

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Техника высоких напряжений

Кафедра «Инженерная физика»
физического факультета

Образовательная программа
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль подготовки
Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Форма обучения
Очная

Статус дисциплины: базовая

Махачкала 2020

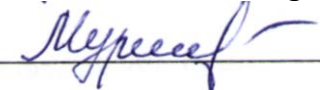
Рабочая программа дисциплины «Техника высоких напряжений» составлена в 2020 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата)
от «3» сентября 2015г., №955

Разработчик: Шахсинов Г.Ш., к. ф.-м. н., доцент кафедры «Инженерная физика».

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры Инженерная физика от « 17 » 02 2020 г.,
протокол № 6

Зав. кафедрой  Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от
« 28 » 02 2020 г., протокол № 6.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим
управлением « 02 » 03 2020 г. 
(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Техника высоких напряжений» входит в базовую часть образовательной программы *бакалавриата* по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой «Инженерная физика».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с формированием у студентов знаний в областях техники высоких напряжений, а также обучение их практическим навыкам работы с генераторами высоковольтных напряжений и приборами для измерения параметров высоковольтных сигналов.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных – ОПК-2, профессиональных - ПК-1, ПК-3.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме самостоятельных, контрольных работ, коллоквиума и промежуточный контроль в форме экзамена.

Объем дисциплины 6 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия								Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен		
		всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР		консультации	
7	216	82	32		50			134	экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Техника высоких напряжений» являются: формирование у студентов знаний в областях техники высоких напряжений, а также обучение их практическим навыкам работы с генераторами высоковольтных напряжений и приборами для измерения параметров высоковольтных сигналов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Техника высоких напряжений» входит в базовую часть образовательной программы *бакалавриата* по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Дисциплина «Техника высоких напряжений» имеет логическую связь практическими и теоретическими дисциплинами ОПОП данной специальности. Изучаемая дисциплина базируется на естественнонаучном цикле и имеет связи со следующими дисциплинами: математика, физика, безопасность жизнедеятельности. Изучаемая дисциплина связана последующими межпредметными связями с последующими дисциплинами общепрофессионального цикла и специального цикла.

Студенты перед изучением данной дисциплины должны иметь начальные знания по основам математического анализа и общему курсу физики.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
ОПК-2	Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Знает: физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования по данной дисциплине Умеет: применять соответствующий физико-математический аппарат Владеет: методиками решения профессиональных задач в области техники высоких напряжений
ПК-1	Способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике	Знает: основные экспериментальные методы получения и обработки информации. Умеет: применять соответствующий физико-математический аппарат

		Владеет: методами планирования, подготовки и выполнения профессиональных задач в области техники высоких напряжений
ПК-3	Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Знает: нормативно-техническую документацию в сфере техники высоких напряжений. Умеет: участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Практические занятия	Лабораторн ые занятия	Контроль самост. раб.			
Модуль 1. Разряды в газах.										
1	Введение. Конфигурация электрических полей.	7	1	2	3			8	Опросы, представление докладов, участие в дискуссиях	
2	Ионизационные процессы в газе. Виды ионизации.		2	2	2			7		
3	Влияние времени приложения напряжения на электрическую прочность газовой изоляции.		3	2	2			8		
	Итого по модулю 1:			6	7			23		
Модуль 2. Высоковольтная изоляция.										
1	Коронный разряд.	7	4	2	4			5	Опросы, представление	
2	Пробой жидких		5	2	2			5		

	диэлектриков.								докладов, участие в дискуссиях
3	Пробой твердой изоляции.		6	1	3			4	
4	Высоковольтная изоляция.		6	1	2			4	
	<i>Итого по модулю 2:</i>			6	11			18	
Модуль 3. Высоковольтное испытательное оборудование и измерения.									
1	Изоляция трансформаторов.	7	7	2	3			6	Опросы, представление докладов, участие в дискуссиях
2	Изоляция кабелей. Изоляция электрических машин.		8	2	4			7	
3	Установки для получения высоких переменных напряжений.		9	2	3			7	
	<i>Итого по модулю 3:</i>			6	10			20	
Модуль 4. Перенапряжения и защита от них									
1	Установки для получения высоких постоянных напряжений.		10	2	2			4	Опросы, представление докладов, участие в дискуссиях
2	Импульсные испытательные установки.	7	11	2	2			4	
3	Измерение высоких напряжений.		12	2	2			4	
4	Перенапряжения и защита от них		13	1	2			4	
5	Грозозащита воздушных линий электропередач и подстанций.		13	1	2			2	
	<i>Итого по модулю 4:</i>			8	10			18	
Модуль 5. Волновые процессы в длинных линиях.									
1	Средства защиты от перенапряжений.	7	14	2	4			7	Опросы, представление докладов, участие в дискуссиях
2	Волновые процессы в линиях.		15	2	4			7	

3	Волновые процессы в обмотках трансформаторов.		16	2	4			4	
	<i>Итого по модулю 5:</i>			6	12			18	
	Модуль 6. Подготовка к экзамену								
	Подготовка к экзамену							36	
	<i>Итого по модулю 6:</i>	7	17					36	
	ИТОГО:			32	50			134	

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1. Разряды в газах.

