

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

Кафедра №32

УТВЕРЖДАЮ

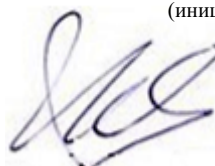
Руководитель направления

проф., д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

А.Л. Ронжин

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«30» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электромехатроника»

(Название дисциплины)

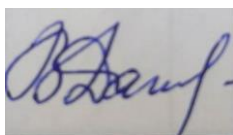
Код специальности	13.05.02
Наименование специальности	Специальные электромеханические системы
Наименование направленности	Электромеханические системы специальных устройств и изделий
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург – 2021 г.

## Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

\_\_\_\_\_  
ДОЦ., К.Т.Н.  
(должность, уч. степень, звание)



\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

\_\_\_\_\_  
В.П. Дашевский  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32  
«30» августа 2021 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой № 32

\_\_\_\_\_  
Д.Т.Н., проф.  
(уч. степень, звание)



\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

\_\_\_\_\_  
А.Л. Ронжин  
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 13.05.02(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., ДОЦ.  
(должность, уч. степень, звание)



\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

\_\_\_\_\_  
Г.С. Армашова-Тельник  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Электромехатроника» входит в базовую часть образовательной программы подготовки обучающихся по специальности 13.05.02 «Специальные электромеханические системы» направленность «Электромеханические системы специальных устройств и изделий». Дисциплина реализуется кафедрой №32.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника общепрофессиональных компетенций:

ОПК-3 «способность профессиональной деятельности использовать языки, системы и инструментальные средства программирования»;

профессиональных компетенций:

ПК-19 «способность определять работоспособность технических элементов специальных электромеханических систем и выполнять работы по повышению эффективности их действия».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основными методами расчета, проектирования электроприводов с программным управлением; приобретением теоретических знаний и практических навыков для проведения анализа и синтеза механизмов на их основе, оптимизации процессов управления.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**

### **1.1. Цели преподавания дисциплины**

Цель учебной дисциплины – ознакомление с основными методами расчета, проектирования электроприводов с программным управлением; приобретение теоретических знаний и практических навыков для проведения анализа и синтеза механизмов на их основе, оптимизации процессов управления.

### **1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ОПК-3 «способность профессиональной деятельности использовать языки, системы и инструментальные средства программирования»:

знать – основные законы электромеханики, положенные в основу теории и практики работы электромеханических и полупроводниковых преобразователей электрической энергии;

уметь – использовать знание этих законов при изучении и исследовании электромеханических и полупроводниковых преобразователей электрической энергии;

владеть навыками – работы с электромеханическими и полупроводниковыми преобразователями электрической энергии;

иметь опыт деятельности – в исследовании и наладки электромеханических и полупроводниковых преобразователей электрической энергии.

ПК-19 «способность определять работоспособность технических элементов специальных электромеханических систем и выполнять работы по повышению эффективности их действия»:

знать – знать правила безопасности работы с электрическими и гидравлическими приводами мехатронных и робототехнических устройств;

уметь – оценивать возможные риски при проведении испытаний электрических и гидравлических приводов мехатронных и робототехнических устройств;

владеть навыками – работы с электрическими и гидравлическими приводами мехатронных и робототехнических устройств;

иметь опыт деятельности – в испытаниях электрических и гидравлических приводов мехатронных и робототехнических устройств.

## **2. Место дисциплины в структуре ОП**

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

- Математика
- Физика
- Электротехника
- Информатика
- Силовая электроника

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

- Проектирование роботов и робототехнических систем,
- Управление роботами и робототехническими системами,
- Локальные системы управления

