

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ганеев Винер Валиахметович
Должность: Директор
Дата подписания: 14.06.2024 14:52:22
Уникальный программный ключ:
fceab25d7092f3bff743e8ad3f8d57fddc1f5e66

ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»
БИРСКИЙ ФИЛИАЛ УУНиТ
ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

Утверждено:

на заседании кафедры высшей математики и
физики
протокол № 4 от 23.11.2023 г.
Зав. кафедрой подписано ЭЦП / Чудинов В.В.

Согласовано:

Председатель УМК
факультета физики и математики
подписано ЭЦП / Бигаева Л.А.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
для очной формы обучения**

Электрические станции и подстанции

Часть, формируемая участниками образовательных отношений

программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)
13.03.02 **ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

Направленность (профиль) подготовки
Электроэнергетические сети и электрооборудование производственных и жилых объектов

Квалификация
Бакалавр

Разработчик (составитель) <u>Доцент, к. ф.-м.н., доцент</u> (должность, ученая степень, ученое звание)	<u>подписано ЭЦП / Хузина Ф.Р.</u> (подпись, Фамилия И.О.)
--	---

Для приема: 2024-2025 г.

Бирск 2023 г.

Составитель / составители: Хузина Ф.Р.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры высшей математики и физики протокол № ____ от « ____ » _____ 20__ г.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____, протокол № ____ от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____, протокол № ____ от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____, протокол № ____ от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____, протокол № ____ от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ Ф.И.О/

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций.....	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся).....	5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	12
4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине	12
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине	13
4.3. Рейтинг-план дисциплины	22
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	22
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	22
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	22
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	23

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	Способен осуществлять эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт оборудования электроэнергетических систем и сетей и их элементов (ПК-1);	ПК-1.1. Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики оборудования электроэнергетических систем и сетей и их элементов	Знать методы и технические средства испытаний и диагностики оборудования электроэнергетических систем и сетей и их элементов
		ПК-1.2. Осуществляет эксплуатацию оборудования электроэнергетических систем и сетей и их элементов	Уметь осуществлять эксплуатацию оборудования электроэнергетических систем и сетей и их элементов
		ПК-1.3. Проводит техническое обслуживание и ремонт оборудования электроэнергетических систем и сетей и их элементов	Владеть проведением технического обслуживания и ремонта оборудования электроэнергетических систем и сетей и их элементов
	Способен руководить подразделением по техническому обслуживанию и ремонту электроэнергетических систем и сетей и их элементов (ПК-2);	ПК-2.1. Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования электроэнергетических систем и сетей и их элементов	Знать организацию технического обслуживания и ремонта электрооборудования электроэнергетических систем и сетей и их элементов
		ПК-2.2. Демонстрирует знание инструкций, стандартов и регламентов по техническому обслуживанию и ремонту электроэнергетических систем и сетей и их элементов	Уметь демонстрировать знания инструкций, стандартов и регламентов по техническому обслуживанию и ремонту электроэнергетических систем и сетей и их элементов
		ПК-2.3. Планирует работу по обслуживанию и ремонту электроэнергетических систем и сетей и их элементов	Владеет планом работы по обслуживанию и ремонту электроэнергетических систем и сетей и их элементов

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электрические станции и подстанции» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

Цель изучения дисциплины: сформировать теоретические и практические знания, умения и навыки в области проектирования и эксплуатации электрооборудования электрических станций и подстанций.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»
БИРСКИЙ ФИЛИАЛ УУНиТ
ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Электрические станции и подстанции» на 6 семестр

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	5/180
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	53.2
лекций	24
практических/ семинарских	10
лабораторных	18
контроль самостоятельной работы (КСР)	0
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) ФКР	1.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС)	92
Учебных часов на подготовку к экзамену (Контроль)	34.8

Форма контроля:

Экзамен 6 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)					Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		Лек	Лаб	П	Эк	СР С			
3 курс / 6 семестр									
1	Раздел 1 Элементы и понятия систем генерации и передачи электроэнергии								
1.1	Введение в дисциплину. Основные элементы систем электроснабжения. Графики нагрузки электроустановок. Параметры графиков нагрузки.	2				6	Осн. лит-ра № 1 Доп. лит-ра №№ 1,2,3	Решение задач	Решение задач
2	Раздел 2 Участие электростанций разных типов в производстве электроэнергии								
2.1	Тепловые электростанции. Паротурбинные конденсационные станции. Паротурбинные теплофикационные электростанции (ТЭЦ). Газотурбинные станции (ГТУ) Виды паротурбинных электростанций: теплофикационные (ТЭЦ) и конденсац-	2		2		10	Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра №№ 1,2,3	Решение задач, Тестирование	Решение задач

