниже «удовлетворительно».
- Отсутствие академической задолженности по дисциплине.

Структура экзаменационного билета

Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов (по одному из модулей 1-2) и одного практического задания (по выбору преподавателя из любого модуля).

Структура билета:

- **Вопрос 1** (Модуль 1): Оформление конструкторской документации, изображения, соединения.
- **Вопрос 2** (Модуль 2): Эскизирование, сборочные чертежи, деталирование.
- **Задание 3**: Практическое задание (выполнение чертежа детали или сборочной единицы с использованием правил ЕСКД).

Типовые экзаменационные билеты

Экзаменационный билет №1

Вопрос 1 (Модуль 1)

Разрезы: назначение, классификация. Правила выполнения простых разрезов (горизонтальных, вертикальных, наклонных). Соединение части вида и части разреза.

Вопрос 2 (Модуль 2)

Сборочный чертеж: содержание, назначение. Спецификация: форма, порядок заполнения, разделы. Номера позиций на сборочном чертеже.

Задание 3

По заданному чертежу детали выполнить рабочий чертеж поршня. Выбрать главное изображение. Нанести размеры, обозначить шероховатость поверхностей. Указать материал (алюминиевый сплав АЛ-25).

Экзаменационный билет №2

Вопрос 1 (Модуль 1)

Резьбовые соединения. Основные параметры и классификация резьб. Изображение резьбы на стержне и в отверстии. Обозначение стандартных резьб на чертежах.

Вопрос 2 (Модуль 2)

Деталирование: определение, цели, последовательность выполнения. Чтение сборочного чертежа. Выполнение рабочих чертежей деталей по сборочному чертежу.

Задание 3

По заданному сборочному чертежу поршневой группы выполнить рабочий чертеж шатуна. Выбрать необходимое количество изображений. Нанести размеры. Указать материал (сталь 40Х). Обозначить шероховатость поверхностей.

Экзаменационный билет №3

Вопрос 1 (Модуль 1)

Сварные соединения. Типы сварных швов. Изображение и обозначение сварных швов на чертежах в соответствии с ГОСТ 2.312-72. Условности и упрощения при изображении неразъемных соединений.

Вопрос 2 (Модуль 2)

Кинематические схемы: назначение, типы. Условные графические обозначения элементов в кинематических схемах. Правила выполнения кинематических схем. Разработка кинематической схемы кривошипно-шатунного механизма.

Задание 3

По заданному сборочному чертежу клапанного механизма выполнить рабочий чертеж клапана. Выбрать главное изображение. Нанести размеры. Обозначить материал (жаропрочная сталь 40Х10С2М). Указать термообработку (азотирование).

Полный перечень теоретических вопросов к экзамену по каждой теме

Модуль 1. Оформление конструкторской документации. Изображения и соединения

1. Виды изделий и конструкторских документов по ЕСКД. Стадии разработки конструкторской документации.
2. Форматы, масштабы, линии чертежа, шрифты чертежные. Основная надпись и её заполнение.
3. Обозначение материалов на чертежах. Электронная структура изделия и цифровой архив КД.
4. Основные виды (главный вид, вид сверху, вид слева). Местные виды. Дополнительные виды.
5. Разрезы простые (горизонтальные, вертикальные, наклонные). Соединение части вида и части разреза.
6. Разрезы сложные (ступенчатые, ломаные). Сечения вынесенные и наложенные.
7. Графическое обозначение материалов в сечениях. Условности и упрощения на чертежах.
8. Применение разрезов и сечений для изображения внутреннего устройства двигателя.
9. Основные параметры и классификация резьб. Изображение резьбы на стержне и в отверстии.
10. Обозначение стандартных и специальных резьб на чертежах.
11. Стандартные крепежные резьбовые детали: болты, винты, шпильки, гайки, шайбы. Условные обозначения.
12. Упрощенные и условные изображения крепежных деталей на сборочных чертежах. Стопорение резьбовых соединений.
13. Сварные соединения. Типы сварных швов. Изображение и обозначение сварных швов на чертежах.
14. Паяные и клееные соединения. Соединения заклепками. Условности и упрощения при изображении неразъемных соединений.
15. Применение неразъемных соединений в производстве картеров, корпусов турбокомпрессоров, выпускных коллекторов.
16. Моделирование сварных конструкций в CAD-системах.

Модуль 2. Эскизирование и сборочные чертежи

17. Порядок выполнения эскиза детали с натуры. Выбор главного вида и необходимого количества изображений.
18. Анализ геометрической формы детали. Нанесение размеров с учетом конструктивных, технологических и измерительных баз.
19. Обозначение шероховатости поверхностей. Определение и обозначение материала.
20. Эскизирование деталей поршневого двигателя: поршень, шатун, коленчатый вал, клапан, гильза цилиндра.
21. Эскизирование деталей турбомашин: рабочее колесо компрессора, лопатка турбины, корпус.
22. Выполнение эскизов в CAD-системе.
23. Особенности и содержание сборочного чертежа. Спецификация: форма, порядок заполнения, разделы.
24. Номера позиций на сборочном чертеже. Изображение соединений деталей на сборочных чертежах.
25. Условности и упрощения на сборочных чертежах. Разрезы на сборочных чертежах.
26. Изображение пограничных (смежных) изделий. Разработка сборочного чертежа поршневой группы, головки блока цилиндров, масляного насоса.
27. Чтение сборочного чертежа. Выявление геометрических форм и размеров деталей, входящих в сборку.

28. Определение сопрягаемых поверхностей и размеров. Выполнение рабочих чертежей деталей по сборочному чертежу.
29. Согласование сопряженных размеров. Назначение допусков и посадок для сопрягаемых поверхностей.
30. Указание шероховатости, допусков формы и расположения. Разработка 3D-моделей и чертежей деталей по сборочному чертежу узла двигателя.

Модуль 3. Схемы и выполнение курсовой работы

31. Назначение и типы схем. Условные графические обозначения элементов в кинематических схемах.
32. Правила выполнения кинематических схем. Условные графические обозначения валов, подшипников, муфт, зубчатых передач.
33. Разработка кинематической схемы кривошипно-шатунного механизма.
34. Разработка кинематической схемы газораспределительного механизма.
35. Условные графические обозначения в гидравлических и пневматических схемах.
36. Правила выполнения гидравлических и пневматических схем. Обозначения насосов, фильтров, клапанов, гидроцилиндров.
37. Разработка гидравлической схемы системы смазки двигателя.
38. Разработка гидравлической схемы системы охлаждения двигателя.
39. Структура и содержание курсовой работы. Этапы выполнения курсовой работы.
40. Требования к оформлению пояснительной записки и графической части курсовой работы.
41. Состав и содержание графической части курсовой работы (сборочный чертеж, рабочие чертежи деталей, спецификация).
42. Особенности выполнения 3D-моделей деталей и сборочных единиц в CAD-системах для курсовой работы.