Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 25.06.2026 12:15:00
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

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ДВИГАТЕЛИ И ИХ КОМПОНЕНТЫ

Направление подготовки/ специальность
13.03.03 «Энергетическое машиностроение»

Профиль/ специализация
Поршневые двигатели и турбомашины

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва, 2026

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

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

Оглавление

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины 6
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость 6
3.2. Тематический план изучения дисциплины 7
3.3. Содержание дисциплины 7
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 8
3.4.1. Семинарские/практические занятия 8
3.4.2. Лабораторные занятия 8
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 8
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 8
4.1. Нормативные документы и ГОСТы 8
4.2. Основная литература 9
4.3. Дополнительная литература 9
4.4. Электронные образовательные ресурсы 9
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 9
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 9
5. Материально-техническое обеспечение 10
6. Методические рекомендации 11
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 11
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 12
7. Фонд оценочных средств 12
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения 13
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения 14
7.3. Оценочные средства 15
Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации успеваемости. Вопросы для собеседования со студентами. 18

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся комплексных теоретических знаний и практических навыков в области разработки, оформления и управления конструкторской документацией на поршневые двигатели, турбомашины и их компоненты в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и современных стандартов, необходимых для завершения четвёртого этапа сквозного проектирования «Технологическая подготовка и экспериментальная верификация» и подготовки производства.

Задачами дисциплины являются:

- изучение состава, видов и комплектности конструкторской документации на различных стадиях разработки (техническое предложение, эскизный проект, технический проект, рабочая документация);
- освоение современных методов и средств автоматизированного выпуска конструкторской документации с использованием CAD-систем;
- формирование навыков разработки спецификаций, ведомостей и других текстовых документов в соответствии с требованиями стандартов;
- изучение правил оформления сборочных чертежей, чертежей общего вида, габаритных и монтажных чертежей;
- приобретение навыков разработки электронной структуры изделия и ведения электронного архива конструкторской документации;
- освоение методов нормоконтроля конструкторской документации и внесения изменений в установленном порядке;
- изучение требований к оформлению эксплуатационной и ремонтной документации (руководств по эксплуатации, паспортов, формуляров);
- формирование умения разрабатывать полный комплект конструкторской документации на узел или агрегат двигателя с учётом требований технологичности, унификации и стандартизации.

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-1. Способен разрабатывать проектную и рабочую конструкторскую документацию на поршневые двигатели, турбомашины и их компоненты с использованием современных CAD-систем	**ИПК-1.3.** Способен генерировать ассоциативный чертёж общего вида из 3D-модели по стандартам ЕСКД
	ИПК-1.4. Способен оформлять сборочный чертёж узла двигателя с разрезами и спецификацией
	ИПК-1.5. Способен выпускать рабочие чертежи оригинальных деталей с полем допусков и шероховатостью
	ИПК-1.6. Способен формировать электронный архив КД (структуру изделия)

Роль дисциплины в формировании компетенций:

Формирующая. Дисциплина является основной формирующей для компетенции ПК-1, обеспечивая практическое освоение всех этапов разработки конструкторской документации на узлы и детали двигателей. Студенты изучают нормативную базу ЕСКД, стадии разработки КД, правила выполнения рабочих чертежей деталей (выбор главного изображения, нанесение размеров, обозначение шероховатости, допусков формы и расположения), сборочных чертежей и спецификаций. В ходе

выполнения курсового проекта и практических занятий формируются навыки генерации ассоциативных чертежей общего вида из 3D-моделей в CAD-системах (ИПК-1.3); оформления сборочных чертежей узлов двигателя с разрезами, сечениями и спецификациями (ИПК-1.4); выпуска рабочих чертежей оригинальных деталей с полем допусков, шероховатостью и техническими требованиями (ИПК-1.5); формирования электронного архива КД и структуры изделия в PDM/PLM-системах (ИПК-1.6).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина **«Разработка конструкторской документации на двигатели и их компоненты»** относится к **части блока Б.1, формируемой участниками образовательных отношений** учебного плана (код дисциплины: Б1.2.15) и изучается в **7-м семестре**.

Данная дисциплина является **финальным формированием ключевой компетенции ПК-1 на четвёртом этапе сквозного проекта «Технологическая подготовка и экспериментальная верификация»**, обеспечивая систематизацию и завершение навыков разработки полного комплекта конструкторской документации на основе результатов всех предшествующих этапов проектирования.

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

- **Графическое проектирование деталей и механизмов энергетических машин** (Б1.1.9, 1-2 семестры): знание основ начертательной геометрии, правил выполнения чертежей по ЕСКД является фундаментом для разработки КД.
- **Автоматизированное проектирование в двигателестроении** (Б1.1.12, 2-3 семестры): владение CAD-системами для создания 3D-моделей и ассоциативных чертежей необходимо для выпуска документации.
- **Нормирование точности и метрология в энергетическом машиностроении** (Б1.1.14, 3 семестр): знание допусков и посадок, методов расчёта размерных цепей необходимо для оформления чертежей.
- **Конструкция поршневых двигателей** (Б1.2.2, 2 семестр): знание устройства и конструктивных особенностей двигателя необходимо для разработки корректной документации.
- **Конструирование и расчет механизмов энергетических установок** (Б1.1.22, 5-6 семестры) и **Конструирование поршневых двигателей** (Б1.2.8, 6 семестр): результаты конструкторской проработки используются как основа для выпуска КД.
- **Динамический расчет поршневых двигателей** (Б1.2.4, 5 семестр) и **Расчет и оптимизация деталей двигателя** (Б1.2.9, 6 семестр): результаты расчётов (нагрузки, напряжения, оптимизированная геометрия) отражаются в конструкторской документации.
- **Системы поршневых двигателей** (Б1.2.5, 5 семестр): знание систем двигателя необходимо для разработки документации на элементы систем.
- **Конструкционные материалы поршневых двигателей и турбомашин** (Б1.1.13, 3 семестр): знание материалов необходимо для указания в чертежах и спецификациях.

Основные положения дисциплины используются в дальнейшем при изучении следующих дисциплин и освоении элементов образовательной программы, обеспечивая завершение четвёртого и переход к пятому этапу сквозного проекта:

- **Технологическая подготовка производства в машиностроении** (Б1.2.16, 7 семестр), изучаемая параллельно: разработанная КД является исходной информацией для технологической подготовки.
- **Подготовка производства компонентов энергетических установок** (Б1.2.22, 8 семестр): требует наличия полного комплекта КД для организации производства (V этап).
- **Интеграция и оформление проектных решений** (Б1.2.19, 8 семестр): результаты проектирования оформляются в виде единого комплекта документации (V этап).

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4 зачетные единицы (144 часа)**.

