

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

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель направления

д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

В.Ф. Шишляков



(подпись)

«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электрические машины и аппараты»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	27.03.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Управление в технических системах
Наименование направленности	Управление и информатика в технических системах
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург– 2021

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

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

_____ (подпись, дата)

М.В. Сержантова
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32
«30» августа 2021 г., протокол №1

Заведующий кафедрой № 32

д.т.н., проф.
(уч. степень, звание)

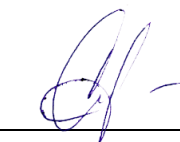


_____ (подпись, дата)

А.Л. Ронжин
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 27.03.04(01)

старший преподаватель
(должность, уч. степень,
звание)



_____ (подпись, дата)

Н.В. Решетникова
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

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



_____ (подпись, дата)

Г.С. Армашова-Тельник
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Электрические машины и аппараты» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 27.03.04 «Управление в технических системах» направленности «Управление и информатика в технических системах». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способность выполнять экспериментальные исследования на действующих объектах автоматизации и управления и обрабатывать результаты с применением стандартных средств»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с техническими параметрами, характеристиками и особенностями различных видов электрических машин; классификацией и назначением электроприводов, физическими процессами в электроприводах; выбором электродвигателей и схем управления и определением электроэнергетических параметров электрических машин и аппаратов, электротехнических устройств и систем.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: *(лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося, курсовое проектирование)*.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины стоит изучение электрических машин и аппаратов на основе знаний о физической сущности электрических и магнитных явлений.

В дисциплине «Электрические машины и аппараты» рассматриваются вопросы классификации электрических машин и аппаратов, освещены вопросы их теории, конструкции, характеристики принципа действия, указаны области применения и перспективы их дальнейшего развития.

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

1.2. 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-1 Способность выполнять экспериментальные исследования на действующих объектах автоматизации и управления и обрабатывать результаты с применением стандартных средств	ПК-1.3.1 Знает принципы проведения экспериментов на действующих объектах профессиональной деятельности ПК-1.У.1 Умеет обрабатывать результаты, полученные в ходе проведения экспериментов с использованием стандартных средств ПК-1.В.1 Владеет навыками работы с действующими объектами автоматизации и управления

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Математический анализ,
- Физика,
- Электротехника,
- Электроника.

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	
		№5	№6
1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины,	7/ 252	3/ 108	4/ 144

ЗЕ/ (час)			
Из них часов практической подготовки	85	51	34
Аудиторные занятия, всего час.	136	85	51
в том числе:			
лекции (Л), (час)	51	34	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17	
лабораторные работы (ЛР), (час)	51	34	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17		17
экзамен, (час)	36		36
Самостоятельная работа, всего (час)	80	23	57
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Дифф. Зач., Экз.	Дифф. Зач.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

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 7					
Раздел 1. Трансформатор	6	4	4		5
Раздел 2. Электрические машины переменного тока	7	4	4		5
Раздел 3. Коллекторные машины постоянного тока	7	3	4		5
Раздел 4. Электрические аппараты Процессы коммутации электрических цепей Тема 4.1. Электромагнитные механизмы	7	3	5		5
Раздел 5. Электрический привод. Механика электропривода	7	3			3
Итого в семестре:	34	17	17		23
Семестр 8					
Раздел 6 Электропривод с двигателями постоянного тока	4		6	17	12
Раздел 7 Электропривод с асинхронными двигателями переменного тока	4		7		12
Раздел 8 Электропривод с синхронными двигателями переменного тока	3		7		12
Раздел 9 Энергетика электропривода	3		7		11
Раздел 10 Системы электропривода	3		7		10
Выполнение курсового проекта				17	
Итого в семестре:	17		34	17	57
Итого	51	17	51	17	80

