

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

О.Я. Солёная

 (инициалы, фамилия)

(подпись)

«28» мая 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Цифровое проектирование»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	13.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности/ специализации	Энергетические электрические машины
Форма обучения	очная
Год приема	2024

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)

 28.05.2026
(подпись, дата)

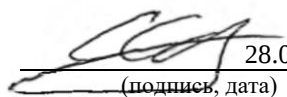
В.В. Булатов
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«28» мая 2026 г, протокол № 12

Заведующий кафедрой № 32

к.т.н., доц.
(уч. степень, звание)

 28.05.2026
(подпись, дата)

С.В. Солёный
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

доц., к.т.н.
(должность, уч. степень, звание)

 28.05.2026
(подпись, дата)

Н.В. Решетникова
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Цифровое проектирование» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности/специализации «Энергетические электрические машины». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-3 «Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с разработки электротехнических устройств с использованием 3D-технологий геометрического моделирования и анализа.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося, курсовой проект/ курсовая работа.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета (7 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Цель дисциплины подготовить студента к проектной и исследовательской профессиональной деятельности в области разработки электротехнических устройств с использованием 3D-технологий геометрического моделирования.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией	ПК-3.Д.1 выполняет сбор и анализ данных для проектирования объектов профессиональной деятельности ПК-3.Д.2 разрабатывает эскизные и рабочие чертежи графической части рабочей и проектной документации электрооборудования ПК-3.Д.3 использует средства автоматизированного проектирования для оформления рабочей документации объектов профессиональной деятельности ПК-3.Д.4 осуществляет контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам ПК-3.Д.5 выполняет расчеты для проектирования объектов профессиональной деятельности ПК-3.Д.6 определяет параметры элементов объектов профессиональной деятельности в различных режимах работы

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Информатика»,
- «Информационные технологии»,
- «Инженерная и компьютерная графика».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Аддитивные технологии в электроэнергетике»,
- «Производственная преддипломная практика».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№7
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	2/ 72	2/ 72
Из них часов практической подготовки	34	34
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17	17
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	21	21
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Дифф. зач., Курс. Пр.	Дифф. зач., Курс. Пр.

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП/КР (час)	СР (час)
Семестр 7					
Раздел 1. Введение Тема 1.1 Понятие проектирования. Виды проектирования. Тема 1.2 Цифровое проектирование и цифровые двойники	1				2
Раздел 2. Жизненный цикл и стадия разработки изделий Тема 2.1. Понятие жизненного цикла изделия и его этапы Тема 2.2. Стили и стратегии проектирования, CALS. Тема 2.3. Основные стандарты конструкторской документации. Тема 2.4. Стандарт IDEF. Традиционные и передовые процессы разработки.	3				4

Раздел 3. САПР Тема 3.1. Машиностроительные САПР как интегрированные среды цифровой разработки изделий, виды изделий. CAD\CAE\CAM-системы, их роль и место в разработке изделий. Тема 3.2. . Документы, процессов проектирования. Модельно-ориентированное проектирование. Тема 3.3. Понятия геометрических редакторов: примитив, элемент, компонент, геометрический объект, геометрия и контур, справочная и эскизная геометрия, объект, деталь, сборка.	2		3		4
Раздел 4. Модели деталей Тема 4.1 Понятие детали. Среда эскиза и детали. 3D- технология. 2D и 3D-эскизы (контур), образующие и направляющие. Рабочие плоскости, оси, точки. Базовые формообразующие операции. Дополнительные операции. Булевы операции с телами. Массивы и зеркальное отражение. Тема 4.2 Анализ и проверка детали. Параметризация и управление данными. Сложные задачи моделирования.	3		4		2
Раздел 5. Сборки Тема 5.1 Стратегии конструирования «сверху вниз» и «снизу-вверх». Иерархическая структура компонентов изделия в браузере. Спецификации. Сборочные зависимости, их наложение и удаление. Тема 5.2 Управление компонентами. Конструктивные элементы для вставки в изделие, семейства деталей и конструктивных элементов, элементы семейства. Стандартные и пользовательские детали. Тема 5.3 Анализ сборки. Кинематика и динамика	2		3		2
Раздел 6 Чертежи Тема 6.1 Ассоциативность чертежей и моделей. Шаблоны и стандарты чертежей. Использование параметрических видов чертежей в качестве эскизов для создания 3D моделей. Тема 6.2 Стили и стандарты чертежей, редактирование. Чертежные ресурсы. Виды на чертежах, виды чертежа, разрезы. Тема 6.3 Пояснительные элементы (дополнительная информация к видам): размеры, маркеры, обозначения, текст, номер позиции, спецификация, таблица, сварной шов, перечень изменений, символы.	3		2		2
Раздел 7 Инженерный анализ Тема 7.1 Метод конечных элементов. Виды исследований в CAE-модуле Solid Works Simulation и SolidWorks Flow simulation. Тема 7.2. Напряженно – деформированное состояние (НДС). Средства анализа НДС в CAD и CAE. Задачи НДС в электромеханике: деформации валов и корпусов электрических машин. Деформации передач в электроприводе. НДС сборок.	3		5		5