## **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
		№9
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)</b>	3/ 108	3/ 108
<b>Из них часов практической подготовки</b>	17	17
<b>Аудиторные занятия, всего час., В том числе</b>	51	51
лекции (Л), (час)	17	17
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)	36	36
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	21	21
<b>Вид промежуточного контроля: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)</b>	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 9					
Раздел 1. Введение в электромехатронные системы (ЭМС) Тема 1.1. История развития ЭМС. Тема 1.2. Назначение ЭМС. Тема 1.3. Состав ЭМС. Тема 1.4. Классификация ЭМС.	1				3
Раздел 2. Принципы построения ЭМС. Тема 2.1. Магнитный момент и вращательный момент. Тема 2.2. Принцип действия и основные характеристики двигателей постоянного тока Тема 2.3. Принцип действия и основные характеристики двигателей постоянного тока Тема 2.4. Принцип действия и основные характеристики шаговых двигателей	4		18		6
Раздел 3. Программное управление в ЭМС Тема 3.1. Применение микроконтроллеров (МК) для управления силовой электроникой. Тема 3.2. Широтно-импульсная модуляция и встроенные таймеры. Тема 3.3. Силовые полупроводниковые устройства в цепях электрических машин Тема 3.4. Энкодеры положения и скорости вращения выходного вала двигателя. Тема 3.5. Измерение обратной ЭДС для контроля скорости вращения двигателя. Измерение тока через двигатель для оценки момента. Тема 3.6. Защита от помех в ЭМС. Фильтрация шумов	6		10		6

от двигателей.					
Раздел 4. Алгоритмы управления в ЭМС Тема 4.1. Точность управления по времени, по положению. Тема 4.2. Датчики обратной связи. Виды, принцип действия и конструкция датчиков. Тема 4.3. Сило-моментное управление. Тема 4.4. Динамические свойства и устойчивость. Тема 4.5. Цифровое управление приводом ЭМС. Тема 4.6. Динамические ограничения при создании манипуляторов в ЭМС.	6		6		6
Итого в семестре:	17	0	34	0	21
Итого:	17	0	34	0	21

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 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	История развития ЭМС. Назначение ЭМС. Состав ЭМС. Классификация ЭМС.
2	Магнитный момент и вращательный момент. Принцип действия и основные характеристики коллекторных двигателей постоянного тока
2	Принцип действия и основные характеристики бесколлекторных двигателей постоянного тока Принцип действия и основные характеристики шаговых двигателей
3	Применение микроконтроллеров (МК) для управления силовой электроникой. Широтно-импульсная модуляция и встроенные таймеры.
3	Силовые полупроводниковые устройства в цепях электрических машин Энкодеры положения и скорости вращения выходного вала двигателя.
3	Измерение тока через двигатель для оценки момента. Защита от помех в ЭМС. Фильтрация шумов от двигателей.
4	Датчики обратной связи. Виды, принцип действия и конструкция датчиков.
4	Управление двигателем с обратной связью по скорости и положению.
4	Цифровое управление приводом ЭМС. Динамические ограничения при создании манипуляторов в ЭМС.

#### 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	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки,	№ раздела дисцип
-------	---------------------------	--------------------	---------------------	---------------------------------	------------------

		занятий		(час)	лины
Учебным планом не предусмотрено					
		Всего:			

#### 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 9				
1	Сервопривод MG995	4	2	3
2	Управление двигателем постоянного тока	6	4	3
3	Управление шаговым двигателем	6	4	3
4	Датчики обратной связи в приводах	6	4	3
5	Сервопривод на основе ДПТ и потенциометра	6	4	4
Всего:		34	18	

#### 4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 9, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	12	12
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	6	6
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	3	3
Всего:	21	21

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 6-11.

### 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)
ISBN 978-5-217-03388-1	Ю.В. Подураев. Мехатроника: основы, методы, применение // изд. «Машиностроение», 2007. 256 стр.	10
ISBN: 978-5-9033-8379-5	Овчинников И.Е. Электромеханические и мехатронные системы. Часть 1. Учебное пособие. // изд. «Корона-принт», 2012	5
ISBN: 5-7931-0344-9	Овчинников И.Е. Вентильные электрические двигатели и привод на их основе (малая и средняя мощность). Курс лекций. // изд. «Корона-принт», 2016. 336 стр.	10