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			7
1	Аудиторные занятия	72	72
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия	54	54
1.3	Лабораторные занятия	–	–
2	Самостоятельная работа	72	72
3	Промежуточная аттестация		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	Экзамен	Экзамен
	Итого	**144**	**144**

3.2. Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела / темы	Всего часов	Аудиторная работа	Лекции	Семинарские/ практические занятия	Самостоятельная работа
Семестр 7	**Разработка конструкторской документации на двигатели и их компоненты**					
1	Тема 1. Введение. Нормативная база конструкторской документации	8	4	2	2	4

№ п/п	Название раздела / темы	Всего часов	Аудиторная работа	Лекции	Семинарские/ практические занятия	Самостоятельная работа
2	Тема 2. Разработка рабочих чертежей деталей	18	10	2	8	8
3	Тема 3. Разработка сборочных чертежей и спецификаций	18	10	2	8	8
4	Тема 4. Разработка технических условий (ТУ) и технических требований	12	6	2	4	6
5	Тема 5. Электронная структура изделия и управление данными	12	6	2	4	6
6	Тема 6. Допуски, посадки и размерные цепи	16	8	2	6	8
7	Тема 7. Оформление эксплуатационной и ремонтной документации	12	6	2	4	6
8	Тема 8. Нормоконтроль и внесение изменений	12	6	2	4	6
9	Тема 9. Оформление пояснительной записки к проекту	16	8	2	6	8
10	Тема 10. Комплексная разработка КД на узел двигателя (курсовой проект)	20	8	–	8	12

№ п/п	Название раздела / темы	Всего часов	Аудиторная работа	Лекции	Семинарские/ практические занятия	Самостоятельная работа
	Итого	**144**	**72**	**18**	**54**	**72**

3.3. Содержание дисциплины

Семестр 7. Разработка конструкторской документации на двигатели и их компоненты

Тема 1. Введение. Нормативная база конструкторской документации
Роль конструкторской документации (КД) в жизненном цикле изделия. Место дисциплины в сквозном проекте: завершающий этап – выпуск полного комплекта КД на разработанный двигатель. Связь с дисциплиной «Конструкторская документация при проектировании двигателей» (ФТД.3): углубление и систематизация знаний для разработки рабочей документации. Стадии разработки КД по ЕСКД: техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, технический проект, рабочая документация. Состав и комплектность КД на различных стадиях. Единая система конструкторской документации (ЕСКД): стандарты, применяемые при разработке КД на двигатели. Система электронного документооборота (САПР, PDM/PLM).

Тема 2. Разработка рабочих чертежей деталей
Виды конструкторских документов на детали: чертёж детали, технические условия. Выбор главного изображения и количества видов. Правила выполнения разрезов, сечений, выносных элементов. Нанесение размеров: конструкторские, технологические, измерительные базы. Обозначение шероховатости поверхностей. Допуски формы и расположения поверхностей. Обозначение материалов и покрытий. Оформление чертежей деталей двигателя: поршень, шатун, коленчатый вал, клапан, гильза цилиндра. Разработка чертежей литых и штампованных деталей с указанием уклонов, радиусов, формовочных уклонов.

Тема 3. Разработка сборочных чертежей и спецификаций
Назначение и содержание сборочного чертежа. Изображение сборки: виды, разрезы, сечения на сборочных чертежах. Условности и упрощения при изображении сборочных единиц. Номера позиций и их нанесение. Спецификация: форма, разделы, порядок заполнения. Составление спецификации на сборочную единицу (поршневая группа, головка блока, коленчатый вал в сборе). Оформление спецификации в соответствии с ГОСТ 2.108-68. Спецификация покупных изделий и стандартных деталей (болты, гайки, подшипники).

Тема 4. Разработка технических условий (ТУ) и технических требований
Назначение технических условий. Структура ТУ: технические требования, требования безопасности, правила приёмки, методы контроля, транспортирование и хранение. Разработка технических требований на чертежах. Указание требований к термической обработке, покрытиям, сварке. Требования к неразрушающему контролю. Требования к испытаниям готовых узлов и двигателя в сборе. Согласование и утверждение ТУ.

Тема 5. Электронная структура изделия и управление данными
Понятие электронной структуры изделия (ESI). Формирование иерархической структуры изделия (SBOM – System Bill of Materials). Связь между 3D-моделями и электронными чертежами. Управление версиями и конфигурациями. Ведение электронного архива КД. Использование PDM-систем (Product

Data Management) для хранения и управления данными об изделии. Интеграция CAD/PDM/PLM-систем. Передача КД в технологические подразделения.

Тема 6. Допуски, посадки и размерные цепи
Единая система допусков и посадок (ЕСДП). Выбор полей допусков для типовых сопряжений двигателя: поршень-цилиндр, поршневой палец-бобышка, шатун-шейка коленчатого вала, вал-втулка. Обозначение допусков и посадок на чертежах. Расчёт размерных цепей: метод полной взаимозаменяемости, вероятностный метод. Обеспечение собираемости узлов двигателя. Назначение компенсаторов (регулировочных прокладок). Контроль размерных цепей.

Тема 7. Оформление эксплуатационной и ремонтной документации
Виды эксплуатационной документации: руководство по эксплуатации (РЭ), паспорт, формуляр. Структура руководства по эксплуатации: описание устройства и принципа работы, эксплуатационные ограничения, техническое обслуживание, поиск и устранение неисправностей. Разработка инструкций по монтажу, пуску, регулированию. Ремонтная документация: руководство по ремонту, альбом чертежей запасных частей. Разработка ведомости запасных частей (ЗИП). Оформление ремонтной документации в соответствии с требованиями ЕСКД и ЕСТД.

Тема 8. Нормоконтроль и внесение изменений
Задачи и организация нормоконтроля. Проверка КД на соответствие стандартам (ЕСКД, ЕСТД). Проверка правильности применения обозначений и условностей. Проверка соответствия конструкторских решений требованиям стандартизации и унификации. Оформление протокола проверки КД. Порядок внесения изменений в КД: извещение об изменении (ИИ), учёт изменений. Передача изменённой КД в производство. Ведение истории изменений в электронном архиве.

Тема 9. Оформление пояснительной записки к проекту
Структура и содержание пояснительной записки к курсовому проекту (ВКР). Оформление текстовых документов по ГОСТ 2.105-95. Правила оформления титульного листа, задания, содержания, введения, основной части, заключения. Требования к формулам, рисункам, таблицам, ссылкам. Оформление списка литературы. Содержание разделов пояснительной записки по сквозному проекту: анализ прототипа, описание разработанной конструкции, обоснование выбора материалов, расчёты, спецификация, анализ технологичности, перспективы импортозамещения.

Тема 10. Комплексная разработка КД на узел двигателя (курсовой проект)
Разработка полного комплекта КД на узел двигателя (поршневая группа, шатунно-поршневая группа, головка блока, коленчатый вал и др.). Выполнение рабочих чертежей деталей. Оформление сборочного чертежа и спецификации. Разработка технических условий на сборку и испытания. Оформление пояснительной записки к курсовому проекту. Защита курсового проекта.