Выполнение курсового проекта				17	
Итого в семестре:	17		17	17	21
Итого	17	0	17	17	21

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Раздел 1. Введение Тема 1.1 Понятие проектирования. Виды проектирования. Тема 1.2 Цифровое проектирование и цифровые двойники
2	Раздел 2. Жизненный цикл и стадии разработки изделий Тема 2.1. Понятие жизненного цикла изделия и его этапы Тема 2.2. Стили и стратегии проектирования, CALS. Тема 2.3. Основные стандарты конструкторской документации. Тема 2.4. Стандарт IDEF. Традиционные и передовые процессы разработки.
3	Раздел 3. САПР Тема 3.1. Машиностроительные САПР как интегрированные среды цифровой разработки изделий, виды изделий. CAD\CAE\CAM-системы, их роль и место в разработке изделий. Тема 3.2. . Документы, процессов проектирования. Модельно-ориентированное проектирование. Тема 3.3. Понятия геометрических редакторов: примитив, элемент, компонент, геометрический объект, геометрия и контур, справочная и эскизная геометрия, объект, деталь, сборка.
4	Раздел 4. Модели деталей Тема 4.1 Понятие детали. Среда эскиза и детали. 3D- технология. 2D и 3D-эскизы (контуры), образующие и направляющие. Рабочие плоскости, оси, точки. Базовые формообразующие операции. Дополнительные операции. Булевы операции с телами. Массивы и зеркальное отражение. Тема 4.2 Анализ и проверка детали. Параметризация и управление данными. Сложные задачи моделирования.
5	Раздел 5. Сборки Тема 5.1 Стратегии конструирования «сверху вниз» и «снизу-вверх». Иерархическая структура компонентов изделия в браузере. Спецификации. Сборочные зависимости, их наложение и удаление. Тема 5.2 Управление компонентами. Конструктивные элементы для вставки в изделие, семейства деталей и конструктивных элементов, элементы семейства. Стандартные и пользовательские детали. Тема 5.3 Анализ сборки. Кинематика и динамика
6	Раздел 6 Чертежи Тема 6.1 Ассоциативность чертежей и моделей. Шаблоны и стандарты чертежей. Использование параметрических видов чертежей в качестве эскизов для создания 3D моделей. Тема 6.2 Стили и стандарты чертежей, редактирование. Чертежные ресурсы. Виды на чертежах, виды чертежа, разрезы. Тема 6.3 Пояснительные элементы (дополнительная информация к видам): размеры, маркеры, обозначения, текст, номер позиции, спецификация, таблица, сварной шов,

	перечень изменений, символы.
7	Раздел 7 Инженерный анализ Тема 7.1 Метод конечных элементов. Виды исследований в CAE-модуле Solid Works Simulation и SolidWorks Flow simulation. Тема 7.2. Напряженно – деформированное состояние (НДС). Средства анализа НДС в CAD и CAE. Задачи НДС в электромеханике: деформации валов и корпусов электрических машин. Деформации передач в электроприводе. НДС сборок.