	онные (КЭС). Понятие Газотурбинные станции (ГТУ) Основные элементы паротурбинных электростанций. Виды топлива, используемые на паротурбинных электростанциях и ГТУ, количества агрегатов на ТЭЦ и КЭС, достоинства и недостатки, технологические схемы.								
2.2	Атомные электростанции. Гидроэлектростанции. Составление технологических схем КЭС, АЭС, ГЭС Котельные агрегаты на АЭС, технологических схем КЭС, АЭС, ГЭС.	2	2	2		14	Осн. лит-ра №№ 1,2	Решение задач	Решение задач
2.3	Турбогенераторы. Гидрогенераторы. Системы охлаждения генераторов. Косвенные системы охлаждения. Непосредственное (форсированное) охлаждение Составные части турбоагрегатов или гидроагрегатов. Устройство турбогенератора и гидрогенератора. Синхронные генераторы, системы охлаждения	2	2	2		10	Осн. лит-ра № 2 Доп. лит-ра №№ 1,2,3	Тестирование, Решение задач	Решение задач
2.4	Системы возбуждения генераторов. Электро-машинные системы возбуждения. Исследование синхронного генератора при включении параллельно с сетью. Независимое высокочастотное возбуждение с полупроводниковыми выпрямителями. Параметры, характеризующие системы возбуждения, требования предъявляемые к системам возбуждения, потолок воз-	2	4	2		12	Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра № 2	Решение задач, Лабораторная работа	Лабораторная работа, Решение задач

	<p>буждения. Электромашинное и полупроводниковое возбуждение. Последовательная и независимая обмотка возбуждения. Независимое тиристорное возбуждение. Бесщеточное независимое возбуждение. Самовозбуждение с полупроводниковыми преобразователями. Автоматическое гашение поля. Компоновка планов СиП. Расчет заземляющих устройств. Системы возбуждения генераторов. Электромашинные системы возбуждения. Исследование V-образных характеристик синхронного компенсатора. Независимое высокочастотное возбуждение с полупроводниковыми выпрямителями.</p>									
3	Силовые трансформаторы и автотрансформаторы									
3.1	<p>Номинальные параметры трансформаторов. Схемы и группы соединения обмоток. Элементы конструкции трансформаторов. Системы охлаждения силовых трансформаторов. Нагрузочная способность трансформаторов.</p> <p>Виды трансформаторов: однофазные, трехфазные, двухобмоточные, трехобмоточные, автотрансформаторы. Буквенно-цифровые обозначения. Номинальное напряжение, ток и мощность. Напряжение короткого замыкания, ток холостого хода. Потери холостого хода и короткого за-</p>	6	4	2		20	Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра №№ 2,3	Решение задач, Лабораторная работа	Решение задач, Лабораторная работа	

	мыкания. Нагрузочная способность, допустимая нагрузка, перегрузка, аварийная перегрузка. Выбор и проверка измерительных трансформаторов тока и напряжения.								
3.2	<p>Определение группы соединения обмоток трехфазного трансформатора. Выбор мощности трансформаторов на подстанции. Особенности автотрансформаторов. Регулирование напряжения трансформаторов. Выбор трансформаторов.</p> <p>Схемы соединения: звезда и треугольник. Элементы конструкции трансформатора. Системы охлаждения силовых трансформаторов. Переключение без возбуждения ПБВ, регулирование под нагрузкой РПН. Исследование характеристик автотрансформатора</p>	4	4			10	Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра №№ 2,3	Лабораторная работа	Лабораторная работа
4	Электрооборудование и схемы распределительных устройств СиП								
4.1	<p>Режимы работы электроустановок. Выбор токопроводов и проводов воздушных линий. Определение характеристик электромагнитного выключателя.</p> <p>Шинные конструкции. Высоковольтные выключатели. Масляные выключатели. Воздушные выключатели. Элегазовые выключатели. Электромагнитные выключатели. Вакуумные выключатели. Виды</p>	4	2			10	Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра № 2	Лабораторная работа	Лабораторная работа

	главных схем подстанций								
5	Экзамен				1	36			
Итого по 3 курсу 6 семестру		24	18	10	1	128			
Итого по дисциплине		24	18	10	1	128			

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции: Способен осуществлять эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт оборудования электроэнергетических систем и сетей и их элементов (ПК-1);

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения (Экзамен)			
		2 (Неудовлетворительно)	3 (Удовлетворительно)	4 (Хорошо)	5 (Отлично)
ПК-1.1. Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики оборудования электроэнергетических систем и сетей и их элементов ПК-1.2. Осуществляет эксплуатацию оборудования электроэнергетических систем и сетей и их элементов ПК-1.3. Проводит техническое обслуживание и ремонт оборудования электроэнергетических систем и сетей и их элементов	Знать методы и технические средства испытаний и диагностики оборудования электроэнергетических систем и сетей и их элементов	Знания не сформированы	Знания недостаточно сформированы, несистемны	Знания сформированы, но имеют отдельные пробелы и неточности	Знания полностью сформированы
	Уметь осуществлять эксплуатацию оборудования электроэнергетических систем и сетей и их элементов	Умения не сформированы	Умения не полностью сформированы	Умения в основном сформированы	Умения полностью сформированы
	Владеть проведением технического обслуживания и ремонта оборудования электроэнергетических систем и сетей и их элементов	Владение навыками не сформировано	Владение навыками неуверенное	Владение навыками в основном сформировано	Владение навыками уверенное

