

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ганеев Винер Валиахметович
Должность: Директор
Дата подписания: 17.05.2024 14:07:12
Уникальный программный ключ:
fceb25d7092f3bff743e8ad3f8d57fddc1f5e66

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

Утверждено:

на заседании кафедры высшей математики и
физики
протокол № 3 от 10.11.2023 г.
Зав. кафедрой _____/Чудинов В.В.

Согласовано:

Председатель УМК
факультета физики и математики
_____/Бигаева Л.А.

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

Электрические машины

Обязательная часть

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.п.н., доцент</u> (должность, ученая степень, ученое звание)	_____/Рахматуллин М.Т. (подпись, Фамилия И.О.)
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------

Для приема: 2024-2025 г.

Бирск 2023 г.

Составитель / составители: Рахматуллин М.Т.

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	14
4.3. Рейтинг-план дисциплины	23
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	24
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	24
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	24
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	25

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 использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин (ОПК-4);	ОПК-4.1. Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, методы расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока	Знать методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, методы расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока
		ОПК-4.2. Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств, основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами	Уметь демонстрировать принцип действия электронных устройств, основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами
		ОПК-4.3. Анализирует установившиеся режимы работы двигателей, генераторов и трансформаторов, использует знание их режимов работы и характеристик	Владеть навыками испытаний электрических машин, определения их основных характеристик

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электрические машины» относится к обязательной части.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5,6 семестре.

Цель изучения дисциплины: основной целью освоения студентами дисциплины является формирование способностей использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин

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 машины» на 5,6 семестр

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	8/288
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	123.9
лекций	46
практических/ семинарских	18
лабораторных	54
контроль самостоятельной работы (КСР)	0
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) ФКР	5.9
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС)	129.3
Учебных часов на подготовку к экзамену, дифзачету (Контроль)	34.8

Форма контроля:

Дифзачет 5 семестр

Экзамен 6 семестр

Курсовая работа 5 семестр

Курсовая работа 5 семестр

Курсовая работа: контактных часов – 2, часов на самостоятельную работу – 8.

№ 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.)
		Ле к	Ла б	П	ДЗ	Эк	Ко Р	Ку Р			
3 курс / 5 семестр											
1	<p>Общие вопросы электромеханического преобразования энергии.</p> <p>Введение. Роль электрических машин в современной технике. Вращающееся магнитное поле в электрических машинах и условия его создания. Обмотки машин переменного тока. ЭДС в обмотке, обмоточный коэффициент. Высшие гармоники МДС и поля. Составляющие магнитного поля и индуктивные сопротивления обмоток. Электромагнитные силы и моменты в электрических машинах. Потери и КПД.</p>	6	6					6	<p>Осн. лит-ра №№ 1,2,3 Доп. лит-ра № 1</p>	Расчетная работа	Тестирование
2	<p>Физические законы, лежащие в основе работы электрических машин.</p> <p>Законы: электромагнитной индукции, Кирхгофа, полного тока, Ома для магнитной цепи, Ампера. Проблема электромеханического преобразования энергии. Физические явления в электромеханическом преобразователе. Уравнения Максвелла. Структура маг-</p>	6	6					6	<p>Осн. лит-ра №№ 1,2,3 Доп. лит-ра № 1</p>	Расчетная работа	Тестирование

	<p>нитных электрических полей. Силы, действующие на индуктивные катушки в магнитном поле. Физические модели и обратимость ЭМП. Модель кондукционного ЭМП. Модель индукционного ЭМП. Обобщенные модели ЭМ. Физические обоснования обобщенных моделей. Обобщенная машина с взаимно вращающимися осями статора и ротора. Параметры обобщенной ЭМ. Использование уравнений Лагранжа для описания ЭМП.</p>										
3	<p>Принцип работы и конструкции трансформаторов.</p> <p>Принцип работы и конструкции трансформаторов. Назначение и области применения трансформатора. Устройство и принцип действия трансформаторов. Параметры и приведение обмоток. Схема замещения, основные уравнения, векторная диаграмма. Опыты и характеристики холостого хода и короткого замыкания. Напряжение короткого замыкания. Изменение вторичного напряжения и внешние характеристики. Схемы и группы соединений обмоток. Параллельная работа. Регулирование напряжения трансформаторов. Коэффициент полезного действия трансформатора. Несимметричная нагрузка. Автотрансформатор. Многообмоточный трансформатор. Специальные трансформаторы.</p>	6	8					6	<p>Осн. лит-ра №№ 1,2,3 Доп. лит-ра № 1</p>	<p>Расчетная работа</p>	<p>Тестирование</p>

4	<p>Асинхронные машины.</p> <p>Назначение и области применения асинхронных машин (АМ). Устройство и принцип действия АМ. Вращающееся магнитное поле. Работа АМ при заторможенном роторе: режим холостого хода и режим нагрузки. Схема замещения и векторная диаграмма АМ при заторможенном роторе. Схема замещения и векторная диаграмма АМ при вращающемся роторе. Механические характеристики асинхронного двигателя (АД). Рабочие характеристики АД. Пуск АД с фазным и короткозамкнутым ротором. Регулирование частоты вращения АД и изменение направления вращения. Короткозамкнутые АД с повышенным пусковым моментом: двигатели с двойной беличьей клеткой, глубокопазные двигатели.</p>	6	8						6	<p>Осн. лит-ра №№ 1,2,3 Доп. лит-ра № 1</p>	Расчетная работа	Тестирование
5	<p>Синхронные машины.</p> <p>Конструкции, принцип действия генераторов и двигателей. Характеристика холостого хода синхронного генератора. Реакция якоря в синхронном генераторе и ее зависимость от характера нагрузки. Параметры синхронной машины в установившемся режиме. Уравнения и векторные диаграммы генераторов. Электромагнитный момент и угловая характеристика. Параллельная работа синхронной машины с сетью. У-</p>	4	8						9.8	<p>Осн. лит-ра №№ 1,2,3 Доп. лит-ра № 1</p>	Расчетная работа	Тестирование

	образные характеристики. Синхронные двигатели: способы пуска, характеристики, области применения. Специальные синхронные машины.											
6	Курсовая работа						1	10				
7	Дифференцированный зачет				1			0.2				
Итого по 3 курсу 5 семестру		28	36		1		1	44				
3 курс / 6 семестр												
1	Машины постоянного тока. Принцип действия и конструкция двигателя и генератора. ЭДС в обмотке якоря. Характеристика холостого хода генератора. Реакция якоря. Схемы и способы возбуждения машин постоянного тока. Уравнения и характеристики генераторов при различных способах возбуждения. Электромагнитный момент двигателя постоянного тока. Уравнения и характеристики двигателей при различных способах возбуждения. Пуск в ход, торможение и регулирование частоты вращения двигателей. Специальные машины постоянного тока.	6	6	6				36	Осн. лит-ра №№ 1,2,3 Доп. лит-ра № 1	Расчетная работа	Тестирование	
2	Устройство машин постоянного тока (МПТ).	6	6	6				36	Осн. лит-ра №№ 1,2,3	Расчетная работа	Тестирование	

	Устройство машин постоянного тока (МПТ). Принцип действия МПТ в режиме генератора и двигателя. Реакция якоря, ее виды, воздействие на МПТ. Коммутация и ее виды. Способы улучшения коммутации. КПД и потери в МПТ								Доп. лит-ра № 1		
3	Актуальные проблемы электромеханики и тенденции развития электрических машин. Актуальные проблемы электромеханики и тенденции развития электрических машин. Обзор актуальных проблем электромеханики и тенденций развития электрических машин.	6	6	6				17.5	Осн. лит-ра №№ 1,2,3 Доп. лит-ра № 1	Расчетная работа	Тестирование
4	Контрольная работа					1		0.5			
5	Экзамен					1		36			
Итого по 3 курсу 6 семестру		18	18	18		1	1	126			
Итого по дисциплине		46	54	18	1	1	1	170			

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 использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин (ОПК-4);

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения (Дифзачет)			
		2 (Неудовлетворительно)	3 (Удовлетворительно)	4 (Хорошо)	5 (Отлично)
ОПК-4.1. Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, методы расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока	Знать методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, методы расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока	Знания не сформированы	Знания недостаточно сформированы, несистемны	Знания сформированы, но имеют отдельные пробелы и неточности	Знания полностью сформированы
	Уметь демонстрировать принцип действия электронных устройств, основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами	Умения не сформированы	Умения не полностью сформированы	Умения в основном сформированы	Умения полностью сформированы
	Владеть навыками испытаний электрических машин, определения их основных характеристик	Владение навыками не сформировано	Владение навыками неуверенное	Владение навыками в основном сформировано	Владение навыками уверенное
ОПК-4.2. Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств, основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами					
ОПК-4.3. Анализирует установившиеся режимы работы двигателей, генераторов и					

трансформаторов, использует знание их режимов работы и характеристик					
----------------------------------------------------------------------	--	--	--	--	--

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения (Экзамен)			
		2 (Неудовлетворительно)	3 (Удовлетворительно)	4 (Хорошо)	5 (Отлично)
ОПК-4.1. Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, методы расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока	Знать методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, методы расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока	Знания не сформированы	Знания недостаточно сформированы, несистемны	Знания сформированы, но имеют отдельные пробелы и неточности	Знания полностью сформированы
ОПК-4.2. Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств, основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами	Уметь демонстрировать принцип действия электронных устройств, основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами	Умения не сформированы	Умения не полностью сформированы	Умения в основном сформированы	Умения полностью сформированы
ОПК-4.3. Анализирует установившиеся режимы работы двигателей, генераторов и трансформаторов	Владеть навыками испытаний электрических машин, определения их основных характеристик	Владение навыками не сформировано	Владение навыками неуверенное	Владение навыками в основном сформировано	Владение навыками уверенное

ров, использует знание их режимов работы и характеристик					
----------------------------------------------------------	--	--	--	--	--

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
ОПК-4.1. Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, методы расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока	Знать методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, методы расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока	Тестирование, Курсовая работа, Расчетная работа, Контрольная работа
ОПК-4.2. Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств, основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами	Уметь демонстрировать принцип действия электронных устройств, основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами	Контрольная работа, Курсовая работа, Расчетная работа, Тестирование
ОПК-4.3. Анализирует установленные режимы работы двигателей, генераторов и трансформаторов, использует знание их режимов работы и характеристик	Владеть навыками испытаний электрических машин, определения их основных характеристик	Тестирование, Курсовая работа, Расчетная работа, Контрольная работа

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

Какой закон определяет величину и направление ЭДС в проводнике, движущемся в магнитном поле? а. закон Кулона б. закон Ампера; в. закон электромагнитной индукции; г. закон полного тока; д. закон Кирхгофа.

Какой закон определяет величину и направление силы, действующей на проводник с током в магнитном поле? а. закон Кулона б. закон Ампера; в. закон электромагнитной индукции; г. закон полного тока; д. закон Кирхгофа.

Какое правило определяет направление ЭДС в проводнике, который движется в постоянном магнитном поле?

а. правило «левой руки»; б. правило «правой руки»; в. правило «буравчика».

Какое правило определяет направление магнитного поля вокруг проводника с током? а. правило «левой руки»; б. правило «правой руки»; в. правило «буравчика».

В какой обмотке машины постоянного тока протекает переменный ток? а. в обмотке главных полюсов; б. в обмотке добавочных полюсов; в. в обмотке якоря; г. в компенсационной обмотке

Как изменится частота вращения у двигателей постоянного тока независимого возбуждения при понижении нагрузки на валу? а. частота вращения понизится; б. повысится; в. не изменится.

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 %;

Контрольная работа

Типовой вариант задания на контрольную работу «Расчёт вала электрической машины»

Вал электрической машины служит либо для передачи вращающего момента электродвигателя к приводимому механизму, либо для передачи вращающего момента генератору от соединенного с ним первичного двигателя. Вал несет на себе массу вращающейся части машины и нагружен моментом вращения и изгибающим моментом передачи. Кроме того, вал испытывает воздействие одностороннего магнитного притяжения, возникающего при неравномерном воздушном зазоре. Основные требования, предъявляемые к валу: жесткость в средней части, несущей сердечник ротора или якоря, с тем чтобы при работе машины прогиб вала не достигал недопустимых значений; прочность во всех его поперечных сечениях, достаточная для того, чтобы выдерживать без остаточных деформаций все нагрузки, возникающие при эксплуатации машины; превышение первой критической частоты вращения над рабочей не менее чем на 30 %. Соответствие вала проектируемой машины указанным требованиям проверяется механическим расчетом после построения продольного разреза машины. Размеры вала определяют при разработке конструкции машины, начи-

ная с диаметра d_1 и длины выступающего цилиндрического конца вала l_1 , которые принимают в зависимости от момента вращения при номинальном режиме работы машины согласно табл. 1 (все размеры в мм). Номинальный момент вращения (Нм) двигателя:

$$M_2 = \frac{9,55 P_2}{n}; \quad (1)$$

генератора:

$$M_2 = \frac{9,55 \cdot \eta \cdot P_2}{n}, \quad (2)$$

где P_2 – номинальная мощность, Вт; n – номинальная частота вращения, об/мин.

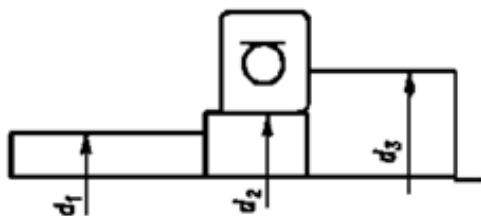


Рис. 1. Фрагмент вала.

Таблица 1

d_1	d_2	d_3
7	8	12
9	10	15
11	12	17
14	15	20
16	17	22
19	20	26
24	25	32
28	30	37
32	35	44
38	40	49
42	45	54
48	50	60
55	60	72
60	65	77

Диаметр вала под подшипник d_2 и диаметр вала за подшипником d_3 принимают в зависимости от выбранного наружного диаметра выступающего конца вала d_1 согласно данным табл. 1.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания контрольной работы

Описание методики оценивания: при оценке выполнения студентом контрольной работы максимальное внимание следует уделять следующим аспектам: насколько полно в теоретическом вопросе раскрыто содержание материала, четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий; верно использованы научные термины; демонстрируются высокий уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владение навыками практической деятельности; кейс-задание решено на высоком уровне, содержит аргументацию и пояснения.

Критерии оценки (в баллах):

- **9-10** баллов выставляется студенту, если в теоретическом вопросе полно раскрыто содержание материала; четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий; верно использованы научные термины; демонстрируются высокий уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владение навыками практической деятельности; кейс-задание решено на высоком уровне, содержит пояснения; тестовые задания решены свыше, чем на 80%; уровень знаний, умений, владений – высокий;

- **7-8** баллов выставляется студенту, если в теоретическом вопросе раскрыто основное содержание материала; в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины; ответ самостоятельный; определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения в последовательности изложения; небольшие недостатки при использовании научных терминов;

кейс-задание решено верно, но решение не доведено до завершающего этапа; тесты решены на 60-80%. Уровень знаний, умений, владений – средний;

- **5-6** баллов выставляется студенту, если в теоретическом вопросе усвоено основное, но непоследовательно; определения понятий недостаточно четкие; не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, практических занятий; уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владения навыками практической деятельности невысокий, наблюдаются пробелы и неточности; в решение кейс-задания верно выполнены некоторые этапы; тесты решены на 40-60%; уровень знаний, умений, владений – удовлетворительный;

- **менее 5** баллов выставляется студенту, если в теоретическом вопросе не изложено основное содержание учебного материала, изложение фрагментарное, не последовательное; определения понятий не четкие; не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владения навыками практической деятельности очень низкий; тесты решены менее, чем на 40 %; уровень знаний, умений, владений – недостаточный.

Расчетная работа

Содержание задания на работу: трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором серии 4А питается от сети с линейным напряжением $U_{л}$. Известны следующие параметры двигателя: номинальная мощность $P_{н}$, частота вращения $n_{н}$, коэффициент полезного действия $\eta_{н}$, коэффициент мощности $\cos \phi_{1н}$ при номинальной нагрузке, кратность максимального момента $M_{max} / M_{н}$ и кратность пускового тока $I_{п} / I_{н}$. Фазное номинальное напряжение обмотки статора $U_{1\Phi} = 220$ В. Численные значения вышеприведенных параметров для десяти вариантов приводятся в таблице 1.

Таблица 1 - Исходные данные по асинхронным двигателям

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$U_{л}, В$	220	220	380	220	380	220	380	220	380	220
$P_{н}, кВт$	0,18	0,55	1,5	0,75	1,1	3	2,2	4	5,5	7
$n_{н}, об/мин$	2760	1370	2850	920	698	945	1419	719	1425	1740

20

об/мин										
$\eta_{н}, \%$	66	70	81	69	70	81	80	83	85	86
$\cos \phi_{1н}$	0,76	0,70	0,85	0,74	0,68	0,76	0,83	0,70	0,86	0,86
$M_{max}/M_{н}$	2,2	2,3	2,2	2,2	1,7	2,2	2,1	2,2	2,3	2,3
$I_{п}/I_{н}$	5	4,5	6,5	4	3,5	6	6	6,5	7	7

Требуется: 1) начертить схему подключения асинхронного двигателя к трехфазной сети; 2) определить способ соединения обмотки статора; 3) определить фазные и линейные токи двигателя; 4)

определить число пар полюсов обмотки статора; 5) определить номинальное скольжение и номинальный момент; 6) определить критическое скольжение; 7) определить значение пускового тока; 8) определить значение вращающего момента, развиваемого двигателем при скольжениях: 0,05; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 9) построить график механической характеристики $n_2(M)$ асинхронного двигателя.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения расчетных работ

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

Критерии оценки

5 баллов выставляется студенту, если: составлен правильный алгоритм решения расчетной 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: расчет выполнен правильно.

0 баллов выставляется студенту, если: расчет выполнен не правильно.

Курсовая работа

Описание курсовой работы: курсовая работа, как правило, включает теоретическую часть — изложение позиций и подходов, сложившихся в науке по данному вопросу, и аналитическую (практическую часть) — содержащую анализ проблемы на примере конкретной ситуации (на примере предприятия, экологической проблемы или иного объекта). Курсовая работа в обязательном порядке содержит оглавление, введение, в котором формулируются цель и задачи, теоретический раздел, практический раздел, иногда проектную часть, в которой студент отражает проект решения рассматриваемой проблемы, заключение, список литературы, и приложения по необходимости. Объем курсовой работы может варьироваться.

«Расчёт асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.»

Студент выполняет курсовую работу по дисциплине «Расчёты электрических машин». Задание на курсовое проектирование приведено в табл. 1. Номер варианта определяется последней цифрой шифра студента. В качестве базовой модели выбирается конструкция двигателя серии АИР. Курсовая работа по расчёту электрических машин в виде расчётно-пояснительной записки. Во введении указывается назначение машины и её конструктивные особенности. В заключении приводятся основные данные, полученные в результате проектирования и их сравнение с существующими серийными образцами машин. Все расчёты должны быть выполнены в системе СИ или в другой системе с переводом основных результатов в систему СИ. С целью введения в процесс проектирования элементов исследовательского характера содержание курсового проекта может изменяться по указанию преподавателя. Исходные данные для проектирования: режим работы, исполнение ротора, номинальная отдаваемая мощность, количества фаз статора, способ соединения фаз статора, частота напряжения, номинальное линейное напряжение, синхронная частота вращения, степень защиты от внешних воздействий, способ охлаждения, исполнение по способу монтажа, климатические условия и категория размещения, форма выступающего конца вала, способ соединения с приводным механизмом. Для детального ознакомления по расчёту необходимо использовать указанную в данном пособии литературу.

Номер варианта	Тип двигателя	Номинальная мощность, кВт	Номинальная частота вращения, об/мин	КПД, %	cos φ
0	АИР56А2	0,18	2730	68	0,78
1	АИР56В2	0,25	2730	69	0,79
2	АИР56А4	0,12	1350	63	0,66
3	АИР56В4	0,18	1350	64	0,68
4	АИР63А2	0,37	2730	72	0,86

19

5	АИР63В2	0,55	2730	75	0,85
6	АИР63А4	0,25	1350	68	0,67
7	АИР63В4	0,37	1320	68	0,7
8	АИР63А6	0,18	860	56	0,62
9	АИР63В6	0,25	860	59	0,62

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения курсовой работы

Критерии оценивания курсовой работы

Курсовая работа *не должна быть оценена положительно*, если:

1. Какая-либо ее часть, не говоря уже о всем тексте работы, является плагиатом, скомпилирована из фрагментов работ других авторов и носит несамостоятельный характер. Проще говоря, в случае если студент выдает чужую работу за свою. Использование текстов, взятых на специальных сайтах сети Интернет, в качестве якобы "своей" работы также является плагиатом.
2. Содержание курсовой работы не соответствует ее теме.
3. При написании работы не были использованы источники и литература.
4. Оформление работы совершенно не соответствует требованиям.

Курсовая работа оценивается *"удовлетворительно"*, если:

1. Работа выполнена с нарушениями графика, в оформлении, структуре и стиле работы есть недостатки.
2. Работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы.
3. При этом литература и источники по теме работы использованы в недостаточном объеме, их анализ слабый или вовсе отсутствует.
4. Тема работы раскрыта не полностью.

Курсовая работа оценивается *"хорошо"*, если:

1. Работа выполнена в срок, в оформлении, структуре и стиле работы нет грубых ошибок.
2. Работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы.
3. Используются основная литература и источники по теме работы, однако работа имеет недостатки в проведенном исследовании, прежде всего в изучении источников.
4. Тема работы в целом раскрыта.

Курсовая работа оценивается *"отлично"*, если

1. Работа выполнена в срок, оформление, структура и стиль работы образцовые.
2. Работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы.
3. Использовано оптимальное количество литературы и источников по теме работы, их изучение проведено на высоком уровне. Автор работы владеет методикой исследования. Используются источники в оригинале (по возможности), литература на иностранных языках.

4. Тема работы четко сформулирована, тема раскрыта полностью, дано обоснование ее актуальности.

Некоторые распространенные ошибки при написании курсовой работы:

1. Курсовая работа – не самоцель, а показатель успехов студента в обучении. Не следует браться за неподъемную тему, не обеспеченную источниками и литературой.
2. Не следует демонстрировать свою эрудицию ссылками на работы на языках, которыми автор не владеет, и тем более на работы, с которыми автор не смог ознакомиться.
3. Оформление работы везде должно быть единообразным. Нельзя использовать одновременно несколько вариантов оформления.
4. Имеет смысл учиться стили и логике изложения, читая лучшие труды ученых-историков. Не увлекайтесь красотой слога! В научной работе это обычно, напротив, мешает. Не перегружайте работу цитатами из литературы и источников, а если используете их, обязательно берите в кавычки и делайте ссылку. Содержание источников и литературы можно передать своими словами. Кавычки в этом случае не ставятся, но ссылка обязательно должна быть!
5. Выдвигая свои гипотезы, не акцентируйте внимание на своей научной исключительности. Начинающий исследователь нечасто делает большие открытия. Однако из вашей работы должна быть видна и ваша позиция по рассматриваемому вопросу, и ваш вклад в его изучение.
6. Перед сдачей работы внимательно прочитайте ее, как если бы вы ее проверяли. Чем больше недочетов будет устранено вами, а не вашим научным руководителем, тем больше вы преуспеее в искусстве писать научные труды.

Дифференцированный зачет

Примерные вопросы к дифзачету, 3 курс / 5 семестр

1. История развития ЭМ. Современные ЭМП. Законы ЭМП.
2. Законы электромагнитной индукции для постоянного и переменного магнитного поля.
3. Закон Ампера. Правило «буравчика». Классификация современных ЭМ.
4. Принцип действия ГПТ. Принцип действия ДПТ. Устройство машины постоянного тока. Функции коллектора.
5. Магнитная электрическая цепь МПТ. Формулы ЭДС и момента. Обмотки МПТ.
6. Реакция якоря (РЯ) в МПТ. Виды РЯ. Действие поперечной РЯ на ГПТ.
7. Коммутации в МПТ, виды, способы улучшения.
8. Потери и КПД МПТ.
9. Схемы возбуждения ГПТ. Уравнение электрического равновесия ГПТ. Характеристики
10. ГПТ независимого возбуждения.
11. ГПТ параллельного и последовательного возбуждения. Внешние характеристики.
12. Условия самовозбуждения генераторов.
13. Способы пуска ДПТ. Устройство и расчет пускового реостата.
14. Способы регулирования частоты вращения ДПТ.
15. Тормозные режимы ДПТ.
16. Классификация трансформаторов. Устройство масляного трансформатора.
17. Принцип действия трансформатора (ТР). Основные параметры. Формула ЭДС. Расчет
18. сечения сердечника.
19. Уравнения ЭДС ТР и векторная диаграмма в режиме холостого хода (х.х.).
20. Схема замещения ТР и ее виды в режимах х.х. и короткого замыкания (к.з.).
21. Опыты х.х. и к.з. трансформатора. Напряжение к.з.
22. Изменение выходного напряжения трансформатора при работе под нагрузкой.
23. Потери и КПД трансформатора.
24. Схемы обмоток и группы соединений трехфазных трансформаторов.
25. Параллельная работа трехфазных трансформаторов.
26. Специальные трансформаторы: автотрансформаторы, сварочные ТР, измерительные

27. ТР.
28. Устройство и виды асинхронных двигателей. Принцип действия АД. Получение вращающегося магнитного поля на статоре АД. Формула частоты вращения магнитного поля
29. статора.
30. Понятие скольжения в АМ. Режимы работы АМ и значение скольжений. Уравнения
31. напряжений обмоток статора и ротора. Схема замещения АД

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполненных работ

При оценке ответа на зачете 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 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.

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. История развития ЭМ. Современные ЭМП. Законы ЭМП.
2. Законы электромагнитной индукции для постоянного и переменного магнитного поля.
3. Закон Ампера. Правило «буравчика». Классификация современных ЭМ.

4. Принцип действия ГПТ. Принцип действия ДПТ. Устройство машины постоянного тока. Функции коллектора.
5. Магнитная электрическая цепь МПТ. Формулы ЭДС и момента. Обмотки МПТ.
6. Реакция якоря (РЯ) в МПТ. Виды РЯ. Действие поперечной РЯ на ГПТ.
7. Коммутации в МПТ, виды, способы улучшения.
8. Потери и КПД МПТ.
9. Схемы возбуждения ГПТ. Уравнение электрического равновесия ГПТ. Характеристики
10. ГПТ независимого возбуждения.
11. ГПТ параллельного и последовательного возбуждения. Внешние характеристики.
12. Условия самовозбуждения генераторов.
13. Способы пуска ДПТ. Устройство и расчет пускового реостата.
14. Способы регулирования частоты вращения ДПТ.
15. Тормозные режимы ДПТ.
16. Классификация трансформаторов. Устройство масляного трансформатора.
17. Принцип действия трансформатора(ТР). Основные параметры. Формула ЭДС. Расчет
18. Уравнения ЭДС ТР и векторная диаграмма в режиме холостого хода (х.х.).
19. Схема замещения ТР и ее виды в режимах х.х. и короткого замыкания (к.з.).
20. Опыты х.х. и к.з. трансформатора. Напряжение к.з.
21. Изменение выходного напряжения трансформатора при работе под нагрузкой.
22. Потери и КПД трансформатора.
23. Схемы обмоток и группы соединений трехфазных трансформаторов.
24. Параллельная работа трехфазных трансформаторов.
25. Специальные трансформаторы: автотрансформаторы, сварочные ТР, измерительные
26. Устройство и виды асинхронных двигателей. Принцип действия АД. Получение вращающегося магнитного поля на статоре АД. Формула частоты вращения магнитного поля
27. Понятие скольжения в АД. Режимы работы АД и значение скольжений. Уравнения
28. напряжений обмоток статора и ротора. Схема замещения АД
29. Формула вращающего момента АД. Пусковая характеристика.
30. Энергетическая диаграмма АД. КПД АД.
31. Способы пуска АД.
32. Способы регулирования частоты вращения АД. Выводы.
33. Асинхронные преобразователи частоты.
34. Синхронные машины. Виды. Конструкция. Принцип действия СГ. Формула частоты
35. Реакция якоря в синхронном генераторе.
36. Основные ЭДС и уравнение напряжений неявнополюсного СГ, упрощенная векторная диаграмма
37. Уравнения мощности и момента неявнополюсного и явнополюсного СГ.
38. Угловые характеристики и устойчивость СМ.
39. Синхронные двигатели: достоинства и недостатки. Способы пуска СД.
40. V-образные характеристики СМ. Синхронные компенсаторы

Образец экзаменационного билета

<p>МИНОБРНАУКИ РФ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ» БИРСКИЙ ФИЛИАЛ УУНиТ Кафедра высшей математики и физики</p>	
Дисциплина: Электрические машины очная форма обучения 3 курс 6 семестр	Курсовые экзамены 20__-20__ г. Направление 13.03.02 13.03.02 ЭЛЕКТРО- ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

	Профиль:
Экзаменационный билет № 1	
1. Законы электромагнитной индукции для постоянного и переменного магнитного поля.	
2. Потери и КПД трансформатора.	
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. Общая электротехника : учеб. для студ. неэлектротехнических спец. вузов / А. Т. Блажкин [и др.] ; под ред. А. Т. Блажкина .— 4-е изд., перераб. и доп. — Ленинград : Энергоатомиздат, 1986 .— 592 с. : ил. — 1 р. 50 к.
2. Электрические машины [Электронный учебник] : Учебное пособие. Ч. 1 : Электрические машины/ Плотников сост. ; - 2010. - 77 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16078>
3. Электрические машины : учеб. пособ. для студ. вузов, обуч. по напр. подг. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / В. Я. Беспалов , Н. Ф. Котеленец .— 3-е изд., стер. — М. : Академия, 2010 .— 313 с. : ил. — (Высшее профессиональное образование) .— ISBN 978-5-7695-7390-1 : 406 р. 00 к.

Дополнительная литература

1. Методы и средства измерений : учеб. для студ. вузов, обуч. по напр. подг. диплом. спец. 653700 "Приборостроение" спец. 190900 "Информ.-измерит. техника и технологии" / Г. Г. Раннев, А. П. Тарасенко .— 4-е изд., стер. — М. : Академия, 2008 .— 331 с. : ил. — (Высшее профессиональное образование) .— ISBN 978-5-7695-4616-7 : 242 р. 00 к.

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/>.

Программное обеспечение

1. Windows 8 Enterprise - Договор №31807077072 от 09.11.2018
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
4. Браузер Google Chrome - Бесплатная лицензия
https://www.google.com/intl/ru_ALL/chrome/privacy/eula_text.html
5. Браузер Яндекс - Бесплатная лицензия https://yandex.ru/legal/browser_agreement/index.html
6. Система дистанционного обучения Moodle - Бесплатная лицензия
<http://www.gnu.org/licenses/gpl.html>
7. Файловый менеджер DoubleCommander - Бесплатная лицензия
<https://sourceforge.net/projects/doublecmd/>

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, Для консультаций, Для лабораторных занятий, Для практических занятий	Магазин МЕ-4, осциллограф, стенд, трансформатор, учебная мебель, учебно-методические пособия
Аудитория 222(ФМ)	Для самостоятельной работы	Компьютеры в сборе, проектор, учебная мебель, экран для проекторов
Аудитория 231(ФМ)	Лекционная, Семинарская, Для курсового проектирования, Для консультаций, Для контроля и аттестации, Для лабораторных занятий, Для практических занятий	Интерактивная доска, проектор, коммутатор, компьютеры в сборе, учебная мебель
Аудитория 301 Читальный зал(ФМ)	Для курсового проектирования, Для самостоятельной работы	Компьютеры в сборе, учебная мебель, учебно-методические материалы