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 1				
1	Разработка моделей деталей в CAD-системе	4	4	4
2	Сборки в CAD-системе	3	3	5
3	Разработка чертежа в CAD-системе	2	2	6
4	Анализ напряженно-деформированного состояния технического объекта в CAE-модуле	3	3	7
5	Анализ тепловых полей технического объекта в CAE-модуле	2	2	7
6	Разработка УП в САМ-модуле	3	3	3
Всего		17	17	

4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы

Цель курсовой работы: получение практических навыков, связанных с разработкой элементов и узлов электромеханической системы, основанной на проработке все этапов проектирования от разработки трехмерной модели до создания цифрового двойника цеха по изготовлению изделия.

Часов практической подготовки: 17

Примерные темы заданий на курсовую работу приведены в разделе 10 РПД.

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	2	2
Курсовое проектирование (КП, КР)	17	17
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	1	1
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	1	1
Всего:	21	21

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
URL: https://znanium.ru/catalog/product/2009699	Норенков, И. П. Основы автоматизированного проектирования : учебник / И. П. Норенков. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : МГТУ им. Баумана, 2009. - 431 с.	
621.31 Б 90	Цифровое проектирование электромеханических систем: учебно-методическое пособие/ В.В. Булатов,– Спб.: ГУАП, 2023 – 60 с.	50
URL: https://e.lanbook.com/book/163913	Платонова, О. В. Компьютерное	

	твердотельное параметрически управляемое моделирование в САПР SolidWorks. Базовый курс : учебное пособие / О. В. Платонова, Р. В. Руденский, Е. С. Новиков. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 71 с.	
621.865.8 Б 90	Автоматизация расчета и проектирования роботов и РТС: практикум/ В.В. Булатов, С.С. Тимофеев – Спб.: ГУАП, 2019 – 97 с.	50
004.8 А 22	Автоматизация проектирования и производства: практикум/ В.В. Булатов, С..В. Солёный, С.А. Сериков, А.А. Кульчицкий, А.В. Рысин– Спб.: ГУАП, 2020 – 95 с.	50

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
https://pro.guap.ru/	Элементы электронного курса по дисциплине размещены внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения»

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» (https://pro.guap.ru/) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке https://guap.ru/it/system/iso
2	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» (https://guap.ru/), разработан сотрудниками ГУАП (введен в эксплуатацию

	Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23)
3	Microsoft Office 2019 (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po)
4	Solidworks 2016(договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po)

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
1	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий (https://lib.guap.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП
2	Научная электронная библиотека «eLIBRARY» (https://elibrary.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
3	ЭБС «Лань» (https://e.lanbook.com/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
4	ЭБС Znanium (https://znanium.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования (Интерактивный мультисенсорный дисплей на перекатной стойке FocusTouch Диагональ 70" – 1 шт., ПЭВМ – 1 шт.); Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	21-21 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)
2	Лаборатория компьютерного моделирования: – специализированная мебель; – технические средства обучения, служащие для представления учебной информации; ПЭВМ - Дисплей интерактивный НТС- 1 шт. Лабораторное оборудование: ПЭВМ – «Место рабочее автоматизированное» – 18 шт. Обеспечен доступ в электронную информационно-	31-04 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

	образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	
--	---	--

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; Тесты.
Выполнение курсового проекта	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсового проекта.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.

