

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)

«18» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Цифровое проектирование»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	13.04.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности/ специализации	Цифровая энергетика
Форма обучения	очная
Год приема	2026


Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



18.02.2026

(подпись, дата)

В.В. Булатов

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«18» февраля 2026 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой № 32

к.т.н., доц.

(уч. степень, звание)



18.02.2026

(подпись, дата)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



18.02.2026

(подпись, дата)

Н.В. Решетникова

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Цифровое проектирование» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/специальности 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности/специализации «Цифровая энергетика». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-2 «Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы»

ПК-2 «способен разрабатывать и обосновывать проектные решения в области профессиональной деятельности»

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, курсовое проектирование.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (1 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

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

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части 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
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.Д.3 решает профессиональные задачи, в том числе в междисциплинарном контексте, с применением технологий компьютерной поддержки проектирования, расчетов и инженерного анализа с использованием специализированного программного обеспечения
Профессиональные компетенции	ПК-2 способен разрабатывать и обосновывать проектные решения в области профессиональной деятельности	ПК-2.Д.1 формирует требования к объемам и составу исходных данных для разработки проектной документации объектов профессиональной деятельности ПК-2.Д.2 выбирает электрооборудование и методы расчета его параметров и характеристик при проектировании объектов профессиональной деятельности ПК-2.Д.3 использует программные продукты для расчета и проектирования объектов профессиональной деятельности

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
		№1
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки	17	17
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)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	57	57
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз., Курс. Раб.	Экз., Курс. Раб.

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 (час)	СРС (час)
Семестр 1					
Раздел 1. Жизненный цикл и стадия разработки изделий Тема 1.1. Понятие жизненного цикла изделия и его этапы Тема 1.2. Стили и стратегии проектирования, CALS. Тема 1.3. Стандарт IDEF. Традиционные и передовые процессы разработки. Тема 1.4. Цифровая разработка: цифровые двойники и фабрики будущего. Цифровое проектирование : понятия и термины.	2				7

<p>Раздел 2. САПР</p> <p>Тема 2.1. Машиностроительные САПР как интегрированные среды цифровой разработки изделий, виды изделий. CAD\CAE\CAM-системы, их роль и место в разработке изделий.</p> <p>Тема 2.2. . Документы, процессов проектирования. Модельно-ориентированное проектирование.</p> <p>Тема 2.3. Понятия геометрических редакторов: примитив, элемент, компонент, геометрический объект, геометрия и контур, справочная и эскизная геометрия, объект, деталь, сборка.</p>	2				10
<p>Раздел 3. Моделирование в CAD-системах</p> <p>Тема 3.1. Понятие детали. Среда эскиза и детали. 3D- технология. 2D и 3D-эскизы (контур), образующие и направляющие. Рабочие плоскости, оси, точки. Зависимости и привязки в эскизах, размерные зависимости. Ссылочная и эскизная геометрия в эскизах.</p> <p>Тема 3.2. Стратегии конструирования «сверху вниз» и «снизу-вверх». Иерархическая структура компонентов изделия в браузере. Спецификации. Сборочные зависимости, их наложение и удаление. Создание изделий: массивы, компоненты. Конструктивные элементы для вставки в изделие, семейства деталей и конструктивных элементов, элементы семейства. Стандартные и пользовательские детали.</p> <p>Тема 3.3. Ассоциативность чертежей и моделей. Шаблоны и стандарты чертежей. Использование параметрических видов чертежей в качестве эскизов для создания 3D моделей. Стили и стандарты чертежей, редактирование. Чертежные ресурсы. Виды на чертежах, виды чертежа, разрезы. Пояснительные элементы (дополнительная информация к видам): размеры, маркеры, обозначения, текст, номер позиции, спецификация, таблица, сварной шов, перечень изменений, символы. Основные стандарты конструкторской документации.</p>	3		9		10
<p>Раздел 4. CAE-анализ</p> <p>Тема 4.1 Метод конечных элементов. Виды исследований в CAE-модуле Solid Works Simulation и SolidWorks Flow simulation.</p> <p>Тема 4.2. 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.</p> <p>Тема 4.3. Анализ тепловых полей в CAE-модуле Solid Works Simulation</p> <p>Тема 4.4. Частотный анализ. Задача частотного анализа электротехнических конструкций (электрические машины, приводы, электротехнические шкафы). Решение задач частотного анализа электротехнических конструкций в САПР.</p>	4		5		10

Раздел 5. САМ-системы Тема 5.1. Понятие G-кода. Основные и технологические команды. Способы задания кругового перемещения. Виды управление и коррекция инструмента. Циклы и подпрограммы. Тема 5.2. Обзор современных САМ-программ и САМ-модулей. Общий подход к созданию программ для станков с ЧПУ при помощи САМ систем.	2		3		10
Раздел 6. Имитационное моделирование производственных процессов Тема 6.1. Имитационное моделирование производственных процессов. Понятие имитационного моделирования производственных процессов. Принципы и подходы к моделированию. Цифровые двойники. Понятие агентного моделирования. Тема 6.2. Программная среда Plant Simulation. Тема 6.3. Программная среда Anylogic	4				10
Выполнение курсовой работы				17	
Итого в семестре:	17		17	17	57
Итого	17	0	17	17	57

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. Жизненный цикл и стадии разработки изделий Тема 1.1. Понятие жизненного цикла изделия и его этапы Тема 1.2. Стили и стратегии проектирования, CALS. Тема 1.3. Стандарт IDEF. Традиционные и передовые процессы разработки. Тема 1.4. Цифровая разработка: цифровые двойники и фабрики будущего. Цифровое проектирование : понятия и термины.
2	Раздел 2. САПР Тема 2.1. Машиностроительные САПР как интегрированные среды цифровой разработки изделий, виды изделий. CAD\CAE\CAM-системы, их роль и место в разработке изделий. Тема 2.2. . Документы, процессов проектирования. Модельно-ориентированное проектирование. Тема 2.3. Понятия геометрических редакторов: примитив, элемент, компонент, геометрический объект, геометрия и контур, справочная и эскизная геометрия, объект, деталь, сборка.
3	Раздел 3. Моделирование в CAD-системах Тема 3.1. Понятие детали. Среда эскиза и детали. 3D- технология. 2D и 3D-эскизы (контуры), образующие и направляющие. Рабочие плоскости, оси, точки. Зависимости и привязки в эскизах, размерные зависимости. Ссылочная и эскизная геометрия в эскизах. Тема 3.2. Стратегии конструирования «сверху вниз» и «снизу-вверх».

	<p>Иерархическая структура компонентов изделия в браузере. Спецификации. Сборочные зависимости, их наложение и удаление. Создание изделий: массивы, компоненты. Конструктивные элементы для вставки в изделие, семейства деталей и конструктивных элементов, элементы семейства. Стандартные и пользовательские детали.</p> <p>Тема 3.3. Ассоциативность чертежей и моделей. Шаблоны и стандарты чертежей. Использование параметрических видов чертежей в качестве эскизов для создания 3D моделей. Стили и стандарты чертежей, редактирование. Чертежные ресурсы. Виды на чертежах, виды чертежа, разрезы.</p> <p>Пояснительные элементы (дополнительная информация к видам): размеры, маркеры, обозначения, текст, номер позиции, спецификация, таблица, сварной шов, перечень изменений, символы. Основные стандарты конструкторской документации.</p>
4	<p>Раздел 4. CAE-анализ</p> <p>Тема 4.1 Метод конечных элементов. Виды исследований в CAE-модуле Solid Works Simulation и SolidWorks Flow simulation.</p> <p>Тема 4.2. 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.</p> <p>Тема 4.3. Анализ тепловых полей в CAE-модуле Solid Works Simulation</p> <p>Тема 4.4. Частотный анализ. Задача частотного анализа электротехнических конструкций (электрические машины, приводы, электротехнические шкафы). Решение задач частотного анализа электротехнических конструкций в САПР.</p>
5	<p>Раздел 5. CAM-системы</p> <p>Тема 5.1. Понятие G-кода. Основные и технологические команды. Способы задания кругового перемещения. Виды управление и коррекция инструмента. Циклы и подпрограммы.</p> <p>Тема 5.2. Обзор современных CAM-программ и CAM-модулей. Общий подход к созданию программ для станков с ЧПУ при помощи CAM систем.</p>
6	<p>Раздел 6. Имитационное моделирование производственных процессов</p> <p>Тема 6.1. Имитационное моделирование производственных процессов. Понятие имитационного моделирования производственных процессов. Принципы и подходы к моделированию. Цифровые двойники. Понятие агентного моделирования.</p> <p>Тема 6.2. Программная среда Plant Simulation.</p> <p>Тема 6.3. Программная среда Anylogic</p>

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	2	3
2	Сборки в CAD-системе	3	1	3
3	Разработка чертежа в CAD-системе	2	1	3
4	Анализ напряженно-деформированного состояния технического объекта в CAE-модуле	3	1	4
5	Анализ тепловых полей технического объекта в CAE-модуле	2	1	4
6	Разработка УП в CAM-модуле	3	1	5
Всего		17	7	

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: 10

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 1, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	33	33
Курсовое проектирование (КП, КР)	10	10
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	4	4
Всего:	57	57

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 таблице 12.

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-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	31-04 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

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
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Тесты.
Выполнение курсовой работы	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсовой работы по дисциплине.

Примечание: *экзаменационные билеты формируются на основе вопросов и задач таблицы 15.

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	

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«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**.
«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 для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов для экзамена	Код индикатора
1.	Цифровое проектирование. Основные термины и понятия.	ОПК-2.Д.3
2.	Стандарты в цифровом проектировании. Уровни стандартизации.	ОПК-2.Д.3
3.	Классификация изделий с точки зрения проектирования.	ОПК-2.Д.3
4.	Системный подход в проектировании сложных технических систем. Системный анализ сложных систем.	ОПК-2.Д.3; ПК-2.Д.1
5.	Виды проектной документации.	ОПК-2.Д.3
6.	Стили и стратегии проектирования. Стадии	ОПК-2.Д.3

	проектирования.	
7.	Жизненный цикл продукции. Этапы жизненного цикла. Информационная модель жизненного цикла.	ОПК-2.Д.3
8.	Этапы жизненного цикла и системы их автоматизации.	ПК-2.Д.1
9.	Информационная поддержка процессов жизненного цикла изделий. CALS. ИЛП электромеханических систем. Принципы организации.	ОПК-2.Д.3
10.	Стандарты CALS.	ОПК-2.Д.3
11.	Диаграмма IDEF0. Диаграмма DFD.	ПК-2.Д.3
12.	Диаграмма IDEF3. Диаграмма IDEF1X.	ПК-2.Д.3
13.	Понятие PDM-системы. Лоцман КБ.	ПК-2.Д.3
14.	ERP-системы автоматизации организационно-экономической подготовки	ПК-2.Д.3
15.	MES-системы. Структура и назначение. Практика применения.	ПК-2.Д.3
16.	Автоматизированные системы управления проектами.	ОПК-2.Д.3
17.	Понятие САПР. Классификация САПР. Виды обеспечения САПР.	ОПК-2.Д.3
18.	Геометрическое моделирование. Понятие и функции.	ОПК-2.Д.3
19.	Типы 3х мерных моделей в CAD-системах. Основные функции, операции и фичерсы CAD-систем среднего уровня.	ОПК-2.Д.3
20.	Параметрическое и иерархическое моделирование. Вариационная и геометрическая параметризация.	ОПК-2.Д.3
21.	Принципы построения деталей электрических машин в SolidWorks.	ПК-2.Д.3
22.	Разработка чертежа в CAD-системе. Правила оформления конструкторской документации по ЕСКД	ПК-2.Д.1
23.	Сборки в SolidWorks.	ПК-2.Д.3
24.	Станки с ЧПУ. Классификация. СЧПУ. Постпроцессор.	ПК-2.Д.2
25.	САМ-системы. Понятия и основные функции.	ОПК-2.Д.3
26.	G-код. Основные и технологические команды	ОПК-2.Д.3
27.	G-код. Способы задания кругового перемещения. Виды управление и коррекция инструмента.	ОПК-2.Д.3
28.	G-код. Циклы и подпрограммы.	ОПК-2.Д.3
29.	CAE-системы. Понятия и основные функции. Применение метода конечных элементов для инженерного анализа.	ПК-2.Д.2
30.	Автоматизация расчета в SolidWorks Simulation. Виды исследований. Алгоритм проведения исследований.	ПК-2.Д.3
31.	Расчет тепловых полей и электромагнитных полей в CAE-системах.	ПК-2.Д.3
32.	Имитационное моделирование производственного участка. Принципы и подходы. Plant Simulation. Anylogic	ПК-2.Д.3; ПК-2.Д.2

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.
Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

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

15

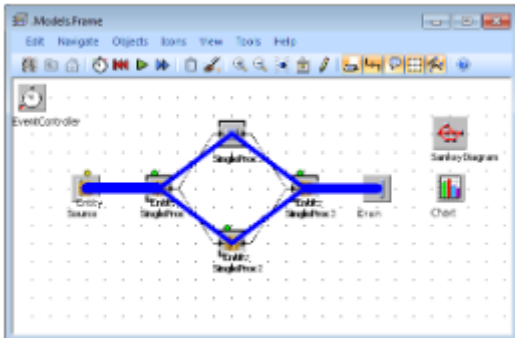
	<p>участка по изготовлению изделий в программной среде Tescnomatix Plant Simulation или AnyLogic.</p> <p><i>Примечание.</i></p> <p>Подробно о содержании и всех этапах курсового проектирования написано в учебно-методическом пособии Булатов В.В. «Цифровое проектирование электромеханических систем» (см. п.1 таблицы 8).</p> <p>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.</p>
--	--