3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практического занятия	Трудоемкость (час.)
1	Тема 1	Анализ состава и комплектности КД для различных стадий разработки	2
2	Тема 2	Выполнение рабочего чертежа поршня (с нанесением размеров, допусков, шероховатости)	4

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практического занятия	Трудоемкость (час.)
3	Тема 2	Выполнение рабочего чертежа шатуна	4
4	Тема 2	Выполнение рабочего чертежа коленчатого вала (с указанием галтелей, масляных каналов)	4
5	Тема 2	Выполнение рабочего чертежа клапана (с указанием наплавки, термообработки)	2
6	Тема 3	Разработка сборочного чертежа поршневой группы	4
7	Тема 3	Составление спецификации на поршневую группу	2
8	Тема 3	Разработка сборочного чертежа головки блока цилиндров	4
9	Тема 4	Разработка технических условий на сборку двигателя	2
10	Тема 5	Построение электронной структуры изделия (SBOM) в CAD/PDM-системе	2
11	Тема 6	Назначение полей допусков для типовых сопряжений двигателя	2
12	Тема 6	Расчёт размерной цепи (например, поршневая группа)	2
13	Тема 7	Разработка фрагмента руководства по эксплуатации (раздел «Техническое обслуживание»)	2
14	Тема 8	Проверка КД на соответствие ЕСКД (нормоконтроль)	2
15	Тема 9	Оформление пояснительной записки к курсовому проекту	4
16	Тема 10	Комплексная защита курсового проекта (узла двигателя)	8
	Итого		**54**

3.4.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены учебным планом.

3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовой проект выполняется в 7-м семестре и является **завершающим этапом формирования компетенций по разработке конструкторской документации на узлы поршневого двигателя**. Результаты курсового проекта используются в выпускной квалификационной работе.

Примерные темы курсовых проектов:

1. Разработка комплекта конструкторской документации на поршневую группу рядного четырёхцилиндрового двигателя.
2. Разработка комплекта КД на шатун с верхней головкой под плавающий палец.
3. Разработка комплекта КД на коленчатый вал с противовесами и масляными каналами.
4. Разработка комплекта КД на головку блока цилиндров с клапанным механизмом.
5. Разработка комплекта КД на механизм газораспределения (распредвал, толкатели, коромысла).
6. Разработка комплекта КД на масляный насос шестеренчатого типа.
7. Разработка комплекта КД на топливный насос высокого давления (Common Rail).
8. Разработка комплекта КД на турбокомпрессор (компрессорное колесо, турбинное колесо, корпус).
9. Разработка комплекта КД на систему охлаждения головки блока цилиндров.
10. Разработка комплекта КД на привод газораспределительного механизма (зубчатый ремень, цепь, шестерни).

Структура курсового проекта:

- Пояснительная записка (анализ прототипа, описание конструкции, обоснование выбора материалов, расчёты сопряжений, спецификация, анализ технологичности).
- Графическая часть (сборочный чертёж узла, рабочие чертежи 3–4 оригинальных деталей, 3D-модели в электронном виде).

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1. Нормативные документы и ГОСТы

ГОСТ 10150– 2014 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Общие технические условия

ГОСТ Р 54120-2010 Двигатели автомобильные. Пусковые качества. Технические требования

ГОСТ Р 52033-2003 Автомобили с бензиновыми двигателями. Выбросы загрязняющих веществ с отработавшими газами. Нормы и методы контроля при оценке технического состояния

ГОСТ Р 52160—2003 автотранспортные средства, оснащенные двигателями с воспламенением от сжатия. Дымность отработавших газов. Нормы и методы контроля при оценке технического состояния.

ГОСТ 2.101-68 — Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Общие требования к чертежам.

Для изучения и оформления конструкторской документации.

ГОСТ 2.601-2013 — ЕСКД. Правила выполнения и оформления сборочных чертежей.

Важен для работы с чертежами узлов и агрегатов.

ГОСТ 24379.1-80 — ЕСКД. Обозначения посадок и допусков.

Для понимания допусков и посадок в деталях двигателей.

ГОСТ 1050-2013 — Сталь обыкновенного качества. Характеристики и применение.

Материалы для изготовления деталей поршневых и газотурбинных двигателей.

ГОСТ 4543-71 — Стали легированные инструментальные.

Материалы для изготовления ответственных узлов.

4.2. Основная литература

1. Баширов, Р. М. Автотракторные двигатели: конструкция, основы теории и расчета : учебник / Р. М. Баширов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-2741-3. —

Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://reader.lanbook.com/book/96242
2. Инженерная графика : учебник для вузов / Н. П. Сорокин, Е. Д. Ольшевский, А. Н. Заикина, Е. И. Шибанова. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 432 с. — ISBN 978-5-507-50923-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/487721
3. Дуркин, В. В. Оформление текстовых и графических учебных документов в соответствии с требованиями ЕСКД : / В. В. Дуркин. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 60 с. — ISBN 978-5-7782-3808-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/152202

4.3. Дополнительная литература

1. Елисеев, Н. А. Схемы. Условное графическое обозначение элементов схем на основе ЕСКД и ЕСПД : учебное пособие / Н. А. Елисеев, Д. В. Третьяков, Т. Ф. Турутина. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2015. — 71 с. — ISBN 978-5-7641-0795-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/91117
2. Инженерная графика : учебник / Н. П. Сорокин, Е. Д. Ольшевский, А. Н. Заикина, Е. И. Шибанова. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 392 с. — ISBN 978-5-8114-0525-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/212327

4.4. Электронные образовательные ресурсы

Конструкторская документация при проектировании двигателей
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=15728

4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

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

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

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

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

4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5. Материально-техническое обеспечение

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

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

6. Методические рекомендации

6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

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

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

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

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

В ходе лекционного занятия преподаватель должен:

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

При проведении практических (семинарских) занятий рекомендуется:

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

При проведении лабораторных занятий (при наличии) рекомендуется:

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

При организации самостоятельной работы студентов следует:

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

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации рекомендуется:

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

В целях повышения эффективности образовательного процесса рекомендуется использовать:

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

6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины осуществляется при контактной работе с преподавателем и в процессе самостоятельной работы. Эффективное освоение предполагает регулярное посещение всех видов

аудиторных занятий, выполнение плана самостоятельной работы в полном объёме и прохождение аттестации в соответствии с календарным учебным графиком.

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

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

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

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

Для успешного освоения дисциплины рекомендуется:

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

При подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации рекомендуется:

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

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

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Сформированность компетенций при изучении дисциплины определяется посредством оценки соответствия ответов и/или выполнения заданий заявленным индикаторам в рамках мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации (экзамена). Дисциплина «Разработка конструкторской документации на двигатели и их компоненты» является формирующей для компетенции ПК-1, обеспечивая комплексные теоретические знания и практические навыки в области разработки, оформления и управления конструкторской документацией на поршневые двигатели, турбомашины и их компоненты в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и современных стандартов, необходимых для завершения четвёртого этапа сквозного проектирования «Технологическая подготовка и экспериментальная верификация» и подготовки производства.

В процессе изучения дисциплины оценивается сформированность следующих компетенций и индикаторов:

ПК-1. Способен разрабатывать проектную и рабочую конструкторскую документацию на поршневые двигатели, турбомашины и их компоненты с использованием современных CAD-систем

Индикаторы достижения компетенции:

- **ИПК-1.3.** Способен генерировать ассоциативный чертёж общего вида из 3D-модели по стандартам ЕСКД.
- **ИПК-1.4.** Способен оформлять сборочный чертёж узла двигателя с разрезами и спецификацией.

• **ИПК-1.5.** Способен выпускать рабочие чертежи оригинальных деталей с полем допусков и шероховатостью.

• **ИПК-1.6.** Способен формировать электронный архив КД (структуру изделия).