Код и формулировка компетенции: Способен руководить подразделением по техническому обслуживанию и ремонту электроэнергетических систем и сетей и их элементов (ПК-2);

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения (Экзамен)			
		2 (Неудовлетворительно)	3 (Удовлетворительно)	4 (Хорошо)	5 (Отлично)

тенции					
ПК-2.1. Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования электроэнергетических систем и сетей и их элементов	Знать организацию технического обслуживания и ремонта электрооборудования электроэнергетических систем и сетей и их элементов	Знания не сформированы	Знания недостаточно сформированы, несистемны	Знания сформированы, но имеют отдельные пробелы и неточности	Знания полностью сформированы
ПК-2.2. Демонстрирует знание инструкций, стандартов и регламентов по техническому обслуживанию и ремонту электроэнергетических систем и сетей и их элементов	Уметь демонстрировать знания инструкций, стандартов и регламентов по техническому обслуживанию и ремонту электроэнергетических систем и сетей и их элементов	Умения не сформированы	Умения не полностью сформированы	Умения в основном сформированы	Умения полностью сформированы
ПК-2.3. Планирует работу по обслуживанию и ремонту электроэнергетических систем и сетей и их элементов	Владеет планом работы по обслуживанию и ремонту электроэнергетических систем и сетей и их элементов	Владение навыками не сформировано	Владение навыками неуверенное	Владение навыками в основном сформировано	Владение навыками уверенное

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины. Баллы, выставляемые за конкретные виды деятельности представлены ниже.

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК-1.1. Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики оборудования электроэнергетических си-	Знать методы и технические средства испытаний и диагностики оборудования электроэнергетических систем и сетей	Решение задач

<p>стем и сетей и их элементов</p> <p>ПК-1.2. Осуществляет эксплуатацию оборудования электроэнергетических систем и сетей и их элементов</p> <p>ПК-1.3. Проводит техническое обслуживание и ремонт оборудования электроэнергетических систем и сетей и их элементов</p>	<p>и их элементов</p> <p>Уметь осуществлять эксплуатацию оборудования электроэнергетических систем и сетей и их элементов</p> <p>Владеть проведением технического обслуживания и ремонта оборудования электроэнергетических систем и сетей и их элементов</p>	<p>Лабораторная работа</p> <p>Тестирование</p>
<p>ПК-2.1. Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования электроэнергетических систем и сетей и их элементов</p> <p>ПК-2.2. Демонстрирует знание инструкций, стандартов и регламентов по техническому обслуживанию и ремонту электроэнергетических систем и сетей и их элементов</p> <p>ПК-2.3. Планирует работу по обслуживанию и ремонту электроэнергетических систем и сетей и их элементов</p>	<p>Знать организацию технического обслуживания и ремонта электрооборудования электроэнергетических систем и сетей и их элементов</p> <p>Уметь демонстрировать знания инструкций, стандартов и регламентов по техническому обслуживанию и ремонту электроэнергетических систем и сетей и их элементов</p> <p>Владеет планом работы по обслуживанию и ремонту электроэнергетических систем и сетей и их элементов</p>	<p>Решение задач</p> <p>Лабораторная работа</p> <p>Тестирование</p>

Критериями оценивания при модульно-рейтинговой системе являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины

для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10;

Шкалы оценивания:

для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

Тестовые задания

Описание тестовых заданий: тестовые задания включают тесты закрытого типа (с одним правильным ответом), тесты на установлении последовательности и на установление соответствия. Оценка за выполнение тестовых заданий выставляется на основании процента заданий, выполненных студентами в процессе прохождения промежуточного и рубежного контроля знаний

1. Для каких сетей проводится расчет в два этапа? А) 35 кВ и выше. В) 1 кВ; С) 610 кВ; D) 110 кВ и выше.; E) 0,4 кВ

2. Для каких линий при расчете не учитывается зарядная мощность? А) 220 кВ и ниже; В) 110 кВ; С) 35 кВ и ниже; D) 330 кВ; E) 500 кВ и выше.

3. Для каких сетей при расчете не учитываются потери в стали трансформатора? А) 35 кВ и ниже; В) 110 кВ и выше; С) 220 кВ; D) 330 кВ и ниже; E) 500 кВ.

4. Что называется точкой потокораздела? А) Точка, к которой мощность подтекает с трех сторон; В) Точка с наибольшим напряжением; С) Точка, где устанавливаются реакторы; D) Точка, к которой мощность подтекает с двух сторон; Е) Точка, в которой устанавливаются БСК.
5. В какой точке сети с двусторонним питанием будет наименьшее напряжение? А) В средней точке линии; В) В конце линии; С) В начале линии; D) В точке потокораздела Е) Во второй точке от источника питания.
6. Какой метод положен в основу расчета линии с двусторонним питанием при различных напряжениях источников питания? А) Метод контурных токов; В) Метод наложения С) Матричный метод; D) Метод расщепления; Е) Метод узловых напряжений
1. Что определяют на втором этапе расчета разомкнутой сети? А) Потери активной мощности; В) Параметры схемы замещения; С) Распределение мощности на участках сети; D) Уровни напряжения в узлах сети; Е) Потери реактивной мощности.
2. Для какого класса напряжения ВЛ выбирают сечение по экономической плотности тока? А) 110 кВ; В) 35 кВ С) 620 кВ; D) До 1 кВ; Е) 0,4 кВ.
3. Как выбирают сечение кабельных линий с $U \leq 1000$ В? А) По допустимой потере напряжения; В) По экономической плотности тока; С) По условию нагрева; D) По экономическим интервалам; Е) По наибольшей мощности. Для какого класса напряжения выбирают сечение проводов ВЛ по 4. экономическим интервалам? А) 35 кВ и выше; В) 10 кВ; С) 6 кВ и ниже; D) 35 кВ и ниже; Е) 0,4 кВ

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения тестовых заданий

Описание методики оценивания выполнения тестовых заданий: оценка за выполнение тестовых заданий ставится на основании подсчета процента правильно выполненных тестовых заданий.

Критерии оценки (в баллах):

- **9-10** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 81 – 100 %;
- **7-8** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 61 – 80 %;
- **4-6** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 41 – 60 %;
- **до 4** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 40 %;

Решение задач

Решение задач способствует формированию умений и навыков относящихся к конкретной сфере деятельности

Составление технологических схем КЭС, АЭС, ГЭС. По заданному типу электростанции составить технологическую схему ее функционирования, объяснить принцип работы и основные этапы превращения топлива в электро-энергию. Перечислить сопутствующие процессы. Перечислить основные особенности и параметры станции.

Получить исходные данные для оценки действия тока к.з.: значения тока к.з., время протекания тока к.з., длины, сечения, форма шинпроводов, расстояние между шинами. Рассчитать электродинамическое усилие, возникающее между шинами при протекании токов к.з., температуру шины, оценить термическую деформацию шины.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания решения задач

Описание методики оценивания выполнения решения задачи: уделяется внимание выбранному алгоритму, рациональному способу решения, правильному применению формул, получению верного ответа.

Критерии оценки

5 баллов выставляется студенту, если: составлен правильный алгоритм решения задачи, в логическом рассуждении, в выборе формул и решении нет ошибок, получен верный ответ, задача решена рациональным способом.

4 баллов выставляется студенту, если: составлен правильный алгоритм решения задачи, в логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок; правильно сделан выбор формул для решения; есть объяснение решения, но задача решена нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ.

3 баллов выставляется студенту, если: задача понята правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки в выборе формул или в математических расчетах; задача решена не полностью или в общем виде.

1 балл выставляется студенту, если: задача решена неправильно.

0 баллов выставляется студенту, если: задача не решена.

Лабораторная работа

Лабораторная работа 1

По суточному графику нагрузки рассчитать мощность и количество трансформаторов подстанции. С учетом мощности и напряжения УВН и УНН выбрать по каталогу конкретные трехфазные масляные трансформаторы для подстанции.

Лабораторная работа 2

Скомпоновать в виде графического плана расположение основных элементов подстанции на листе формата А4. Сделать расчет заземляющих устройств подстанции с учетом ее проходной мощности, наибольшего напряжения, параметров грунта

лабораторная работа 3

Выбор и проверка измерительных трансформаторов тока и напряжения. По заданным токам и напряжениям сделать выбор ТТ и ТН. В качестве проверки оценить абсолютную погрешность измерений тока и напряжения для выбранных приборов.

лабораторная работа 4

Рассчитать и выбрать силовые трансформаторы подстанции. В качестве исходных данных для расчета принимаются: Напряжения(кВ): УВН, УНН; категория по надежности электроснабжения потребителей; суточный график нагрузки; годовой график нагрузки.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения лабораторных работ

Критерии оценки лабораторных работ:

Описание методики оценивания выполнения лабораторных работ: оценка за выполнение лабораторных работ ставится на основании знания теоретического материала по теме работы, умений и навыков применения знаний на практике, работы с оборудованием, анализировать результаты работы.

Критерии оценки :

- **отлично** выставляется студенту, если демонстрируются знания темы, цели и задач лабораторной работы, хода работы, демонстрируется полное знание теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются умения и навыки работы с компьютером и графическими редакторами, применения знания на практике, анализа результатов работы и формулирование выводов, владение навыками прикладной деятельности;

- **хорошо** выставляется студенту, если демонстрируются знания темы, цели и задач лабораторной работы, хода работы, демонстрируется неполное знание фактического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются некоторые недостатки умения работать с компьютером и графическими редакторами, применять знания на практике, недостатки владения навыками прикладной деятельности и способности анализировать результаты работы, формулировать выводы, проследить причинно-следственные связи;

- **удовлетворительно** выставляется студенту, если демонстрируются неполные знания цели и задач лабораторной работы, хода работы, демонстрируется неполное, несистемное знание теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются заметные недостатки в умении работать с компьютером и графическими редакторами, применять знания на практике, недостаточно владеет навыками прикладной деятельности, способностью анализировать результаты работы и формулировать выводы, проследить причинно-следственные связи;

- **неудовлетворительно** выставляется студенту, если демонстрируются полное или почти полное отсутствие знания цели и задач лабораторной работы, хода работы, демонстрируется полное или почти полное отсутствие знания теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются значительные недостатки умения работать с компьютером и графическими редакторами, применять знания на практике, владения навыками прикладной деятельности, способности анализировать результаты работы и формулировать выводы, проследить причинно-следственные связи

Экзаменационные билеты

Экзамен (зачет) является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций. Структура экзаменационного билета: в билете указывается кафедра в рамках нагрузки которой реализуется данная дисциплина, форма обучения, направление и профиль подготовки, дата утверждения; билет может включать в себя теоретический(ие) вопрос(ы) и практическое задание (кейс-задание).

Примерные вопросы к экзамену, 3 курс / 6 семестр

1. Роль электрических станций и подстанций в электроэнергетической системе (ЭЭС). Классификация станций и подстанций. Перечень основного электрооборудования станций и подстанций. Подключение станций и подстанций к электрическим сетям. Стандартные номинальные напряжения для генераторов, электрических сетей и приемников.
2. Графики электрических нагрузок (суточные графики нагрузки потребителей, суточные графики нагрузки подстанций, суточные графики нагрузки электростанций, годовой график продолжительности нагрузок). Техничко-экономические показатели, определяемые из графиков нагрузок. Покрытие электрических нагрузок электростанциями в ЭЭС.
3. Типы электростанций. Устройство тепловых конденсационных электрических станций (КЭС). Технологический процесс производства электроэнергии на КЭС. Техничко-экономические показатели КЭС. Участие КЭС в покрытии электрической нагрузки.
4. Устройство теплоэлектростанций (ТЭС). Технологический процесс производства электроэнергии на ТЭС. Техничко-экономические показатели ТЭС. Участие ТЭС в покрытии электрической нагрузки.
5. Устройство атомных электростанций (АЭС). Технологический процесс производства электроэнергии на АЭС. Техничко-экономические показатели АЭС. Участие АЭС в покрытии электрической нагрузки.
6. Устройство гидроэлектростанций (ГЭС) Технологический процесс производства электроэнергии на ГЭС. Техничко-экономические показатели ГЭС. Участие ГЭС в покрытии электрической нагрузки.
7. Устройство газотурбинных электрических станций. Технологический процесс производства электроэнергии на ГТЭС. Техничко-экономические показатели ГТЭС.
8. Устройство парогазовых электрических станций (ПГЭС). Технологический процесс производства электроэнергии на ПГЭС. Техничко-экономические показатели ПГЭС.
9. Технологический процесс производства электроэнергии на геотермальных электростанциях (ГеоТЭС). Техничко-экономические показатели ГеоТЭС.
10. Дизельные электростанции (ДЭС). Виды и варианты исполнения ДЭС. Техничко-экономические показатели ДЭС. Использование ДЭС.

11. Типы электростанций. Технологический процесс производства электроэнергии на гидроаккумулирующих электростанциях (ГАЭС). Техничко-экономические показатели ГАЭС. Участие ГАЭС в покрытии электрической нагрузки.
12. Ветроэлектростанции (ВЭС). Ветроэнергетические установки (ВЭУ). Основные технические характеристики ВЭУ. Аккумуляция энергии от ВЭУ. Совместная работа ВЭС с электростанциями других типов. Техничко-экономические показатели ВЭС.
13. Солнечные электростанции (СЭС). Устройство и принцип действия СЭС. Аккумуляция энергии от СЭС. Совместная работа СЭС с электростанциями других типов. Техничко-экономические показатели СЭС.
14. Приливные электростанции (ПЭС). Одно- и двухбассейновые схемы ПЭС. Технологический процесс производства электроэнергии. Техничко-экономические показатели ПЭС.
15. Аккумуляция энергии от возобновляемых источников. Системы аккумуляции энергии. Схемы и принципы работы аккумуляющих устройств.
16. Режимы работы нейтралей в электроустановках. Электроустановки с изолированной нейтралью.
17. Электроустановки с резонансно-заземленной нейтралью. Компенсация емкостного тока замыкания на землю.
18. Электроустановки с глухо заземленной нейтралью.
19. Электроустановки с эффективным заземлением нейтрали.
20. Синхронные генераторы. Типы генераторов и их параметры, условные обозначения. Параллельная работа генераторов. Системы охлаждения генераторов.
21. Типы генераторов и их параметры, условные обозначения. Параллельная работа генераторов. Системы возбуждения генераторов.
22. Типы генераторов и их параметры, условные обозначения. Параллельная работа генераторов. Гашение поля генераторов. Асинхронизированные генераторы.
23. Типы генераторов и их параметры, условные обозначения. Параллельная работа генераторов. Асинхронизированные генераторы.
24. Статические компенсирующие устройства.
25. Типы трансформаторов (повышающие и понижающие; однофазные и трехфазные трансформаторы; двухобмоточные, трехобмоточные и с расщепленными обмотками). Параметры трансформаторов (номинальная мощность, напряжение, ток; напряжение КЗ; ток ХХ; потери ХХ и КЗ). Регулирование напряжения трансформаторов.
26. Конструкция силового трансформатора. Охлаждение трансформаторов (условные обозначения: М; Д; ДЦ; Ц). Режимы работы трансформаторов. Нагрузочная способность трансформаторов (предельно допустимая температура наиболее нагретой точки трансформатора). Допустимые систематические и аварийные перегрузки.
27. Схемы и группы соединения обмоток трансформаторов. Параллельная работа трансформаторов.
28. Особенности конструкции и режимы работы автотрансформаторов.
29. Определение расчетных токов (наибольший ток нормального режима и наибольший ток ремонтного или послеаварийного режима) – цепь генератора, двухобмоточного трансформатора связи на электростанции, цепь трехобмоточного трансформатора или автотрансформатора на электростанции.
30. Токи короткого замыкания (КЗ). Мгновенное и действующее значения токов КЗ. Периодическая и аperiodическая составляющая токов КЗ. Расчет характеристик токов КЗ при известной мощности и постоянной времени переходного процесса в точке КЗ.
31. Ограничение токов короткого замыкания.
32. Структурные схемы ТЭЦ. Обоснование и выбор структурных схем ТЭЦ.
33. Структурные схем КЭС, ГЭС, АЭС. Обоснование и выбор структурных схем КЭС, ГЭС, АЭС.
34. Структурные схемы подстанций. Обоснование и выбор структурных схем подстанций.

35. Главные схемы электрических соединений. Требования, предъявляемые к главным схемам электрических соединений. Этапы проектирования главной схемы электрических соединений. Элементы главной схемы и их условно-графические обозначения.
36. Главные схемы ТЭЦ. Требования, предъявляемые к главным схемам электрических соединений. Выбор главной схемы.
37. Главные схемы ГЭС, ГАЭС. Требования, предъявляемые к главным схемам электрических соединений. Выбор главной схемы.
38. Главные схемы АЭС. Требования, предъявляемые к главным схемам электрических соединений. Выбор главной схемы.
39. Главные схемы подстанций. Требования, предъявляемые к главным схемам электрических соединений. Выбор главной схемы.
40. Выбор числа и мощности трансформаторов связи на КЭС, ГЭС, АЭС., ТЭЦ
41. Схемы распределительных устройств (РУ). Общие требования, предъявляемые к схемам. Схемы блок линия-трансформатор. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
42. Схема мостика с выключателем в цепях линий. Схема мостика с выключателем в цепях трансформаторов. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
43. Схема мостика с выключателем в цепях трансформаторов. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
44. Схемы четырехугольник (треугольник) и шестиугольник. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
45. Схемы с одной секционированной системой шин. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
46. Схемы с одной секционированной системой шин и с обходной системой шин. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
47. Схемы с двумя системами сборных шин. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
48. Общие требования, предъявляемые к схемам. Схемы с двумя системами сборных шин и с обходной системой шин. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
49. Схема трансформаторы-шины с присоединением линий через два выключателя. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
50. Схема трансформаторы-шины с полуторным присоединением линий. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
51. Полуторная схема. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
52. Основные параметры для выбора электрооборудования, критерии выбора. Основные условия выбора электрооборудования. Сравнимые расчетные параметры режимов и технические характеристики электрооборудования.
53. РУ с жесткой ошиновкой. Шинопроводы. Выбор жестких шин (выбор сечения шин по нагреву, проверка шин на термическую стойкость, проверка шин на электродинамическую стойкость)
54. Выбор изоляторов (опорных и проходных). Назначение изоляторов. Классификация изоляторов выше 1 кВ и их обозначение. Параметры изоляторов. Выбор изоляторов (опорных и проходных).
55. Ошиновка РУ гибкими проводами и токопроводами. Выбор гибких шин и токопроводов.
56. Конструкция силовых кабелей и их обозначение. Условия прокладки. Выбор сечений жил кабельных линий.
57. Конструкции воздушных линий электропередачи (провода и грозозащитные тросы, опоры воздушных линий, изоляторы и линейная арматура). Обозначения проводов и изоляторов. Выбор сечений проводов воздушных линий.
58. Открытые (ОРУ) и закрытые (ЗРУ) распределительные устройства Комплектные распределительные устройства с элегазовой изоляцией (КРУЭ).

