

Документ подписан простой электронной подписью.
Информация о владельце:
ФИО: Котова Лариса Анатольевна
Должность: Директор филиала
Дата подписания: 28.05.2026 12:43:25
Уникальный программный ключ:
10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
Новотроицкий филиал

Приложение 4

к ОПОП ВО 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Электропривод и автоматика

Рабочая программа дисциплины

Теория электропривода

Закреплена за подразделением **Кафедра электроэнергетики и электротехники (Новотроицкий филиал)**
Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Образовательная программа 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / Электропривод и автоматика

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану **180**

Виды контроля на курсах:

экзамен 3
курсовой проект 3

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	3		Итого	
	уп	рп		
Лекции	18	18	18	18
Лабораторные	8	8	8	8
Практические	12	12	12	12
Итого ауд.	38	38	38	38
Контактная работа	38	38	38	38
Сам. работа	133	133	133	133
В том числе сам. работа в рамках ФОС		27		
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

к.п.н., зав.каф., Мажирин Р.Е.

Рабочая программа дисциплины

Теория электропривода

Составлен на основании учебного плана:

13.03.02_26_Электроэнергетика и электротехника_ПрЭПиА_заоч.plx, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника Электропривод и автоматика протокол от 27.11.2025 №68.

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра электроэнергетики и электротехники (Новотроицкий филиал)

Протокол от 11.03.2026 г., №3.

Руководитель подразделения Мажирин Раиса Евгеньевна.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цели освоения дисциплины: обучение методами анализа и синтеза современных разомкнутых и замкнутых электромеханических систем.
1.2	Задачи: научить составлять расчетные схемы системы электропривода, определять их параметры, рассчитывать параметры различных режимов работы с использованием ЭВМ и уметь проектировать надежные и экономические электропривода.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Физика	
2.1.2	Теоретические основы электротехники	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Системы управления электроприводов	
2.2.3	Силовая электроника	
2.2.4	Преддипломная практика	
2.2.5	Электрические и электронные аппараты	
2.2.6	Элементы систем автоматики	
2.2.7	Промышленные сети	
2.2.8	Программное обеспечение контроллеров	
2.2.9	Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов	
2.2.10	Автоматизированный электропривод в технологиях	
2.2.11	Автоматизация технологических процессов	
2.2.12	Автоматизация металлургического производства	
2.2.13	Проектирование электротехнических устройств	
2.2.14	САПР устройств электроники	
2.2.15	Компьютерное моделирование электроприводов	
2.2.16	Математическое моделирование систем автоматики	
2.2.17	Общая энергетика	
2.2.18	Электроснабжение и автоматизация электроэнергетических систем	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-3: Способен осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области, использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин
Знать:
ОПК-3-31 методы анализа и моделирования систем ТП-Д, ПЧ-АД, ПЧ-СД
ПК-2: Способен проектировать системы электропривода и автоматизированные системы управления с использованием цифровых технологий
Знать:
ПК-2-31 методики проектирования современных электроприводов
ОПК-3: Способен осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области, использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин
Уметь:
ОПК-3-У1 оптимизировать структуру электропривода
ПК-2: Способен проектировать системы электропривода и автоматизированные системы управления с использованием цифровых технологий
Уметь:
ПК-2-У1 применять методы проектирования электроприводов на практике

ОПК-3: Способен осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области, использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин

Владеть:

ОПК-3-В1 навыками анализа и моделирования различных систем электропривода

ПК-2: Способен проектировать системы электропривода и автоматизированные системы управления с использованием цифровых технологий

Владеть:

ПК-2-В1 практическими навыками при проектировании электроприводов

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Введение в электропривод. Механика электропривода							
1.1	Определение “электропривода”. Структурная схема электропривода. Назначение элементов электропривода. Классификация электроприводов. Перспективные направления в приводе. Понятие об одномассовой системе. Расчетная схема одномассовой системы. Виды моментов, действующих в электроприводе. Типовые статические нагрузки. Основное уравнение движения электропривода для постоянного момента инерции. /Лек/	3	2	ОПК-3-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	Р1
1.2	Расчет механической части электропривода. Приведение статических моментов и моментов инерции, жесткостей к валу двигателя. /Пр/	3	2	ОПК-3-У1 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	Р1
1.3	Исследование механических переходных процессов в одномассовых и двухмассовых системах. /Лаб/	3	2	ОПК-3-В1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1			

1.4	Общие требования к электроприводу. Показатели работы электропривода. Понятие об многомассовых системах. Расчетная схема многомассовой системы. Статический режим работы электропривода. Понятие об жесткости механических характеристик. Понятие об устойчивости установившегося движения. Механические переходные процессы в многомассовых системах. Графические методы расчетов механических переходных процессов. /Ср/	3	16	ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	Р1
	Раздел 2. Статика, динамика электромеханической части электропривода							
2.1	Структурные схемы двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ НВ). Тормозные режимы работы электропривода с ДПТ НВ. Способы регулирования скорости ДПТ НВ. Статические и динамические характеристики ДПТ НВ. Электромагнитные переходные процессы. Пуск двигателей постоянного тока в системе ТП-Д от задатчика интенсивности. Использование форсировки возбуждения генератора в системе Г- Д. Определение коэффициента форсировки. Переходные процессы в ДПТ НВ при регулировании скорости током возбуждения. Структурные схемы асинхронного двигателя (АД). Статические и динамические характеристики асинхронного двигателя. Динамическое торможение асинхронного двигателя с независимым возбуждением и с самовозбуждением. Характеристики АД при питании от источника напряжения и от источника тока. Регулирование скорости асинхронного двигателя асинхронного двигателя. Частотное регулирование скорости асинхронного двигателя. /Лек/	3	6	ОПК-3-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	

