

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

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

проф., д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

А.Л. Ронжин



(инициалы, фамилия)

(подпись)

«23» июня 2021 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электрический привод»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	13.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности	Электромеханика
Форма обучения	заочная

Санкт-Петербург– 2021

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

Ст. преподаватель

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

О.Б. Чернышева

(инициалы, фамилия)

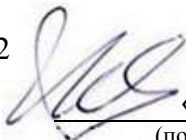
Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«26» мая 2021 г, протокол № 10

Заведующий кафедрой № 32

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)

«26» мая 2021 г

(подпись, дата)

А.Л. Ронжин

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 13.03.02(01)

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)

Заместитель Директора института №3 по методической работе

доц., к.э.н

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

Г.С. Армашова-Тельник

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Электрический привод» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности «Электромеханика». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-3 «Способность участвовать в эксплуатации электроэнергетических и электромеханических систем и комплексов»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с - электромеханическим преобразованием электрической энергии в механическую энергию;

- управлением электромеханических преобразователей энергии (электрических приводов) с учетом требований рабочих машин и технологий на выбор структуры и типа электрического привода;

- расчетом основных параметров и характеристик электрических приводов;

- испытанием электрических приводов и анализом результатов испытаний.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа студента.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 10 зачетных единиц, 360 часов.

Язык обучения по дисциплине русский »

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью дисциплины является формирование у студентов необходимых знаний и умений по современному электрическому приводу, что позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности. Обучающиеся должны освоить дисциплину на уровне, позволяющем им ориентироваться в схемных решениях, математических моделях, свойствах и характеристиках электроприводов постоянного и переменного тока. Уровень освоения дисциплины должен позволять студентам проводить типовые расчеты основных параметров и характеристик электрических приводов, проводить элементарные лабораторные испытания электроприводов.

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

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способность участвовать в эксплуатации электроэнергетических и электромеханических систем и комплексов	ПК-3.3.1 знать правила и нормативные документы по эксплуатации электротехнического оборудования ПК-3.В.1 владеть навыками по организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования электро-энергетических и электромеханических систем и комплексов

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Теоретические основы электротехники,
- Электрические машины,
- Электромеханические и полупроводниковые преобразователи электрической энергии.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- Проектирование электроприводов,
- Дипломное проектирование.

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам		
		№6	№7	№8
1	2	3	4	5
Общая трудоемкость дисциплины,	10/ 360	2/ 72	4/ 144	4/ 144

ЗЕ/ (час)				
Из них часов практической подготовки	24	4	12	8
Аудиторные занятия , всего час.	40	8	20	12
в том числе:				
лекции (Л), (час)	16	4	8	4
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	12	4	4	4
лабораторные работы (ЛР), (час)	12		8	4
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)				
экзамен, (час)	18		9	9
Самостоятельная работа , всего (час)	302	64	115	123
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Дифф. Зач., Экз., Экз.	Дифф. Зач.	Экз.	Экз.

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.
Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

№ п/п	Раздел, темы дисциплины	Л (час)	ПЗ (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 6						
1	Раздел 1. ЭП как система.	1	1			30
2	Тема 1.1. Назначение и классификация ЭП.					
3	Тема 1.2. Уравнения Лагранжа- Максвелла II рода для электромеханической системы.					
4	Раздел 2. Механическая часть силового канала ЭП	1	1			40
5	Тема 2.1. Функциональные схемы механической части ЭП и их основные элементы					
6	Тема 2.2. Приведение моментов сопротивления, инерционных масс, упругих моментов диссипативных сил к одной оси.					
7	Тема 2.3. Статическая устойчивость ЭП.					
8	Раздел 3. ЭП постоянного тока.	2	2			40

9	Тема 3.1 Механические и регулировочные характеристики двигателей постоянного тока с независимым и последовательным возбуждением					
10	Тема 3.2. Способы регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока.					
11	Тема 3.3. Способы торможения двигателя постоянного тока					
12	Тема 3.4. Передаточные функции двигателя постоянного тока по скорости, моменту, углу поворота.					
13	Тема 3.5. Переходный процесс пуска двигателя постоянного тока в ход.					
	Итого в семестре:	4	4			64
Семестр 7						
14	Раздел 4. Реверсивные ЭП постоянного тока с вентильными (полупроводниковыми) преобразователями в их цепях.	4	2	4		70
15	Тема 4.1. ЭП постоянного тока с управляемым выпрямителем в цепи обмотки якоря.					
16	Тема 4.2. ЭП постоянного тока с транзисторным широтно-импульсным преобразователем в цепи обмотки якоря.					
17	Раздел 5. Замкнутые системы электропривода постоянного тока:	4	2	4		45
18	Тема 5.1. ЭП постоянного тока с					

	отрицательной обратной связью по напряжению					
19	Тема 5.2. ЭП постоянного тока с отрицательной обратной связью по скорости;					
20	Тема 5.3. ЭП постоянного тока с отрицательной обратной связью по скорости и положительной обратной связью по току якоря					
21	Тема 5.4. ЭП постоянного тока с токоограничением					
22	Тема 5.5. ЭП постоянного тока, замкнутый по углу поворота.					
	Итого в семестре	8	4	8		115
Семестр 8						
23	Раздел 6. Асинхронный ЭП.	2	2	4		80
24	Тема 6.1. Способы регулирования скорости вращения. Тормозные режимы асинхронного привода.					
25	Тема 6.2 Регулирование скорости вращения путем регулирования напряжения, подаваемого на обмотку статора.					
26	Тема 6.3. Частотное управление АД					
27	Раздел 7. ЭП на основе вентильного двигателя.	1	1			20
28	Раздел 8. Шаговый ЭП.	1	1			23
	Итого в семестре	4	4	4		123
	Итого	16	12	12	0	302

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
Раздел 1	ЭП как система
Тема 1.1	Предмет и цель курса «Электрический привод». Назначение и классификация ЭП. Структурная схема ЭП. Разомкнутые и замкнутые системы ЭП.
Тема 1.2	Уравнения Лагранжа - Максвелла II рода для электромеханической системы. Вывод уравнений динамики электрической машины постоянного тока с применением уравнений Лагранжа - Максвелла II рода.
Раздел 2	Механическая часть силового канала ЭП.
Тема 2.1	Функциональные схемы механической части ЭП и их основные элементы. Моменты и силы сопротивления в электромеханической системе.
Тема 2.2	Приведение моментов сопротивления, инерционных масс, упругих моментов диссипативных сил к одной оси.
Тема 2.3	Уравнение движения ЭП. Статическая устойчивость ЭП.
Раздел 3	ЭП постоянного тока.
Тема 3.1	Механические и регулировочные характеристики двигателей постоянного тока с независимым и последовательным возбуждением.
Тема 3.2	Способы регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока.
Тема 3.3	Способы торможения двигателя постоянного тока.
Тема 3.4	Передаточные функции двигателя постоянного тока по скорости, моменту, углу поворота.
Тема 3.5	Переходный процесс пуска двигателя постоянного тока в ход.
Раздел 4	Реверсивные ЭП постоянного тока с вентильными (полупроводниковыми) преобразователями в их цепях.
Тема 4.1	ЭП постоянного тока с управляемым выпрямителем в цепи обмотки якоря.
Тема 4.2	ЭП постоянного тока с транзисторным широтно-импульсным преобразователем в цепи обмотки якоря
Раздел 5	Замкнутые системы электропривода постоянного тока.
Тема 5.1	ЭП с отрицательной обратной связью по напряжению.