1. Введение. Конфигурация электрических полей. Степень неоднородности электрического поля. Симметричные и несимметричные системы электродов.

2. Ионизационные процессы в газе. Виды ионизации. Объемная и поверхностная ионизация. Длина свободного пробега. Энергия возбуждения и ионизации атомов.

3. Влияние времени приложения напряжения на электрическую прочность газовой изоляции.

Модуль 2. Высоковольтная изоляция.

1. Диэлектрики. Виды диэлектриков. Коронный разряд. Электронная лавина. Коронный разряд при переменном и постоянном напряжении. Потери энергии при коронировании.

2. Пробой жидких диэлектриков. Вольт-секундная характеристика. Влияние загрязнения на пробой.

3. Пробой твердой изоляции. Разряд вдоль проводящей и загрязненной поверхности.

4. Высоковольтная изоляция.

Модуль 3. Высоковольтное испытательное оборудование и измерения.

1. Виды испытательных трансформаторов. Изоляция трансформаторов. Установки для получения высоких переменных и постоянных напряжений.

2. Изоляция кабелей. Изоляция электрических машин. Линейные изоляторы. Подвесные изоляторы. Опорные изоляторы. Проходные изоляторы.

3. Установки для получения высоких переменных напряжений.

Модуль 4. Перенапряжения и защита от них

1. Установки для получения высоких постоянных напряжений.
2. Импульсные испытательные установки.
3. Измерение высоких напряжений.
4. Перенапряжения и защита от них
5. Грозозащита воздушных линий электропередач и подстанций.

Модуль 5. Волновые процессы в длинных линиях.

1. Средства защиты от перенапряжений.
2. Волновые процессы в линиях.
3. Волновые процессы в обмотках трансформаторов.

Модуль 6. Подготовка к экзамену

1. Допуск к экзамену
2. Экзамен

4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине.

Темы практических занятий:

Модуль 1. Разряды в газах.

1. Введение. Конфигурация электрических полей.
2. Степень неоднородности электрического поля. Симметричные и несимметричные системы электродов.
3. Ионизационные процессы в газе. Виды ионизации. Объемная и поверхностная ионизация.
4. Длина свободного пробега. Энергия возбуждения и ионизации атомов.
5. Влияние времени приложения напряжения на электрическую прочность газовой изоляции.

Модуль 2. Высоковольтная изоляция.

1. Диэлектрики. Виды диэлектриков. Коронный разряд.
2. Электронная лавина. Коронный разряд при переменном и постоянном напряжении. Потери энергии при коронировании.
3. Пробой жидких диэлектриков.
4. Вольт-секундная характеристика. Влияние загрязнения на пробой.
5. Пробой твердой изоляции. Разряд вдоль проводящей и загрязненной поверхности.
6. Высоковольтная изоляция.

Модуль 3. Высоковольтное испытательное оборудование и измерения.

1. Виды испытательных трансформаторов.
2. Изоляция трансформаторов. Установки для получения высоких переменных и постоянных напряжений.

3. Изоляция кабелей. Изоляция электрических машин.

4. Линейные изоляторы. Подвесные изоляторы. Опорные изоляторы. Проходные изоляторы.

5. Установки для получения высоких переменных напряжений.

Модуль 4. Перенапряжения и защита от них

1. Установки для получения высоких постоянных напряжений.

2. Импульсные испытательные установки.

3. Измерение высоких напряжений.

4. Перенапряжения и защита от них

5. Грозозащита воздушных линий электропередач и подстанций.

Модуль 5. Волновые процессы в длинных линиях.

1. Средства защиты от перенапряжений.

2. Волновые процессы в линиях.

3. Волновые процессы в обмотках трансформаторов.

5. Образовательные технологии

Активные и интерактивные формы, лекции, практические занятия, контрольные работы, коллоквиумы, зачет, информационные технологии в образовании. Экзамен осуществляется после решения всех задач контрольных работ, выполнения домашних и самостоятельных работ. Студенты делают устные доклады по темам занятий, участвуют в дискуссиях, работают в группах. Доклады должны быть небольшого объема (их представление должно занимать около 10 мин.). В идеале это наиболее интересный и полезный материал, извлеченный из нескольких источников, представляемый в виде рассказа.