2.2	Расчет естественных и искусственных характеристик двигателя постоянного тока независимого возбуждения. Расчет естественных и искусственных характеристик асинхронного двигателя. Методы расчета пусковых диаграмм асинхронного двигателя. Расчет структурных схем электропривода постоянного и переменного токов. /Пр/	3	4	ОПК-3-У1 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	Р1
2.3	Исследование электропривода с двигателем постоянного тока независимого возбуждения. Исследование электропривода с асинхронным двигателем /Лаб/	3	6	ОПК-3-В1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	

2.4	<p>Способы регулирования скорости электропривода с ДПТ ПВ с шунтирование и без шунтирования. Динамическое торможение асинхронного двигателя с самовозбуждением. Энергетические диаграммы для различных режимов работы каскадов. Графические методы расчетов пусковых диаграмм ДПТ НВ. Способы регулирования скорости электропривода с ДПТ ПВ с шунтирование и без шунтирования. Расчет статических характеристик ДПТ ПВ с использованием универсальных кривых. Статические характеристики АД в каскадных схемах. Расчет характеристик динамического торможения АД. Регулирование скорости асинхронного двигателя введением противо-ЭДС в цепь ротора. Схема обобщенной двухполюсной машины и система уравнений, описывающих её. Линейные преобразования обобщенной машины. Фазные преобразования координат. Переходные процессы асинхронного привода. Структурные схемы синхронного двигателя. Уравнение угловой характеристики. Тормозные режимы синхронного привода. Способы регулирования скорости синхронного двигателя. Переходные процессы синхронного привода. /Ср/</p>	3	34	<p>ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1</p>	<p>Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1</p>		КМ1	Р1
	Раздел 3. Регулирование координат электропривода							

3.1	<p>Общие вопросы регулирования координат</p> <p>Требования к регулированию координат ЭП. Понятие о методах синтеза систем электропривода.</p> <p>Стандартные настройки регулируемого электропривода.</p> <p>Регулирование момента (тока) электропривода постоянного тока независимого возбуждения в замкнутой системе ТП-Д.</p> <p>Введение обратной связи (положительной и отрицательной) по току. Последовательная коррекция контура регулирования тока на примере системы ТП - Д.</p> <p>Регулирование скорости электропривода постоянного тока независимого возбуждения в замкнутой системе ТП-Д с отрицательной обратной связью по скорости.</p> <p>Коррекция контура регулирования скорости. Двухконтурная система регулирования скорости электропривода постоянного тока.</p> <p>Настройка контура скорости на модульный оптимум. Трехконтурная система регулирования скорости электропривода постоянного тока.</p> <p>Настройка контура скорости на симметричный оптимум.</p> <p>Регулирование момента асинхронного двигателя в разомкнутой и замкнутой системах.</p> <p>Влияние коэффициента усиления на вид статических характеристик.</p> <p>Понятие о частотно-токовом управлении асинхронного двигателя.</p> <p>/Лек/</p>	3	8	ОПК-3-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	
3.2	<p>Расчет параметров регуляторов(тока, скорости и положения) при последовательной коррекции в системе ТП-Д. /Пр/</p>	3	4	ОПК-3-У1 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	Р1

3.3	Связь показателей регулирования с ЛАЧХ разомкнутого контура регулирования. Характеристики АД при питании от источника напряжения и от источника тока. Система ПЧ-АД с положительной обратной связью по скорости. Регулирование скорости асинхронного двигателя при изменении подводимого напряжения к статору. Система ТРН-АД. Частотное регулирование скорости асинхронного двигателя в замкнутой системе ПЧ-АД, построенной по принципу ЧНУ без стабилизации и со стабилизацией потока. Асинхронный двигатель в системе стабилизации потока с отрицательной обратной связью по потоку; с отрицательной обратной связью по ЭДС; с положительной обратной связью по току статора. Механические характеристики для каждого случая. Частотное регулирование скорости синхронного двигателя. Регулирование положения. Точное позиционирование электропривода (точный останов). /Ср/	3	34	ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	Р1
	Раздел 4. Энергетика электропривода							
4.1	Энергетические режимы работы электропривода. Баланс мощностей и энергетические характеристики электропривода. Потери энергии в переходных и установившихся режимах работы электропривода. Общие сведения о выборе электродвигателей. Выбор двигателей по нагрузочной диаграмме. Классификация режимов работы электропривода. Выбор двигателей и проверка для длительного режима работы. Выбор двигателей и проверка для кратковременного и повторно - кратковременного режимов работы. /Лек/	3	2	ОПК-3-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	

4.2	Выбор и проверка двигателя в различных режимах работы. Оценка потерь энергии при пуске, торможении и номинальном режимах работы. /Пр/	3	2	ОПК-3-У1 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	Р1
4.3	Расчет энергетических показателей электропривода. Потери энергии при переходных процессах в системах ТП-Д. Расчет энергетических характеристик по системе ТП-Д. Исследование энергетических показателей электропривода по системе ПЧ-АД. Потери энергии в вентильных преобразователях. Определение допустимого числа включений асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Выбор двигателя для следящего привода. Выбор двигателя для приводов с пиковой нагрузкой. Завершение выполнения и защита курсового проекта. /Ср/	3	22	ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	Р1
Раздел 5. Подготовка к контрольным мероприятиям и выполняемым работам								
5.1	Объем часов самостоятельной работы на подготовку к КМ /Ср/	3	9	ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1		КМ1	
5.2	Объем часов самостоятельной работы на подготовку к ВР /Ср/	3	18	ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1			Р1

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Экзамен	ОПК-3-31;ПК-2-31	Вопросы к экзамену 1) Определение “электропривода”. Классификация электроприводов по характеристике движения, по количеству двигателей, по степени управляемости и т.д. Перспективные направления в приводе. 2) Основное уравнение движения электропривода одномассовой системы для постоянного момента инерции. 3) Приведение моментов статической нагрузки, моментов инерции и жесткостей.

			<p>4) Виды моментов, действующих в электроприводе: движущие и тормозные. Типовые статические нагрузки: активные – нагрузки грузоподъемных механизмов, упругих тел; реактивные – нагрузки сухого, вязкого и смешанного трения, а также вентиляционная нагрузка.</p> <p>5) Механические переходные процессы. Причины возникновения переходных процессов. Электромеханическая постоянная времени и ее физический смысл.</p> <p>6) Понятие о динамической механической характеристике.</p> <p>7) Структурная схема и передаточные функции электропривода постоянного тока без учета цепи обмотки возбуждения.</p> <p>8) Структурная схема и передаточные функции электропривода постоянного тока с учетом цепи обмотки возбуждения.</p> <p>9) Тормозные режимы работы электропривода с двигателем постоянного тока с независимым возбуждением.</p> <p>10) Регулирование скорости двигателя постоянного тока независимого возбуждения.</p> <p>11) Особенности переходных процессов в системе ТП – Д. Пуск двигателей постоянного тока от задатчика интенсивности. Определение постоянной задатчика интенсивности.</p> <p>12) Особенности переходных процессов в системе Г - Д. Использование форсировки возбуждения генератора. Определение коэффициента форсировки при пуске в системе Г-Д.</p> <p>13) Схема замещения асинхронного двигателя и вывод уравнения электромеханической и механической характеристики двигателя.</p> <p>14) Структурная схема асинхронного двигателя и область ее применения.</p> <p>15) Обобщенная теория машин применительно к асинхронному двигателю.</p> <p>16) Линейные (для статора и ротора) и фазные преобразования координат для асинхронного двигателя.</p> <p>17) Статические характеристики асинхронного двигателя в двигательном и тормозных режимах работы.</p> <p>18) Динамическое торможение асинхронного двигателя с независимым возбуждением и с самовозбуждением.</p> <p>19) Регулирование скорости асинхронного двигателя</p> <p>20) Влияние различных законов управления на вид механических характеристик.</p> <p>21) Переходные процессы в асинхронном приводе.</p> <p>22) Структурная схема синхронного двигателя.</p> <p>23) Особенности переходных процессов в синхронном приводе.</p> <p>24) Общие сведения о регулировании координат. Отличие регулирования координат от изменения. Регулирование по задающему воздействию, отклонению и по возмущению. Основные показатели способов регулирования координат.</p> <p>25) Понятие о методах синтеза систем электропривода: методом последовательной и параллельной коррекции.</p> <p>26) Стандартные настройки регулируемого электропривода: настройка на модульный оптимум и настройка на симметричный оптимум.</p> <p>27) Регулирование момента (тока) электропривода постоянного тока независимого возбуждения в замкнутой системе ТП - Д. Введение обратной связи (положительной и отрицательной) по току.</p> <p>28) Последовательная коррекция контура регулирования тока (момента) в системе ТП - Д.</p> <p>29) Регулирование скорости электропривода постоянного тока независимого возбуждения в замкнутой системе ТП – Д с отрицательной обратной связью по скорости.</p> <p>30) Двухконтурная система регулирования скорости электропривода постоянного тока. Настройка контура скорости на модульный оптимум.</p> <p>31) Трехконтурная система регулирования скорости электропривода постоянного тока.</p>
--	--	--	--

			<p>32) Настройка контура скорости на симметричный оптимум.</p> <p>33) Регулирование положения по отклонению на примере электропривода постоянного тока независимого возбуждения с обратной связью.</p> <p>34) Регулирование момента асинхронного двигателя. Система ПЧ – АД с положительной обратной связью по скорости.</p> <p>35) Регулирование скорости в замкнутой системе ПЧ - АД. Асинхронный электропривод с автономным инвертором напряжения (АИН).</p> <p>36) Тиристорный асинхронный электропривод с регулируемым напряжением на статоре (система ТРН –АД).</p> <p>37) Точный останов электропривода. Способы повышения точности останова.</p> <p>38) Потери энергии в переходных режимах работы электропривода без нагрузки.</p> <p>39) Потери энергии в переходных режимах работы электропривода под нагрузкой.</p> <p>40) Тепловые переходные процессы. Смысл постоянной нагрева.</p> <p>41) Общие сведения о выборе электродвигателей. Выбор типа двигателя по роду тока, конструктивному исполнению, способу монтажа, способу вентиляции, способу защиты от воздействия окружающей среды и т.д.</p> <p>42) Выбор двигателей по нагрузочной диаграмме. Классификация режимов работы электропривода</p> <p>43) Выбор двигателей и проверка для длительного режима работы.</p> <p>44) Выбор двигателей и проверка для кратковременного и повторно-кратковременного режимов работы.</p> <p>45) Определение допустимого числа включений асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.</p>
5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы

P1	Курсовой проект	ОПК-3-У1;ОПК-3-В1;ПК-2-У1;ПК-2-В1	<p>Курсовой проект имеет целью освоение и закрепление знаний по теории электропривода; освоение распространенных методов расчетов электроприводов.</p> <p>Задачами проектирования являются: развитие практических навыков по расчету электромеханических систем; умений самостоятельно применять приобретенные знания при решении конкретных инженерных задач; расширением практики пользования учебной и справочной литературой; углублением навыков по выполнению и составлению технической документации.</p> <p>Объект для проектирования электропривода: механизм передвижения тележки мостового крана с повторно-кратковременным режимом работы. Нагрузка механизма изменяется в течение цикла, включает в себя разгон до рабочей скорости, выполнение работы на этой скорости, торможение и возврат в исходное положение. В процессе работы механизма возникает необходимость регулирования скорости, ограничения предельных значений момента, ограничения ускорения рабочего органа.</p> <p>Тема курсового проекта: Разработка реверсивного электропривода постоянного тока.</p> <p>Исходные данные на проектирование включают следующие данные: масса механизма, масса груза, скорость движения с грузом (без груза), допустимое ускорение с грузом (без груза) и др.</p> <p>Расчетно-пояснительная записка курсового проекта должна содержать:</p> <p>Титульный лист Задание на курсовой проект Содержание Введение Расчетная часть, в которую входит: Описание рабочей машины Требования, предъявляемые к электроприводу Расчет упрощенной нагрузочной диаграммы и предварительный расчет мощности двигателя Выбор электродвигателя и редуктора Расчет приведенных статических моментов и моментов инерции Предварительная проверка двигателя по нагреву Разработка замкнутой системы электропривода Проверка электропривода по производительности; по нагреву и по перегрузочной способности Заключение Список использованных источников Приложения</p>
----	-----------------	-----------------------------------	---

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (билеты, тесты и т.п.)

Экзаменационный билет по дисциплине включает в себя два теоретических вопросы и задачу по темам, изложенным в 4 разделе данной РПД. Билеты хранятся на кафедре и утверждены ее заведующим.

Примеры задач на экзамен:

Задача 1

Для двигателя постоянного тока с независимым возбуждением с номинальными данными: $R_{ном}=9$ кВт; $U_{ном}=220$ В; $I_{ном}=48$ А; $n_{ном}=900$ об/мин; $R_{\Sigma}=0,348$ Ом. Рассчитать пусковые сопротивления для нормальных условий пуска. Число ступеней выбрать самостоятельно. Построить пусковую диаграмму при снижении напряжения на 15%.

Задача 1. Для асинхронного двигателя с фазным ротором со следующими номинальными данными: $R_{ном}=30$ кВт; $U_{ном}=380$ В; $n_{ном}=725$ об/мин; $I_{ном}=71,6$ А; $r_1=0,136$ Ом; $x_1=0,225$ Ом; $I_2_{ном}=74,3$ А; $E_2_{ном}=257$ В; $r_2=0,0593$ Ом; $x_2=0,174$ Ом; коэффициент трансформации напряжения $k_e=1,41$ рассчитать и построить механические и электромеханические характеристики при номинальном напряжении сети и при снижении напряжения на 20 %. Сделать вывод о возможности работы асинхронного двигателя при пониженном напряжении.

Задача 2. Для асинхронного двигателя с фазным ротором со следующими номинальными данными: $R_{ном}=22$ кВт; $U_{ном}=380$ В; $n_{ном}=965$ об/мин; $I_{ном}=55$ А; $r_1=0,19$ Ом; $x_1=0,31$ Ом; $I_2_{ном}=61$ А; $E_2_{ном}=225$ В; $r_2=0,066$ Ом; $x_2=0,23$ Ом; коэффициент трансформации напряжения $k_e=1,6$ рассчитать и построить естественные механическую и электромеханическую характеристики и определить величину пускового сопротивления для обеспечения нормальных условий пуска без нагрузки.

Задача 3. Асинхронный двигатель с $n_{ном}=585$ об/мин и $f_1_{ном}=50$ Гц работает в сети с $f_2=60$ Гц. Построить механические

характеристики привода, если при номинальных параметрах привода $M_{кр}/M_{ном}=2,8$. Определить возможность работы с номинальной нагрузкой.

Задача 4. Составить линеаризованные структурные схемы преобразования энергии при питании асинхронного двигателя типа МТКН 411-6 от сети и от источника тока. $R_{ном}=27$ кВт; $U_{1ном}=380$ В; $n_{ном}=915$ об/мин; КПД 82,5 %; $\cos\Phi_{Ином}=0,82$; $M_{кр}=765$ Н*М; $r_1=0,219$ Ом; $x_1=0,271$ Ом; $r_2'=0,328$ Ом; $x_2'=0,346$ Ом; $J=1,9$ кг*м². Ток холостого хода $I_0=30,8$ А.

Задача 5. Для электропривода, работающего в системе Г–Д построить механическую характеристику, проходящую через точку $n_c=600$ об/мин; $M_c=0,78 \cdot M_{ном}$. Данные двигателя П-71: $R_{ном}=32$ кВт; $U_{ном}=220$ В; $I_{ном}=218$ А; $n_{ном}=1500$ об/мин; $R_{я}+R_{дп}=0,074$ Ом. Данные генератора П-82: $R_{ном}=35$ кВт; $U_{ном}=230$ В; $I_{ном}=152$ А; $n_{ном}=1450$ об/мин; $R_{я}+R_{дп}=0,0863$ Ом; $R_{овд}=27,2$ Ом; $I_{овд.ном}=6,76$ А.

Задача 6. Определить величину пускового активного сопротивления, включаемого в цепь статора асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором для уменьшения пускового тока. Двигатель имеет следующие номинальные данные: $R_{ном}=16$ кВт; $U_{ном}=380$ В; $I_{ном}=39,6$ А; $n_{ном}=685$ об/мин; $M_{кр}/M_{ном}=3,3$; $M_{пуск}/M_{ном}=3,1$; $I_{пуск}/I_{ном}=4,8$; $\cos\Phi_{Ином}=0,76$; $\cos\Phi_{пуск}=0,71$; $r_1=0,271$ Ом.

Задача 7. Для двигателя постоянного тока с независимым возбуждением типа ДП-31 с номинальными данными: $R_{ном}=8,5$ кВт; $U_{ном}=220$ В; $I_{ном}=47$ А; $n_{ном}=870$ об/мин; $R_{ясум}=0,423$ Ом определить величину добавочного сопротивления, включаемого в цепь якоря для осуществления динамического торможения. Оценить время динамического торможения. Ток в якорной цепи при этом не должен превысить допустимое значение.

Компьютерное тестирование по разделам дисциплины

Электрическим электроприводом называется:

- электромеханическая система, управление которой осуществляется с применением микропроцессорной техники
- любая система, преобразующая электроэнергию в механическую энергию
- техническая система, предназначенная для приведения в движение рабочих органов машин и управления технологическими процессами и состоящая из передаточного, двигательного, преобразовательного, управляющего и информационного устройств
- техническая система, преобразующая электроэнергию в какой-либо другой вид энергии
- техническая система, в состав которой входит хотя бы один электродвигатель

В каком ответе правильно указаны устройства, входящие в состав электропривода?

- электродвигательное устройство и рабочий механизм
- электродвигательное устройство, рабочий механизм, управляющее устройство
- преобразующее устройство, электродвигательное устройство
- преобразующее устройство, электродвигательное устройство, передаточное устройство, рабочий механизм

В электрический канал электропривода входят:

- преобразователь
- двигатель
- передаточное устройство
- система управления
- все перечисленные элементы

В электрический канал электропривода не входят:

- преобразователь
- двигатель
- передаточное устройство
- система управления
- все перечисленные элементы

Какой вид электропривода нельзя назвать современным:

- вентильный электропривод
- шаговый электропривод
- электропривод на основе асинхронного двигателя с фазным ротором
- электропривод с микропроцессорным управлением
- электропривод по схеме каскад Шербиуса

Групповой электропривод – это электропривод, имеющий...

- один электродвигатель
- два электродвигателя
- несколько электродвигателей

При работе электрического двигателя в режиме генератора электромагнитный момент является?
вращающим

тормозящим
нулевым
активным
реактивным

Если соотношение электромагнитного момента двигателя и момента статического сопротивления $M_d > M_c$, то:
электродвигатель тормозится
электродвигатель неподвижен
электродвигатель вращается с постоянной частотой вращения
электродвигатель разгоняется
электродвигатель втягивается в синхронизм

При ускорении электропривода значение динамического момента будет:

$M_{дин} > 0$
 $M_{дин} = 0$
 $M_{дин} < 0$
 $M_{дин} > M_c$
 $M_{дин} < M_c$

При замедлении электропривода динамический момент принимает:

$M_{дин} > 0$
 $M_{дин} > M_{ном}$
 $M_{дин} < M_{ном}$
 $M_{дин} > M_c$
 $M_{дин} < 0$

Активный момент сопротивления на валу двигателя в электроприводе характеризуется тем, что:
момент сопротивления линейно зависит от частоты вращения двигателя
момент сопротивления является квадратичной функцией частоты вращения
момент сопротивления не зависит ни от величины скорости, ни от направления вращения двигателя
момент сопротивления не зависит от величины скорости, но зависит от направления вращения
момент сопротивления носит случайный характер

Активные моменты могут быть как движущими и.....

тормозными
вращающими
ускорительными
не подвижными
нет правильного ответа

Реактивные моменты всегда направлены

перпендикулярно
против движение
не имеет направление
может иметь любое направление
нет правильного ответа

Рабочей точкой на механической характеристике электродвигателя называется
точка пересечения механической характеристики двигателя с осью ординат
точка пересечения механической характеристики двигателя с осью абсцисс
точка, соответствующая номинальному моменту двигателя
точка, соответствующая номинальной частоте вращения двигателя
точка пересечения механической характеристики двигателя с характеристикой нагрузки

Механическая мощность электропривода определяется как:

произведение частоты вращения на магнитный поток двигателя
произведение электромагнитного момента на частоту вращения двигателя
произведение напряжения сети на частоту вращения двигателя
произведение электромагнитного момента на ток главной цепи двигателя
произведение напряжения сети на ток главной цепи двигателя

Лебедка поднимает груз массой 7500 кг со скоростью 1,1 м/с. Двигатель при этом вращается со скоростью 680 об/мин. Определить приведенный момент инерции привода, если $J_{дв}=1,2 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; $J_б=4 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; $D_б=0,35 \text{ м}$.

1,231
3,02
117,1
3,34
правильный ответ отсутствует

Определить, что происходит с двигателем, если момент, развиваемый двигателем равен 125 Н*м , а момент рабочей машины $M_{рм}=1290 \text{ Н*м}$. Передаточное число редуктора 12. КПД механизма 0,86.
скорость двигателя увеличивается
двигатель движется с постоянной скоростью
скорость двигателя уменьшается

Жесткость механической характеристики – это
степень изменения скорости при изменении момента
степень изменения тока при изменении момента
степень изменения момента при изменении скорости
степень изменения момента при изменении потока
степень изменения тока при изменении потока

Механическая характеристика двигателя постоянного тока последовательного возбуждения
мягкая
жесткая
абсолютно жесткая
абсолютно мягкая

Механическая характеристика синхронного двигателя является:

мягкой
абсолютно мягкой
жесткой
абсолютно жесткой

Определить момент, развиваемый двигателем равен, необходимый для обеспечения разгона, если момент рабочей машины $M_{рм}=300 \text{ Н*м}$. Передаточное число редуктора 8. КПД механизма 0,6.

$62,5 \text{ Н*м}$
 $22,5 \text{ Н*м}$
 80 Н*м
 $37,5 \text{ Н*м}$

На сколько изменится M_c , приведенный к валу двигателя, если применить редуктор с КПД, повышенным на 10 % ?

увеличится на 0,9
уменьшится на 1,11
уменьшится на 0,9
увеличится на 1,11

скорость двигателя равна нулю
недостаточно данных

Как изменится время переходного процесса, если момент инерции рабочего органа увеличится вдвое?

уменьшится в два раза
не изменится
увеличится в два раза
не достаточно данных

Механическая характеристика электропривода это зависимость:

напряжения от тока главной цепи
частоты вращения от напряжения
частоты вращения от потока возбуждения
частоты вращения от электромагнитного момента
частоты вращения от тока главной цепи

Какие характеристики можно получить при плавном регулировании

естественную
искусственные
физические
выше перечисленные
нет правильного ответа

Тормозные режимы двигателя предназначены для:

поддержания постоянства скорости при активном M_c
удержания в неподвижном состоянии механизма, подверженного действию активного M_c
уменьшения скорости при остановке
аварийного останова электропривода

все ответы правильные

Какой тормозной режим является самым экономичным?

- динамическое торможение
- торможение противовключением
- генераторное торможение
- динамическое и генераторное торможение

Как называется основная характеристика двигателя?

- внешняя характеристика
- механическая характеристика
- регулирующая характеристика

Перегрузочная способность двигателя определяется как:

- отношение пускового момента к номинальному
- отношение максимального момента к номинальному
- отношение пускового тока к номинальному

Чем характеризуется плавность регулирования

- числом устойчивых скоростей
- числом устойчивых моментов
- числом устойчивых сил
- устойчивостью по всем характеристикам
- нет правильного ответа

Какой физический закон лежит в основе принципа действия двигателя постоянного тока?

- закон Ома
- закон Кирхгофа
- закон электромагнитной индукции
- закон Джоуля-Ленца
- закон электромагнитных сил

Значение тока короткого замыкания двигателя постоянного тока независимого возбуждения при уменьшении потока

- значительно уменьшается
- остаётся постоянным
- увеличивается
- не зависит от потока
- правильный ответ отсутствует

Как изменяется частота вращения двигателя постоянного тока независимого возбуждения при обрыве обмотки возбуждения?

- частота вращения резко уменьшается
- частота вращения резко возрастает
- двигатель останавливается
- частота вращения не изменяется
- для ответа на вопрос не хватает данных.

Что произойдет с работающим двигателем постоянного тока при изменении направления тока в цепи якоря?

- двигатель остановится
- ничего в работе двигателя не изменится
- направление вращения изменится на противоположное
- двигатель пойдет в разнос

При постоянном напряжении питания двигателя постоянного тока параллельного возбуждения магнитный поток возбуждения уменьшился. Как изменится частота вращения?

- увеличится
- останется постоянной
- уменьшится.

В каком случае двигатель независимого возбуждения может пойти в разнос (резко возрастает частота вращения)?

- при обрыве цепи якоря на холостом ходу
- при обрыве цепи возбуждения
- при уменьшении добавочного сопротивления в цепи якоря

Какой физический закон лежит в основе принципа действия двигателя постоянного тока?

- закон Ома
- закон Кирхгофа
- закон электромагнитной индукции

закон Джоуля-Ленца
закон электромагнитных сил

Значение тока короткого замыкания двигателя постоянного тока независимого возбуждения при уменьшении потока значительно уменьшается
остается постоянным
увеличивается
не зависит от потока
правильный ответ отсутствует

Как изменяется частота вращения двигателя постоянного тока независимого возбуждения при обрыве обмотки возбуждения?
частота вращения резко уменьшается
частота вращения резко возрастает
двигатель останавливается
частота вращения не изменяется
для ответа на вопрос не хватает данных

Что произойдет с работающим двигателем постоянного тока при изменении направления тока в цепи якоря?
двигатель остановится
ничего в работе двигателя не изменится
направление вращения изменится на противоположное
двигатель пойдет в разнос

При постоянном напряжении питания двигателя постоянного тока параллельного возбуждения магнитный поток возбуждения уменьшился. Как изменится частота вращения?
увеличится
останется постоянной
уменьшится

При реостатном пуске асинхронного двигателя пусковой момент:
уменьшается
стремится к нулю
возрастает
остается без изменения
меняется мало

Почему пусковой момент асинхронного двигателя при введении реостата в фазный ротор увеличивается?
увеличивается индуктивное сопротивление ротора
увеличивается активное сопротивление ротора
увеличивается активная составляющая роторного тока
уменьшается роторный ток

Как изменится перегрузочная способность асинхронного двигателя при введении реостата в цепь ротора?
уменьшится
не изменится
увеличится
для ответа недостаточно данных

Как изменится ток, потребляемый асинхронным двигателем из сети, при уменьшении подведенного напряжения и неизменном моменте нагрузки на валу?
для ответа недостаточно данных
увеличится
уменьшится
не изменится

Как ввести асинхронный двигатель в режим генераторного торможения?
увеличить активное сопротивление ротора
уменьшить число пар полюсов обмотки статора
понизить подведенное напряжение
понизить частоту подведенного напряжения

Как изменится ток в обмотке ротора асинхронного двигателя при увеличении механической нагрузки на валу?
увеличится
не изменится
уменьшится
С какой целью на роторе синхронного двигателя иногда размещают дополнительную короткозамкнутую обмотку?
для увеличения вращающего момента

для запуска двигателя
для регулирования скорости вращения.

При регулировании частоты вращения магнитного поля n_1 асинхронного двигателя были получены следующие величины: 1500; 1000; 750 об/мин. Каким способом осуществлялось регулирование частоты вращения?

изменением частоты питающего напряжения

изменением числа пар полюсов

изменением сопротивления статора

изменением сопротивления ротора.

Чему равна механическая мощность в асинхронном двигателе при неподвижном роторе ($s=1$)?

$P_{\text{мех}}=0$

$P_{\text{мех}}>0$

$P_{\text{мех}}<0$

Укажите необходимые и достаточные условия возникновения вращающего момента в асинхронной машине.

наличие токов в обмотках статора

наличие потока рассеяния

замкнутая цепь обмотки ротора

неравенство скоростей вращения магнитного поля статора и ротора

наличие вращающегося магнитного поля

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Оценка курсового проекта является комплексной. При этом учитываются следующие факторы: актуальность выбранной темы; логичность методики расчета; свободное владение методикой расчета; культура оформления пояснительной записки; самостоятельность выводов. Все это суммируется в итоговую оценку.

Оценка результатов защиты курсового проекта осуществляется по бальной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

Оценка «отлично» выставляется, когда работа содержит грамотно изложенную расчетную базу, характеризуется отсутствием ошибок в расчетах, логичным и последовательным изложением материала в пояснительной части. При защите работы обучающийся показывает глубокие знания вопросов темы; свободно оперирует расчетными данными; легко отвечает на поставленные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, когда работа содержит грамотно изложенную расчетную базу, характеризуется отсутствием ошибок в расчетах, логичным и последовательным изложением материала в пояснительной части. □ При защите работы обучающийся показывает знания вопросов темы; без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, когда работа содержит расчетную базу, характеризуется наличием отдельных ошибок в расчетах. При защите обучающийся проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не дает полного, аргументированного ответа на заданные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, когда работа не содержит расчетную базу, не отвечает требованиям, изложенным в методических указаниях, имеет значительные ошибки в расчетах. При защите обучающийся затрудняется отвечать на поставленные вопросы по теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки.

Прохождение контрольного мероприятия по защите курсового проекта считается выполненным успешно, если при его оценивании получена оценка не ниже «удовлетворительно».

Критерии оценивания ответа на экзамене

Оценка «отлично» выставляется, когда обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, когда обучающийся демонстрирует прочные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, когда обучающийся неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает не достаточно свободное владение терминологией, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, когда обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательностью изложения, делает ошибки, которые не может исправить даже при коррекции преподавателем.

Прохождение контрольного мероприятия по сдаче экзамена считается выполненным успешно, если при его оценивании получена оценка не ниже «удовлетворительно».

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Онищенко Г.Б.	Электрический привод: учебник		Москва: ИЦ «Академия», 2008
Л1.2	Жуловян В.В.	Основы электрохимического преобразования энергии : учебник		Новосибирск: НГТУ, 2014
Л1.3	Онищенко Г.Б.	Теория электропривода: учебник		Москва: ИНФРА-М, 2017

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Кисаримов Р.А.	Электропривод: справочник		Москва: ИП "РадиоСофт", 2011
Л2.2	Москаленко В.В.	Электрический привод: учебник		Москва: Высшая школа, 1991
Л2.3	Данилов П.Е., Барышников В. А., Рожков Р.Р.	Теория электропривода : учебное пособие		Москва , Берлин : Директ- Медиа, 2018

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Сенигов П.Н., Карпеш М.А.	Электрический привод: лабораторный практикум		Челябинск: ООО «Учебная техника», 2005
Л3.2	Мажирина Р.Е.	Электрический привод: практикум		Орск: ОГТИ, 2007
Л3.3	Мажирина Р.Е.	Расчет и исследование разомкнутых и замкнутых систем электропривода: практикум по дисциплине "Теория электропривода" для студентов всех форм обучения		Орск:ОГТИ, 2009
Л3.4	Мажирина Р.Е.	Теория электропривода: методические указания по выполнению курсового проекта обучающимися направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, всех форм обучения		Новотроицк: НФ НИТУ «МИСИС», 2024

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	LMS НФ МИСИС	https://lms.misis.ru/
----	--------------	---

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	MATLAB & Simulink
П.2	Компас 3D V24
П.3	SimInTech
П.4	Microsoft Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	http://window.edu.ru/window/catalog - единое окно доступа к образовательным ресурсам;
-----	---

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Вид	Оснащение
------	------------	-----	-----------

139	Учебная лаборатория (компьютерный класс) Кабинет курсового и дипломного проектирования, самостоятельной работы обучающихся	Пр	1 шт. - Экран Lumien Eco Picture 200x200 см; 1 шт. - Веб камера Logitech; 1 шт. - Проектор EPSON EB E-10; 1 шт. - Системный блок NORBELi5; 1 шт. - Монитор LCD Acer; 12 шт. - Компьютер в сборе; 1 шт. - Коммутатор D-Link 16порт; 12 шт. - Компьютерный стол; 7 шт. - Стол лабораторный; 12 шт. - Кресло компьютерное; 12 шт. - Рулонные шторы; 1 шт. - Сплит система; 8 шт. - Стул; 1 шт. - Доска ученическая.
144	Учебная лаборатория	Лаб	2 шт. - Комплект лабораторного оборудования для исследования и наладки электрических цепей; 2 шт. - Комплект учебного оборудования для изучения электрических приводов; 2 шт. - Лабораторный стенд для изучения основ автоматизации производства, программирования промышленных контроллеров и управления технологическими объектами; 4 шт. - Лабораторный стенд для изучения программирования микроконтроллеров ПМ-ЛМ.; 1 шт. - Лабораторный источник питания Mastech NY 3003-2; 2 шт. - Лабораторный стенд "Автоматика на основе программируемого контроллера Siemens S7"; 4 шт. - Лабораторный стенд для изучения силовой электроники и преобразователь техники "Преобразователь техники"; 1 шт. - Осциллограф FLK-123/001; 1 шт. - Осциллограф GOS-620 FG; 1 шт. - Типовой комплект учебного оборудования "Программирование микроконтроллеров "ПМ-ЛМ 4 рабочих места; 1 шт. - Тормовоздушная паяльная станция lukey-852+; 9 шт. - Стол студенческий; 13 шт. - Стул; 2 шт. - Шкаф книжный; 2 шт. - Ученическая доска.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

В процессе изучения дисциплины выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная; внеаудиторная. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя. Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная работа обучающимся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа, не предусмотренная программой учебной дисциплины, раскрывающей и конкретизирующей ее содержание, осуществляется обучающимся инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов. Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует источники для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные обучающимися работы и т. п. Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы, их содержание и характер могут иметь вариативный и дифференцированный характер, учитывать индивидуальные особенности обучающегося. Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности. Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине на практических, лабораторных занятиях.