Дисциплина «Разработка конструкторской документации на двигатели и их компоненты» является финальным этапом формирования ключевой компетенции ПК-1 на четвёртом этапе сквозного проекта «Технологическая подготовка и экспериментальная верификация», обеспечивая систематизацию и завершение навыков разработки полного комплекта конструкторской документации на основе результатов всех предшествующих этапов проектирования. В ходе изучения дисциплины студент осваивает нормативную базу конструкторской документации (ЕСКД), методы разработки рабочих чертежей деталей, сборочных чертежей и спецификаций, разработки технических условий, формирования электронной структуры изделия, назначения допусков и посадок, расчёта размерных цепей, оформления эксплуатационной и ремонтной документации, проведения нормоконтроля, а также оформления пояснительной записки к проекту.

В процессе изучения дисциплины используются следующие методы контроля.

Текущее (рубежное) тестирование по модулям

Проводится после завершения изучения каждого из двух модулей дисциплины. Тестирование осуществляется в письменной или компьютерной форме и включает вопросы закрытого и открытого типа, а также расчётные задачи, направленные на проверку знаний нормативной базы ЕСКД, методов разработки рабочих чертежей, сборочных чертежей, спецификаций, технических условий, электронной структуры изделия, допусков и посадок, размерных цепей, эксплуатационной документации, нормоконтроля. Результаты тестирования используются для оценки уровня освоения материала модуля и определения готовности студента к выполнению курсового проекта. Проверяемые индикаторы: ИПК-1.3, ИПК-1.4, ИПК-1.5, ИПК-1.6.

Устный опрос (собеседование)

Проводится в ходе практических занятий для проверки понимания студентом теоретического материала, способности аргументированно излагать требования ЕСКД, обосновывать выбор главного изображения, назначение допусков и посадок, расчёт размерных цепей. Устный опрос может быть как индивидуальным, так и фронтальным, и направлен на выявление глубины усвоения материала, умения применять полученные знания для решения профессиональных задач. В рамках сквозного проекта устный опрос позволяет оценить способность студента обосновывать принятые конструкторские решения. Проверяемые индикаторы: ИПК-1.3, ИПК-1.4, ИПК-1.5, ИПК-1.6.

Практические занятия

В ходе выполнения практических заданий (анализ состава КД, выполнение рабочих чертежей деталей, разработка сборочных чертежей и спецификаций, разработка технических условий, построение электронной структуры изделия, назначение полей допусков, расчёт размерных цепей, разработка фрагмента руководства по эксплуатации, проверка КД на соответствие ЕСКД, оформление пояснительной записки) оценивается способность студента применять теоретические знания для решения конкретных профессиональных задач. Результаты выполнения практических заданий фиксируются в виде отчётов, которые защищаются студентом в устной форме. Практические занятия ориентированы на формирование навыков разработки конструкторской документации, необходимых для выполнения курсового проекта и четвёртого этапа сквозного проекта. Проверяемые индикаторы: ИПК-1.3, ИПК-1.4, ИПК-1.5, ИПК-1.6.

Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены учебным планом. Все практические навыки формируются в ходе практических занятий и самостоятельной работы.

Курсовой проект

Курсовой проект выполняется в седьмом семестре и является завершающим этапом формирования компетенций по разработке конструкторской документации на узлы поршневого двигателя. Курсовой проект направлен на комплексное применение знаний и навыков для разработки полного комплекта конструкторской документации на узел поршневого двигателя. Выполнение курсового проекта позволяет оценить способность студента самостоятельно разрабатывать рабочие чертежи деталей, сборочные чертежи и спецификации, технические условия, формировать электронную структуру

изделия, назначать обоснованные допуски и посадки, рассчитывать размерные цепи. Результаты курсового проекта используются в выпускной квалификационной работе. Проверяемые индикаторы: ИПК-1.3, ИПК-1.4, ИПК-1.5, ИПК-1.6.

Экзамен

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена по завершении изучения дисциплины. Экзамен позволяет комплексно оценить знания, умения и навыки студента по всем разделам дисциплины. Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса (по основным разделам разработки КД) и одно практическое задание (разработка фрагмента чертежа, расчёт размерной цепи, назначение допусков). Результаты экзамена определяют итоговую оценку по дисциплине и отражают степень сформированности знаний, необходимых для выполнения четвёртого этапа сквозного проекта «Технологическая подготовка и экспериментальная верификация». Проверяемые индикаторы: ИПК-1.3, ИПК-1.4, ИПК-1.5, ИПК-1.6.

Роль дисциплины в оценке результатов сквозного проекта

Дисциплина «Разработка конструкторской документации на двигатели и их компоненты» формирует фундаментальные знания и навыки, необходимые для выполнения четвёртого этапа сквозного проекта — «Технологическая подготовка и экспериментальная верификация». В рамках этого этапа студент должен разработать полный комплект конструкторской документации на проектируемый двигатель, включая рабочие чертежи деталей, сборочные чертежи, спецификации, технические условия, электронную структуру изделия. Результаты освоения дисциплины оцениваются в ходе защиты курсового проекта и отчёта по четвёртому этапу сквозного проекта. Оценка сформированности компетенции ПК-1 по дисциплине учитывается при подведении итогов выполнения сквозного проекта в целом.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Критерии оценки текущего (рубежного) тестирования по модулям

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

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если выполнено верно более 75% заданий теста (набрано более 15 баллов). Студент, получивший «зачтено», демонстрирует достаточное знание теоретического материала модуля, владеет основными требованиями ЕСКД, умеет разрабатывать рабочие чертежи, сборочные чертежи, спецификации, назначать допуски, рассчитывать размерные цепи. Это свидетельствует о сформированности на пороговом уровне индикаторов ИПК-1.3, ИПК-1.4, ИПК-1.5, ИПК-1.6 в части теоретических основ разработки КД.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если выполнено верно менее 75% заданий теста (набрано 15 баллов и менее). Студент, получивший «не зачтено», не владеет основным материалом модуля, допускает грубые ошибки в оформлении чертежей, не может назначить допуски, не умеет рассчитывать размерные цепи. Студент обязан ликвидировать задолженность по модулю до прохождения следующего рубежного контроля.

Критерии оценки итогового тестирования по курсу

Итоговое тестирование проводится после завершения изучения всех модулей. Тест состоит из 30 заданий, охватывающих весь материал дисциплины. Каждое верно выполненное задание оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов — 30.

Оценка «отлично» выставляется студенту, набравшему от 29 до 30 баллов (97-100% правильных ответов). Студент демонстрирует системные теоретические знания по всем разделам дисциплины, уверенно разрабатывает рабочие чертежи, сборочные чертежи, спецификации, назначает допуски, рассчитывает размерные цепи. Сформированность индикаторов ИПК-1.3, ИПК-1.4, ИПК-1.5, ИПК-1.6 оценивается на продвинутом уровне, что позволяет студенту успешно выполнить курсовой проект и раздел сквозного проекта, связанный с разработкой КД.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, набравшему от 24 до 28 баллов (80-97% правильных ответов). Студент в целом демонстрирует системные теоретические знания, владеет большинством терминов, но допускает отдельные неточности в сложных вопросах, связанных с расчётом размерных цепей или назначением допусков формы и расположения. Сформированность индикаторов оценивается на базовом уровне, достаточном для выполнения курсового проекта.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, набравшему от 18 до 23 баллов (60-80% правильных ответов). Студент демонстрирует знание основного материала, но допускает ошибки в деталях, испытывает затруднения при оформлении спецификаций или расчёте размерных цепей, не в полной мере владеет профессиональной терминологией. Сформированность индикаторов оценивается на пороговом уровне, что требует дополнительной работы для успешного выполнения курсового проекта.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, набравшему от 0 до 17 баллов (менее 60% правильных ответов). Студент не демонстрирует системных знаний, не владеет основными понятиями, не может разработать чертежи, допускает грубые ошибки. Сформированность индикаторов не достигла порогового уровня, что делает невозможным выполнение курсового проекта без дополнительной подготовки.

Критерии оценки устного опроса (собеседования)

Оценка «отлично» выставляется студенту, который глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе и логически стройно его излагает. Студент демонстрирует полное знание нормативной базы ЕСКД, методов разработки рабочих чертежей, сборочных чертежей, спецификаций, технических условий, электронной структуры изделия, допусков и посадок, размерных цепей, эксплуатационной документации, нормоконтроля. Уверенно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы, свободно владеет профессиональной терминологией. В контексте сквозного проекта такой уровень подготовки позволяет студенту самостоятельно разрабатывать полный комплект КД на проектируемый двигатель.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, который твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей. Студент владеет основными понятиями и методами, умеет выполнять типовые задачи, но может испытывать затруднения при ответе на уточняющие вопросы или при объяснении сложных разделов. В целом демонстрирует хорошее владение профессиональной терминологией.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, который имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей. Студент допускает неточности и ошибки в изложении, испытывает затруднения при выборе главного изображения, обладает фрагментарными знаниями. Ответы на дополнительные вопросы даются с трудом, требуют наводящих вопросов. Профессиональная терминология используется недостаточно уверенно.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части материала, допускает грубые ошибки в изложении, не может разработать чертежи. Отсутствует понимание требований ЕСКД. Не способен ответить на дополнительные вопросы, не владеет профессиональной терминологией. Студент не готов к выполнению курсового проекта.

Критерии оценки практических занятий

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который выполнил практическое задание правильно, в установленные сроки. Студент продемонстрировал понимание методики решения задачи, способность применять теоретические знания для разработки рабочих чертежей, сборочных чертежей, спецификаций, назначения допусков, расчёта размерных цепей. При защите студент аргументирует полученные результаты, отвечает на уточняющие вопросы, демонстрирует владение профессиональной терминологией. В рамках сквозного проекта успешное выполнение практических заданий позволяет студенту овладеть методами разработки КД, необходимыми для выполнения курсового проекта.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не выполнил практическое задание, выполнил его не в полном объёме, или выполнил с грубыми ошибками. Студент не понимает методику решения, не может объяснить полученные результаты, не отвечает на вопросы по существу задания, не владеет профессиональной терминологией. Студент обязан выполнить практическое задание повторно в установленные преподавателем сроки.

Критерии оценки курсового проекта

Курсовой проект выполняется в седьмом семестре. Оценка выставляется по результатам защиты выполненного проекта. Защита проводится в форме устной презентации результатов с последующим ответом на вопросы преподавателя. Максимальная оценка — 5 баллов (отлично). Критерии оценки включают полноту выполнения задания, качество графического материала, соответствие требованиям ЕСКД, обоснованность принятых решений, качество оформления пояснительной записки и презентации.

Оценка «отлично» выставляется студенту, который полностью выполнил курсовой проект в соответствии с требованиями. Студент демонстрирует глубокое понимание требований ЕСКД, самостоятельно разрабатывает полный комплект КД на узел двигателя: рабочие чертежи деталей, сборочный чертёж, спецификацию, технические условия, электронную структуру изделия. Чертежи выполнены на высоком уровне, в полном соответствии с требованиями ЕСКД. Пояснительная записка оформлена в соответствии с требованиями, содержит полный анализ конструкции, обоснование выбора главного изображения, расчёты сопряжений и размерных цепей. При защите студент свободно владеет материалом, аргументированно отвечает на вопросы, демонстрирует понимание взаимосвязей между конструктивными элементами. Сформированность индикаторов ИПК-1.3, ИПК-1.4, ИПК-1.5, ИПК-1.6 оценивается на продвинутом уровне. Результаты курсового проекта могут быть использованы в качестве основы для выпускной квалификационной работы.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, который выполнил курсовой проект в полном объёме, но допускает отдельные неточности в чертежах или незначительные отступления от требований ЕСКД. Студент демонстрирует понимание требований ЕСКД, способен выполнять чертежи, но может испытывать затруднения при обосновании выбора изображений или при расчёте размерных цепей. Пояснительная записка оформлена в соответствии с требованиями, но содержит незначительные замечания. При защите студент в целом отвечает на вопросы, но может допускать неточности. Сформированность индикаторов оценивается на базовом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, который выполнил курсовой проект, но допустил существенные ошибки в чертежах или не полностью выполнил требуемые изображения. Студент демонстрирует фрагментарные знания требований ЕСКД, испытывает значительные затруднения при оформлении чертежей. Чертежи оформлены с нарушениями требований ЕСКД. Пояснительная записка оформлена с нарушениями. При защите студент отвечает на вопросы неуверенно, требует наводящих вопросов. Сформированность индикаторов оценивается на пороговом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не выполнил курсовой проект, выполнил его не в полном объёме или допустил грубые ошибки. Студент не демонстрирует понимания требований ЕСКД, не владеет навыками выполнения чертежей. Чертежи отсутствуют или выполнены с грубыми нарушениями. Пояснительная записка отсутствует или оформлена с грубыми нарушениями. При защите студент не отвечает на вопросы, не владеет профессиональной терминологией. Сформированность индикаторов не достигла порогового уровня. Студент обязан выполнить курсовой проект повторно в установленные преподавателем сроки.

Критерии оценки ответа на экзамене

Оценка «отлично» выставляется студенту, который глубоко и прочно усвоил программный материал по всем разделам, исчерпывающе и логически стройно излагает ответы на теоретические вопросы. Студент демонстрирует полное знание нормативной базы ЕСКД, методов разработки рабочих чертежей, сборочных чертежей, спецификаций, технических условий, электронной структуры изделия, допусков и посадок, размерных цепей, эксплуатационной документации, нормоконтроля. Уверенно и без ошибок выполняет практическое задание (разработка фрагмента чертежа, расчёт размерной цепи, назначение допусков), аргументирует последовательность действий, делает обоснованные выводы. Даёт полные ответы на дополнительные вопросы, свободно владеет профессиональной терминологией. Сформированность индикаторов ИПК-1.3, ИПК-1.4, ИПК-1.5, ИПК-1.6 оценивается на продвинутом уровне, что подтверждает готовность студента к выполнению четвёртого этапа сквозного проекта.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, который твердо знает материал, грамотно и по существу излагает ответы на теоретические вопросы, не допуская существенных неточностей. Студент владеет

основными понятиями и методами, умеет выполнять типовые задачи. Выполняет практическое задание в целом правильно, но может испытывать затруднения при обосновании отдельных этапов. На дополнительные вопросы отвечает в целом правильно, но допускает несущественные ошибки. Сформированность индикаторов оценивается на базовом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, который имеет знания только основного материала, допускает неточности и ошибки в изложении теоретических вопросов. Студент обладает фрагментарными знаниями по отдельным разделам. Выполняет практическое задание с помощью наводящих вопросов или допускает ошибки. Ответы на дополнительные вопросы даются с трудом, профессиональная терминология используется недостаточно уверенно. Сформированность индикаторов оценивается на пороговом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает грубые ошибки в изложении теоретических вопросов. Студент не может выполнить практическое задание или выполняет его с грубыми ошибками, не понимает сути задания. Не способен ответить на дополнительные вопросы, не владеет профессиональной терминологией. Сформированность индикаторов не достигла порогового уровня, что делает невозможным выполнение четвёртого этапа сквозного проекта.

7.3 Оценочные средства

Текущий контроль

Модульная структура дисциплины

Дисциплина изучается в 7-м семестре. Семестр делится на два равных модуля (периода), каждый из которых включает определенные темы.

Модуль 1 (недели 1–8) — Нормативная база. Рабочие и сборочные чертежи. Технические условия. Электронная структура изделия

Включает темы: Тема 1. Введение. Нормативная база конструкторской документации; Тема 2. Разработка рабочих чертежей деталей; Тема 3. Разработка сборочных чертежей и спецификаций; Тема 4. Разработка технических условий (ТУ) и технических требований; Тема 5. Электронная структура изделия и управление данными.

Модуль 2 (недели 9–16) — Допуски и посадки. Эксплуатационная документация. Нормоконтроль. Пояснительная записка

Включает темы: Тема 6. Допуски, посадки и размерные цепи; Тема 7. Оформление эксплуатационной и ремонтной документации; Тема 8. Нормоконтроль и внесение изменений; Тема 9. Оформление пояснительной записки к проекту; Тема 10. Комплексная разработка КД на узел двигателя (курсовой проект).

Рубежный контроль по модулям (устный опрос/собеседование)

Модуль 1. Нормативная база. Рабочие и сборочные чертежи. Технические условия. Электронная структура изделия

Перечень вопросов для собеседования:

1. Роль конструкторской документации (КД) в жизненном цикле изделия. Место дисциплины в сквозном проекте: завершающий этап — выпуск полного комплекта КД.
2. Стадии разработки КД по ЕСКД: техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, технический проект, рабочая документация. Состав и комплектность КД на различных стадиях.
3. Единая система конструкторской документации (ЕСКД): стандарты, применяемые при разработке КД на двигатели.
4. Виды конструкторских документов на детали: чертёж детали, технические условия. Выбор главного изображения и количества видов.
5. Правила выполнения разрезов, сечений, выносных элементов. Нанесение размеров: конструкторские, технологические, измерительные базы.
6. Обозначение шероховатости поверхностей. Допуски формы и расположения поверхностей. Обозначение материалов и покрытий.

7. Разработка чертежей деталей двигателя: поршень, шатун, коленчатый вал, клапан, гильза цилиндра. Чертежи литых и штампованных деталей с указанием уклонов, радиусов, формовочных уклонов.

8. Назначение и содержание сборочного чертежа. Изображение сборки: виды, разрезы, сечения на сборочных чертежах. Условности и упрощения при изображении сборочных единиц.

9. Номера позиций и их нанесение. Спецификация: форма, разделы, порядок заполнения. Составление спецификации на сборочную единицу.

10. Спецификация покупных изделий и стандартных деталей (болты, гайки, подшипники).

11. Назначение технических условий. Структура ТУ: технические требования, требования безопасности, правила приёмки, методы контроля, транспортирование и хранение.

12. Разработка технических требований на чертежах. Указание требований к термической обработке, покрытиям, сварке. Требования к неразрушающему контролю. Требования к испытаниям готовых узлов и двигателя в сборе.

13. Понятие электронной структуры изделия (ESI). Формирование иерархической структуры изделия (SBOM — System Bill of Materials).

14. Связь между 3D-моделями и электронными чертежами. Управление версиями и конфигурациями. Ведение электронного архива КД.

15. Использование PDM-систем (Product Data Management) для хранения и управления данными об изделии. Интеграция CAD/PDM/PLM-систем.

Модуль 2. Допуски и посадки. Эксплуатационная документация. Нормоконтроль. Пояснительная записка

Перечень вопросов для собеседования:

1. Единая система допусков и посадок (ЕСДП). Выбор полей допусков для типовых сопряжений двигателя: поршень-цилиндр, поршневой палец-бобышка, шатун-шейка коленчатого вала, вал-втулка.

2. Обозначение допусков и посадок на чертежах. Расчёт размерных цепей: метод полной взаимозаменяемости, вероятностный метод. Обеспечение собираемости узлов двигателя.

3. Назначение компенсаторов (регулировочных прокладок). Контроль размерных цепей.

4. Виды эксплуатационной документации: руководство по эксплуатации (РЭ), паспорт, формуляр. Структура руководства по эксплуатации.

5. Разработка инструкций по монтажу, пуску, регулированию. Ремонтная документация: руководство по ремонту, альбом чертежей запасных частей.

6. Разработка ведомости запасных частей (ЗИП). Оформление ремонтной документации в соответствии с требованиями ЕСКД и ЕСТД.

7. Задачи и организация нормоконтроля. Проверка КД на соответствие стандартам (ЕСКД, ЕСТД). Проверка правильности применения обозначений и условностей.

8. Проверка соответствия конструкторских решений требованиям стандартизации и унификации. Оформление протокола проверки КД.

9. Порядок внесения изменений в КД: извещение об изменении (ИИ), учёт изменений. Передача изменённой КД в производство. Ведение истории изменений в электронном архиве.

10. Структура и содержание пояснительной записки к курсовому проекту (ВКР). Оформление текстовых документов по ГОСТ 2.105-95.

11. Правила оформления титульного листа, задания, содержания, введения, основной части, заключения. Требования к формулам, рисункам, таблицам, ссылкам. Оформление списка литературы.

12. Содержание разделов пояснительной записки по сквозному проекту: анализ прототипа, описание разработанной конструкции, обоснование выбора материалов, расчёты, спецификация, анализ технологичности, перспективы импортозамещения.

13. Разработка полного комплекта КД на узел двигателя (поршневая группа, шатунно-поршневая группа, головка блока, коленчатый вал и др.). Выполнение рабочих чертежей деталей.

14. Оформление сборочного чертежа и спецификации. Разработка технических условий на сборку и испытания. Оформление пояснительной записки к курсовому проекту.

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, расчётная задача). 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. **Какая стадия разработки КД завершается выпуском рабочей документации?**
2. A) Техническое предложение
3. B) Эскизный проект
4. C) Технический проект
5. D) Рабочая документация

Правильный ответ: D

6. **Какой раздел спецификации заполняется в последнюю очередь?**
7. A) Документация
8. B) Сборочные единицы
9. C) Детали
10. D) Стандартные изделия

Правильный ответ: A

11. **Какой параметр шероховатости характеризует среднее арифметическое отклонение профиля?**
12. A) Ra
13. B) Rz
14. C) Rmax
15. D) Sm

Правильный ответ: A

16. **Какой метод расчёта размерных цепей учитывает вероятностное рассеивание размеров звеньев?**
17. A) Метод максимума-минимума
18. B) Вероятностный метод
19. C) Метод пригонки
20. D) Метод регулирования

Правильный ответ: B

21. **Какой документ оформляется для уведомления об изменениях в конструкторской документации?**
22. A) Протокол проверки КД
23. B) Извещение об изменении (ИИ)
24. C) Акт приёмки
25. D) Техническое задание

Правильный ответ: B

Оценочные средства для индивидуального задания в рамках сквозного проекта

Индивидуальное задание в рамках сквозного проекта является составной частью курсового проекта и представляет собой разработку полного комплекта конструкторской документации на узел поршневого двигателя. Задание выполняется студентом самостоятельно в рамках курсового проекта.

Содержание индивидуального задания:

Индивидуальное задание включает в себя выполнение следующих этапов:

1. **Анализ узла двигателя и выбор прототипа.** Студент выбирает узел поршневого двигателя для детальной проработки: поршневая группа, шатунно-поршневая группа, головка блока цилиндров, коленчатый вал, клапанный механизм, масляный насос и т.п. Проводится анализ конструктивных особенностей, материалов, условий работы.

2. **Разработка рабочих чертежей деталей.** Выполняются рабочие чертежи 3-4 оригинальных деталей узла. Выбирается главное изображение, необходимое количество видов, разрезов, сечений. Наносятся размеры с учётом конструкторских, технологических и измерительных баз. Обозначается шероховатость поверхностей, допуски формы и расположения. Указывается материал детали.

3. **Разработка сборочного чертежа и спецификации.** Выполняется сборочный чертёж узла с необходимыми разрезами и сечениями. Наносятся номера позиций. Составляется спецификация в соответствии с требованиями ЕСКД.

4. **Разработка технических условий на сборку и испытания.** Разрабатываются технические требования на сборку узла (зазоры, натяги, моменты затяжки), требования к испытаниям (герметичность, работоспособность).

5. **Формирование электронной структуры изделия.** Создаётся иерархическая структура узла (SBOM). Оформляется электронный архив КД.

6. **Оформление пояснительной записки.** Составляется пояснительная записка, включающая: анализ прототипа, описание разработанной конструкции, обоснование выбора материалов, расчёты сопряжений и размерных цепей, спецификацию, анализ технологичности.

Требования к оформлению:

Индивидуальное задание выполняется в рамках курсового проекта. Пояснительная записка оформляется в соответствии с требованиями к курсовому проекту. Графическая часть включает сборочный чертёж узла, рабочие чертежи деталей, спецификацию.

Оценочные средства для практических занятий

Типовые задания для практических занятий

Модуль 1. Нормативная база. Рабочие и сборочные чертежи. Технические условия. Электронная структура изделия

Задание 1. Анализ состава и комплектности КД для различных стадий разработки

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

Задание 2. Выполнение рабочего чертежа поршня (с нанесением размеров, допусков, шероховатости)

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

Задание 3. Выполнение рабочего чертежа шатуна

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

Задание 4. Выполнение рабочего чертежа коленчатого вала (с указанием галтелей, масляных каналов)

По заданному эскизу или 3D-модели коленчатого вала выполнить рабочий чертеж. Выбрать главное изображение, выполнить необходимые разрезы. Показать галтели, масляные каналы. Нанести размеры. Указать материал (сталь 45).

Задание 5. Выполнение рабочего чертежа клапана (с указанием наплавки, термообработки)

По заданному эскизу или 3D-модели клапана выполнить рабочий чертеж. Выбрать главное изображение. Нанести размеры. Указать материал (жаропрочная сталь). Обозначить наплавку и термообработку.

Задание 6. Разработка сборочного чертежа поршневой группы

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

Задание 7. Составление спецификации на поршневую группу

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

Задание 8. Разработка сборочного чертежа головки блока цилиндров

По заданным рабочим чертежам деталей (головка, клапаны, пружины, сёдла, направляющие втулки) разработать сборочный чертёж головки блока. Выполнить необходимые разрезы.

Задание 9. Разработка технических условий на сборку двигателя

Для заданного узла двигателя разработать технические условия на сборку: указать зазоры, натяги, моменты затяжки резьбовых соединений, требования к герметичности.

Задание 10. Построение электронной структуры изделия (SBOM) в CAD/PDM-системе

По заданному узлу двигателя построить иерархическую структуру изделия. Указать связи между 3D-моделями и чертежами.

Модуль 2. Допуски и посадки. Эксплуатационная документация. Нормоконтроль. Пояснительная записка

Задание 11. Назначение полей допусков для типовых сопряжений двигателя

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

Задание 12. Расчёт размерной цепи (например, поршневая группа)

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

Задание 13. Разработка фрагмента руководства по эксплуатации (раздел «Техническое обслуживание»)

Для заданного узла двигателя разработать фрагмент руководства по эксплуатации: описать операции технического обслуживания, периодичность, инструмент.

Задание 14. Проверка КД на соответствие ЕСКД (нормоконтроль)

Выполнить проверку заданного чертежа на соответствие требованиям ЕСКД. Оформить протокол проверки КД. Указать выявленные замечания.

Задание 15. Оформление пояснительной записки к курсовому проекту

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

Оценочные средства для курсового проекта

Курсовой проект выполняется в седьмом семестре и является завершающим этапом формирования компетенций по разработке конструкторской документации на узлы поршневого двигателя. Результаты курсового проекта используются в выпускной квалификационной работе.

Цель курсового проекта: разработать полный комплект конструкторской документации на узел поршневого двигателя в соответствии с требованиями ЕСКД.

Примерные темы курсовых проектов:

1. Разработка комплекта конструкторской документации на поршневую группу рядного четырёхцилиндрового двигателя.
2. Разработка комплекта КД на шатун с верхней головкой под плавающий палец.
3. Разработка комплекта КД на коленчатый вал с противовесами и масляными каналами.
4. Разработка комплекта КД на головку блока цилиндров с клапанным механизмом.
5. Разработка комплекта КД на механизм газораспределения (распредвал, толкатели, коромысла).
6. Разработка комплекта КД на масляный насос шестеренчатого типа.
7. Разработка комплекта КД на топливный насос высокого давления (Common Rail).
8. Разработка комплекта КД на турбокомпрессор (компрессорное колесо, турбинное колесо, корпус).
9. Разработка комплекта КД на систему охлаждения головки блока цилиндров.
10. Разработка комплекта КД на привод газораспределительного механизма (зубчатый ремень, цепь, шестерни).

Структура курсового проекта:

- **Пояснительная записка** (объем 25-30 страниц) включает:
  - титульный лист с указанием темы проекта, ФИО студента, группы, руководителя;

- задание на курсовой проект;
- содержание;
- введение (актуальность, цель и задачи работы);
- анализ прототипа и обоснование выбора конструктивных решений;
- описание разработанной конструкции;
- обоснование выбора материалов;
- расчёты сопряжений и размерных цепей;
- спецификацию;
- анализ технологичности конструкции;
- заключение с выводами по работе;
- список использованных источников;
- приложения (при необходимости).

- **Графическая часть** (3-4 листа формата А2 или А1) включает:
- сборочный чертёж узла двигателя;
- рабочие чертежи 3–4 оригинальных деталей;
- спецификацию к сборочному чертежу;
- 3D-модели в электронном виде (на электронном носителе).

Оценочные средства для курсовой работы (проекта)

Курсовая работа (проект) является основным оценочным средством промежуточной аттестации по дисциплине. Выполнение курсового проекта позволяет оценить способность студента самостоятельно разрабатывать полный комплект конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД. Защита курсового проекта проводится в форме устной презентации результатов перед комиссией.

Промежуточная аттестация (экзамен)

Условия допуска к экзамену

Студент допускается к сдаче экзамена 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 (не менее 80% заданий выполнены и защищены).
- Выполнение и защита курсового проекта 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 (разработка фрагмента чертежа, расчёт размерной цепи, назначение допусков).

Структура билета:

- **Вопрос 1** (Модуль 1): Нормативная база, рабочие и сборочные чертежи, технические условия, электронная структура изделия.
- **Вопрос 2** (Модуль 2): Допуски и посадки, эксплуатационная документация, нормоконтроль, пояснительная записка.
- **Задание 3**: Практическое задание (разработка фрагмента чертежа, расчёт размерной цепи, назначение допусков, оформление спецификации).

Типовые экзаменационные билеты

Экзаменационный билет №1

Вопрос 1 (Модуль 1)

Стадии разработки конструкторской документации по ЕСКД: техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, технический проект, рабочая документация. Состав и комплектность КД на различных стадиях.

Вопрос 2 (Модуль 2)

Единая система допусков и посадок (ЕСДП). Выбор полей допусков для типовых сопряжений двигателя: поршень-цилиндр, поршневой палец-бобышка, шатун-шейка коленчатого вала. Обозначение допусков и посадок на чертежах.

Задание 3

По заданному чертежу детали (поршень) выполнить фрагмент рабочего чертежа: нанести недостающие размеры, обозначить шероховатость поверхностей (Ra = 0,8 для рабочей поверхности, Ra = 3,2 для остальных), указать материал (АЛ25). Обозначить допуск цилиндричности юбки 0,02 мм.

Экзаменационный билет №2

Вопрос 1 (Модуль 1)

Сборочный чертёж: назначение и содержание. Изображение сборки: виды, разрезы, сечения на сборочных чертежах. Условности и упрощения. Номера позиций. Спецификация: форма, разделы, порядок заполнения.

Вопрос 2 (Модуль 2)

Расчёт размерных цепей. Основные понятия размерных цепей. Методы расчёта: метод полной взаимозаменяемости (максимума-минимума), вероятностный метод. Прямая и обратная задачи. Обеспечение собираемости узлов двигателя.

Задание 3

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

Экзаменационный билет №3

Вопрос 1 (Модуль 1)

Электронная структура изделия (ESI). Формирование иерархической структуры изделия (SBOM). Связь между 3D-моделями и электронными чертежами. Управление версиями и конфигурациями. Ведение электронного архива КД. PDM/PLM-системы.

Вопрос 2 (Модуль 2)

Нормоконтроль конструкторской документации: задачи и организация. Проверка КД на соответствие стандартам (ЕСКД, ЕСТД). Проверка правильности применения обозначений и условностей. Оформление протокола проверки КД. Порядок внесения изменений в КД.

Задание 3

По заданному чертежу сборочной единицы оформить спецификацию. Указать разделы спецификации: документация, сборочные единицы, детали, стандартные изделия. Заполнить графы: формат, обозначение, наименование, количество.

Полный перечень теоретических вопросов к экзамену по каждой теме

Модуль 1. Нормативная база. Рабочие и сборочные чертежи. Технические условия. Электронная структура изделия

1. Роль конструкторской документации (КД) в жизненном цикле изделия. Место дисциплины в сквозном проекте.
2. Стадии разработки КД по ЕСКД: техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, технический проект, рабочая документация. Состав и комплектность КД.
3. Единая система конструкторской документации (ЕСКД): стандарты, применяемые при разработке КД на двигатели.
4. Виды конструкторских документов на детали: чертёж детали, технические условия. Выбор главного изображения и количества видов.
5. Правила выполнения разрезов, сечений, выносных элементов. Нанесение размеров: конструкторские, технологические, измерительные базы.
6. Обозначение шероховатости поверхностей. Допуски формы и расположения поверхностей. Обозначение материалов и покрытий.

7. Разработка чертежей деталей двигателя: поршень, шатун, коленчатый вал, клапан, гильза цилиндра. Чертежи литых и штампованных деталей.

8. Назначение и содержание сборочного чертежа. Изображение сборки: виды, разрезы, сечения на сборочных чертежах. Условности и упрощения.

9. Номера позиций и их нанесение. Спецификация: форма, разделы, порядок заполнения. Составление спецификации на сборочную единицу.

10. Спецификация покупных изделий и стандартных деталей (болты, гайки, подшипники).

11. Назначение технических условий. Структура ТУ: технические требования, требования безопасности, правила приёмки, методы контроля, транспортирование и хранение.

12. Разработка технических требований на чертежах. Указание требований к термической обработке, покрытиям, сварке. Требования к неразрушающему контролю.

13. Понятие электронной структуры изделия (ESI). Формирование иерархической структуры изделия (SBOM).

14. Связь между 3D-моделями и электронными чертежами. Управление версиями и конфигурациями. Ведение электронного архива КД.

15. Использование PDM-систем (Product Data Management) для хранения и управления данными об изделии. Интеграция CAD/PDM/PLM-систем.

Модуль 2. Допуски и посадки. Эксплуатационная документация. Нормоконтроль. Пояснительная записка

16. Единая система допусков и посадок (ЕСДП). Выбор полей допусков для типовых сопряжений двигателя.

17. Обозначение допусков и посадок на чертежах. Расчёт размерных цепей: метод полной взаимозаменяемости, вероятностный метод.

18. Назначение компенсаторов (регулировочных прокладок). Контроль размерных цепей.

19. Виды эксплуатационной документации: руководство по эксплуатации (РЭ), паспорт, формуляр. Структура руководства по эксплуатации.

20. Разработка инструкций по монтажу, пуску, регулированию. Ремонтная документация: руководство по ремонту, альбом чертежей запасных частей.

21. Разработка ведомости запасных частей (ЗИП). Оформление ремонтной документации в соответствии с требованиями ЕСКД и ЕСТД.

22. Задачи и организация нормоконтроля. Проверка КД на соответствие стандартам (ЕСКД, ЕСТД).

23. Проверка правильности применения обозначений и условностей. Проверка соответствия конструкторских решений требованиям стандартизации и унификации.

24. Оформление протокола проверки КД. Порядок внесения изменений в КД: извещение об изменении (ИИ), учёт изменений.

25. Передача изменённой КД в производство. Ведение истории изменений в электронном архиве.

26. Структура и содержание пояснительной записки к курсовому проекту (ВКР). Оформление текстовых документов по ГОСТ 2.105-95.

27. Правила оформления титульного листа, задания, содержания, введения, основной части, заключения.

28. Требования к формулам, рисункам, таблицам, ссылкам. Оформление списка литературы.

29. Содержание разделов пояснительной записки по сквозному проекту: анализ прототипа, описание разработанной конструкции, обоснование выбора материалов, расчёты, спецификация, анализ технологичности.

30. Разработка полного комплекта КД на узел двигателя. Выполнение рабочих чертежей деталей. Оформление сборочного чертежа и спецификации. Разработка технических условий на сборку и испытания.