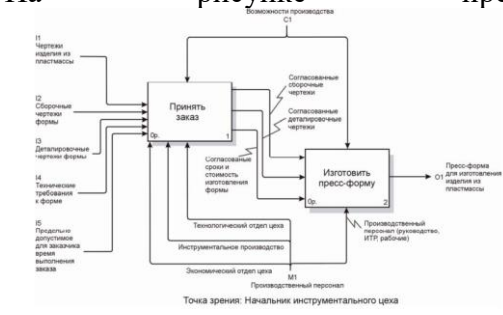
Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1.	<p>Какая стратегия проектирования представлена на рисунке?</p> <pre> graph LR T3[ТЗ] --> E1[Этап 1] E1 --> E2A[Этап 2 А] E1 --> E2B[Этап 2 Б] E1 --> E2V[Этап 2 В] E2A --> E45[Выбрать этап 4 или 5] E2B --> E45 E2V --> E45 E45 --> E4[Этап 4] E45 --> E5[Этап 5] E4 --> E6[Этап 6] E5 --> E6 E6 --> Result[Результат] </pre> <p>а) линейная б) циклическая в) разветвлённая г) случайного поиска.</p>	ОПК-2.Д.3
2.	<p>Сложная система не характеризуется</p> <p>а) иерархичностью б) целенаправленностью в) динамичностью г) надёжностью.</p>	ОПК-2.Д.3
3.	<p>Расположите в правильной последовательности этапы жизненного цикла изделия</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Проектирование 2. Маркетинг 3. Подготовка производства 4. Снабжение 5. Контроль 6. Производство 7. Эксплуатация 8. Утилизация 9. Ремонт и обслуживание 	ОПК-2.Д.3
4.	Установите соответствие между должностью и типом	ОПК-2.Д.3

	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 надежности</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 надежности	в) Принципиальная схема	4. Технический писатель	г) Маршрутная карта			
1. Инженер-конструктор	а) ТУ											
2. Инженер-технолог	б) ПОН											
3. Инженер по надежности	в) Принципиальная схема											
4. Технический писатель	г) Маршрутная карта											
5.	Дайте понятие вариационной параметризации	ОПК-2.Д.3										
6.	Объектами проектирования могут быть а) Конструкции, процессы, системы б) Обоснование, производство, металлоконструкции, схемы в) Системы, схемы, сооружения г) Транспорт, технологические процессы, здания, конструкции	ПК-2.Д.1										
7.	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-2.Д.1										
8.	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-2.Д.1										
9.	Установите соответствие между стандартом и его наименованием <table><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</td></tr></table>	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	ПК-2.Д.1
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»							
10.	Стили проектирования технических систем	ПК-2.Д.1						
11.	<div>На рисунке представлена</div> <div></div> <div>а) диаграмма Ганта б) имитационная модель в) диаграмма Парето г) диаграмма Сенки.</div>	ПК-2.Д.2						
12.	<div>Какие из перечисленных технологий и инструментов являются ключевыми для цифрового проектирования?</div> <div>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</div>	ПК-2.Д.2						
13.	<div>Расположите этапы опытно-конструкторских работ в правильной последовательности</div> <div>1. Эскизный проект 2. Технический проект 3. Разработка ТЗ 4. Разработка рабочей документации 5. Испытание опытных образцов.</div>	ПК-2.Д.2						
14.	<div>Установите соответствие между концепцией цифрового проектирования и её определением</div> <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,</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,	ПК-2.Д.2
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,							

		САМ 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	
15.	Функции PDM-системы		ПК-2.Д.2
16.	На рисунке представлена диаграмма		ПК-2.Д.3
	<div><div>1. IDEF0 2. IDEF1 3. IDEF3 4. IDEF5</div></div>		
17.	К функциям PDM-систем относится а) управление запасами производства б) управление процессами и потоками работ в) управление хранением данных и документами г) формирование КД		ПК-2.Д.3
18.	Установите правильную последовательность действий при проведении инженерного анализа в САЕ-системе 1. Определение прикладываемой силы 2. Построение сетки конечных элементов 3. Выбор материала изделия 4. Определение вида крепления		ПК-2.Д.3
19.	Установите соответствие между классом САПР и программой		ПК-2.Д.3
	1. Легкий	а) Solidworks	
	2. Средний	б) CATIA	
	3. Тяжелый	в) AutoCAD	
20.	Дайте понятие «Команды» на языке G-код		ПК-2.Д.3

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.

По своему усмотрению преподаватель может упростить или усложнить задачу варианта в зависимости от подготовки обучающегося.

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

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 проводится по результатам текущего контроля успеваемости.

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

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается 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