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
Раздел 1. Трансформатор	<p>Общие сведения об электрических машинах. Классификация электрических машин по назначению, по принципу действия, по конструктивному исполнению.</p> <p>Назначение, области применения, классификация, устройство и рабочий процесс трансформаторов. Потери и коэффициент полезного действия. Уравнения напряжений, электродвижущих, магнитодвижущих сил, токов. Приведение параметров вторичной обмотки трансформатора к первичной. Уравнения электродвижущих, магнитодвижущих сил приведенного трансформатора. Схема замещения и векторная диаграмма приведенного трансформатора. Многообмоточный трансформатор.</p> <p>Трансформирование трехфазного тока. Схемы и основные группы соединений обмоток трехфазных трансформаторов. Техническая характеристика силового трехфазного трансформатора.</p> <p>Параллельная работа трансформаторов. Условия включения и распределения нагрузки между трансформаторами.</p> <p>Измерительные трансформаторы тока и напряжения: назначение, схемы включения, режим работы, погрешности, классы.</p> <p>Автотрансформаторы; трансформаторы с плавным регулированием вторичного напряжения.</p>
Раздел 2. Электрические машины переменного тока	<p>Устройство статора бесколлекторной машины. Электродвижущая сила катушки обмотки статора. Гармоники ЭДС. Основные типы обмоток статора. Изоляция обмотки статора. Магнитодвижущая сила и магнитные поля обмотки статора.</p> <p>Назначение принцип действия и область применения, классификация, конструкция асинхронной машины.</p> <p>Электромагнитный момент. Механическая характеристика и рабочие характеристики асинхронного двигателя. Номинальный, максимальный и пусковой моменты. Критическое скольжение и перегрузочная способность. Потери и коэффициент полезного действия асинхронной машины. Влияние напряжения сети и активного сопротивления в цепи ротора на электромагнитный момент и механическую характеристику асинхронного двигателя.</p> <p>Пуск в ход асинхронного двигателя с короткозамкнутым и с фазным ротором. Пусковые свойства трехфазных асинхронных двигателей. Реверсирование асинхронных двигателей. Способы регулирования частоты вращения трехфазных асинхронных двигателей.</p> <p>Устройство и принцип действия однофазного асинхронного двигателя. Механическая характеристика однофазного асинхронного двигателя. Пуск в ход однофазного двигателя. Работа трехфазного асинхронного двигателя в однофазном режиме. Фазосмещающие элементы. Устройство и принцип действия конденсаторного асинхронного двигателя.</p> <p>Типы асинхронных машин специального назначения и исполнения: асинхронные исполнительные двигатели, линейные асинхронные двигатели, асинхронные двигатели с внешним ротором; машины синхронной связи: сельсины, магнесины; вращающиеся трансформаторы. Устройство, принцип работы, основные</p>

	<p>характеристики. Режимы работы асинхронных машин. Способы охлаждения. Назначение, принцип действия и области применения синхронных машин. Типы синхронных машин: машины явнополусные и неявнополусные; их устройство. Способы возбуждения синхронных машин. Гидрогенераторы и турбогенераторы: особенности конструкции. Характеристики х. х., к. з., внешние и регулировочные. Влияние вида нагрузки на характеристики. Потери и кпд синхронного генератора. Параллельная работа синхронных генераторов. Назначение, принцип действия и области применения синхронных генераторов. Особенности конструкции синхронного генератора. Способы пуска синхронного генератора. Рабочие характеристики, влияние изменения тока в обмотке возбуждения. Перегрузочная способность. Назначение, области применения, особенности работы и конструкции синхронных компенсаторов. Назначение и области применения синхронных машин специального назначения и исполнения. Классификация: реактивный и гистерезисный двигатели; шаговые двигатели. Устройство, принцип работы и основные характеристики этих машин.</p>
<p>Раздел 3. Коллекторные машины постоянного тока</p>	<p>Назначение, устройство, принцип действия, область применения электрических машин постоянного тока. Классификация, устройство электрических машин постоянного тока и конструкция их основных узлов. Роль коллектора. ЭДС и электромагнитный момент машины постоянного тока. Магнитная цепь машины постоянного тока. Влияние реакции якоря машины постоянного тока. Магнитное поле машины при нагрузке. Устранение вредного влияния реакции якоря. Способы возбуждения машин постоянного тока. Определение и сущность процесса коммутации, виды коммутации. Причины, вызывающие искрение на коллекторе. Способы улучшения коммутации. Влияние на коммутацию типа обмоток, щеток и материала коллектора. Классификация генераторов постоянного тока по способу возбуждения, их устройство. Условия самовозбуждения. Характеристики генераторов с независимым, параллельным, последовательным и смешанным возбуждением, эксплуатационные требования, перспективы развития. Параллельная работа генераторов. Уравнения ЭДС и моментов для генератора. Области применения двигателей постоянного тока. Конструкция, технические характеристики двигателей постоянного тока. Уравнения ЭДС и моментов для двигателя постоянного тока. Пуск двигателя в ход. Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока, их торможение и реверсирование. Конструкция, технические характеристики и принцип действия универсального коллекторного двигателя. Виды потерь в машинах постоянного тока, их зависимость от нагрузки и КПД. Методы определения КПД машин постоянного тока Типы машин постоянного тока специального назначения и исполнения: высокомоментные и вентильные двигатели постоянного тока, малоинерционные двигатели, тахогенераторы, электромашинные усилители. Назначение, области применения, устройство, принцип работы машин постоянного тока специального назначения и исполнения.</p>
<p>Раздел 4. Электрические аппараты</p>	<p>Физические явления в электрических контактах. Поверхность соприкосновения. Типы контактов. Переходное сопротивление.</p>

<p>Процессы коммутации электрических цепей Тема 4.1. Электромагнитные механизмы</p>	<p>Основные конструкции контактных соединений. Параметры контактных соединений. Износ контактов при замыкании и размыкании. Дребезг контактов. Способы компенсации электродинамических усилий в контактах. Материалы для контактных соединений. Процессы в дуговом промежутке. Вольт-амперные характеристики электрической дуги. Условие гашения электрической дуги постоянного тока. Особенности горения и гашения электрической дуги переменного тока. Восстановление электрической прочности дугового промежутка. Способы гашения электрической дуги. Магнитное гашение. Способы создания магнитного поля дугогашения. Гашение дуги в продольных щелях. Гашение дуги в дугогасительной решетке. Гашение дуги высоким давлением. Гашение дуги в вакууме. Гашение дуги в среде элегаза. Пламя дуги и борьба с ним. Бездуговая коммутация цепей. Потери в проводниках с током в электрических и магнитных цепях. Нагрев и охлаждение проводника во времени. Уравнение теплового баланса. Нагрев и охлаждение при продолжительном, кратковременном и повторнократковременных режимах. Нагрев однородного проводника при коротком замыкании. Нагрев изолированных проводников. Нагрев катушек. Допустимая температура нагрева. Термическая стойкость аппарата. Измерение температуры нагрева. Назначение, область применения, устройство, основные технические характеристики, принцип работы и основные элементы конструкции резисторов и плавких предохранителей низкого и высокого напряжения. Назначение, область применения, устройство, основные технические характеристики, принцип работы и основные элементы конструкции разъединителей, высоковольтных выключателей (вакуумных, элегазовых, масляных, маломасляных), токоограничивающих реакторов, разрядников, ограничителей перенапряжения, комплектных распределительных устройств. Назначение, область применения, устройство, основные технические характеристики, принцип работы и основные элементы конструкции аппаратов управления: кнопок управления, командоконтроллеров, выключателей, переключателей.</p>
<p>Раздел 5. Электрический привод. Механика электропривода</p>	<p>Роль и место электропривода (ЭП) в производственном процессе и быту. Определения и понятия. Назначение и классификация ЭП. Структурная схема ЭП. Механическая часть электропривода (ЭП). Возможные направления передачи механической мощности в ЭП. Динамический момент и силы сопротивления. Момент инерции тела относительно оси вращения. Активные и реактивные моменты. Основное уравнение движения ЭП. Масса, инерция, момент инерции. Операция приведения. Приведения статических моментов и моментов инерции к валу ЭД. Приведенный маховый момент.</p>
<p>Раздел 6 Электропривод с двигателями постоянного тока</p>	<p>Режимы работы двигателя постоянного тока (ДПТ), основные схемы включения ДПТ. Электромеханическая и механическая характеристики ДПТ при различных способах возбуждения. Динамическое торможение. Торможение противотоком. Пусковая диаграмма ДПТ. Изменение тока при пуске. Графоаналитический метод расчета пускового резистора. Выбор пусковых резисторов. Способы регулирования скорости ДПТ. Регулирование скорости ДПТ изменением напряжения, сопротивления цепи якоря и изменением</p>