### 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)

## 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
<a href="https://engineering-solutions.ru/motorcontrol/motor/">https://engineering-solutions.ru/motorcontrol/motor/</a>	Электродвигатели и их характеристики
<a href="http://www.npoatom.ru/support/shema-upravleniya-shagovim-dvigatелем/">http://www.npoatom.ru/support/shema-upravleniya-shagovim-dvigatелем/</a>	Схемы управления шаговыми двигателями
<a href="https://electrosam.ru/glavnaja/slabotochnye-seti/oborudovanie/enkodery/">https://electrosam.ru/glavnaja/slabotochnye-seti/oborudovanie/enkodery/</a>	Энкодеры
<a href="https://elenergi.ru/vybor-nuzhnogo-tipa-enkodera-tak-v-chem-zhe-podvox.html">https://elenergi.ru/vybor-nuzhnogo-tipa-enkodera-tak-v-chem-zhe-podvox.html</a>	Сравнение различных типов энкодеров
<a href="https://studizba.com/files/show/pdf/84213-1-lekciya-21-pid-regulyatory.html">https://studizba.com/files/show/pdf/84213-1-lekciya-21-pid-regulyatory.html</a>	PID-регуляторы

## 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
1	Среда разработки STM32CubeIDE v1.7.0 и выше
2	Matlab

### 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	21-21
2	Компьютерный класс	31-04
3	Отладочная плата NUCLEO-F411RE	31-04
4	Лабораторный источник питания 30В, 5А	31-04

### 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; Экзаменационные билеты; Задачи; 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
ОПК-3 «способность профессиональной деятельности использовать языки, системы и инструментальные средства программирования»	
1	Дискретная математика
1	Информатика
2	Компьютерная графика в профессиональной сфере
7	Прикладное программирование
7	Цифровые системы управления
9	Компьютерные сети в специальных комплексах летательных аппаратов
9	Электромехатроника
ПК-19 «способность определять работоспособность технических элементов специальных электромеханических систем и выполнять работы по повышению эффективности их действия»	
8	Возобновляемые и нетрадиционные источники энергии
9	Электромехатроника
10	Техническое обслуживание и ремонт специальных электромеханических систем

**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"> <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>
$70 \leq K \leq 84$	«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>
$55 \leq K \leq 69$	«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>
$K \leq 54$	«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>

**10.4.** 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	Что изучает мехатроника?
2	Перечислите основные составляющие современной мехатронной системы.
3	Перечислите основные составляющие двигателя постоянного тока (ДПТ).
4	Перечислите основные достоинства и недостатки ДПТ с независимым или параллельным возбуждением.
5	Перечислите основные достоинства и недостатки ДПТ с последовательным возбуждением.
6	Перечислите основные достоинства и недостатки ДПТ со смешанным (комбинированным)

	возбуждением.
7	Перечислите основные достоинства и недостатки ДПТ с постоянными магнитами.
8	Перечислите основные параметры электродвигателя постоянного тока.
9	Что такое жесткость механической характеристики электродвигателя? Какой способ возбуждения ДПТ дает наиболее жесткую характеристику?
10	Какие величины связывает электромеханическая характеристика ДПТ?
11	Какие величины связывает механическая характеристика ДПТ?
12	Что такое естественная электромеханическая и механическая характеристика ДПТ?
13	Перечислите основные режимы работы двигателя постоянного тока.
14	Чем реальная механическая характеристика ДПТ отличается от расчетной по математической модели?
15	В чем преимущества шагового двигателя и когда его целесообразнее использовать?
16	Приведите основные характеристики шагового двигателя.
17	В чем отличие биполярного и униполярного подключения шагового двигателя?
18	Что такое энкодер? Какие бывают виды энкодеров по способу формирования выходных данных?
19	Перечислите основные виды энкодеров по принципу действия.
20	Для чего в абсолютных энкодерах применяется код Грея?
21	Перечислите основные характеристики энкодера.
22	Перечислите основные характеристики силового выпрямительного диода в порядке убывания их значимости.
23	Перечислите основные характеристики силового защитного диода.
24	Перечислите достоинства и недостатки полупроводникового выпрямительного диода.
25	Перечислите достоинства и недостатки диода Шоттки.
26	Перечислите основные характеристики силового полевого транзистора (Power MOSFET) в порядке убывания значимости.
27	Полевые транзисторы какого типа (N или P) являются более эффективными для построения системы управления ДПТ и почему?
28	Какие основные задачи выполняет драйвер силовых полевых транзисторов в системе управления электродвигателем?
29	Перечислите основные характеристики драйвера силовых полевых транзисторов.
30	Что такое параметр deadtime для драйвера полевого транзистора и для чего он нужен?
31	Каким образом осуществляется регулирование скорости вращения ДПТ при включении его в мост силовых транзисторов, подключенных к управляющему драйверу?
32	Что такое ПИД-регулятор? Для чего он применяется?
33	Каковы основные достоинства и недостатки пропорционального регулирования?
34	Каковы основные достоинства и недостатки интегрального и ПИ-регулирования?
35	Каковы основные трудности практического применения ПИД-регуляторов?
36	Что такое запас устойчивости ПИД-регулятора?