Примечание: ** по решению кафедры процент правильно выполненных тестовых заданий может быть изменен.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы для дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы для дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов для дифф. зачета	Код индикатора
1.	Цифровое проектирование. Основные термины и понятия.	ПК-3.Д.3
2.	Системный подход в проектировании сложных технических систем. Системный анализ сложных систем	ПК-3.Д.5
3.	Стили и стратегии проектирования	ПК-3.Д.5
4.	Виды проектной документации. Методы цифровизации проектной документации.	ПК-3.Д.4
5.	Жизненный цикл продукции. Этапы жизненного цикла. Информационная модель жизненного цикла.	ПК-3.Д.4
6.	Роль и место компьютерных технологий исследования и проектирования в жизненном цикле изделий	ПК-3.Д.5
7.	Понятие и состав САПР	ПК-3.Д.5
8.	Структура CAD-систем	ПК-3.Д.3
9.	Категории и «пирамида» САПР, обмен результатами работы САПР различных категорий и производителей	ПК-3.Д.5
10.	Характеристики пространства, в котором создаются геометрические модели CAD-систем	ПК-3.Д.5
11.	Интерфейсы и рабочие среды подсистем САПР	ПК-3.Д.5
12.	Геометрическое пространство, системы координат и единицы измерения в подсистемах САПР	ПК-3.Д.2
13.	Виды изделий по ГОСТ	ПК-3.Д.1
14.	Конструктивные элементы CAD-систем	ПК-3.Д.2
15.	Каркасная геометрическая модель, достоинства и недостатки	ПК-3.Д.6
16.	Поверхностная геометрическая модель, достоинства и недостатки	ПК-3.Д.5
17.	Твердотельная (объемная) геометрическая модель, достоинства и недостатки	ПК-3.Д.5
18.	Параметризация в CAD-системах	ПК-3.Д.3

19.	Задачи и средства редактирования деталей и сборок в CAD-системах	ПК-3.Д.6
20.	Количественная и качественная верификация в CAD-системах	ПК-3.Д.5
21.	Автоматизация создания конструкторских документов: чертежи и спецификации	ПК-3.Д.2
22.	Типы анализа напряженно-деформированного состояния и их характеристики	ПК-3.Д.1
23.	Напряженно-деформированное состояние деталей и сборок (сходство и различие)	ПК-3.Д.5
24.	Типы моделей, используемые в системах конечно-элементного анализа: дискретная модель.	ПК-3.Д.5
25.	Типы моделей, используемые в системах конечно-элементного анализа: расчетная модель.	ПК-3.Д.5
26.	Сходимость процесса расчета и его роль в верификации результата	ПК-3.Д.5
27.	Сеточная сходимость процесса и ее роль в верификации результата	ПК-3.Д.5
28.	«Мастера» проектирования и их роль в процессах проектирования	ПК-3.Д.1
29.	«Калькуляторы» и их роль в процессах проектирования	ПК-3.Д.5
30.	Граничные и начальные условия в моделях процессов теплопередачи	ПК-3.Д.5

Перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для выполнения курсового проекта / курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Проектирование элемента электромеханической системы Исходными данными курсовой работы является чертеж узла электромеханической системы (рис. 1)