При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.

Обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на образовательном сервере Даггосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов реализуется в виде:

- подготовки к контрольным работам;
- подготовки к семинарским занятиям;
- подготовки к самостоятельным работам;

Виды и порядок выполнения самостоятельной работы:

1. Изучение рекомендованной литературы

2. Поиск в Интернете дополнительного материала
3. Подготовка реферата (до 5 страниц), презентации и доклада (10-15 минут)
4. Подготовка к зачету

Рекомендации к последовательности выполнения реферата.

а) Изучение проблемы по материалам, доступным в библиотеке и в электронных ресурсах:

1. Согласовать название сообщения.
2. Написать тезисы реферата по теме.
3. Выразить, чем интересна выбранная тема в наши дни.
4. Подготовить презентацию по выбранной теме.
5. Сделать сообщение на мини-конференции.

Рекомендуемые темы рефератов:

1. Виды изоляторов. Принцип их обозначения.
2. Коронный разряд. Способы уменьшения потерь при коронировании проводов.
3. Высоковольтная изоляция. Основные направления развития в совершенствовании изоляции.
4. Виды электрических кабелей. Принцип их обозначения. Волновое сопротивление коаксиальных кабелей. Отражение сигнала в кабелях. Коэффициент стоячей волны.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Код и наименование компетенции из ФГОС ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-2 Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и		Знает: физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования по данной дисциплине	Устный опрос, письменный тест.

моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач		Умеет: применять соответствующий физико-математический аппарат Владеет: методиками решения профессиональных задач в области техники высоких напряжений	
ПК-1 Способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике		Знает: основные экспериментальные методы получения и обработки информации. Умеет: применять соответствующий физико-математический аппарат Владеет: методами планирования, подготовки и выполнения профессиональных задач в области техники высоких напряжений	Устный опрос, письменный тест.
ПК-3 Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования		Знает: нормативно-техническую документацию в сфере техники высоких напряжений. Умеет: участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	Устный опрос, письменный тест.

7.2. Типовые контрольные задания

Контрольные испытания текущей аттестации производятся в форме контрольных опросов, тестов и коллоквиумов.

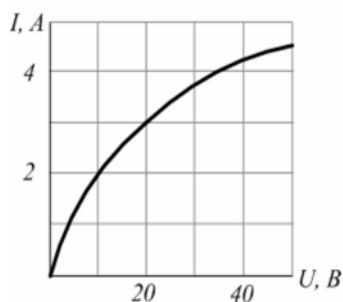
Образец вопросов для коллоквиума или контрольного опроса к теме:

1. С чем связана зависимость пробивного напряжения жидких диэлектриков от давления.
2. Что влияет на снижение разрядного напряжения изоляторов?
3. Расчет омического делителя напряжения.

4. Ионизационные процессы в газах

5. Виды ионизации.

6. Два нелинейных резистивных элемента с одинаковыми вольт-амперными характеристиками (см.рис.) соединены последовательно. Чему равно статическое входное сопротивление цепи при напряжении на входе цепи $U_{вх}=20$ В.



Примерные экзаменационные вопросы к итоговой аттестации (экзамен)

1. Конфигурация электрических полей.
2. Дугогасящие аппараты.
3. Ионизационные процессы в газе.
4. Волновые процессы в линиях.
5. Виды ионизации.
6. Средства защиты от перенапряжений.
7. Лавина электронов.
8. Грозозащита воздушных линий электропередач и подстанций.
9. Условие самостоятельности разряда.
10. Внутренние перенапряжения.
11. Коронный разряд.
12. Классификация перенапряжений.
13. Потери энергии при коронировании.
14. Перенапряжения и защита от них.
15. Пробой жидких диэлектриков.
16. Смешанный делитель напряжения.
17. Пробой твердой изоляции.
18. Емкостный делитель
19. Высоковольтная изоляция.
20. Емкостный делитель.
21. Изоляция высоковольтных конденсаторов.
22. Омический делитель.
23. Изоляция трансформаторов.
24. Делители напряжения.
25. Изоляция кабелей.

26. Электростатические вольтметры.
27. Изоляция электрических машин.
28. Шаровые разрядники.
29. Профилактика изоляции.
30. Измерение высоких напряжений.
31. Установки для получения высоких переменных напряжений.
32. Установки для получения высоких постоянных напряжений.
33. Общая характеристика электрического разряда в газах.
34. Защита от прямых ударов молнии.
35. Физические процессы в ионизованных газах.
36. Общие сведения о заземлении в установках высокого напряжения.
37. Коронный разряд на проводах линий электропередач.
38. Защитные разрядники.
39. Изоляторы высокого напряжения.
40. Вентильные разрядники
41. Изоляция воздушных линий.
42. Ограничители напряжения ОПН.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля – 40 % и промежуточного контроля – 60 %.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий – 5 баллов,
- участие на практических занятиях – 25 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ – 10 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос – 20 баллов,
- письменная контрольная работа – 20 баллов,
- тестирование – 20 баллов.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) основная литература:

1. Куффель, Е. Техника и электрофизика высоких напряжений [Текст]: [учеб.-справ. рук.] / Е. Куффель, В. Цаенгль ; пер. с англ. С.М.Смольского под ред. И.П.Кужекина. - Долгопрудный : Интеллект, 2011. - 517 с.
2. Бочаров Ю.Н. Техника высоких напряжений [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Н. Бочаров, С.М. Дудкин, В.В. Титков. — Электрон.текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2013. — 265 с. — 978-5-

7422-3998-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43976.html> (дата обращения: 08.10.2018)

3. Электрофизические основы техники высоких напряжений [Электронный ресурс] : учебник для вузов / А.Г. Темников [и др.]. — Электрон.текстовые данные. — М. : Издательский дом МЭИ, 2016. — 704 с. — 978-5-383-01017-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55956.html> (дата обращения: 08.10.2018)

б) дополнительная литература:

1. Алиев, И.И. Справочник по электротехнике и электрооборудованию [Текст]: [учеб. пособие для вузов] / Алиев, Исмаил Ибрагимович. - 5-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2007. - 255 с.
2. Титков В.В. Физические основы техники высоких напряжений, сильных магнитных полей и токов [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Титков. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2011. — 185 с. — 978-5-7422-3487-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43983.html> (дата обращения: 08.10.2018)
3. Расчет электрических полей устройств высокого напряжения [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Е.С. Колечицкий [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский дом МЭИ, 2016. — 248 с. — 978-5-383-00971-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55886.html> (дата обращения: 08.10.2018)

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. eLIBRARY.RU[Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. — Москва, 1999 – . Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 01.09.2018). – Яз. рус., англ.
2. Moodle[Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [база данных] / Даг. гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 22.09.2018).
3. Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный (дата обращения: 21.09.2018).
4. ЭБС IPRbooks:<http://www.iprbookshop.ru/> Лицензионный договор № 2693/17 от 02.10.2017г. об оказании услуг по предоставлению доступа. Доступ открыт с 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке (доступ будет продлен).

5. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru договор № 55_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг (доступ продлен до сентября 2019 года).
6. **Springer.** Доступ ДГУ предоставлен согласно договору № 582-13SP, подписанный Министерством образования и науки, предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанному ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. <http://link.springer.com>. Доступ предоставлен на неограниченный срок.
7. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Оптимальным путем освоения дисциплины является посещение всех лекций и семинаров и выполнение предлагаемых заданий в виде докладов, тестов и устных вопросов. Успешное выполнение предлагаемых заданий обеспечивает возможность получения высоких баллов по модульно-рейтинговой системе.

На лекциях рекомендуется деятельность студента в форме активного слушания, т.е. предполагается возможность задавать вопросы на уточнение понимания темы и рекомендуется конспектирование основных положений лекции. На семинарских занятиях деятельность студента заключается в активном слушании докладов других студентов, предоставлении собственных докладов, участии в обсуждении докладов, выполнении контрольных заданий. Темы студенческих докладов выбираются по согласованию с преподавателем в соответствии с планом семинарских занятий. При подготовке доклада рекомендуется обсудить содержание будущего доклада с преподавателем и получить методические рекомендации по его подготовке, в том числе указания на литературу. Литература, помимо указанной в программе, может самостоятельно подбираться студентом, в частности с привлечением источников из сети Интернет.

В случае, если студентом пропущено лекционное или семинарское занятие, он может освоить пропущенную тему самостоятельно с опорой на план занятия, рекомендуемую литературу и консультативные рекомендации преподавателя.

Проведению экзамена предшествует коллективная аудиторная консультация, на которой даются советы по подготовке к экзамену. В целом рекомендуется регулярно посещать занятия и выполнять текущие занятия, что обеспечит достаточный уровень готовности к сдаче зачета.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая

перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

Для доступа к дополнительной аудио-визуальной информации могут использоваться информационные ресурсы сети интернет. Для проведения индивидуальных консультаций может использоваться электронная почта.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и всеми необходимыми для учебного процесса приборами, стендами и средствами измерений. Стандартная семинарская аудитория для группы 25 чел.