## 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

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	Не предусмотрено

## 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

## 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:

Лекция 1. Введение в электромехатронные системы (ЭМС)

Лекция 2. Магнитный момент и вращательный момент

Лекция 3. Коллекторные двигатели постоянного тока

Лекция 4. Бесколлекторные двигатели постоянного тока

Лекция 5. Шаговые двигатели

Лекция 6. Силовая электроника и управление двигателями

Лекция 7. Датчики обратной связи для приводов

Лекция 8. Пуск и регулирование скорости и положения двигателей

## Лекция 9. Цифровое управление сервоприводом

### 11.2 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:

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

#### **Задание и требования к проведению лабораторных работ**

Задание на выполнение лабораторной работы сформулировано в методическом пособии по проведению каждой лабораторной работы. Структура методического пособия должна включать следующие разделы:

1. Введение. В нем формулируется цель работы, задачи, которые необходимо решить, описывается терминология и аппаратные средства, необходимые для проведения работы.
2. Порядок проведения работы. Описываются последовательно этапы проведения работы и действия студентов.
3. Обработка результатов измерений, если они проводятся в работе.
4. Заключение. В нем приводятся основные результаты и формулируются выводы, связанные с полученными в работе результатами.

Ассистенты, ответственные за проведение лабораторных работ, должны обратить особое внимание и требовать, личного участия каждого студента в работе, даже если аппаратных средств не хватает на всех, и студенты проводят работы группами.

#### **Структура и форма отчета о лабораторной работе**

6. Введение. В нем формулируется цель работы, задачи, которые необходимо решить, описывается терминология и аппаратные средства, необходимой для проведения работы.
7. Порядок проведения работы. Описываются последовательно этапы проведения работы и действия студента.
8. Обработка результатов измерений, если они проводятся в работе.
9. Заключение. В нем приводятся основные результаты и формулируются выводы, связанные с полученными в работе результатами.

#### **Требования к оформлению отчета о лабораторной работе**

Каждый студент должен предоставить свой личный отчет по проделанной работе, даже если работа проводилась группой.

Отчет должен содержать колонтитулы на каждой странице, причем в них должно отображаться наименование работы, ФИО автора отчета и номер страницы, чтобы затруднить слепое списывание отчетов с подменой только титульного листа.

Методические указания к отчету должны явно требовать включения в отчет снимков экрана или иллюстраций, на которых можно видеть какие-либо персональные сведения автора отчета. Например, при разработке программ должны приводиться

листинги программ с комментариями с фамилией автора, снимки экрана должны включать рабочий каталог пользователя или путь к проекту, содержащий фамилию автора. Либо, можно просить провести работу с каким-то уникальным набором входных данных для дальнейшей обработки результатов.

Студенты должны самостоятельно (пере)формулировать в отчете цели и задачи от первого лица, а также самостоятельно формулировать в заключении выводы. Следует избегать универсальных обезличенных фраз в заключении вида «Получены навыки работы с тем-то и тем-то». Выводы должны быть конкретными, иметь непосредственное отношение к теме работы и не подходить к другим отчетам.

### 11.3 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).

### 11.4 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.

Текущий контроль успеваемости основан на своевременном выполнении и оформлении отчетов по лабораторным работам.