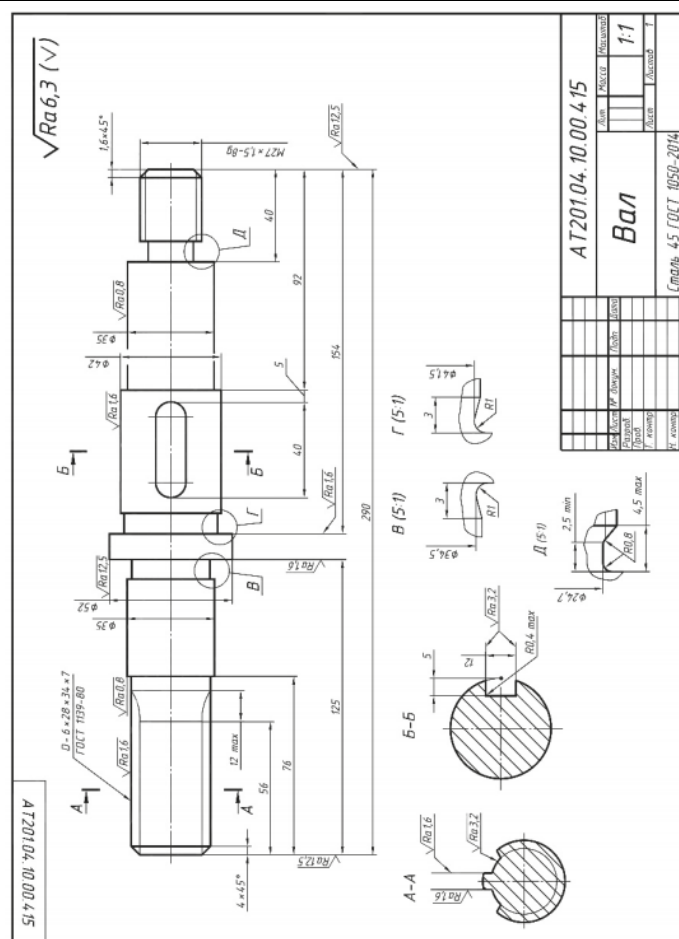


Рис. 1 Пример варианта по курсовой работе

Проектно-исследовательская часть курсовой работы состоит из шести глав:

- Разработка 3d модели изделия в CAD-системе.
- Проведение исследования модели на базе CAE-модуля.
- Выбор технологического оборудования для серийного изготовления изделия.
- Разработка технологической или маршрутной карты.
- Разработка управляющей программы для станков с ЧПУ.
- Разработка цифрового двойника производственного участка по изготовлению изделий в программной среде Tecnomatix Plant Simulation или AnyLogic.

Примечание.

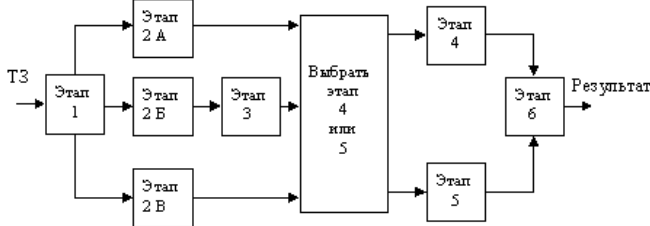
Подробно о содержании и всех этапах курсового проектирования написано в учебно-методическом пособии Булатов В.В. «Цифровое проектирование электромеханических систем» (см. п.1 таблицы 8).

На стр. 46-55 учебно-методического пособия «Цифровое проектирование электромеханических систем» даны примеры исходных

	данных для курсового проектирования. По своему усмотрению преподаватель может упростить или усложнить задачу варианта в зависимости от подготовки обучаемого.
--	---

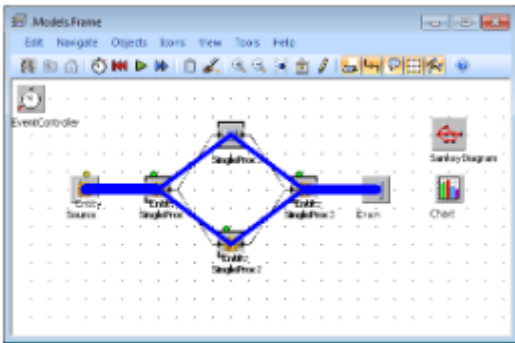
Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора								
1.	Какая стратегия проектирования представлена на рисунке?  а) линейная б) циклическая в) разветвлённая г) случайного поиска.	ПК-3.Д.1								
2.	Сложная система не характеризуется а) иерархичностью б) целенаправленностью в) динамичностью г) надёжностью.	ПК-3.Д.1								
3.	Расположите в правильной последовательности этапы жизненного цикла изделия 1. Проектирование 2. Маркетинг 3. Подготовка производства 4. Снабжение 5. Контроль 6. Производство 7. Эксплуатация 8. Утилизация 9. Ремонт и обслуживание	ПК-3.Д.1								
4.	Установите соответствие между должностью и типом документации <table><tr><td>1. Инженер-конструктор</td><td>а) ТУ</td></tr><tr><td>2. Инженер-технолог</td><td>б) ПОН</td></tr><tr><td>3. Инженер по надёжности</td><td>в) Принципиальная схема</td></tr><tr><td>4. Технический писатель</td><td>г) Маршрутная карта</td></tr></table>	1. Инженер-конструктор	а) ТУ	2. Инженер-технолог	б) ПОН	3. Инженер по надёжности	в) Принципиальная схема	4. Технический писатель	г) Маршрутная карта	ПК-3.Д.1
1. Инженер-конструктор	а) ТУ									
2. Инженер-технолог	б) ПОН									
3. Инженер по надёжности	в) Принципиальная схема									
4. Технический писатель	г) Маршрутная карта									
5.	Дайте понятие вариационной параметризации	ПК-3.Д.1								
6.	Какое звание имеет сборочный чертеж ротора или статора?	ПК-3.Д.2								

