

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

Кафедра №31

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель направления

д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

В.Ф. Шишлаков

(подпись)

«22» июня 2020 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Исполнительные устройства систем управления»

(Название дисциплины)

Код направления	27.03.04
Наименование направления/ специальности	Управление в технических системах
Наименование направленности	Управление и информатика в технических системах
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург 2020 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

к.т.н., доц., с.н.с.

22.06.20


подпись, дата

В.С. АКОПОВ

инициалы, фамилия

должность, уч. степень, звание

Программа одобрена на заседании кафедры № 31

«22» июня 2020 г, протокол № 7

Заведующий кафедрой № 31

д.т.н., проф.

22.06.20


подпись, дата

В.Ф. Шишлаков

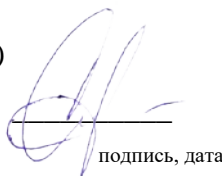
инициалы, фамилия

должность, уч. степень, звание

Ответственный за ОП 27.03.04(01)

Ст. преп.

22.06.20


подпись, дата

Н.В. Решетникова

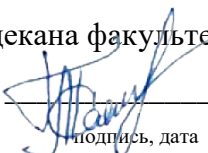
инициалы, фамилия

должность, уч. степень, звание

Заместитель директора института (декана факультета) № 3 по методической работе

и.о. зав. каф., к.э.н., доц.

22.06.20


подпись, дата

Г.С. Армашова-Тельник

инициалы, фамилия

должность, уч. степень, звание

Аннотация

Дисциплина «Исполнительные устройства систем управления» входит в базовую часть образовательной программы подготовки обучающихся по направлению «27.03.04 «Управление в технических системах» направленность «Управление и информатика в технических системах». Дисциплина реализуется кафедрой №31.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

профессиональных компетенций:

ПК-1 «способность выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств»,

ПК-7 «способность разрабатывать проектную документацию в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями»,

ПК-10 «готовность к участию в работах по

изготовлению, отладке и сдаче в

эксплуатацию систем и средств

автоматизации и управления»,

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с исполнительными устройствами систем автоматического управления постоянного и переменного тока, статическими и динамическими характеристиками исполнительных двигателей, построением их математических моделей, оценкой влияния исполнительных устройств на динамику систем автоматического управления.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

В процессе проектирования и исследования системы автоматического управления важное значение имеют исполнительные устройства, осуществляющие преобразование энергии электромагнитного поля в механическое движение. Динамические свойства САУ во многом зависят от динамических характеристик исполнительных двигателей, а статические характеристики необходимо учитывать при разработке законов управления систем. Изучение дисциплины «Исполнительные устройства систем управления» дает возможность студентам не только изучать подходы к построению математических моделей исполнительных устройств различных классов, но и проводить экспериментальное исследование их статических и динамических характеристик.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

В процессе проектирования и исследования системы автоматического управления важное значение имеют исполнительные устройства, осуществляющие преобразование энергии электромагнитного поля в механическое движение. Динамические свойства САУ во многом зависят от динамических характеристик исполнительных двигателей, а статические характеристики необходимо учитывать при разработке законов управления систем. Изучение дисциплины «Исполнительные устройства систем управления» дает возможность студентам не только изучать подходы к построению математических моделей исполнительных устройств различных классов, но и проводить экспериментальное исследование их статических и динамических характеристик.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями: ПК-1 «способность выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств»:

знать – основные показатели, характеризующие исполнительные двигатели

уметь – проводить экспериментальные исследования статических и динамических характеристик исполнительных двигателей

владеть навыками – обработки экспериментальных данных

иметь опыт деятельности – в области построения математических моделей исполнительных двигателей;

ПК-7 «способность разрабатывать проектную документацию в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями»:

знать – стандарты по графическому изображению электрических принципиальных схем

уметь – работать в графических редакторах

владеть навыками – работы с прикладными пакетами программ

иметь опыт деятельности – в области оформления результатов экспериментальных исследований исполнительных двигателей;

ПК-10 «готовность к участию в работах по изготовлению, отладке и сдаче в эксплуатацию систем и средств автоматизации и управления»:

знать – основные принципы построения систем автоматического управления постоянного и переменного тока

уметь – проводить оценку адекватности математических моделей на основе обработки результатов эксперимента

владеть навыками – натурных испытаний исполнительных двигателей в различных режимах работы

иметь опыт деятельности – в области экспериментальных исследований и математического моделирования элементов систем автоматического управления;

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин:

– Преобразовательные устройства систем управления

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

– Системы управления приводами;

– Теория дискретных систем.

3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№5
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)	5/ 180	5/ 180
<i>Из них часов практической подготовки</i>	34	34
<i>Аудиторные занятия, всего час.,</i> <i>В том числе</i>	51	51
лекции (Л), (час)	17	17
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)	54	54
<i>Самостоятельная работа, всего</i>	75	75
Вид промежуточного контроля: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.	Экз.

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 6					
Раздел 1. Классификация исполнительных устройств систем автоматического управления	1				
Раздел 2. Двигатели постоянного тока независимого возбуждения	6	8	4		18
Раздел 3. Двигатели постоянного тока последовательного возбуждения	4	4	4		14
Раздел 4. Двигатели постоянного тока смешанного возбуждения	1	2			4
Раздел 5. Асинхронные двигатели	3	3	4		10

Тема 6. Синхронные двигатели	1		4		16
Тема 7. Моментные двигатели	1				13
Итого в семестре:	17	17	17		75
Итого:	17	17	17	0	75

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Обобщенная функциональная схема САУ. Классификация исполнительных двигателей. Основные характеристики исполнительных двигателей. Статические характеристики.
2	Математическая модель ДПТ НВ. Механические характеристики ДПТ НВ. Регулирование скорости вращения ДПТ НВ. Регулировочные характеристики ДПТ НВ. Режимы работы ДПТ НВ. Переходные процессы ДПТ НВ.
3	Математическая модель двигателя постоянного тока последовательного возбуждения. Механические характеристики ДПТ ПВ. Регулировочные характеристики ДПТ ПВ. Режимы работы ДПТ ПВ. Переходные процессы ДПТ ПВ
4	Механические характеристики ДПТ СВ. Режимы работы
5	Механические характеристики АД. Регулировочные характеристики АД. Режимы работы АД.
6	Механическая характеристика СД. Угловая характеристика СД. Режимы работы
7	Функциональная схема моментного двигателя. Принцип работы. Характеристики.

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – 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	Механические характеристики ДПТ НВ	Расчетно-графическая работа. Решение задач	1	1	2
2	Расчет пусковых и тормозных сопротивлений	Расчетное задание. Решение задач	1	1	2
3	Многоступенчатый пуск исполнительного двигателя	Расчетно-графическая работа. Решение задач	2	2	2 - 5
4	Механические переходные процессы. Пуск ИД.	Расчетно-графическая работа. Решение задач	2	2	2-4
5	Механические переходные процессы. Торможение противовключением.	Расчетно-графическая работа.	2	2	2-4

		Решение задач			
6	Механические переходные процессы. Динамическое торможение.	Расчетно-графическая работа. Решение задач	2	2	2-4
7	Электромеханические переходные процессы	Расчетно-графическая работа. Решение задач	2	2	2-4
8	Расчет переходного процесса по току при многоступенчатом пуске	Расчетно-графическая работа. Решение задач	2	2	2, 5
9	Расчет переходного процесса по скорости при многоступенчатом пуске	Расчетно-графическая работа.	2	2	2,5
10	Заключительное занятие		1	1	
Всего:			17	17	

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 6				
1	Исследование статических и динамических характеристик ДПТ НВ	4	4	2
	Исследование статических и динамических ДПТ ПВ	4	4	2
2	Исследование статических и динамических АД	4	4	5
3	Исследование статических и динамических СД	4	4	6
4	Заключительное занятие	1	1	1-7
Всего:		17	17	

4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа студентов

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 6, час
1	2	3
Самостоятельная работа, всего	75	75
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	63	63
оформление отчетов по лабораторным работам	12	12

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 8-10.

6. Перечень основной и дополнительной литературы

6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
681.5 Ш 65	Исполнительные устройства систем автоматического управления постоянного тока [Текст] : учебное пособие / В. Ф. Шишлаков ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2008. - 79 с	100
62-83 М-29	Электрический привод [Текст] Учебное пособие/ А. А. Мартынов С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2015. – 518 с	62

6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
629.7 П51	Расчет основных параметров исполнительных механизмов следящих приводов летательных аппаратов [Текст] / В. А.Полковников, А. В.Сергеев. - произв. изд. - М. : Машиностроение, 1988. - 189 с.	26

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

URL адрес	Наименование
	Не предусмотрено

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

8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

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

Состав материально-технической базы 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	21-08
2	Специализированная лаборатория «Электрические машины»	21-14a

10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Тесты.

10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
	ПК-1 «способность выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств»
2	Информационные технологии
4	Метрология, стандартизация и сертификация
4	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
5	Преобразовательные устройства систем управления
5	Исполнительные устройства систем управления
6	Микроконтроллеры

6	Производственная практика научно-исследовательская работа
8	Математические методы исследований
8	Производственная преддипломная практика
ПК-7 «способность разрабатывать проектную документацию в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями»	
5	Исполнительные устройства систем управления
6	Оптимальные системы
6	Теория дискретных систем управления
7	Системы управления приводами
7	Технико-экономические риски при создании новой техники
7	Теория дискретных систем управления
8	Системы управления приводами
ПК-10 «готовность к участию в работах по изготовлению, отладке и сдаче в эксплуатацию систем и средств автоматизации и управления»	
5	Преобразовательные устройства систем управления
5	Прикладное программирование
5	Исполнительные устройства систем управления
6	Схемотехника средств контроля
6	Прикладное программирование
6	Теория дискретных систем управления
7	Системы управления приводами
7	Теория дискретных систем управления
8	Системы управления приводами

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно–рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100–балльная и 4–балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции		Характеристика сформированных компетенций
100-балльная шкала	4-балльная шкала	
$85 \leq K \leq 100$	«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.
$70 \leq K \leq 84$	«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;

		<ul style="list-style-type: none"> - аргументирует научные положения; - делает выводы и обобщения; - владеет системой специализированных понятий.
$55 \leq K \leq 69$	«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.
$K \leq 54$	«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.

10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
1	Характеристики исполнительных двигателей. Динамические. Статические.
2	Механические характеристики ДПТ НВ.
3	Влияние напряжения сети, сопротивления якоря, магнитного потока на механические характеристики ДПТ НВ.
4	Регулировочные характеристики ДПТ НВ.
5	Режимы работы ДПТ НВ. Двигательный режим.
6	Режимы работы ДПТ НВ. Торможение противовключением.
7	Режимы работы ДПТ НВ. Режим рекуперативного торможения.
8	Режимы работы ДПТ НВ. Динамическое торможение
9	Использование тормозных режимов для остановки ДПТ НВ.
10	Многоступенчатый пуск ДПТ НВ.
11	Механические характеристики ДПТ ПВ.
12	Регулирование скорости вращения ДПТ ПВ.
13	Регулировочные характеристики ДПТ ПВ.
14	Режимы работы ДПТ ПВ. Динамическое торможение.
15	Механические характеристики ДПТ смешанного возбуждения.
16	Механические переходные процессы по скорости ДПТ НВ при постоянном моменте нагрузки.
17	Расчет переходных процессов при изменении статической нагрузки.
18	Расчет переходных процессов при многоступенчатом пуске исполнительного двигателя.
19	Переходные процессы при торможении противовключением и реверсе ИД при активном моменте нагрузки.
20	Переходные процессы при торможении противовключением и реверсе ИД при активном моменте нагрузки
21	Переходные процессы при динамическом торможении ИД при активном моменте нагрузки

22	Переходные процессы при динамическом торможении ИД при реактивном моменте нагрузки
23	Электромеханические процессы по скорости в ДПТ НВ при постоянном моменте нагрузки.
24	Электромеханические процессы по току в ДПТ НВ при постоянном моменте нагрузки.
25	Механические переходные процессы по току ДПТ НВ при постоянном моменте нагрузки.
26	Механические характеристики АД.
27	Влияние параметров на характеристики АД.
28	Генераторные режимы работы АД. Режим рекуперативного торможения.
29	Генераторные режимы работы АД. Режим торможения противовключением и динамического торможения.
30	Построение характеристик АД. Расчет пусковых сопротивлений АД.
31	Механические и угловые характеристики синхронных электродвигателей.
32	Статические характеристики моментных двигателей.
33	Статические характеристики гидродвигателей.

2. Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 17)

Таблица 17 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета
	Учебным планом не предусмотрено

3. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

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

4. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

Примерный перечень вопросов для тестов	
Вопросы по двигателям постоянного тока	
1.	Какие характеристики двигателей называются статическими?
2.	Какие характеристики двигателей называются динамическими?
3.	Какие воздействия для двигателя являются управляющими?
4.	Какие воздействия для двигателя являются возмущающими?
5.	Какая зависимость называется механической характеристикой двигателя?
6.	Какая зависимость называется электромеханической (скоростной) характеристикой двигателя?
7.	Какая зависимость называется регулировочной характеристикой двигателя?
8.	Какие характеристики двигателя называются естественными?
9.	Какие характеристики двигателя называются искусственными?
10.	Как определяются жесткость механической характеристики?
11.	Какую жесткость имеют абсолютно жесткие характеристики?
12.	Какую величину жесткости имеют жесткие характеристики?
13.	Какую величину жесткости имеют мягкие характеристики?
14.	Какие двигатели имеют абсолютно жесткую характеристику?
15.	Какие двигатели имеют жесткую характеристику?
16.	Какие двигатели имеют мягкую характеристику?

17. Какая величина называется падением скорости?
18. Какая величина называется скольжением?
19. Написать уравнение механической характеристики ДПТ НВ?
20. Написать уравнение скоростной (электромеханической) характеристики ДПТ НВ?
21. Как меняется скорость холостого хода ДПТ НВ при увеличении напряжения управления (при постоянстве других параметров)?
22. Как меняется скорость холостого хода ДПТ НВ при уменьшении напряжения управления (при постоянстве других параметров)?
23. Как меняется пусковой момент ДПТ НВ при увеличении напряжения управления (при постоянстве других параметров)?
24. Как меняется пусковой момент ДПТ НВ при уменьшении напряжения управления (при постоянстве других параметров)?
25. Как меняется жесткость механической характеристики ДПТ НВ при изменении напряжения управления (при постоянстве других параметров)?
26. Как меняется скорость холостого хода ДПТ НВ при увеличении магнитного потока (при постоянстве других параметров)?
27. Как меняется скорость холостого хода ДПТ НВ при уменьшении магнитного потока (при постоянстве других параметров)?
28. Как меняется пусковой момент ДПТ НВ при увеличении магнитного потока (при постоянстве других параметров)?
29. Как меняется пусковой момент ДПТ НВ при уменьшении магнитного потока (при постоянстве других параметров)?
30. Как меняется жесткость механической характеристики ДПТ НВ при уменьшении магнитного потока (при постоянстве других параметров)?
31. Как меняется жесткость механической характеристики ДПТ НВ при увеличении магнитного потока (при постоянстве других параметров)?
32. Как меняется жесткость механической характеристики ДПТ НВ при уменьшении добавочного сопротивления (при постоянстве других параметров)?
33. Как меняется жесткость механической характеристики ДПТ НВ при увеличении добавочного сопротивления (при постоянстве других параметров)?
34. Жесткость естественной или искусственной механической характеристик ДПТ НВ больше?
35. Жесткость естественной или искусственной механической характеристик ДПТ НВ меньше?
36. Что такое напряжение трогания для ДПТ НВ?
37. Проходит ли через начало координат регулировочная характеристика ДПТ НВ по напряжению при активном моменте нагрузки?
38. Проходит ли через начало координат регулировочная характеристика ДПТ НВ по напряжению при реактивном моменте нагрузки?
39. Какую экстремальную скорость будет иметь ДПТ НВ в случае экстремального магнитного потока?
40. В каких тормозных режимах может работать ДПТ НВ?
41. Какое соотношение между знаками скорости и момента обеспечивает двигательный режим работы ДПТ НВ?
42. Какое соотношение между знаками скорости и момента обеспечивает генераторные режимы работы ДПТ НВ?
43. Чем характеризуется режим рекуперативного торможения ДПТ НВ?
44. Каким образом обеспечивается режим динамического торможения ДПТ НВ?
45. Может ли ДПТ НВ под действием внешнего момента перейти в режим торможения противовключением?
46. Может ли ДПТ НВ под действием силы инерции перейти в режим торможения противовключением?
47. Может ли ДПТ НВ перейти в режим рекуперативного торможения при активном

- моменте нагрузки на валу?
48. Может ли ДПТ НВ перейти в режим рекуперативного торможения при реактивном моменте нагрузки на валу?
 49. С какой целью используется многоступенчатый пуск ДПТ НВ?
 50. Каким образом электромеханическая постоянная времени ДПТ НВ зависит от момента инерции?
 51. Как изменится электромеханическая постоянная времени ДПТ НВ при увеличении момента инерции?
 52. Как изменится электромеханическая постоянная времени ДПТ НВ при уменьшении момента инерции?
 53. Каким образом электромеханическая постоянная времени ДПТ НВ зависит от величины добавочного сопротивления?
 54. Как изменится электромеханическая постоянная времени ДПТ НВ при увеличении добавочного сопротивления?
 55. Как изменится электромеханическая постоянная времени ДПТ НВ при уменьшении добавочного сопротивления?
 56. Каким образом электромеханическая постоянная времени ДПТ НВ зависит от конструктивной постоянной двигателя?
 57. Каким образом электромеханическая постоянная времени ДПТ НВ зависит от величины магнитного потока?
 58. Как изменится электромеханическая постоянная времени ДПТ НВ при увеличении магнитного потока?
 59. Как изменится электромеханическая постоянная времени ДПТ НВ при уменьшении магнитного потока?
 60. Каким образом электромагнитная постоянная времени ДПТ НВ зависит от величины добавочного сопротивления?
 61. Как изменится электромагнитная постоянная времени ДПТ НВ при увеличении добавочного сопротивления?
 62. Как изменится электромагнитная постоянная времени ДПТ НВ при уменьшении добавочного сопротивления?
 63. Каким образом электромагнитная постоянная времени ДПТ НВ зависит от индуктивности обмотки?
 64. В каком случае бросок тока будет больше: при прямом или многоступенчатом пуске ДПТ НВ?
 65. В каком случае время переходных процессов по току и скорости будет меньше: при прямом или многоступенчатом пуске ДПТ НВ?
 66. В каком случае время переходных процессов по току и скорости больше: при прямом или многоступенчатом пуске ДПТ НВ?
 67. Какое соотношение между электромеханической и электромагнитной постоянными ДПТ НВ обеспечивает экспоненциальные переходные процессы по току и скорости?
 68. Какое соотношение между электромеханической и электромагнитной постоянными ДПТ НВ обеспечивает колебательные переходные процессы по току и скорости?
 69. Написать уравнение механической характеристики ДПТ ПВ для малых моментов нагрузки?
 70. Написать уравнение скоростной (электромеханической) характеристики ДПТ ПВ для малых токов нагрузки?
 71. Написать уравнение механической характеристики ДПТ ПВ для больших моментов нагрузки?
 72. Написать уравнение скоростной (электромеханической) характеристики ДПТ ПВ для больших токов нагрузки?
 73. Можно ли осуществлять пуск ДПТ ПВ на холостом ходу?
 74. При каком минимальном моменте нагрузке осуществляется пуск ДПТ ПВ?
 75. Как изменяется пусковой момент ДПТ ПВ на участке малых моментов при увеличении

напряжения управления?

76. Как изменяется пусковой момент ДПТ ПВ на участке малых моментов при уменьшении напряжения управления?
77. Как изменяется пусковой момент ДПТ ПВ на участке малых моментов при увеличении добавочного сопротивления?
78. Как изменяется пусковой момент ДПТ ПВ на участке малых моментов при уменьшении добавочного сопротивления?
79. В каких генераторных режимах может работать ДПТ ПВ?
80. Написать уравнение механической характеристики ДПТ СВ?

Вопросы по двигателям переменного тока

1. Написать уравнение для скольжения АД?
2. Написать уравнение механической характеристики АД?
3. Написать уравнение для критического скольжения АД?
4. При каких значениях скольжения обеспечивается двигательный режим АД?
5. При каких значениях скольжения обеспечивается двигательный режим АД?
6. При каких значениях скольжения обеспечивается режим торможения противовключением АД?
7. При каких значениях скольжения обеспечивается режим рекуперативного торможения АД?
8. В каком режиме будет работать АД при изменении скольжения в интервале от 0 до 1?
9. В каком режиме будет работать АД при отрицательных значениях скольжения?
10. В каком режиме будет работать АД, скольжение больше 1?
11. Как изменяется значение скорости холостого хода АД при изменении увеличении добавочного сопротивления в обмотке ротора?
12. Как изменяется значение скорости холостого хода АД при изменении уменьшении добавочного сопротивления в обмотке ротора?
13. Как изменяется значение критического момента АД при увеличении добавочного сопротивления в обмотке ротора?
14. Как изменяется значение критического момента АД при уменьшении добавочного сопротивления в обмотке ротора?
15. Как изменяется жесткость механической характеристики АД при увеличении добавочного сопротивления в обмотке ротора?
16. Как изменяется жесткость механической характеристики АД при уменьшении добавочного сопротивления в обмотке ротора?
17. Как изменяется жесткость механической характеристики АД при увеличении напряжения питающей сети?
18. Как изменяется жесткость механической характеристики АД при уменьшении напряжения питающей?
19. Как изменяется значение критического момента АД при увеличении напряжения питающей сети?
20. Как изменяется значение критического момента АД при уменьшении напряжения питающей сети?
21. Как изменяется значение пускового момента АД при увеличении напряжения питающей сети?
22. Как изменяется значение пускового момента АД при уменьшении напряжения питающей сети?
23. Как изменяется значение критического скольжения АД при увеличении напряжения питающей сети?
24. Как изменяется значение критического скольжения АД при уменьшении напряжения питающей сети?
25. Как изменяется значение скорости холостого хода АД при уменьшении частоты напряжения питающей сети?
26. Как изменяется значение скорости холостого хода АД при увеличении частоты

напряжения питающей сети?
27. Как изменяется значение пускового момента АД при уменьшении частоты напряжения питающей сети?
28. Как изменяется значение пускового момента АД при увеличении частоты напряжения питающей сети?
29. Как изменяется значение критического момента АД при уменьшении частоты напряжения питающей сети?
30. Как изменяется значение критического момента АД при увеличении частоты напряжения питающей сети?
31. В каком интервале значений может изменяться скольжение АД для обеспечения рекуперации энергии в питающую сеть?
32. Что представляет собой механическая характеристика СД?
33. Написать уравнение угловой характеристики СД?
34. Написать уравнения для синхронной скорости СД?
35. При каком значении угла θ СД «выпадает» из синхронизма?

5. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
	Не предусмотрено

10.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «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».

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В процессе проектирования и исследования системы автоматического управления важное значение имеют исполнительные устройства, осуществляющие преобразование энергии электромагнитного поля в механическое движение. Динамические свойства САУ во многом зависят от динамических характеристик исполнительных двигателей, а статические характеристики необходимо учитывать при разработке законов управления систем. Изучение дисциплины «Исполнительные устройства систем управления» дает возможность студентам не только изучать подходы к построению математических моделей исполнительных устройств различных классов, но и проводить экспериментальное исследование их статических и динамических характеристик.

Знания, полученные в ходе освоения дисциплины, будут использоваться при изучении «Системы управления приводами», «Автоматизация проектирования систем управления», а также в ходе прохождения производственной практики и выполнении научно-исследовательской работы.

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 обучающимся 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:

- Раздел 1. Классификация исполнительных устройств систем автоматического управления
- Раздел 2. Двигатели постоянного тока независимого возбуждения
- Раздел 3. Двигатели постоянного тока последовательного возбуждения
- Раздел 4. Двигатели постоянного тока смешанного возбуждения
- Раздел 5. Асинхронные двигатели
- Раздел 6. Синхронные двигатели
- Раздел 7 Моментные двигатели.

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 обучающемуся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся 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.

Функции практических занятий:

- познавательная;
- развивающая;
- воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;
- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;
- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно

выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться:

- в интерактивной форме (решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), деловая учебная игра, ролевая игра, психологический тренинг, кейс, мозговой штурм, групповые дискуссии);
- в не интерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач и другое).

Методика проведения практического занятия может быть различной, при этом важно достижение общей цели дисциплины.

Требования к проведению практических занятий

Необходимые для выполнения расчетных и расчетно-графических заданий материалы с примерами расчетов и графических построений изложены в учебном пособии Исполнительные устройства систем автоматического управления постоянного тока [Текст] : учебное пособие / В. Ф. Шишлаков ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2008. - 79 с

Методические указания для обучающихся по прохождению 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 у 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

Проведение лабораторных работ регламентируется правилами охраны труда и техники безопасности, утвержденными ректором ГУАП. Задание на выполнение лабораторных работ определяется преподавателем в соответствии с настоящей программой дисциплины и учебным планом направления 27.03.04 (методические указания приведены в электронных ресурсах кафедры) и изложены в учебном пособии Математическое моделирование исполнительных двигателей постоянного тока независимого возбуждения [Текст] : методические указания к лабораторному практикуму / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост. С. В. Житкова [и др.] ; ред. В. Ф. Шишлаков. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2009. - 43 с.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен содержать следующие обязательные разделы:

1. Титульный лист
2. Цель выполнения лабораторной работы
3. Принципиальные или функциональные схемы экспериментов
4. Результаты экспериментов в виде таблиц и графиков
5. Теоретические расчеты (при необходимости)
6. Выводы по лабораторной работе

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Оформление отчета по лабораторной работе должно соответствовать требованиям правилам оформления текстовых документов ГОСТ 7.32-2001 и нормативным документам ГУАП (guap.ru).

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 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».

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

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
24.06.2021	Внедрение практической подготовки в дисциплину	23.06.2021 протокол №8	