Текущий контроль успеваемости обучающихся – одна из составляющих оценки качества освоения образовательных программ, направленный на проверку знаний, умений и навыков обучающихся. Основными задачами текущего контроля успеваемости в межсессионный период является повышение качества и прочности знаний студентов, приобретение и развитие навыков самостоятельной работы, повышение академической активности студентов, а также обеспечение оперативного управления учебной деятельностью в течение семестра. Данный вид контроля стимулирует у студентов стремление к систематической самостоятельной работе по изучению дисциплины. Текущий контроль проводится в течение семестра по итогам выполнения контрольных работ, участия в семинарских и практических занятиях, коллоквиумах, участия в бланковом и (или) компьютерном тестировании, подготовке докладов, рефератов, эссе и т.д. Текущий контроль успеваемости студентов является постоянным, осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы преимущественно посредством реализации балльной системы или проведения внутрисеместровых аттестаций (формы и виды текущего контроля успеваемости студентов определяются учебными планами, рабочими программами с учётом мнений преподавателей и утверждаются методической комиссией факультета/института). Текущий контроль осуществляется по всем предметам учебного плана.

Использование тестовых заданий возможно при всех видах контроля. Оптимальным является применение тестов в сочетании с другими формами контроля. Это обеспечивает максимально объективные оценки, как усвоению содержания обучения, так и мыслительной

деятельности студента. Традиционно в высшем образовании широко применяется методика объективного контроля, основанная на различиях в уровне усвоения нового материала. Данная методика различает тесты 3 уровней. Первый уровень направлен на узнавание ранее изученного материала. Тесты второго уровня также являются репродуктивными, но в их заданиях не содержится материала для ответа (тест на подставку, конструктивный тест, типовая задача с типичными условиями, и ее решение достигается ранее изученным достаточно простым методом). Третий уровень – нетиповые задачи повышенной сложности, для решения которых требуется самостоятельное нахождение методов решения, например, постановка диагноза на основе дифференциации, определение оптимальных методов лечения. Основным недостатком традиционной методики контроля является направленность на контроль возможностей памяти студентов. Она успешно может применяться при проведении входного контроля, можно ее использовать и при текущем контроле. Однако итоговый контроль необходимо проводить с использованием проблемных ситуаций, которые дают возможность проследить междисциплинарные связи, а также логическое мышление обучающихся. Критерии оценки тестовых работ: оценка «зачтено» выставляется студенту, если количество правильных ответов составляет 50 и более процентов; оценка «не зачтено» выставляется студенту, если количество правильных ответов менее 50%. Примерная схема и требования к оформлению тестовых заданий дана в приложении 1. Методические рекомендации по оцениванию рефератов (эссе) Реферат – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее. Объем реферата может достигать 10-15 стр.; время, отводимое на его подготовку – от 2 недель до месяца. Подготовка реферата подразумевает самостоятельное изучение студентом нескольких литературных источников (монографий, научных статей и т.д.) по определённой теме, не рассматриваемой подробно на лекции, систематизацию материала и краткое его изложение. Цель написания реферата – привитие студенту навыков краткого и лаконичного представления собранных материалов и фактов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к научным отчетам, обзорам и статьям. Для подготовки реферата студенту предоставляется список тем, список обязательной и дополнительной литературы, требования к оформлению. Эссе – средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной проблемы, самостоятельно проводить анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария соответствующей дисциплины, делать выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. Эссе должно содержать чёткое изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария соответствующей дисциплины, выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. В зависимости от специфики дисциплины формы эссе могут значительно дифференцироваться. В некоторых случаях это может быть анализ собранных студентом конкретных данных по изучаемой проблеме, анализ материалов из средств массовой информации, подробный разбор предложенной преподавателем проблемы с развёрнутыми пояснениями и анализом примеров, иллюстрирующих изучаемую проблему и т.д. Требования к эссе могут трансформироваться в зависимости от конкретной дисциплины, однако качество работы должно оцениваться по следующим критериям: самостоятельность выполнения, способность аргументировать положения и выводы, обоснованность, четкость, лаконичность, оригинальность постановки проблемы, уровень освоения темы.

#### 11.5 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 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 программам высшего образования» и «О модульнорейтинговой 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