	<p>потока возбуждения. Расчет регулировочных резисторов. Импульсное регулирование.</p>
<p>Раздел 7 Электропривод с асинхронными двигателями переменного тока</p>	<p>Механическая характеристика трехфазного асинхронного двигателя (АД). Двигательный и тормозной режимы. Формула Клосса. Упрощенный расчет механической характеристики АД по формуле Клосса.</p> <p>Проблемы пуска АД. Пусковая диаграмма для АД с фазным ротором. Расчет пусковых резисторов в цепи статора. Торможение АД противовключением. Динамическое и рекуперативное торможения АД. Реверс АД.</p> <p>Регулирование скорости АД изменением сопротивления в цепи ротора, напряжения на статоре, частоты питающего напряжения, числа пар полюсов, включением резисторов и дросселей в цепь статора. Принцип регулирования экономичности АД. Импульсное регулирование координат ЭП.</p> <p>Разновидности и области применения однофазных АД. Особенности применения линейных АД.</p> <p>Статические характеристики и режимы работы СД. Пуск, регулирование скорости и торможение СД. СД как компенсатор реактивной мощности. U-образные характеристики. ЭП с вентильным двигателем. Вентильно-индуктивный ЭП.</p>
<p>Раздел 8 Электропривод с синхронными двигателями переменного тока</p>	<p>Статические характеристики и режимы работы СД. Пуск, регулирование скорости и торможение СД. СД как компенсатор реактивной мощности. U-образные характеристики. ЭП с вентильным двигателем. Вентильно-индуктивный ЭП.</p>
<p>Раздел 9 Энергетика электропривода</p>	<p>Переходные режимы ЭП. Переходные процессы в системе «преобразователь-двигатель». Особенности переходных процессов в АД и их нормирование.</p> <p>Определение времени пуска и торможения ЭД. Уравнение переходного процесса. Постоянная времени. Методы расчета переходного процесса.</p> <p>Энергетические показатели ЭП. Потери энергии при пуске, реверсе и торможении ЭД. Влияние нагрузки на потери, коэффициент полезного действия и мощности ЭП. Способы снижения потерь энергии в ЭП в переходных режимах. Способы снижения потерь электроэнергии в переходных процессах.</p> <p>Факторы, определяющие систему электропривода. Выбор электродвигателя по роду тока, способу возбуждений, напряжению, степени защиты от влияния внешней среды и др. Уравнения нагревания и охлаждения. Классы нагревостойкости изоляции.</p> <p>Режимы работы; нагрузочная диаграмма, выбор мощности электродвигателя. Проверка на перегрузочную способность.</p>
<p>Раздел 10. Системы электропривода</p>	<p>Аппараты, работающие в силовых цепях ЭП. Пуск и торможение ЭД в функции различных параметров. Принцип тиристорного управления ЭП.</p> <p>Типовые узлы и схемы управления разомкнутой системой ЭП.</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,	№ раздела дисцип
-------	---------------------------	----------------------------	---------------------	---------------------------------	------------------

				(час)	лины
Семестр 7					
1	Трансформатор	Решение задач	3	4	1
2	Электрические машины переменного тока	Решение задач	3	4	2
3	Коллекторные машины постоянного тока	Решение задач	3	3	3
4	Электрические аппараты Процессы коммутации электрических цепей	Решение задач	4	3	4
5	Электрический привод. Механика электропривода	Решение задач	4	3	5
Всего			17		

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 7				
1	Трансформатор Изучение устройства и принципа действия трансформатора. Изучение устройства обмоток трансформатора. Изучение схемы замещения и векторной диаграммы трансформатора.	4	4	1
2	Электрические машины переменного тока. Изучение принципа выполнения обмоток статора. Изучение режимов работы и устройства асинхронных машин. Изучение способов пуска и реверсирования асинхронных машин.	4	4	2
3	. Изучение принципа действия и устройства коллекторной машины постоянного тока. Определение параметров машин	4		

	постоянного тока по паспортным данным. Изучение способов возбуждения машин постоянного тока.		4	3
4	Электрические аппараты Изучение способов теплопередачи в электрических аппаратах. Выбор предохранителей. Определение силы тяги электромагнита постоянного тока. Определение силы тяги электромагнита переменного тока. Магнитные пускатели. Выбор магнитных пускателей.	5	5	4
5	Электропривод с двигателями постоянного тока Изучение тормозных режимов ЭП с ДПТ независимого возбуждения. Изучение механических характеристик ЭП с ДПТ последовательного возбуждения. Изучение тормозных режимов ЭП с ДПТ последовательного возбуждения. Изучение характеристик исполнительных двигателей.	4	4	5
Семестр 8				
6	Электрический привод. Механика электропривода	6		5
7	Электроприводы с асинхронными двигателями переменного тока	7		6
8	Электропривод с синхронными двигателями переменного тока	7		7
9	Энергетика электропривода	7		8
10	Управление ЭП переменного тока	7		9
11	Управление ЭП постоянного тока	6		9
Всего		51		

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы
Цель курсового проекта:
Примерные темы заданий на курсовой проект 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	Семестр 8, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	40	15	25

Курсовое проектирование (КП, КР)			
Расчетно-графические задания (РГЗ)			
Выполнение реферата (Р)			
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	25	3	22
Домашнее задание (ДЗ)			
Контрольные работы заочников (КРЗ)			
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	15	5	10
Всего:	80	23	57

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

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)
	Кацман М. М. Электрические машины : учебник для студ. образоват. учреждений сред. проф. образования / М. М. Кацман. – 9-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2008.	
	Кацман М.М. Электрический привод : учебник для студ. образоват. учреждений сред. проф. образования / М.М. Кацман. – 9-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2008.	
	Электрические аппараты : учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / [О. В. Девочкин, В. В. Лохнин, Р. В. Меркулов, Е. Н. Смолин] – 2-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2011.	

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
fazaa.ru	Все об электрике от А до Я.
electricdom.ru	<u>Информационный сайт для электрика</u>
elektrica.info	<u>Онлайн журнал электрика</u>

trigada.ucoz.com	Сам себе электрик. Всё об электричестве.
www.ElectricalSchool.info/	Школа для электрика: электрические машины.
www.ElectricalSchool.info/	Школа для электрика: электрические аппараты.

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
	Не предусмотрено

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
	Не предусмотрено

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	21-21
2	Специализированная лаборатория	31-01

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;
Дифференцированный зачёт	Список вопросов;
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 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1.	Устройство и принцип действия трансформаторов.	ПК-1.3.1
2.	Виды обмоток трансформаторов.	ПК-1.У.1
3.	Магнитодвижущие силы и токи трансформаторов.	ПК-1.В.1
4.	Магнитодвижущие силы и токи трансформаторов.	ПК-1.3.1
5.	Опыт холостого хода трёхфазного трансформатора.	ПК-1.У.1

6.	Опыт короткого замыкания трёхфазного трансформатора.	ПК-1.В.1
7.	Опыт короткого замыкания в асинхронном двигателе.	ПК-1.З.1
8.	Способы пуска асинхронного двигателя с фазным ротором.	ПК-1.У.1
9.	Способы пуска асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.	ПК-1.В.1
10.	Способы регулирования частоты вращения асинхронного двигателя.	ПК-1.З.1
11.	Тормозные режимы асинхронных двигателей.	ПК-1.У.1
12.	Способы охлаждения электрических машин.	ПК-1.В.1
13.	Устройство и принцип действия синхронных машин.	ПК-1.З.1
14.	Способы возбуждения.	ПК-1.У.1
	Магнитная цепь и магнитное поле синхронной машины.	ПК-1.В.1
15.	Реакция якоря синхронной машины.	ПК-1.З.1
16.	Принцип действия синхронного двигателя.	ПК-1.У.1
17.	Пуск синхронных двигателей.	ПК-1.В.1
18.	Синхронный компенсатор.	ПК-1.З.1
19.	Устройство и принцип действия коллекторной машины постоянного тока.	ПК-1.У.1
20.	Обмотки якоря коллекторных машин.	ПК-1.В.1
21.	Электродвижущая сила машины постоянного тока.	ПК-1.З.1
22.	Магнитная цепь и электромагнитный момент машины постоянного тока.	ПК-1.У.1
23.	Реакция якоря машины постоянного тока.	ПК-1.В.1
24.	Способы возбуждения машин постоянного тока.	ПК-1.З.1
25.	Генератор независимого возбуждения.	ПК-1.У.1
26.	Генератор параллельного возбуждения.	ПК-1.В.1
27.	Генератор смешанного возбуждения.	ПК-1.З.1
28.	Двигатели постоянного тока независимого возбуждения.	ПК-1.У.1
29.	Двигатели постоянного тока параллельного возбуждения.	ПК-1.В.1
30.	Пуск двигателя постоянного тока.	ПК-1.З.1
31.	Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока.	ПК-1.У.1
32.	Тормозные режимы двигателей постоянного тока.	ПК-1.В.1
33.	Режимы работы контактов	ПК-1.З.1
34.	Конструкции контактов	ПК-1.У.1
35.	Процессы горения и гашения дуги.	ПК-1.В.1
36.	Потери и КПД электрических аппаратов.	ПК-1.З.1

37.	Тепловые режимы работы электрических аппаратов.	ПК-1.У.1
38.	Резисторы.	ПК-1.В.1
39.	Низковольтные предохранители.	ПК-1.3.1
40.	Высоковольтные предохранители.	ПК-1.У.1
41.	Рубильники и переключатели.	ПК-1.В.1
42.	Автоматические выключатели.	ПК-1.3.1
43.	Режимы работы контактов	ПК-1.У.1
44.	Конструкции контактов	ПК-1.В.1
45.	Процессы горения и гашения дуги.	ПК-1.3.1
46.	Потери и КПД электрических аппаратов.	ПК-1.У.1
47.	Тепловые режимы работы электрических аппаратов.	ПК-1.В.1
48.	Резисторы.	ПК-1.3.1
49.	Низковольтные предохранители.	ПК-1.У.1
50.	Высоковольтные предохранители.	ПК-1.В.1
51.	Рубильники и переключатели.	ПК-1.3.1
52.	Автоматические выключатели.	ПК-1.У.1

Вопросы для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1.	Разъединители.	ПК-1.3.1
2.	Отделители.	ПК-1.У.1
3.	Короткозамыкатели.	ПК-1.В.1
4.	Реакторы.	ПК-1.3.1
5.	Разрядники.	ПК-1.У.1
6.	Кнопки управления.	ПК-1.В.1
7.	Командоконтроллеры.	ПК-1.3.1
8.	Путевые выключатели.	ПК-1.У.1
9.	Электромагниты постоянного тока.	ПК-1.В.1
10.	Электромагниты переменного тока.	ПК-1.3.1
11.	Электромагнитные реле.	ПК-1.У.1
12.	Реле тепловой защиты.	ПК-1.В.1
13.	Контакты постоянного тока.	ПК-1.3.1
14.	Контакты переменного тока.	ПК-1.У.1
15.	Магнитные пускатели. Электропривод: понятие, структура, перспективы развития.	ПК-1.В.1
16.	Классификация электроприводов.	ПК-1.3.1
17.	Виды электроприводов.	ПК-1.У.1
18.	Основные элементы ЭП и их назначение.	ПК-1.3.1
19.	Активные и реактивные статические моменты сопротивления ЭП.	ПК-1.У.1
20.	Установившееся механическое движение ЭП. Устойчивость.	ПК-1.В.1
21.	Неустановившееся движение ЭП	ПК-1.3.1
22.	Уравнение движения ЭП. Режимы работы.	ПК-1.У.1
23.	Основные законы электротехники применительно к электрическим машинам.	ПК-1.В.1
24.	Функции ЭП по управлению движением ИО рабочих машин.	ПК-1.3.1
25.	Динамический момент при ускорении и замедлении вращения ЭП.	ПК-1.У.1