	а) СБ б) ТУ в) СП г) РЭ.											
7.	При разработке проекта электроснабжения цеха (РУ-0,4 кВ) используются различные схемы. Какие типы схем обязательно должны быть разработаны для последующего монтажа распределительного щита и подключения кабельных линий к нагрузкам? а) Э3 (Схема электрическая принципиальная) б) Э6 (Таблица соединений) в) Э7 (Схема расположения) г) Э2 (Схема функциональная)	ПК-3.Д.2										
8.	Расположите в правильной последовательности этапы разработки чертежа детали на базе трехмерной модели. Простановка размеров (линейных, угловых, диаметральных) 1. Простановка размеров (линейных, угловых, диаметральных) 2. Выбор главного вида (направление проецирования) 3. Заполнение основной надписи (штампа) 4. Нанесение обозначений шероховатости, допусков, баз 5. Анализ геометрической формы детали и выбор количества видов 6. Построение линий невидимого контура (штриховые линии) 7. Построение разрезов и сечений (если требуется) 8. Компоновка листа (равномерное расположение видов) 9. Построение видов (спереди, сверху, слева) по правилам проецирования 10. Проверка чертежа (соответствие ЕСКД, отсутствие пропущенных размеров)	ПК-3.Д.2										
9.	Установите соответствие между стандартом и его наименованием <table><tr><th>Обозначение стандарта</th><th>Наименование стандарта</th></tr><tr><td>1. ГОСТ 2.102-2013</td><td>а) «Единая система конструкторской документации. Форматы»</td></tr><tr><td>2. ГОСТ 2.104-2006</td><td>б) «Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам»</td></tr><tr><td>3. ГОСТ 2.109-73</td><td>в) «Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов»</td></tr><tr><td>4. ГОСТ 2.301-68</td><td>г) «Единая система конструкторской документации. Основные надписи»</td></tr></table>	Обозначение стандарта	Наименование стандарта	1. ГОСТ 2.102-2013	а) «Единая система конструкторской документации. Форматы»	2. ГОСТ 2.104-2006	б) «Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам»	3. ГОСТ 2.109-73	в) «Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов»	4. ГОСТ 2.301-68	г) «Единая система конструкторской документации. Основные надписи»	ПК-3.Д.2
Обозначение стандарта	Наименование стандарта											
1. ГОСТ 2.102-2013	а) «Единая система конструкторской документации. Форматы»											
2. ГОСТ 2.104-2006	б) «Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам»											
3. ГОСТ 2.109-73	в) «Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов»											
4. ГОСТ 2.301-68	г) «Единая система конструкторской документации. Основные надписи»											
10.	Что такое ТУ?	ПК-3.Д.2										

11.	Объектами проектирования могут быть а) Конструкции, процессы, системы б) Обоснование, производство, металлоконструкции, схемы в) Системы, схемы, сооружения г) Транспорт, технологические процессы, здания, конструкции	ПК-3.Д.3												
12.	К понятию синтеза НЕ относится а) разъединение системы на подсистемы с целью выявления их взаимосвязей. б) соединение подсистем в систему с целью выявления их взаимосвязей в) соединение подсистем в систему с сохранением их взаимосвязей с окружением. г) получение знания о системе по знаниям о подсистемах.	ПК-3.Д.3												
13.	Расположите в правильной последовательности этапы проектирования электрической машины 1. Технический проект 2. Техническое предложение 3. Рабочий проект (рабочая конструкторская документация) 4. Техническое задание (ТЗ) 5. Эскизный проект	ПК-3.Д.3												
14.	<table><tr><td colspan="2">Установите соответствие между стандартом и его наименованием</td></tr><tr><td>Обозначение стандарта</td><td>Наименование стандарта</td></tr><tr><td>1. ГОСТ 2.103-2013</td><td>а) «Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство»</td></tr><tr><td>2. ГОСТ 15.101-98</td><td>б) «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы»</td></tr><tr><td>3. ГОСТ Р 15.201-2000</td><td>в) «Единая система конструкторской документации. Стадии разработки»</td></tr><tr><td>4. ГОСТ 34.602-89</td><td>г) «Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ»</td></tr></table>	Установите соответствие между стандартом и его наименованием		Обозначение стандарта	Наименование стандарта	1. ГОСТ 2.103-2013	а) «Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство»	2. ГОСТ 15.101-98	б) «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы»	3. ГОСТ Р 15.201-2000	в) «Единая система конструкторской документации. Стадии разработки»	4. ГОСТ 34.602-89	г) «Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ»	ПК-3.Д.3
Установите соответствие между стандартом и его наименованием														
Обозначение стандарта	Наименование стандарта													
1. ГОСТ 2.103-2013	а) «Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство»													
2. ГОСТ 15.101-98	б) «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы»													
3. ГОСТ Р 15.201-2000	в) «Единая система конструкторской документации. Стадии разработки»													
4. ГОСТ 34.602-89	г) «Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ»													
15.	Стили проектирования технических систем	ПК-3.Д.3												
16.	На рисунке представлена	ПК-3.Д.4												

	 а) диаграмма Ганта б) имитационная модель в) диаграмма Парето г) диаграмма Сенки.											
17.	Какие из перечисленных технологий и инструментов являются ключевыми для цифрового проектирования? а) Создание и использование полных 3D-моделей изделий в системах автоматизированного проектирования (CAD) б) Разработка и ведение проектной документации исключительно на бумажных чертежах в) Применение цифровых двойников (Digital Twin) для мониторинга и моделирования поведения объекта г) Ручной расчет параметров деталей с помощью инженерного калькулятора	ПК-3.Д.4										
18.	Расположите этапы опытно-конструкторских работ в правильной последовательности 1. Эскизный проект 2. Технический проект 3. Разработка ТЗ 4. Разработка рабочей документации 5. Испытание опытных образцов.	ПК-3.Д.4										
19.	Установите соответствие между концепцией цифрового проектирования и её определением <table><tr><th>Концепция</th><th>Определение</th></tr><tr><td>1. Цифровой двойник</td><td>а) Сквозная интеграция цифровых моделей и процессов на всех этапах жизненного цикла изделия</td></tr><tr><td>2. PLM (Product Lifecycle Management)</td><td>б) Виртуальное пространство, объединяющее CAD, CAE, CAM и другие системы для совместной работы</td></tr><tr><td>3. Цифровое производство</td><td>в) Динамическая виртуальная копия физического объекта, синхронизированная с ним в реальном времени</td></tr><tr><td>4. Единое информационное пространство</td><td>г) Моделирование и оптимизация технологических процессов с использованием 3D-моделей</td></tr></table>	Концепция	Определение	1. Цифровой двойник	а) Сквозная интеграция цифровых моделей и процессов на всех этапах жизненного цикла изделия	2. PLM (Product Lifecycle Management)	б) Виртуальное пространство, объединяющее CAD, CAE, CAM и другие системы для совместной работы	3. Цифровое производство	в) Динамическая виртуальная копия физического объекта, синхронизированная с ним в реальном времени	4. Единое информационное пространство	г) Моделирование и оптимизация технологических процессов с использованием 3D-моделей	ПК-3.Д.4
Концепция	Определение											
1. Цифровой двойник	а) Сквозная интеграция цифровых моделей и процессов на всех этапах жизненного цикла изделия											
2. PLM (Product Lifecycle Management)	б) Виртуальное пространство, объединяющее CAD, CAE, CAM и другие системы для совместной работы											
3. Цифровое производство	в) Динамическая виртуальная копия физического объекта, синхронизированная с ним в реальном времени											
4. Единое информационное пространство	г) Моделирование и оптимизация технологических процессов с использованием 3D-моделей											

	2. Определение последовательности технологических переходов 3. Анализ конструкции детали и выбор заготовки 4. Расчёт режимов резания							
29.	Установите соответствие между классом САПР и программой <table><tr><td>1. Линейный статический анализ</td><td>а) ANSYS Fluent</td></tr><tr><td>2. Нелинейный анализ (контакт, пластичность)</td><td>б) Solidworks Simulation</td></tr><tr><td>3. Гидродинамический анализ (CFD)</td><td>в) ABAQUS</td></tr></table>	1. Линейный статический анализ	а) ANSYS Fluent	2. Нелинейный анализ (контакт, пластичность)	б) Solidworks Simulation	3. Гидродинамический анализ (CFD)	в) ABAQUS	ПК-3.Д.6
1. Линейный статический анализ	а) ANSYS Fluent							
2. Нелинейный анализ (контакт, пластичность)	б) Solidworks Simulation							
3. Гидродинамический анализ (CFD)	в) ABAQUS							
30.	Дайте понятие МКЭ.	ПК-3.Д.6						

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;

- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);

- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах.

Учебным планом не предусмотрено.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Учебным планом не предусмотрено.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Список заданий представлен в п 4.4, таблица 6.

Перед проведением лабораторных работ студент обязан внимательно ознакомиться с методическими материалами.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Основные теоретические положения.
4. Порядок выполнения работы, с представлением формул, графических зависимостей и скриншотов.
5. Выводы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Оформление лабораторной работы выполняется в соответствии с требованиями отдела нормативной документации ГУАП, представленными на сайте ГУАП.

http://guap.ru/guap/standart/titl_main.shtml

При невыполнении лабораторных работ в объеме, выданном преподавателем на семестр, студент получает оценку «неудовлетворительно» при прохождении промежуточной аттестации.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

- систематизировать и закрепить полученные теоретические знания и практические умения по профессиональным учебным дисциплинам и модулям в соответствии с требованиями к уровню подготовки, установленными программой учебной дисциплины, программой подготовки специалиста соответствующего уровня, квалификации;
- применить полученные знания, умения и практический опыт при решении комплексных задач, в соответствии с основными видами профессиональной деятельности по направлению/ специальности/ программе;
- углубить теоретические знания в соответствии с заданной темой;
- сформировать умения применять теоретические знания при решении нестандартных задач;
- приобрести опыт аналитической, расчётной, конструкторской работы и сформировать соответствующие умения;
- сформировать умения работы со специальной литературой, справочной, нормативной и правовой документацией и иными информационными источниками;
- сформировать умения формулировать логически обоснованные выводы, предложения и рекомендации по результатам выполнения работы;
- развить профессиональную письменную и устную речь обучающегося;
- развить системное мышление, творческую инициативу, самостоятельность, организованность и ответственность за принимаемые решения;
- сформировать навыки планомерной регулярной работы над решением поставленных задач.

Структура пояснительной записки курсовой работы / проекта

1. Титульный лист.
2. Постановка задачи.
3. Литературный обзор.
4. Исследовательская часть.
5. Описание полученных результатов исследования.
6. Графические зависимости (при необходимости).
7. Выводы.

Требования к оформлению пояснительной записки курсовой работы / проекта

Оформление пояснительной записки курсовой работы выполняется в соответствии с требованиями отдела нормативной документации ГУАП, представленными на сайте ГУАП.

http://guap.ru/guap/standart/titl_main.shtml.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся, является учебно-методический материалы по дисциплине.

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости проводится на практических занятиях в устном формате.

Результаты текущего контроля сообщаются студентам непосредственно на следующем занятии.

Результаты текущего контроля успеваемости учитываются при проведении промежуточной аттестации. При непрохождении текущего контроля студенту ставится оценка «неудовлетворительно».

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

- выполнение курсового проекта с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Промежуточная аттестация оценивается по результатам текущего контроля успеваемости. В случае, если студент по уважительной причине не выполнил требования текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать задолженности по пропущенным темам. Форма проведения промежуточной аттестации – письменная.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой