

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

Кафедра № 31

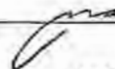
УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель направления

д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

В.Ф. Шишлаков

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«22» июня 2023 \_\_ г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Исполнительные устройства систем управления»  
(Наименование дисциплины)

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

Санкт-Петербург– 2023 \_\_

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Старший преподаватель  
(должность, уч. степень, звание)

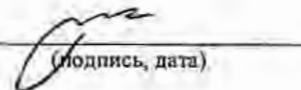
  
(подпись, дата)

С.С. Тимофеев  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 31  
«22» июня 2023 г, протокол № 6

Заведующий кафедрой № 31

д.т.н., проф.  
(уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

В.Ф. Шиплаков  
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 27.03.04(01)

ст. преп.  
(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

Н.В. Решетникова  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

ст. преп.  
(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

Н.В. Решетникова  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Исполнительные устройства систем управления» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 27.03.04 «Управление в технических системах» направленности «Управление и информатика в технических системах». Дисциплина реализуется кафедрой «№31».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-1 «Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики»

ОПК-4 «Способен осуществлять оценку эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов»

ОПК-7 «Способен производить необходимые расчёты отдельных блоков и устройств систем контроля, автоматизации и управления, выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники при проектировании систем автоматизации и управления»

ОПК-9 «Способен выполнять эксперименты по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств»

ПК-6 «Способность производить расчёты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием»

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 обучающегося.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

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

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части 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
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики	ОПК-1.У.1 Умеет применять базовые естественнонаучные и математические знания для решения задач профессиональной деятельности
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-4 Способен осуществлять оценку эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов	ОПК-4.У.1 Умеет получать характеристики моделей реальных объектов для оценки эффективности работы системы управления ОПК-4.В.1 Владеет навыками оценки эффективности работы реальных систем управления, разработанных на основе математических методов
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-7 Способен производить необходимые расчёты отдельных блоков и устройств систем контроля, автоматизации и управления, выбирать	ОПК-7.3.1 Знает стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники при проектировании систем автоматизации и управления ОПК-7.У.1 Умеет производить расчёты отдельных блоков и устройств систем автоматического управления ОПК-7.В.1 Владеет навыками

	стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники при проектировании систем автоматизации и управления	применения расчетов отдельных блоков и устройств при проектировании систем управления
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-9 Способен выполнять эксперименты по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств	ОПК-9.У.1 Умеет работать с результатами, полученными в ходе проведения численного и натурального экспериментов ОПК-9.В.1 Владеет навыками проведения численного и натурального эксперимента
Профессиональные компетенции	ПК-6 Способность производить расчёты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием	ПК-6.У.1 умеет выбирать средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования в рамках задач анализа и синтеза САУ

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Электротехника»,
- «Физика»,
- ...

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

- «Промышленная электроника»,
- «Системы автоматического управления»,
- «Системы управления приводами»,

### 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
		№5
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>	6	6
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	40	40
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

### 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

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

Тема 7. Моментные двигатели	5	2	-	-	6
Итого в семестре:	34	17	17		40
Итого	34	17	17	0	40

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
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 и ОТ
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 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 5					
1	Многоступенчатый пуск исполнительного двигателя	Расчетно-графическая работа. Решение задач	3		2-4
2	Механические переходные процессы. Пуск ИД.	Расчетно-графическая работа. Решение задач	3		2-4
3	Механические переходные	Расчетно-графическая работа.	3		

	процессы. Торможение противовключением.	Решение задач			
4	Расчет переходного процесса по току при многоступенчатом пуске	Расчетно- графическая работа. Решение задач	3		5
5	Расчет переходного процесса по скорости при многоступенчатом пуске	Расчетно- графическая работа.	3		6
6	Заключительное занятие		2		
Всего			17		

#### 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 5				
1	Исследование статических и динамических характеристик ДПТ НВ	3		2
2	Исследование статических и динамических ДПТ ПВ	3		3
3	Исследование статических и динамических АД	3		5
4	Исследование статических и динамических СД	3		6
5	Исследование статических характеристик ОТ	3		5
6	Заключительное занятие	2		
Всего		17		

#### 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 5, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	10	10
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	20	20
Всего:	40	40

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)
681.5 Ш 65	Исполнительные устройства систем автоматического управления постоянного тока [Текст] : учебное пособие / В. Ф. Шишлаков ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2008. - 79 с	100
621.313 В71	Электрические машины. Введение в электротехнику. Машины постоянного тока и трансформаторы : учебник / А. И. Вольдек. - СПб. : ПИТЕР, 2007. - 319 с. : рис., табл. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 315 - 316. - Алф. указ.: с. 317 - 319. - ISBN 5-469-01380-4 : 216.00 р. - Текст : непосредственный. Издание имеет гриф Министерства образования РФ. Выпущено в рамках издательской программы "300 лучших учебников для высшей школы"	8
62-83 М-29	Электрический привод [Текс] Учебное пособие/ А. А. Мартынов С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2015. – 518 с	62
621.313 Т 41	Тимофеев, Сергей Сергеевич (ст. преп.). Электрические машины и трансформаторы	36

	: учебно-методическое пособие / С. С. Тимофеев ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2016. - 92 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 90 (6 назв.). - Б. ц. - Текст : непосредственный.	
--	--	--

#### 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

#### 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	21-07
2	Специализированная лаборатория «Исполнительные устройства систем управления»	21-06

#### 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.

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

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
-------	--	----------------

1	Характеристики исполнительных двигателей. Динамические. Статические.	ОПК-1.У.1
2	Механические характеристики ДПТ НВ.	ОПК-4.У.1
3	Влияние напряжения сети, сопротивления якоря, магнитного потока на механические характеристики ДПТ НВ.	ОПК-4.В.1
4	Регулировочные характеристики ДПТ НВ.	ОПК-7.3.1
5	Режимы работы ДПТ НВ. Двигательный режим.	ОПК-7.У.1
6	Режимы работы ДПТ НВ. Торможение противовключением.	ОПК-7.В.1
7	Режимы работы ДПТ НВ. Режим рекуперативного торможения.	ОПК-9.У.1
8	Режимы работы ДПТ НВ. Динамическое торможение	ОПК-9.В.1
9	Использование тормозных режимов для остановки ДПТ НВ.	ПК-6.У.1
10	Многоступенчатый пуск ДПТ НВ.	ОПК-4.В.1
11	Механические характеристики ДПТ ПВ.	ОПК-4.В.1
12	Регулирование скорости вращения ДПТ ПВ.	ОПК-9.У.1
13	Регулировочные характеристики ДПТ ПВ.	ОПК-9.У.1
14	Режимы работы ДПТ ПВ. Динамическое торможение.	ОПК-9.У.1
15	Механические характеристики ДПТ смешанного возбуждения.	ОПК-4.У.1
16	Механические переходные процессы по скорости ДПТ НВ при постоянном моменте нагрузки.	ОПК-4.У.1
17	Расчет переходных процессов при изменении статической нагрузки.	ОПК-7.У.1
18	Расчет переходных процессов при многоступенчатом пуске исполнительного двигателя.	ОПК-7.У.1
19	Переходные процессы при торможении противовключением и реверсе ИД при активном моменте нагрузки.	ОПК-9.В.1
20	Переходные процессы при торможении противовключением и реверсе ИД при активном моменте нагрузки	ПК-6.У.1
21	Переходные процессы при динамическом торможении ИД при активном моменте нагрузки	ПК-6.У.1
22	Переходные процессы при динамическом торможении ИД при реактивном моменте нагрузки	ПК-6.У.1
23	Электромеханические процессы по скорости в ДПТ НВ при постоянном моменте нагрузки.	ПК-6.У.1
24	Электромеханические процессы по току в ДПТ НВ при постоянном моменте нагрузки.	ПК-6.У.1
25	Механические переходные процессы по току ДПТ НВ при постоянном моменте нагрузки.	ПК-6.У.1
26	Механические характеристики АД.	ОПК-9.В.1
27	Влияние параметров на характеристики АД.	ОПК-7.У.1
28	Генераторные режимы работы АД. Режим рекуперативного торможения.	ОПК-9.В.1
29	Генераторные режимы работы АД. Режим торможения противовключением и динамического торможения.	ОПК-9.В.1
30	Построение характеристик АД. Расчет пусковых	ОПК-9.В.1

	сопротивлений АД.	
31	Механические и угловые характеристики синхронных электродвигателей.	ОПК-9.В.1
32	Статические характеристики моментных двигателей.	ОПК-7.3.1
33	Статические характеристики гидродвигателей.	ОПК-7.3.1

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

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

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
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие характеристики двигателей называются статическими?</li> <li>2. Какие характеристики двигателей называются динамическими?</li> <li>3. Какие воздействия для двигателя являются управляющими?</li> <li>4. Какие воздействия для двигателя являются возмущающими?</li> <li>5. Какая зависимость называется механической характеристикой двигателя?</li> <li>6. Какая зависимость называется электромеханической (скоростной) характеристикой двигателя?</li> <li>7. Какая зависимость называется регулировочной характеристикой двигателя?</li> <li>8. Какие характеристики двигателя называются естественными?</li> <li>9. Какие характеристики двигателя называются искусственными?</li> <li>10. Как определяются жесткость механической характеристики?</li> <li>11. Какую жесткость имеют абсолютно жесткие характеристики?</li> <li>12. Какую величину жесткости имеют жесткие характеристики?</li> <li>13. Какую величину жесткости имеют мягкие характеристики?</li> <li>14. Какие двигатели имеют абсолютно жесткую характеристику?</li> <li>15. Какие двигатели имеют жесткую характеристику?</li> <li>16. Какие двигатели имеют мягкую характеристику?</li> <li>17. Какая величина называется падением скорости?</li> <li>18. Какая величина называется скольжением?</li> <li>19. Написать уравнение механической характеристики ДПТ НВ?</li> <li>20. Написать уравнение скоростной (электромеханической) характеристики ДПТ НВ?</li> <li>21. Как меняется скорость холостого хода ДПТ НВ при увеличении напряжения управления (при постоянстве других</li> </ol>	

- 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? При каком значении угла $\theta$ СД «выпадает» из синхронизма?	
--	--	--

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

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  
*(Ниже приводятся рекомендации по составлению данного раздела)*

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала (*если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*).

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:

- 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.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий (*если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*)

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

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

11.3. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

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

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).

#### 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.

*Обязательно для заполнения преподавателем: указываются требования и методы проведения текущего контроля успеваемости, а также как результаты текущего контроля успеваемости будут учитываться 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».
- 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