59. Комплектные распределительные устройства внутренней (КРУ) и наружной (КРУН) установки. Камеры стационарные одностороннего обслуживания (КСО).
60. Строение электрической дуги. Принцип гашения электрической дуги (в аппаратах до 1 кВ и в аппаратах выше 1 кВ).
61. Виды дугогасительных устройств. Принцип действия.
62. Требования, предъявляемые к выключателям. Параметры, которыми характеризуются выключатели. Конструкция масляного бакового выключателя. Преимущества и недостатки масляных выключателей. Выбор выключателей.
63. Конструкция масляного горшкового выключателя. Преимущества и недостатки масляных выключателей. Выбор выключателей.
64. Конструкция воздушных выключателей. Преимущества и недостатки. Выбор выключателей.
65. Конструкция элегазовых выключателей. Преимущества и недостатки. Выбор выключателей.
66. Конструкция вакуумных выключателей. Преимущества и недостатки. Выбор выключателей.
67. Конструкция электромагнитных выключателей. Преимущества и недостатки. Выбор выключателей.
68. Выбор выключателей. Условия выбора и проверки. Выбор по климатическому исполнению и категории размещения. Условия выбора по продолжительным режимам. Условия проверки по аварийным режимам.
69. Назначение, конструкция и технические характеристики разъединителей, отделителей и короткозамыкателей. Условия выбора и проверки. Выбор по климатическому исполнению и категории размещения. Условия выбора по продолжительным режимам. Условия проверки по аварийным режимам.
70. Назначение предохранителя, его конструкция и обозначение. Типы предохранителей. Параметры предохранителей. Выбор.
71. Реакторы. Выбор реакторов.
72. Система измерений на электрических станциях и подстанциях. Контрольно-измерительные приборы.
73. Измерительные трансформаторы напряжения (ТН), назначение, параметры, схемы соединения обмоток ТН и их заземление, конструкция (обозначение и марки ТН), выбор.
74. Измерительные трансформаторы тока (ТТ), назначение, параметры, конструкция, выбор.
75. Конструкция трансформаторов тока (ТТ), их обозначение и марки. Параметры ТТ. Схемы соединений ТТ. Классы точности обмоток ТТ.
76. Заземление электростанций и подстанций. Требования к заземляющим устройствам. Конструкция заземляющих устройств. Расчет заземления.
77. Молниезащита электростанций и подстанций. Защита от прямых ударов молнии. Расчет молниезащиты. Защита от перенапряжений. Разрядники и нелинейные ограничители перенапряжений (ОПН). Выбор разрядников и ОПН.
78. Механизмы, электроприемники и схемы электроснабжения собственных нужд ТЭС.
79. Электроприемники и схемы электроснабжения собственных нужд ГЭС.
80. Электроприемники и схемы электроснабжения собственных нужд АЭС.

Образец экзаменационного билета

МИНОБРНАУКИ РФ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ» БИРСКИЙ ФИЛИАЛ УУНиТ Кафедра высшей математики и физики	
Дисциплина: Электрические станции и	Курсовые экзамены 20__-20__ г.

подстанции очная форма обучения 3 курс 6 семестр	Направление 13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА Профиль: Электроэнергетические сети и электрооборудование производственных и жилых объектов
Экзаменационный билет № 1	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Графики электрических нагрузок (суточные графики нагрузки потребителей, суточные графики нагрузки подстанций, суточные графики нагрузки электростанций, годовой график продолжительности нагрузок). Техничко-экономические показатели, определяемые из графиков нагрузок. Покрытие электрических нагрузок электростанциями в ЭЭС. 2. Схема мостика с выключателем в цепях линий. Схема мостика с выключателем в цепях трансформаторов. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования. 3. Задача 	
Дата утверждения: __.__._____	Заведующий кафедрой _____

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания ответа на экзамене

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10.

При оценке ответа на экзамене максимальное внимание должно уделяться тому, насколько полно раскрыто содержание материала, четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий, верно ли использованы научные термины, насколько ответ самостоятельный, использованы ли ранее приобретенные знания, раскрыты ли раскрыты причинно-следственные связи, насколько высокий уровень умения оперирования научными категориями, анализа информации, владения навыками практической деятельности.

Критерии оценки (в баллах):

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

4.3. Рейтинг-план дисциплины

Таблица перевода баллов текущего контроля в баллы рейтинга

	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	5	3	2	2	1	1	1	1	1	1
2		5	4	3	2	2	2	2	2	1
3			5	4	3	3	3	2	2	2
4				5	4	4	3	3	3	2
5					5	5	4	4	3	3
6						5	5	4	4	3
7							5	5	4	4
8								5	5	4
9									5	5
10										5

Рейтинг-план дисциплины представлен в Приложении 1.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

Основная литература

1. Мясоедов, Ю. В. Электрические станции и подстанции : учебное пособие / Ю. В. Мясоедов, Н. В. Савина, А. Г. Ротачева. — Благовещенск : АмГУ, 2013. — 201 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156454>
2. Немировский, А. Е. Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций : учебное пособие / А. Е. Немировский, И. Ю. Сергиевская, Л. Ю. Крепышева. — 3-е изд., доп. — Москва : НИУ МЭИ, 2018. — 224 с. — ISBN 978-5-7046-1991-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/276881>

Дополнительная литература

1. Марков, В. С. Главные электрические схемы и схемы питания собственных нужд электростанций и подстанций : учебное пособие / В. С. Марков. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 192 с. — ISBN 978-5-9729-0403-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148375>
2. Прасол, Д. А. Электрические станции и подстанции: конспект лекций : учебное пособие / Д. А. Прасол. — Белгород : БГТУ им. В.Г. Шухова, 2021. — 114 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/177603>
3. Сташкевич, А. С. Электрические станции и подстанции : учебное пособие / А. С. Сташкевич. — Оренбург : ОГУ, 2018. — 108 с. — ISBN 978-5-7410-2223-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159874>

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/>.
2. Электронная библиотечная система «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>.
3. Университетская библиотека онлайн biblioclub.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>.
4. Электронная библиотека УУНиТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elib.bashedu.ru/>.
5. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rsl.ru/>.
6. Национальная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://xn--90ax2c.xn--p1ai/viewers/>.
7. Национальная платформа открытого образования proed.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://npoed.ru/>.
8. Электронное образование Республики Башкортостан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://edu.bashkortostan.ru/>.
9. Информационно-правовой портал Гарант.ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/>.

Перечень рекомендуемых ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», находящихся в свободном доступе

1. Школа для электрика - <http://electricalschool.info/elstipod/>

Программное обеспечение

1. Браузер Google Chrome - Бесплатная лицензия
https://www.google.com/intl/ru_ALL/chrome/privacy/eula_text.html
2. Office Professional Plus - Договор №0301100003620000022 от 29.06.2020, Договор № 2159-ПО/2021 от 15.06.2021, Договор №32110448500 от 30.07.2021
3. Windows - Договор №0301100003620000022 от 29.06.2020, Договор № 2159- ПО/2021 от 15.06.2021, Договор №32110448500 от 30.07.2021

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория 108(ФМ)	Лекционная, Семинарская, Для консультаций	магазин МЕ-4, осциллограф, стенд, трансформатор, учебная мебель, учебно-методические пособия
Аудитория 215(ФМ)	Лекционная, Семинарская, Для контроля и аттестации	анализатор импульсов, генератор, генератор измерительный, генератор стандартных сигналов, измеритель магнитной индукций, измеритель параметров, индикатор нуля, источник питания, магазин сопротивле-

		ний, магнит, микровольтамперметр, мост постоянного тока, мост универсальный, осциллограф, осциллограф школьный, потенциометр, прибор "Сура", прибор "Алтай", рабочее место студента, спектрометр высокого разряжения, стабилизатор тока, станция паяльная, стенд радиотехнический, учебная мебель, учебно-методические пособия, учебно-наглядные материалы, частотомер.
Аудитория 218(ФМ)	Лекционная, Семинарская, Для консультаций, Для контроля и аттестации	колонки в комплекте, ноутбук, проектор, учебная мебель, экран
Аудитория 220(ФМ)	Лекционная, Семинарская, Для курсового проектирования, Для контроля и аттестации	блок электрический, маятник «Обербека», установка "Машина Атвуда", установка "Маятник Максвелла", установка "Маятник универсальный", установка "Модуль Юнга и модуль сдвига", установка "Универсальный подвес с пушкой", установка для измерения зависимости скорости звука от температуры, установка для измерения коэффициента теплопроводности воздуха, установка для измерения теплоты парообразования с заправочным устройством, установка для исследования теплоемкости твердого тела, установка для определения изменения эктопии, установка для определения коэффициента взаимной диффузии воздуха и водяного пара, установка для определения коэффициента вязкости воздуха, установка для определения отношения удельных теплоемкостей воздуха при постоянном давлении и постоянном объеме, установка для определения универсальной газовой постоянной, учебная мебель
Аудитория 221(ФМ)	Для хранения оборудования	ампервольтметр, амперметр демонстрационный, амперметр учебный, вольтметр, вольтметр

		демонстрационный, генератор звуковой, магазин емкостей, микроамперметр, милливольтметр, осциллограф, трансформатор универсальный, усилитель, штатив.
Аудитория 222(ФМ)	Для самостоятельной работы	компьютеры в сборе, проектор, учебная мебель, экран для проекторов
Аудитория 224(ФМ)	Лекционная, Семинарская, Для курсового проектирования, Для консультаций, Для контроля и аттестации	ноутбук, проектор, учебная мебель, экран
Аудитория 227(ФМ)	Семинарская, Для курсового проектирования, Для консультаций	компьютеры в сборе, лабораторная установка для изучения индуктивности соленоидов, лабораторная установка для изучения электрического поля, лабораторная установка для исследования резонанса в цепи переменного тока, лабораторная установка для исследования магнитного поля земли, лабораторная установка для определения емкости конденсатора по осциллограмме, лабораторная установка для характеристик источника постоянного тока, лабораторная установка для эффекта Холла и его использования для измерения магнитных полей, учебная мебель, учебно-методическая литература
Аудитория 301 Читальный зал (электронный каталог)(ФМ)	Для самостоятельной работы	компьютеры в сборе, учебная мебель