Тема 5.2	ЭП с отрицательной обратной связью по скорости.
Тема 5.3	ЭП с отрицательной обратной связью по скорости и положительной обратной связью по току якоря.
Тема 5.4	ЭП постоянного тока с токоограничением.
Тема 5.5	ЭП постоянного тока, замкнутый по углу поворота.
Раздел 6	Асинхронный ЭП.
Тема 6.1	Способы регулирования скорости вращения. Тормозные режимы асинхронного привода.
Тема 6.2	Регулирование скорости вращения путем регулирования напряжения, подаваемого на обмотку статора. Механические характеристики асинхронного ЭП при управлении по каналу напряжения. Передаточная функции АД при управлении по каналу напряжения обмотки статора.
Тема 6.3	Частотное управление АД при: $- \frac{U_1}{f_1} = const;$ <ul style="list-style-type: none"> - постоянстве полного потока; - постоянстве рабочего потока; - частотно-токовым управлении; - постоянстве абсолютного скольжения; - векторном управлении АД. Передаточная функция АД при управлении по каналу частоты.
Раздел 7	ЭП на основе вентильного двигателя.
Тема 7.1	Функциональная и принципиальная схемы вентильных двигателей. Схемы соединения обмоток. Датчик положения ротора для двухфазного и трехфазного вентильного двигателя с числом пар полюсов $p=1$; $p=2$; $p=3$.
Тема 7.2	Способы управления: дискретный и аналоговый. Механические и регулировочные характеристики. Передаточная функция вентильного двигателя.
Раздел 8	Шаговый ЭП.
Тема 8.1	Шаговый двигатель с активным ротором. Шаговый двигатель с реактивным ротором. Схемы соединения обмоток. Способы управления. Электрическое дробление шага.

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 6					

1	Приведение моментов сопротивления, инерционных масс, упругих моментов диссипативных сил к одной оси.	Решение задач по теме	1	1	Тема 2.2.
2	Механические и регулировочные характеристики двигателей постоянного тока с независимым и последовательным возбуждением	Решение задач по теме	1	1	Тема 3.1
3	Способы регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока.	Решение задач по теме	1	1	Тема 3.2.
4	Способы торможения двигателя постоянного тока	Решение задач по теме	1	1	Тема 3.3.
	Итого в семестре		4		
Семестр 7					
5	ЭП постоянного тока с управляемым выпрямителем в цепи обмотки якоря.	Решение задач по теме	1	1	Тема 4.1.
6	ЭП постоянного тока с транзисторным широтно-импульсным преобразователем в цепи обмотки якоря.	Решение задач по теме	1	1	Тема 4.2.
7	ЭП постоянного тока с отрицательной обратной связью по скорости;	Решение задач по теме	1	1	Тема 5.2.
8	ЭП постоянного тока с отрицательной обратной связью по	Решение задач по теме	1	1	Тема 5.3.

	скорости и положительной обратной связью по току якоря				
	Итого в семестре		4		
Семестр 8					
9	Способы регулирования скорости вращения. Тормозные режимы асинхронного привода.	Решение задач по теме	1	1	Тема 7.1
10	Регулирование скорости вращения путем регулирования напряжения, подаваемого на обмотку статора.	Решение задач по теме	1	1	Тема 7.2
11	Частотное управление АД.	Решение задач по теме	2	2	Тема 7.3
	Итого в семестре		4		
Всего			12		

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7				
1	Механические характеристики двигателя постоянного тока (ДПТ)	4	4	Раздел 3
2	Рекуперативное и динамическое торможение ДПТ	4	4	
Семестр 8				
3	Механические характеристики асинхронного двигателя (АД) в двигательном и генераторном режимах	2	2	Раздел 6
4	Механические характеристики АД в режиме торможения противовключением и динамического торможения	2	2	
Всего		12		

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 6, час	Семестр 7, час	Семестр 8, час
1	2	3	4	5
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	242	44	95	103
Курсовое проектирование (КП, КР)				
Расчетно-графические задания (РГЗ)				
Выполнение реферата (Р)				
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	30	10	10	10
Домашнее задание (ДЗ)				
Контрольные работы заочников (КРЗ)				
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	30	10	10	10
Всего:	302	64	115	123

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

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
62-83 M29	1. Мартынов А.А.. Электрический привод: учеб. пособие.–СПб.: ГУАП, 2015. – 524 с.	70
621.313 M29	2. Мартынов А.А. Основы проектирования электрических приводов.: Учеб. пособие/. СПб.: СПбГУАП, 2013. 141с.: ил.	70
Кафедральные экземпляры	3. Мартынов А.А. Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств./ учеб.-метод. пособие: в 2 ч. Ч. 1. Электрический	

	привод / Мартынов А.А. – СПб.: ГУАП, 2019. – 109 с.	
--	---	--

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
URL:http://194.226.30/32/book.htm	Библиотека Администрации Президента РФ [Электронный ресурс]
URL:http://imin.urc.ac.ru	Виртуальные библиотеки [Электронный ресурс].
URL:http://www.rsl.ru	Российская национальная библиотека [Электронный ресурс].
URL:http://web.ido.ru	Электронная библиотека [Электронный ресурс].
URL:http://gpntb.ru	Государственная публичная научно-техническая библиотека России [Электронный ресурс].
http://window.edu.ru/	Информационный портал «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при
-------	---	----------------------

		необходимости)
1	Лекционная аудитория	21-28
2	Специализированная лаборатория	21-14 а 31-01
3	Стенд НТЦ-25	31-01

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Тесты.
Дифференцированный зачет	Список вопросов; Тесты;.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов для экзамена	Код индикатора
	Список вопросов к экзамену семестра №7:	
	<p>1. Структурная схема, вывод выражения искусственной механической характеристики электропривода постоянного тока с отрицательной обратной связью по напряжению якоря.</p> <p>2. Структурная схема, вывод выражения искусственной механической характеристики электропривода постоянного тока с отрицательной обратной связью по скорости.</p> <p>3. Структурная схема, вывод выражения искусственной механической характеристики электропривода постоянного тока с положительной обратной связью по току якоря.</p> <p>4. Структурная схема, вывод выражения искусственной механической характеристики электропривода постоянного тока с отрицательной обратной связью по скорости и положительной обратной связью по току якоря.</p> <p>5. Структурная схема, вывод выражения искусственной механической характеристики электропривода постоянного тока с упрещающим токоограничением.</p> <p>6. Переходный процесс прямого пуска двигателя постоянного тока. Вывод зависимостей $\omega=f(t)$ и $i_a=f(t)$.</p> <p>7. Влияние соотношения постоянных времени T_M и T_Σ электропривода постоянного тока на характер переходных процессов ЭП.</p> <p>8. Способы управления тиристорного электропривода постоянного тока: схемы, принцип работы, достоинства, недостатки.</p> <p>9. Электропривод постоянного тока с широтно-импульсным преобразователем. Несимметричный и симметричный способы управления- схема, временные диаграммы, достоинства, недостатки.</p>	ПК-3.3.1
	10. Виды технического обслуживания двигателя постоянного тока.	ПК-3.В.1

	11.Виды технического обслуживания асинхронного двигателя.	
	12.Виды технического обслуживания вентильного двигателя.	
	13.Виды технического обслуживания шагового двигателя.	

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

№ п/п	Перечень вопросов для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	1. Уравнения Лагранжа-Максвелла применительно к электромеханическим системам. 2. Построение математической модели электрического привода постоянного тока на основе уравнений Лагранжа-Максвелла. 3. Типовые статические характеристики исполнительных механизмов. 4. Вывод передаточной функции двигателя постоянного тока по управляющему воздействию. 5. Вывод передаточной функции двигателя постоянного тока по возмущению ($M_{нг}$). 6. Приведение характеристик исполнительного механизма (J_n , M_n) к валу двигателя. 7. Регулировочные характеристики электропривода постоянного тока при управлении сопротивлением цепи обмотки якоря. 8. Регулировочные характеристики электропривода постоянного тока при управлении напряжением обмотки якоря 9. Динамическое торможение электропривода постоянного тока: схема, характеристики. 10. Рекуперативное торможение электропривода постоянного тока: схема, характеристики. 11. Сравнительная оценка способов регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока 12. Торможение противовключением электропривода постоянного тока: схема, характеристики. 13. Схема трехступенчатого реостатного пуска двигателя постоянного тока, расчет пусковых резисторов, электромеханическая характеристика при пуске двигателя. 14. Пуск двигателя постоянного тока в функции времени. 15. Расчет пусковых реостатов и времени срабатывания реле, замыкающих ступени пускового реостата.	ПК-3.3.1
	16. Основы организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования электро-энергетических и систем и комплексов.	ПК-3.В.1
	17. Основы организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования электромеханических систем и комплексов.	
	18. Планово-предупредительный ремонт электрооборудования.	