26.	Приведение статических моментов и моментов инерции к одной частоте вращения.	ПК-1.В.1
27.	Механические характеристики ДПТ независимого возбуждения.	ПК-1.3.1
28.	Генераторное (рекуперативное) торможение ДПТ независимого возбуждения.	ПК-1.У.1
29.	Динамическое торможение ДПТ независимого возбуждения.	ПК-1.В.1
30.	Торможение противовключением ДПТ независимого возбуждения.	ПК-1.3.1
31.	Механические характеристики ДПТ последовательного возбуждения.	ПК-1.У.1
32.	Генераторное (рекуперативное) торможение ДПТ последовательного возбуждения.	ПК-1.В.1
33.	Динамическое торможение ДПТ последовательного возбуждения.	ПК-1.3.1
34.	Торможение противовключением ДПТ последовательного возбуждения.	ПК-1.У.1
35.	ЭП с ДПТ смешанного возбуждения.	ПК-1.3.1
36.	Пуск ЭП с двигателями постоянного тока.	ПК-1.У.1
37.	Регулирование частоты вращения ЭП с ДПТ изменением сопротивления реостата	ПК-1.В.1
38.	Регулирование частоты вращения ЭП с ДПТ изменением магнитного потока возбуждения	ПК-1.3.1
39.	Регулирование частоты вращения ЭП с ДПТ изменением тока в цепи якоря.	ПК-1.У.1
40.	Импульсное регулирование ЭП с двигателями постоянного тока.	ПК-1.В.1
41.	Исполнительные двигатели постоянного тока.	ПК-1.3.1
42.	Механические характеристики АД с фазным ротором в двигательном режиме.	ПК-1.У.1
43.	Механические характеристики АД с короткозамкнутым ротором в двигательном режиме.	ПК-1.В.1
44.	Генераторное (рекуперативное) торможение АД Динамическое торможение АД.	ПК-1.3.1
45.	Торможение противовключением АД.	ПК-1.У.1
46.	Пуск ЭП с АД с фазным ротором.	ПК-1.В.1
47.	Пуск ЭП с АД с короткозамкнутым ротором.	ПК-1.3.1
48.	Реостатное регулирование частоты вращения АД с фазным ротором.	ПК-1.У.1
49.	Регулирование частоты вращения АД с КЗ ротором изменением числа полюсов в обмотке статора.	ПК-1.В.1
50.	Регулирование частоты вращения АД изменением частоты питающего напряжения.	ПК-1.3.1
51.	Регулирование частоты вращения АД изменением подводимого напряжения.	ПК-1.У.1
52.	Импульсное регулирование АД.	ПК-1.3.1
53.	Исполнительные асинхронные двигатели.	ПК-1.У.1
54.	Исполнительные шаговые двигатели.	ПК-1.В.1
55.	Механические характеристики СД в двигательном режиме.	ПК-1.3.1
56.	Переходные процессы в ЭП при линейной совместной	ПК-1.У.1

	характеристике.	
57.	Переходные процессы в ЭП при нелинейной совместной характеристике.	ПК-1.В.1
58.	Потери энергии в ЭП при переходных режимах.	ПК-1.З.1
59.	Нагревание и охлаждение электродвигателей.	ПК-1.У.1

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

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

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
1	Электропривод с двигателями постоянного тока
2	Электропривод с двигателями постоянного тока

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
	Не предусмотрено	

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

Обучающимся необходимо ознакомиться: - с содержанием рабочей программы изучаемой дисциплины (далее - РПД), с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, с основной и дополнительной литературой, в частности с методическими разработками по данной дисциплине, с видами самостоятельной работы. Для успешного усвоения теоретического материала необходимо регулярно посещать лекции, активно работать на практических занятиях, перечитывать лекционный материал, значительное внимание уделять самостоятельному изучению дисциплины. Поэтому, важным условием успешного освоения дисциплины обучающимися является создание системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день. Его наличие позволит подчинить свободное время целям учебы, трудиться более успешно и эффективно. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подвести итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине они произошли. Нужно осуществлять самоконтроль,

который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана. Все задания к практическим занятиям, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса. Это способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала (*если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*).

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.

Структура предоставления лекционного материала:

В программе лекционного материала «Электрические машины и аппараты» рассматриваются вопросы:

- классификации электрических машин и аппаратов,
- освещены вопросы их теории, конструкции, характеристики принципа действия,
- указаны области применения и перспективы их дальнейшего развития.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

Практическое занятие – это занятие, проводимое под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленное на углубление научно – теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы. В процессе таких занятий вырабатываются практические умения. Перед практическим занятием следует изучить конспект лекции и рекомендованную преподавателем литературу, обращая внимание на практическое применение теории и на методику решения типовых задач. На практическом занятии главное – уяснить связь решаемых задач с теоретическими положениями.

- приобретение опыта решения учебно-исследовательских и реальных практических задач на основе изученного теоретического материала;
- формирование навыков обработки результатов проведённых исследований;
- анализ и обсуждение полученных результатов, формулирование выводов.

11.3. 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

Лабораторные работы выполняются в соответствии с методическими указаниями.

Структура лабораторного занятия:

- Объявление темы, цели и задач занятия.
 - Проверка теоретической подготовки студентов к лабораторному занятию.
- Выполнение лабораторной работы.
- Подведение итогов занятия (формулирование выводов).
 - Оформление отчета.

– Защита работы преподавателю дисциплины.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

титульный лист; цель работы; теоретические сведения; расчетно-графическая часть; выводы по работе; список используемой литературы. Лабораторная работа выполняется согласно варианту задания, выгружается в личный кабинет. Студент защищает полученные в работе результаты.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

В соответствии с ГОСТ 7.32 – 2001 отчет по лабораторной работе оформляется любым печатным способом на одной стороне листа белой бумаги формата А4. На усмотрение преподавателя допускается рукописный вариант текста.

В отчете по лабораторной работе допускается интервал 1.0 и 1.5, кегль не менее 12, выравнивание по ширине, отступ красной строки 1.0.

Цвет шрифта должен быть черным. Страницы отчета следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту отчета. Титульный лист включается в общую нумерацию страниц отчета. Номер страницы на титульном листе не проставляется.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего отчета, обозначенные арабскими цифрами. Разделы могут быть разбиты на подразделы. Нумерация подразделов составляется из номера раздела и подраздела, обозначенного через точку, например, «1.1.». В конце названия разделов и подразделов точка не ставится.

Все иллюстрации (рисунки) должны иметь название, которое указывается после номера иллюстрации через тире, например, «Рисунок 1 – Структурная схема». Подписи всех иллюстраций выравниваются по центру строки.

Графики должны быть четкими. При оформлении графиков необходимо указывать обозначения координатных осей и самих графиков. Если графики отражают сравнение двух экспериментов, рекомендуется их выполнение в одной системе координат. Каждая таблица должна иметь название, которое следует помещать над таблицей слева без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире.

11.4. 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:

Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

титульный лист; цель работы; теоретические сведения; расчетно-графическая часть; выводы по работе; список используемой литературы. Лабораторная работа выполняется согласно варианту задания, выгружается в личный кабинет. Студент защищает полученные в работе результаты.

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

Те же, что и «Требования к оформлению отчета о лабораторной работе»

11.5. 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 являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.6. 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 в течение семестра с использованием тестовых вопросов (табл.15,16). В конце семестра по результатам текущего контроля выставляется оценка, которая учитывается при выставлении оценки по результатам промежуточной аттестации.

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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».

– 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».

Промежуточная аттестация проводится по вопросам, приведенным в таблицах 15 и 16.

При оценке окончательных результатов обучения по дисциплине учитывается оценка по текущему контролю, а также отсутствие или наличие задолженности по лабораторным работам и практическим занятиям.

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

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