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

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

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора										
1	<p>Тест №1: Укажите по какой формуле (1), (2), (3) или (4) следует определять скорость вращения двигателя постоянного тока Ω:</p> $\Omega = \frac{2\pi f}{p_n}(1-s); \quad (1)$ $\Omega = \frac{U_y - I_y R_{yc}}{C_e \Phi} \quad (2)$ $\Omega = \frac{2\pi f}{p_n}; \quad (3)$ $\Omega = \frac{U_y}{C_e \Phi}. \quad (4)$ <p>где U_y –напряжение якоря; I_y –ток якоря; R_{yc} – сопротивление обмотки якоря; f – частота питающей сети; s - скольжение.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Номер ответа</th> <th>Номер формулы</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Номер ответа	Номер формулы	1	2	2	3	3	1	4	4	ПК-3.3.1
Номер ответа	Номер формулы											
1	2											
2	3											
3	1											
4	4											
	<p>Тест №2: Укажите по какой формуле (1), (2), (3) или (4) следует определять скорость вращения асинхронного двигателя Ω:</p> $\Omega = \frac{2\pi f}{p_n}(1-s); \quad (1)$											

$$\Omega = \frac{U_{я} - I_{я} R_{яц}}{C_e \Phi} \quad (2)$$

$$\Omega = \frac{2\pi f}{p_{п}}; \quad (3)$$

$$\Omega = \frac{U_{я}}{C_e \Phi}. \quad (4)$$

где $U_{я}$ –напряжение якоря;

$I_{я}$ –ток якоря;

$R_{я}$ – сопротивление обмотки якоря;

f – частота питающей сети;

s - скольжение.

Номер ответа	Номер формулы
1	1
2	3
3	2
4	4

Тест №3:

Укажите по какой формуле (1), (2), (3) или (4) следует определять скорость вращения синхронного двигателя Ω :

$$\Omega = \frac{2\pi f}{p_{п}}(1 - s); \quad (1)$$

$$\Omega = \frac{U_{я} - I_{я} R_{яц}}{C_e \Phi} \quad (2)$$

$$\Omega = \frac{2\pi f}{p_{п}}; \quad (3)$$

$$\Omega = \frac{U_{я}}{C_e \Phi}. \quad (4)$$

где $U_{я}$ –напряжение якоря;

$I_{я}$ –ток якоря;

$R_{я}$ – сопротивление обмотки якоря;

f – частота питающей сети;

s - скольжение.

Номер ответа	Номер формулы
1	2
2	3
3	1
4	4

Тест №4:

Укажите формулу (1), (2), (3) или (4), по которой следует рассчитать приведенное к валу двигателя значение момента инерции нагрузки J'_H при вращательном движении нагрузки:

$$J'_H = \frac{J_H}{i_p^2}; \quad (1)$$

$$J'_H = \frac{J_H}{i_p}; \quad (2)$$

$$J'_H = J_H i_p^2; \quad (3)$$

$$J'_H = m \rho^2 = m \left(\frac{v_{u.o}}{\Omega} \right)^2; \quad (4)$$

где i_p – передаточное отношение редуктора;

J_H – момент инерции нагрузки;

$v_{u.o}$ – линейная скорость перемещения исполнительного органа рабочего механизма массой m .

ρ – радиус приведения.

Номер ответа	Номер формулы
1	2
2	3
3	1
4	4

Тест №5:

Укажите формулу (1), (2), (3) или (4), по которой следует рассчитать приведенное к валу двигателя значение момента инерции нагрузки J'_H при поступательном перемещении нагрузки:

$$J'_H = \frac{J_H}{i_p^2}; \quad (1)$$

$$J'_H = \frac{J_H}{i_p}; \quad (2)$$

$$J'_H = J_H i_p^2; \quad (3)$$

$$J'_n = m\rho^2 = m\left(\frac{v_{u.o}}{\Omega}\right)^2; \quad (4)$$

где i_p – передаточное отношение редуктора;

J_n – момент инерции нагрузки;

$v_{u.o}$ – линейная скорость перемещения исполнительного органа рабочего механизма массой m .

ρ – радиус приведения.

Номер ответа	Номер формулы
1	2
2	3
3	1
4	4

Тест №6:

Укажите формулу (1), (2), (3) или (4), по которой следует рассчитать приведенное к валу двигателя значение момента нагрузки M'_n при вращательном движении нагрузки:

$$M'_c = \frac{M_c}{\eta_p i_p^2}; \quad (1)$$

$$M'_c = \frac{M_c}{\eta_p i_p}; \quad (2)$$

$$M'_c = F_{u.o} \rho \eta; \quad (3)$$

$$M'_c = F_{u.o} \rho / \eta; \quad (4)$$

где i_p – передаточное отношение редуктора;

M_c – статический момент нагрузки;

η_p – коэффициент полезного действия редуктора;

ρ – радиус приведения.

$F_{u.o}$ – усилие развиваемое исполнительным органом.

Номер ответа	Номер формулы
1	1
2	3
3	2
4	4

Тест №7:

Укажите формулу (1), (2), (3) или (4), по которой следует рассчитать приведенное к валу двигателя значение момента нагрузки M'_n при поступательном движении нагрузки вверх (при подъеме груза):

$$M'_c = \frac{M_c}{\eta_p i_p^2}; \quad (1)$$

$$M'_c = \frac{M_c}{\eta_p i_p}; \quad (2)$$

$$M'_c = F_{u.o} \rho \eta; \quad (3)$$

$$M'_c = F_{u.o} \rho / \eta; \quad (4)$$

где i_p – передаточное отношение редуктора;

M_c – статический момент нагрузки;

η_p – коэффициент полезного действия редуктора;

ρ – радиус приведения.

$F_{u.o}$ – усилие развиваемое исполнительным органом.

Номер ответа	Номер формулы
1	2
2	3
3	1
4	4

Тест №8:

Укажите формулу (1), (2), (3) или (4), по которой следует рассчитать приведенное к валу двигателя значение момента нагрузки M'_n при поступательном движении нагрузки вниз (при спуске груза):

$$M'_c = \frac{M_c}{\eta_p i_p^2}; \quad (1)$$

$$M'_c = \frac{M_c}{\eta_p i_p}; \quad (2)$$

$$M'_c = F_{u.o} \rho \eta; \quad (3)$$

$$M'_c = F_{u.o} \rho / \eta; \quad (4)$$

где i_p – передаточное отношение редуктора;

M_c – статический момент нагрузки;

η_p – коэффициент полезного действия редуктора;

ρ – радиус приведения.

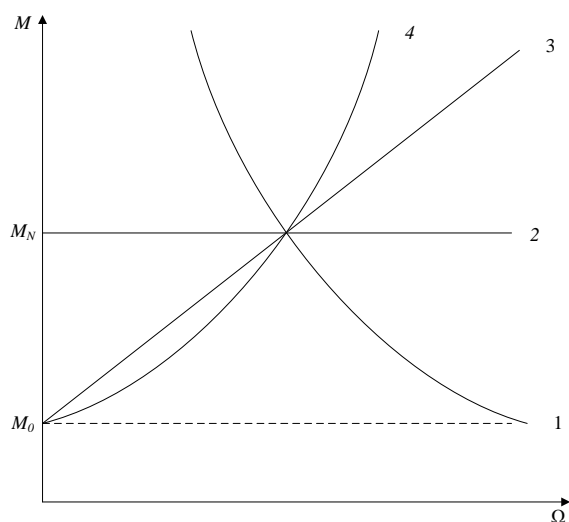
$F_{u.o}$ – усилие развиваемое исполнительным органом.

Номер ответа	Номер формулы
1	2
2	3
3	1
4	4

Тест №9:

На рисунке приведены механические характеристики исполнительных

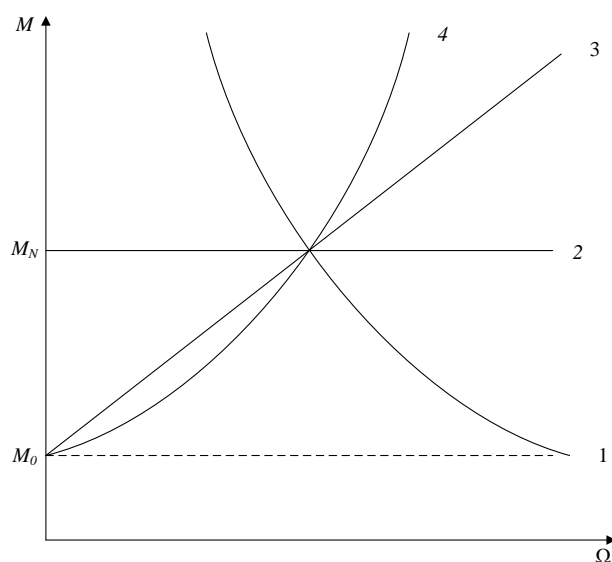
механизмов. Выберите номер графика (1), (2), (3) или (4), который соответствует характеристике типа «сухое трение»:



Номер ответа	Номер характеристики
1	2
2	3
3	1
4	4

Тест №10:

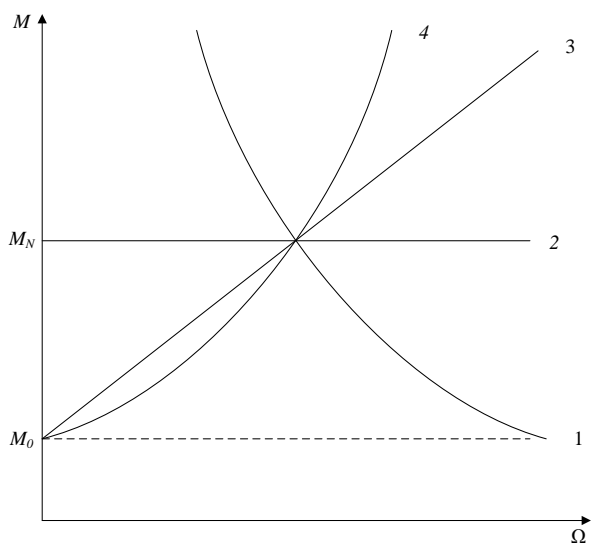
На рисунке приведены механические характеристики исполнительных механизмов. Выберите номер графика (1), (2), (3) или (4), который соответствует характеристике типа «вязкое трение»:



Номер ответа	Номер характеристики
1	2
2	3
3	1
4	4

Тест №11:

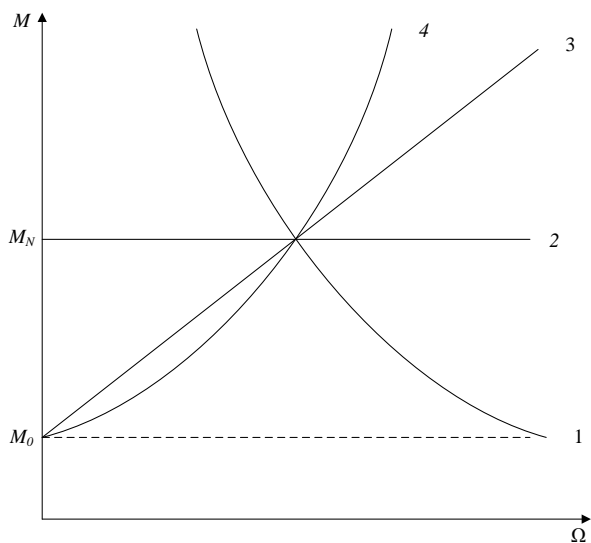
На рисунке приведены механические характеристики исполнительных механизмов. Выберите номер графика (1), (2), (3) или (4), который соответствует характеристике типа «вентиляторная нагрузка»:



Номер ответа	Номер характеристики
1	2
2	3
3	1
4	4

Тест №12:

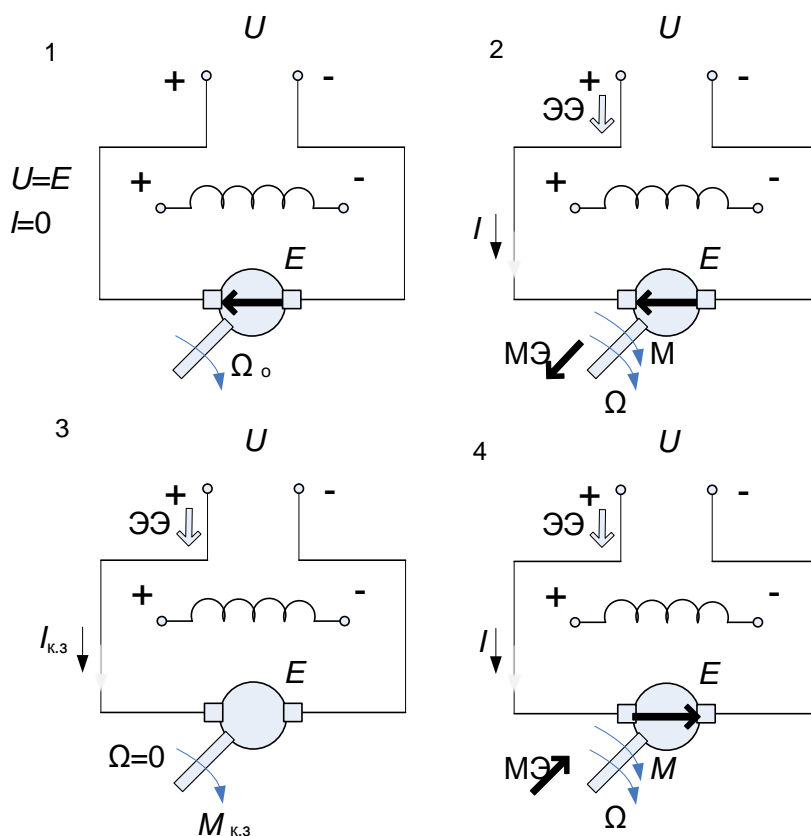
На рисунке приведены механические характеристики исполнительных механизмов. Выберите номер графика (1), (2), (3) или (4), который соответствует характеристике типа «постоянства мощности»:



Номер ответа	Номер характеристики
1	2
2	3
3	1
4	4

Тест №13:

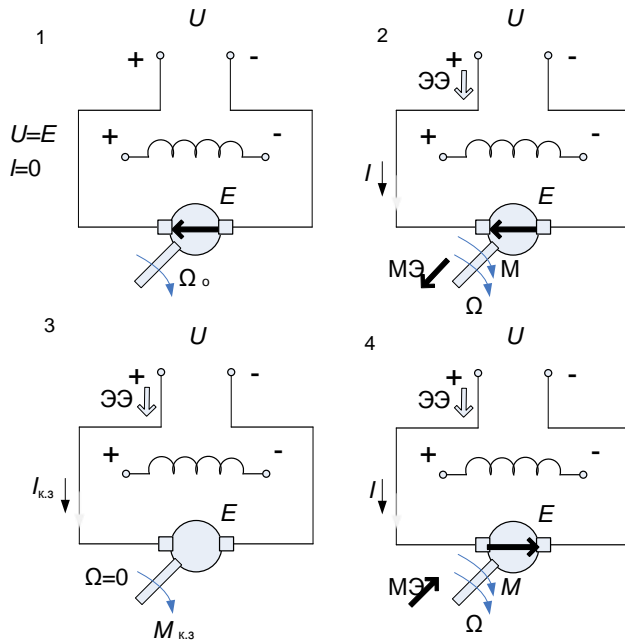
Укажите какая из нижеприведенных схем 1, 2, 3 или 4 соответствует схеме работы ДПТ НВ в режиме холостого хода:



Номер ответа	Номер рисунка
1	2
2	3
3	1
4	4

Тест №14:

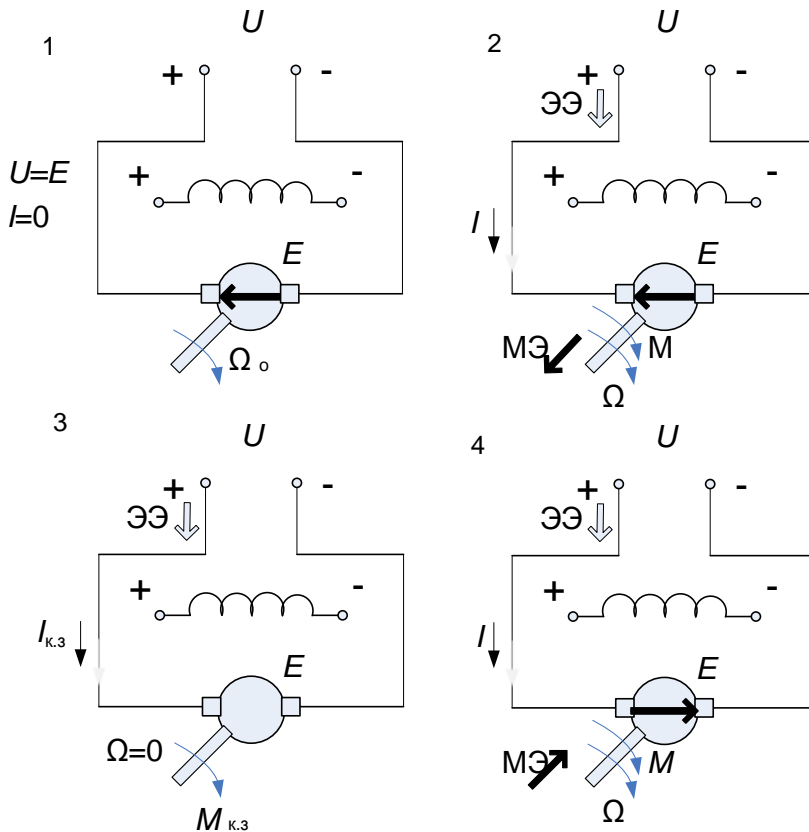
Укажите какая из нижеприведенных схем 1, 2, 3 или 4 соответствует схеме работы ДПТ НВ в режиме короткого замыкания:



Номер ответа	Номер рисунка
1	2
2	3
3	1
4	4

Тест №15:

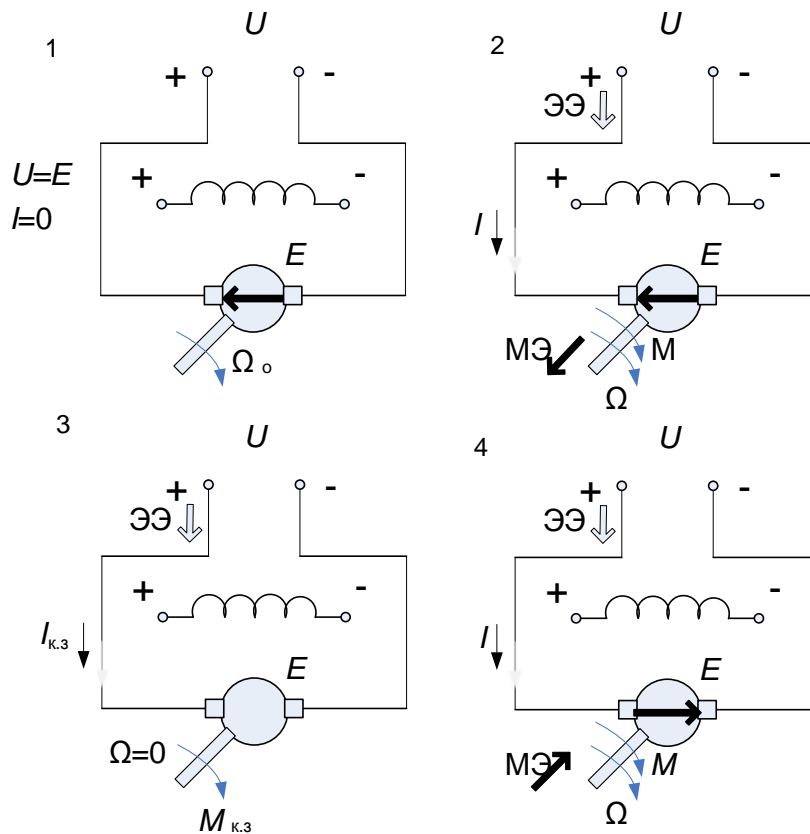
Укажите какая из нижеприведенных схем 1, 2, 3 или 4 соответствует схеме работы ДПТ НВ в двигательном режиме:



Номер ответа	Номер рисунка
1	4
2	3
3	2
4	1

Тест №16:

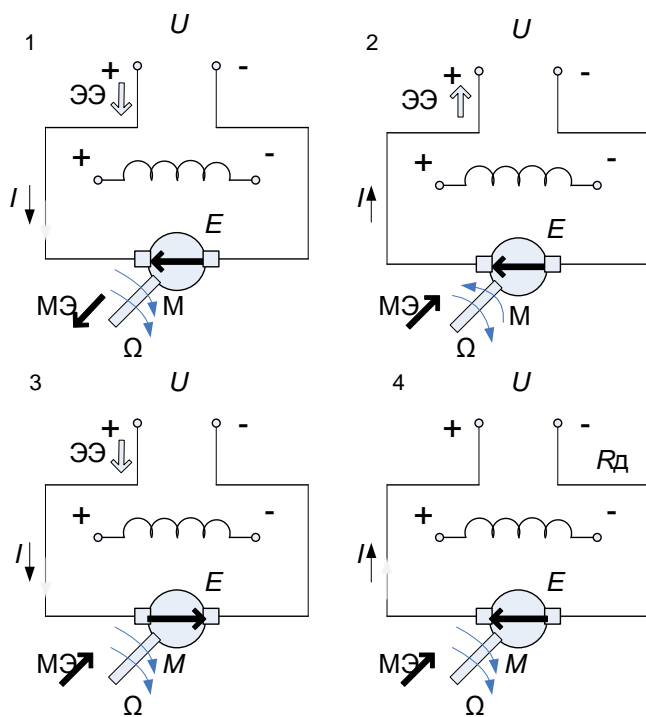
Укажите какая из нижеприведенных схем 1, 2, 3 или 4 соответствует схеме работы ДПТ НВ в режиме противовключения:



Номер ответа	Номер рисунка
1	4
2	3
3	2
4	1

Тест №17:

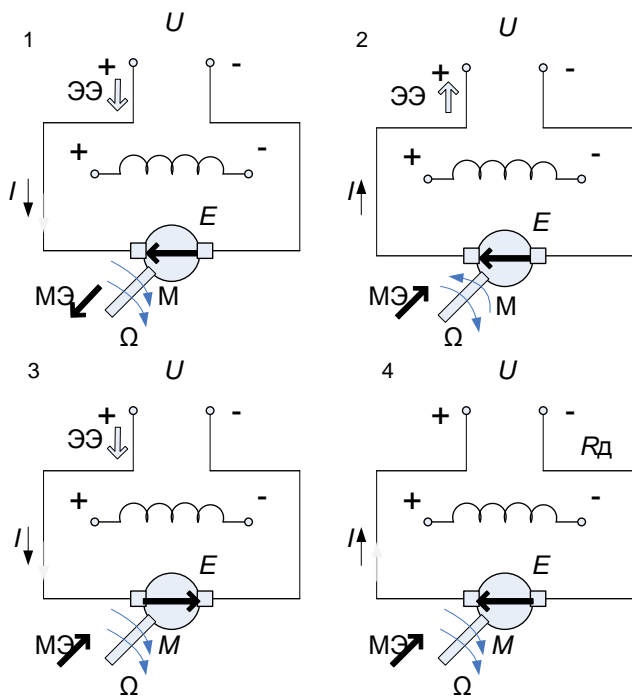
Укажите какая из нижеприведенных схем 1, 2, 3 или 4 соответствует схеме работы ДПТ НВ в режиме рекуперативного торможения:



Номер ответа	Номер рисунка
1	4
2	3
3	2
4	1

Тест №18:

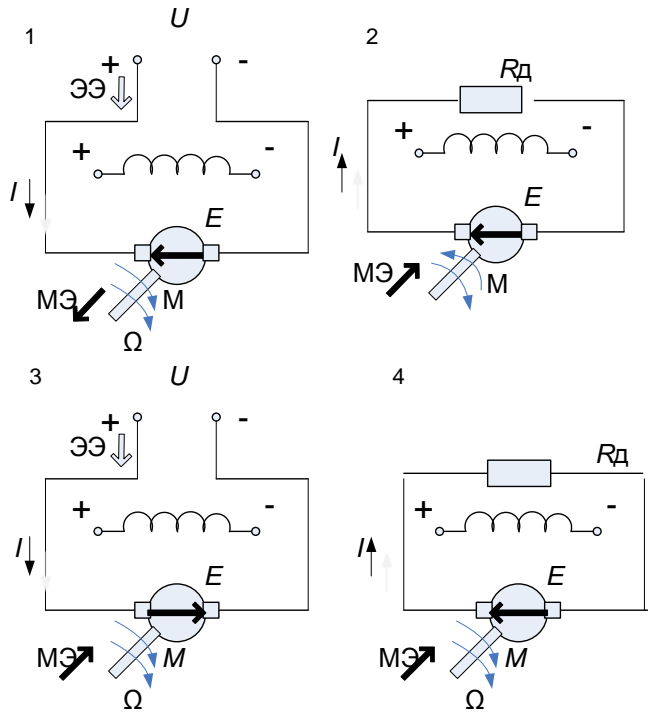
Укажите какая из нижеприведенных схем 1, 2, 3 или 4 соответствует схеме работы ДПТ НВ в режиме автономного генератора:



Номер ответа	Номер рисунка
1	4
2	3
3	2
4	1

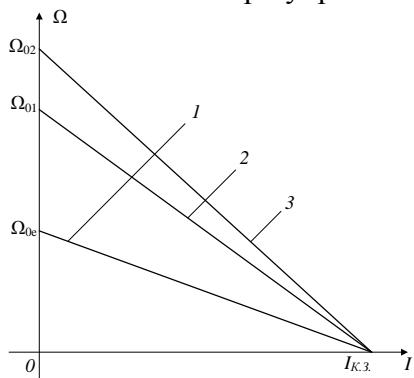
Тест №19:

Укажите какая из нижеприведенных схем 1, 2, 3 или 4 соответствует схеме работы ДПТ НВ в режиме динамического торможения:



Номер ответа	Номер рисунка
1	4
2	3
3	2
4	1

Тест 20: Укажите какая из приведенных ниже характеристик (рис.1, 2, 3 или 4) представляет регулировочную характеристику двигателя постоянного тока при управлении напряжением якоря.



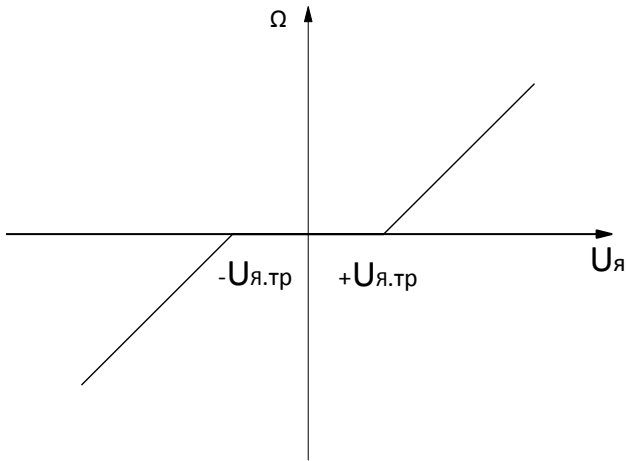


Рис.1

Рис.2

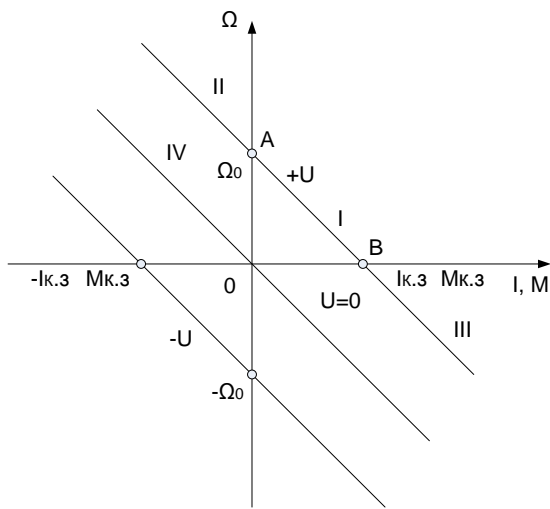
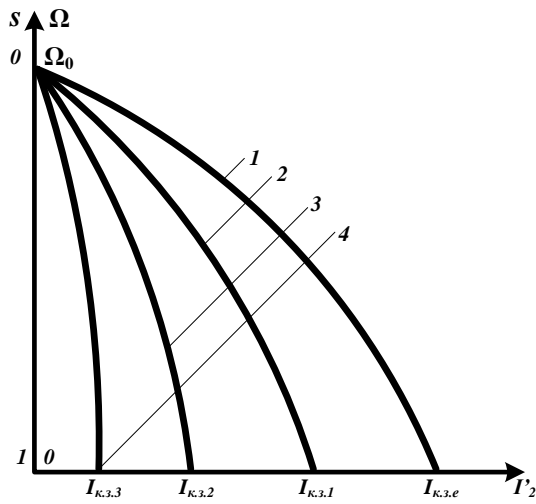


Рис.3

Рис.4



Номер ответа	Номер рисунка
1	Рис.1
2	Рис.2
3	Рис.3
4	Рис.4

Тест 21: Укажите какая из приведенных ниже характеристик (рис.1, 2, 3 или 4) представляет механическую характеристику двигателя постоянного тока в четырех квадрантах.

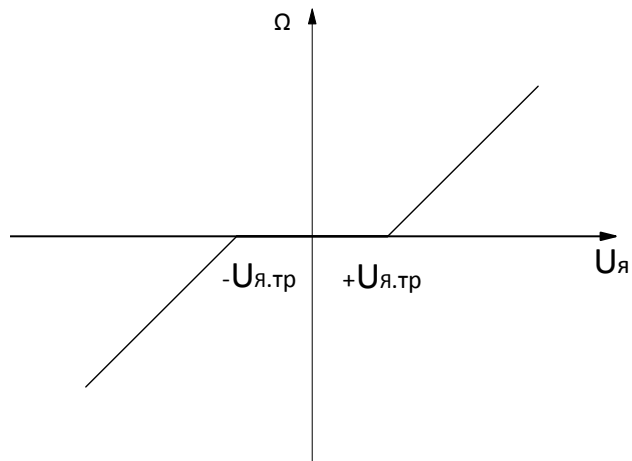
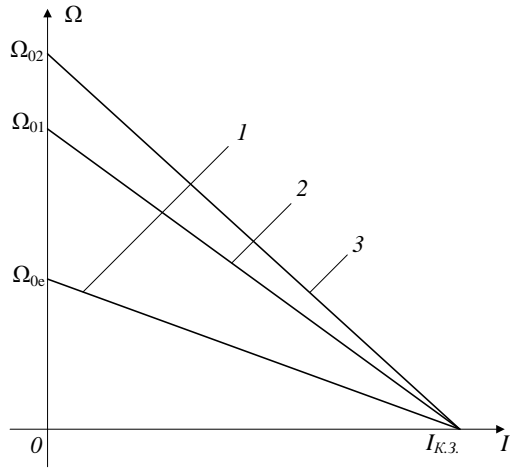
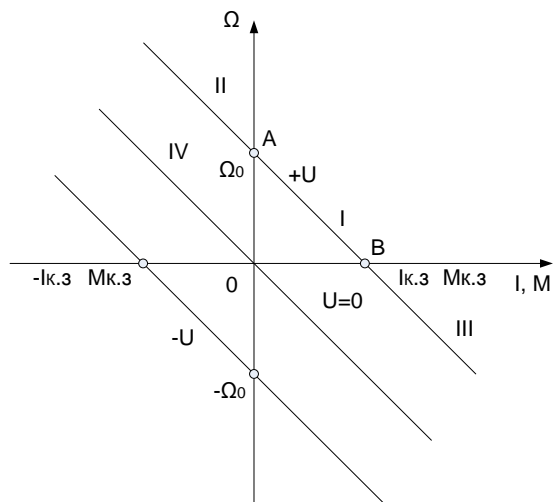


Рис.1

Рис.2



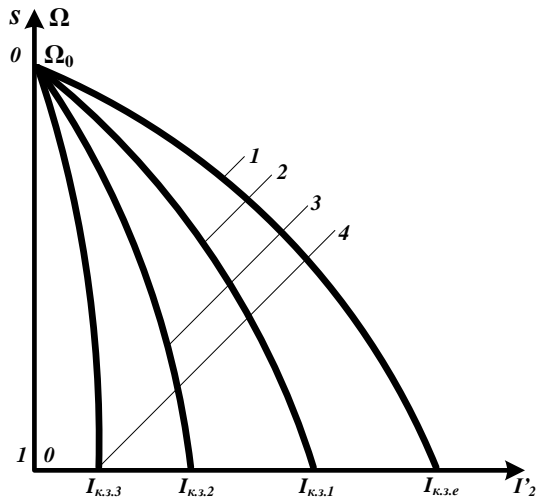


Рис.3

Рис.4

Номер ответа	Номер рисунка
1	Рис.1
2	Рис.2
3	Рис.3
4	Рис.4

Тест 22: Укажите номер формулы регулировочной характеристики ЭП постоянного тока с управляемым выпрямителем в цепи обмотки якоря.

$$U_{я} = k_{сх} U_{2ф} \cos \alpha; \quad (1)$$

$$U_{я} = U_d D; \quad (2)$$

$$U_{я} = U_d (1 - 2D); \quad (3)$$

$$U_{я} = U_d - I_{я} (R_{я} + R_{я.р}), \quad (4)$$

где $U_{я}$ – напряжение, подаваемое на обмотку якоря;

U_d – напряжение источника постоянного тока;

$U_{2ф}$ – напряжение фазы вторичной обмотки трансформатора, питающего управляемый выпрямитель;

D – коэффициент заполнения импульса напряжения, подаваемого на обмотку якоря;

$R_{я}$ – сопротивление обмотки якоря;

$R_{я.р}$ – регулировочное сопротивление, включенное в цепь обмотки якоря;

$I_{я}$ – ток обмотки якоря;

α – угол регулирования;

$k_{сх}$ – коэффициент преобразования схемы.

Номер ответа	Номер формулы
1	1

2	2
3	3
4	4

Тест 23: Укажите номер формулы регулировочной характеристики ЭП постоянного тока с широтно – импульсным преобразователем напряжения в цепи обмотки якоря при несимметричном способе управления.

$$U_{я} = k_{сх} U_{2ф} \cos \alpha; \quad (1)$$

$$U_{я} = U_d D; \quad (2)$$

$$U_{я} = U_d (1 - 2D); \quad (3)$$

$$U_{я} = U_d - I_{я} (R_{я} + R_{я.р}), \quad (4)$$

где $U_{я}$ – напряжение, подаваемое на обмотку якоря;

U_d – напряжение источника постоянного тока;

$U_{2ф}$ – напряжение фазы вторичной обмотки трансформатора, питающего управляемый выпрямитель;

D – коэффициент заполнения импульса напряжения, подаваемого на обмотку якоря;

$R_{я}$ – сопротивление обмотки якоря;

$R_{я.р}$ – регулировочное сопротивление, включенное в цепь обмотки якоря;

$I_{я}$ – ток обмотки якоря;

α – угол регулирования;

$k_{сх}$ – коэффициент преобразования схемы.

Номер ответа	Номер формулы
1	1
2	2
3	3
4	4

Тест 24: Укажите номер формулы регулировочной характеристики ЭП постоянного тока с широтно – импульсным преобразователем напряжения в цепи обмотки якоря при симметричном способе управления.

$$U_{я} = k_{сх} U_{2ф} \cos \alpha; \quad (1)$$

$$U_{я} = U_d D; \quad (2)$$

$$U_{я} = U_d (1 - 2D); \quad (3)$$

$$U_{я} = U_d - I_{я} (R_{я} + R_{я.р}), \quad (4)$$

где $U_{я}$ – напряжение, подаваемое на обмотку якоря;

U_d – напряжение источника постоянного тока;

$U_{2ф}$ – напряжение фазы вторичной обмотки трансформатора, питающего управляемый выпрямитель;

D – коэффициент заполнения импульса напряжения, подаваемого на обмотку якоря;

$R_{я}$ – сопротивление обмотки якоря;

$R_{я.р}$ – регулировочное сопротивление, включенное в цепь обмотки якоря;
 $I_я$ – ток обмотки якоря;
 α – угол регулирования;
 $k_{сх}$ – коэффициент преобразования схемы.

Номер ответа	Номер формулы
1	1
2	2
3	3
4	4

Тест 25: Укажите номер формулы регулировочной характеристики ЭП постоянного тока при регулировании сопротивления цепи обмотки якоря

$$U_я = k_{сх} U_{2ф} \cos \alpha; \quad (1)$$

$$U_я = U_d D; \quad (2)$$

$$U_я = U_d (1 - 2D); \quad (3)$$

$$U_я = U_d - I_я (R_я + R_{я.р}), \quad (4)$$

где $U_я$ – напряжение, подаваемое на обмотку якоря;

U_d – напряжение источника постоянного тока;

$U_{2ф}$ – напряжение фазы вторичной обмотки трансформатора, питающего управляемый выпрямитель;

D – коэффициент заполнения импульса напряжения, подаваемого на обмотку якоря;

$R_я$ – сопротивление обмотки якоря;

$R_{я.р}$ – регулировочное сопротивление, включенное в цепь обмотки якоря;

$I_я$ – ток обмотки якоря;

α – угол регулирования;

$k_{сх}$ – коэффициент преобразования схемы.

Номер ответа	Номер формулы
1	1
2	2
3	3
4	4

Тест 26:

Укажите номер формулы (1, 2, 3 или 4), передаточной функции скоростного ЭП постоянного тока по управляющему воздействию с учетом электромагнитных переходных процессов при условии, что выходной координатой является угловая скорость вращения двигателя.

$$W_{\Omega}^y(p) = \frac{\Omega(p)}{U_я(p)} = \frac{k_U}{T_m T_{\Omega} p^2 + T_{mp} + 1}. \quad (1)$$

$$W_{\Omega}^B(p) = \frac{\Omega(p)}{M_{нг}(p)} = \frac{K_M(T_{\Delta}p+1)}{T_M T_{\Delta} p^2 + T_M p + 1}, \quad (2)$$

$$W_{\Omega}^y(p) = \frac{\Omega(p)}{U_{я}(p)} = \frac{k_U}{T_M p + 1}. \quad (3)$$

$$W_{\Omega}^B(p) = \frac{\Omega(p)}{M_{нг}(p)} = \frac{K_M}{T_M p + 1}. \quad (4)$$

где:

$K_M = R_{я} / (C_e \Phi)^2$ - коэффициент передачи двигателя по возмущению;

$k_U = 1/k_{\epsilon} = 1/(C_e \Phi)$ - коэффициент передачи двигателя по управляющему воздействию;

$T_M = J_{я} R_{я} / (C_e \Phi)^2$ - электромеханическая постоянная времени ЭП;

$T_{\Delta} = L_{я} / R_{я}$ - электромагнитная постоянная времени ЭП.

Номер ответа	Номер формулы
1	1
2	2
3	3
4	4

Тест 27:

Укажите номер формулы (1, 2, 3 или 4), передаточной функции ЭП постоянного тока по возмущению (по моменту двигателя) без учета электромагнитных переходных процессов при условии, что выходной координатой является угловая скорость вращения двигателя.

$$W_{\Omega}^y(p) = \frac{\Omega(p)}{U_{я}(p)} = \frac{k_U}{T_M T_{\Delta} p^2 + T_M p + 1}. \quad (1)$$

$$W_{\Omega}^B(p) = \frac{\Omega(p)}{M_{нг}(p)} = \frac{K_M(T_{\Delta}p+1)}{T_M T_{\Delta} p^2 + T_M p + 1}, \quad (2)$$

$$W_{\Omega}^y(p) = \frac{\Omega(p)}{U_{я}(p)} = \frac{k_U}{T_M p + 1}. \quad (3)$$

$$W_{\Omega}^B(p) = \frac{\Omega(p)}{M_{нг}(p)} = \frac{K_M}{T_M p + 1}. \quad (4)$$

где:

$K_M = R_{я} / (C_e \Phi)^2$ - коэффициент передачи двигателя по возмущению;

$k_U = 1/k_{\epsilon} = 1/(C_e \Phi)$ - коэффициент передачи двигателя по управляющему воздействию;

$T_M = J_{я} R_{я} / (C_e \Phi)^2$ - электромеханическая постоянная времени ЭП;

$T_{\Delta} = L_{я} / R_{я}$ - электромагнитная постоянная времени ЭП.

Номер ответа	Номер формулы
1	1
2	2
3	3
4	4

Текст 28: Укажите номер формулы (1, 2, 3 или 4), передаточной функции ЭП постоянного тока по возмущению (по моменту двигателя) с учетом электромагнитных переходных процессов при условии, что выходной координатой является угловая скорость вращения двигателя.

$$W_{\Omega}^y(p) = \frac{\Omega(p)}{U_{\text{я}}(p)} = \frac{k_U}{T_M T_{\Delta} p^2 + T_M p + 1}. \quad (1)$$

$$W_{\Omega}^B(p) = \frac{\Omega(p)}{M_{\text{нг}}(p)} = \frac{K_M (T_{\Delta} p + 1)}{T_M T_{\Delta} p^2 + T_M p + 1}, \quad (2)$$

$$W_{\Omega}^y(p) = \frac{\Omega(p)}{U_{\text{я}}(p)} = \frac{k_U}{T_M p + 1}. \quad (3)$$

$$W_{\Omega}^B(p) = \frac{\Omega(p)}{M_{\text{нг}}(p)} = \frac{K_M}{T_M p + 1}. \quad (4)$$

где:

$K_M = R_{\text{я}} / (C_e \Phi)^2$ – коэффициент передачи двигателя по возмущению;

$k_U = 1/k_e = 1/(C_e \Phi)$ – коэффициент передачи двигателя по управляющему воздействию;

$T_M = J_{\text{я}} R_{\text{я}} / (C_e \Phi)^2$ – электромеханическая постоянная времени ЭП;

$T_{\Delta} = L_{\text{я}} / R_{\text{я}}$ – электромагнитная постоянная времени ЭП.

Номер ответа	Номер формулы
1	1
2	2
3	3
4	4

Тест 29: Укажите номер формулы (1, 2, 3 или 4), передаточной функции ЭП постоянного тока по управляющему воздействию без учета электромагнитных переходных процессов при условии, что выходной координатой является угловая скорость вращения двигателя.

$$W_{\Omega}^y(p) = \frac{\Omega(p)}{U_{\text{я}}(p)} = \frac{k_U}{T_M T_{\Delta} p^2 + T_M p + 1}. \quad (1)$$

$$W_{\Omega}^B(p) = \frac{\Omega(p)}{M_{нг}(p)} = \frac{K_M(T_{\Omega}p+1)}{T_M T_{\Omega} p^2 + T_M p + 1}, \quad (2)$$

$$W_{\Omega}^y(p) = \frac{\Omega(p)}{U_{я}(p)} = \frac{k_U}{T_M p + 1}. \quad (3)$$

$$W_{\Omega}^B(p) = \frac{\Omega(p)}{M_{нг}(p)} = \frac{K_M}{T_M p + 1}. \quad (4)$$

где: Н

$K_M = R_{я} / (C_e \Phi)^2$ - коэффициент передачи двигателя по возмущению;

$k_U = 1/k_{\epsilon} = 1 / (C_e \Phi)$ - коэффициент передачи двигателя по управляющему воздействию;

$T_M = J_{я} R_{я} / (C_e \Phi)^2$ - электромеханическая постоянная времени ЭП;

$T_{\Omega} = L_{я} / R_{я}$ - электромагнитная постоянная времени ЭП.

Номер ответа	Номер формулы
1	1
2	2
3	3
4	4

Тест 30:

Укажите номер формулы (1, 2, 3 или 4), передаточной функции ЭП постоянного тока по управляющему воздействию с учетом электромагнитных переходных процессов при условии, что выходной координатой является угол поворота вала двигателя

$$W_{\varphi}^y(p) = \frac{\varphi(p)}{U_{я}(p)} = \frac{k_U}{(T_M T_{\Omega} p^2 + T_M p + 1)p}; \quad (1)$$

$$W_{\varphi}^B(p) = \frac{\varphi(p)}{M(p)} = \frac{K_M(T_{\Omega}p+1)}{(T_M T_{\Omega} p^2 + T_M p + 1)p}. \quad (2)$$

$$W_{\varphi}^y(p) = \frac{\varphi(p)}{U_{я}(p)} = \frac{k_U}{(T_M p + 1)p}; \quad (3)$$

$$W_{\varphi}^B(p) = \frac{\varphi(p)}{M(p)} = \frac{K_M}{(T_M p + 1)p}. \quad (4)$$

где:

$K_M = R_{я} / (C_e \Phi)^2$ - коэффициент передачи двигателя по возмущению;

$k_U = 1/k_{\epsilon} = 1 / (C_e \Phi)$ - коэффициент передачи двигателя по управляющему воздействию;

$T_M = J_{я} R_{я} / (C_e \Phi)^2$ - электромеханическая постоянная времени ЭП;

$T_{\Omega} = L_{я} / R_{я}$ - электромагнитная постоянная времени ЭП.

	Номер ответа	Номер формулы	
	1	1	
	2	2	
	3	3	
	4	4	
2	Что понимается под ремонтным режимом работы электроустановки?		ПК-3.В.1
3	В чем заключается техническое обслуживание электрических машин: обслуживание систем и узлов синхронных генераторов и компенсаторов?		
4	В чем заключается техническое обслуживание силовых трансформаторов и автотрансформаторов?		
5	Факторы, приводящие к отказу электротехнического оборудования.		
6	Оценка риска (уровень риска) при функционировании электротехнического оборудования.		
7	Оценка вероятности возникновения потенциальной опасности в электроустановке.		
8	Меры по предупреждению потенциальной опасности в электроустановке.		
9	Внешние физические факторы воздействия на электротехническое оборудование (температура, радиация, влажность и загрязнения атмосферы, механические воздействия).		

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
1	Электропривод постоянного тока. Расчет механических естественных и искусственных характеристик.
2	Электропривод постоянного тока. Расчет естественной и искусственных механических характеристик ЭП постоянного тока при реостатном способе регулирования скорости вращения .
3	Расчет искусственных электромеханических характеристик ЭП постоянного тока с реверсивным тиристорным преобразователем в цепи обмотки якоря.
4	Расчет естественной и искусственных механических характеристик асинхронного двигателя
5	Расчет пусковых характеристик асинхронного двигателя

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

Лекционный материал в полном объеме излагается в лекционной аудитории согласно расписанию. Для более полного и глубокого ознакомления студентов с материалами лекции, ее электронная версия размещается в Личном кабинете в разделе «Материалы».

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

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

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

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

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

Требования к проведению практических занятий

1. Все студенты должны быть ознакомлены с темами практических занятий, приведенными в таблице 5.
2. Практические занятия целесообразно проводить по темам, предварительно изученными студентами на лекциях или самостоятельно.
3. В начале каждого практического занятия необходимо провести тестовый контроль подготовки студентов к этому занятию, воспользовавшись вопросами тестового контроля, приведенными в таблице 18.
4. С целью повышения эффективности практических занятий необходимо изучение каждой темы сопровождать решением задач. Темы практических занятий приведены в таблице 5.

11.3. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Студенты разбиваются на подгруппы, по 3-4 человека. Перед проведением лабораторной работы обучающимся следует внимательно ознакомиться с методическими указаниями по ее выполнению. В соответствии с заданием обучающиеся должны подготовить необходимые данные, получить от преподавателя допуск к выполнению лабораторной работы, выполнить указанную последовательность действий, получить требуемые результаты, оформить и защитить отчет по лабораторной работе.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен включать в себя: титульный лист, формулировку задания, теоретические положения, используемые при выполнении лабораторной работы, описание процесса выполнения лабораторной работы, полученные результаты и выводы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

По каждой лабораторной работе выполняется отдельный отчет. Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом) приведенным на сайте ГУАП (www.guap.ru) в разделе «Сектор нормативной документации». Текстовые и

графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП (www.guap.ru) в разделе «Сектор нормативной документации».

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

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

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Проведение текущего контроля успеваемости осуществляется с помощью тестов, приведенных в таблице 18. Оценивание текущего контроля успеваемости оценивается по системе зачет/ не зачет. Положительный результат текущего контроля успеваемости дает студенту дополнительный балл при проведении промежуточной аттестации.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

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

Промежуточная аттестация оценивается по результатам текущего контроля успеваемости. В случае, если студент по уважительной причине не выполнил требования текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать задолженности по пропущенным темам. Форма проведения промежуточной аттестации – письменная.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой