

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

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Солёный

(подпись)

«24» марта 2022 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Управление роботами и робототехническими системами»

(Название дисциплины)

Код направления	15.03.06
Наименование направления/ специальности	Мехатроника и робототехника
Наименование направленности	Робототехника
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург– 2022 г.

## Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу  
составил(а)  доц., к.т.н.  

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

А.И. Савельев

инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 32  
«21» марта 2022 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой

№ 32 доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

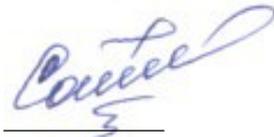
С.В. Солёный

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП

15.03.06(01) доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

О.Я. Солёная

инициалы, фамилия

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

Ст. преп.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

Н.В. Решетникова

инициалы, фамилия

## Аннотация

Дисциплина «Управление роботами и робототехническими системами» входит в вариативную часть образовательной программы подготовки обучающихся по направлению 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» направленность «Робототехника». Дисциплина реализуется кафедрой №32.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

общекультурных компетенций:

ОК-7 «способность к самоорганизации и самообразованию»;

общепрофессиональных компетенций:

ОПК-4 «готовность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональной деятельности»;

профессиональных компетенций:

ПК-1 «способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники»,

ПК-2 «способность разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования»,

ПК-3 «способность разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий»,

ПК-6 «способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем»,

ПК-8 «способность внедрять результаты исследований и разработок и организовывать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности»,

ПК-9 «способность участвовать в качестве исполнителя в научно-исследовательских разработках новых робототехнических и мехатронных систем»,

ПК-11 «способность производить расчёты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием»,

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением принципов построения информационных систем роботов, их чувствительных элементов, измерительных схем и усилителей; рассматриваются физические принципы, использованные при создании различных датчиков, изучаются математические зависимости, позволяющие рассчитывать основные параметры чувствительных элементов.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Данная дисциплина предоставляет возможность разностороннего развития личности студента, позволяющее достигать социальной, интеллектуальной и нравственной зрелости выпускников, а также формирование общекультурных (универсальных) и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки 15.03.06 МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА.

Цель программы состоит в учебно-методическом обеспечении образовательного процесса, имеющего главной целью подготовку специалиста, способного осуществлять профессиональную деятельность в области разработки и эксплуатации мехатронных и робототехнических комплексов и отвечающего требованиям ВО уровня бакалавриата.

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ОК-7 «способность к самоорганизации и самообразованию»:

знать – структуру познавательной деятельности и условия ее организации.

уметь – ставить цели и задачи профессионального и личностного самообразования.

владеть – навыками построения индивидуальной траектории интеллектуального, общественного, и личностного самообразования.

иметь опыт деятельности – построение математических моделей в сфере профессиональной деятельности;

ОПК-4 «готовность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональной деятельности»:

знать – методы обработки информации; методы анализа и систематизации информации;

уметь - собирать научно-техническую информацию по тематике исследования; обрабатывать научно-техническую информацию по тематике исследования; анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования;

владеть - навыками сбора научно-технической информации по тематике исследования;

навыками обработки научно-технической информации по тематике исследования; навыками анализа и систематизации научно-технической информации по тематике исследования;

иметь опыт деятельности – построение алгоритмов сбора и обработки информации.

ПК-1 «способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники»:

знать – методы составления математических моделей мехатронных и робототехнических систем; методологию разработки моделей объектов управления; постановку задачи математического моделирования автоматизированных систем.

уметь – составлять математическое описание технологических процессов, как объектов управления; идентифицировать модели реальным объектам; решать задачи оптимизации систем управления.

владеть – методами математического моделирования систем управления; методами распознавания образов, как объектов управления; приемами построения динамических моделей физических процессов.

иметь опыт деятельности - построения алгоритмов решения формализованных практических задач.

ПК-2 «способность разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования»:

знать - основные возможности и ограничения программных пакетов, применяемых для решения поставленных задач; способы расширения стандартных возможностей используемых программных пакетов; способы разработки программных пакетов для решения поставленных задач.

уметь - применять программные пакеты в стандартном режиме; применять стандартные программные пакеты в расширенном режиме; разрабатывать новое программное обеспечение на основе стандартных программных пакетов.

владеть - основами применения программного обеспечения для обработки информации и построения подсистем управления в мехатронных и робототехнических системах; методами применения программного обеспечения для обработки информации и построения подсистем управления в мехатронных и робототехнических системах в стандартном режиме; методами расширения возможностей применения стандартного программного обеспечения для обработки информации и построения подсистем управления в мехатронных и робототехнических системах;

иметь опыт деятельности – разработка программного обеспечения.

ПК-3 «способность разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий»:

знать - способы реализации макетов управляющих модулей мехатронных и робототехнических систем;

уметь - разрабатывать концептуальную модель макетов управляющих модулей мехатронных и робототехнических систем;

владеть навыками - навыками формирования ТЗ на изготовление макетов исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем; навыками расчета параметров составных частей модулей мехатронных и робототехнических систем; навыками в современных САПР для проектирования модулей мехатронных и робототехнических систем;

иметь опыт деятельности – построение экспериментальных макетов и их исследование.

ПК-6 «способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем»:

знать - стандартные программные пакеты для исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем.

уметь - использовать стандартные программные пакеты для исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем.

владеть - навыками работы со стандартными программными пакетами для исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем.

иметь опыт деятельности – проведение вычислительных экспериментов с использованием;

ПК-8 «способность внедрять результаты исследований и разработок и организовывать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности»:

Уметь - разрабатывать экспериментальные образцы мехатронных и робототехнических систем для проверки и обоснования основных технических решений, параметров и характеристик (в том числе в реальных условиях эксплуатации), подлежащих включению в техническое задание на выполнение опытно-конструкторских работ;

ПК-9 «способность участвовать в качестве исполнителя в научно-исследовательских разработках новых робототехнических и мехатронных систем»:

знать - классификацию параметров мехатронных и робототехнических систем в целом, а так же их модулей; нормы и порядок формирования ТЗ на отдельный модуль; нормы и порядок формирования ТЗ на изделие целиком.

уметь - выделять параметры и классы параметров мехатронных и робототехнических модулей и систем применительно к отраслям машиностроения; формировать концептуальную структуры мехатронных и робототехнических модулей и систем; формировать ТЗ на мехатронные и робототехнические модули и системы.

владеть навыками - навыками «инженера по знаниям»; одним программным продуктом для формирования концептуальных схем; навыками подготовки исходной для проектирования документации.

иметь опыт деятельности – участие в качестве исполнителя в научно-исследовательских разработках;

ПК-11 «способность производить расчёты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием»:

знать - современные методы обработки результатов испытаний и экспериментальных исследований при помощи информационных технологий.

уметь - разрабатывать методику проведения нестандартных испытаний и экспериментальных исследований, анализировать и систематизировать их результаты.

владеть навыками - навыками разработки методики проведения испытаний и экспериментальных исследований, обработки их результатов при помощи информационных технологий.

иметь опыт деятельности – проведение расчёта и проектирование отдельных устройств подсистем мехатронных и робототехнических систем;

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Математика. Математический анализ»;
- «Физика»;
- «Информационные технологии»;
- «Программное обеспечение мехатронных робототехнических систем».

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

- «Электроприводы аэрокосмических робототехнических систем»
- «Проектирование роботов и робототехнических систем»
- «Моделирование и исследование роботов и робототехнических 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		
		№6	№7	№8
1	2	3	4	5
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)</b>	9/ 324	3/ 108	3/ 108	3/ 108
<b>Из них часов практической подготовки</b>	33	13	13	7
<b>Аудиторные занятия, всего час., В том числе</b>	88	34	34	20
лекции (Л), (час)	44	17	17	10
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	34	17	17	
лабораторные работы (ЛР), (час)	10			10
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)				
Экзамен, (час)	72		36	36
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	164	74	38	52
<b>Вид промежуточного контроля: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)</b>	Дифф. Зач., Экз., Экз.	Дифф. Зач.	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. Общие вопросы проектирования мехатронных и робототехнических систем. Концептуальное и конструктивное проектирование	3	3			14
Раздел 2. Синтез кинематической структуры мехатронных и робототехнических систем	3	3			15
Раздел 3. САПР и CALS - технологии мехатронных и робототехнических систем	4	4			15

Раздел 4. Точность механизмов мехатронных и робототехнических систем	3	3			15
Раздел 5. Динамические особенности проектирования мехатронных и робототехнических систем	4	4			15
Итого в семестре:	17	17			74
Семестр 7					
Раздел 6. Компьютерное моделирование и исследование мехатронных и робототехнических систем	3	3			10
Раздел 7. Проектирования электромеханических приводов мехатронных и робототехнических систем	4	4			10
Раздел 8. Проектирование пневматических и гидравлических приводов мехатронных и робототехнических систем	3	3			10
Раздел 9. Проектирование следящих приводов мехатронных и робототехнических систем	4	4			4
Раздел 10. Расчет и проектирование систем управления мехатронных и робототехнических систем	3	3			4
Итого в семестре:	17	17			38
Семестр 8					
Раздел 11. Разработка программного обеспечения мехатронных и робототехнических систем	9		3		17
Раздел 12. Сопряжение программного и аппаратного обеспечения мехатронных и робототехнических систем	3		3		17
Раздел 13. Оптимизация программного и аппаратного обеспечения мехатронных и робототехнических систем	4		4		18
Выполнение курсовой работы					
Итого в семестре:	10		10	0	52
Итого:	44	34	10	0	164

#### 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	Раздел 1. Общие вопросы проектирования мехатронных и робототехнических систем. Концептуальное и конструктивное проектирование
2	Раздел 2. Синтез кинематической структуры мехатронных и робототехнических систем
3	Раздел 3. САПР и CALS - технологии мехатронных и робототехнических систем
4	Раздел 4. Точность механизмов мехатронных и робототехнических систем
5	Раздел 5. Динамические особенности проектирования мехатронных и робототехнических систем
6	Раздел 6. Компьютерное моделирование и исследование мехатронных и робототехнических систем
7	Раздел 7. Проектирования электромеханических приводов мехатронных и робототехнических систем
8	Раздел 8. Проектирование пневматических и гидравлических приводов мехатронных и робототехнических систем
9	Раздел 9. Проектирование следящих приводов мехатронных и робототехнических систем
10	Раздел 10. Расчет и проектирование систем управления мехатронных и робототехнических систем
11	Раздел 11. Разработка программного обеспечения мехатронных и робототехнических систем
12	Раздел 12. Сопряжение программного и аппаратного обеспечения мехатронных и робототехнических систем
13	Раздел 13. Оптимизация программного и аппаратного обеспечения мехатронных и робототехнических систем

#### 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	Общие вопросы проектирования мехатронных и	занятия по исследованию работы	3	3	1

	робототехнических систем. Концептуальное и конструктивное проектирование	устройств			
2	Синтез кинематической структуры мехатронных и робототехнических систем	занятия по исследованию работы устройств	3	3	1
3	САПР и CALS - технологии мехатронных и робототехнических систем	Решение ситуационных задач	4	4	3
4	Точность механизмов мехатронных и робототехнических систем	занятия по исследованию работы устройств	3	3	4
5	Динамические особенности проектирования мехатронных и робототехнических систем	занятия по исследованию работы устройств	4	4	5
Семестр 7					
6	Компьютерное моделирование и исследование мехатронных и робототехнических систем	Решение ситуационных задач	3	3	6
7	Проектирование электромеханических приводов мехатронных и робототехнических систем	занятия по исследованию работы устройств	3	3	7
8	Проектирование пневматических и гидравлических приводов мехатронных и робототехнических систем	занятия по исследованию работы устройств	4	4	7
9	Проектирование следящих приводов мехатронных и робототехнических систем	Решение ситуационных задач	4	4	9

	их систем				
10	Расчет и проектирование систем управления мехатронных и робототехнических систем	занятия по исследованию работы устройств	3	2	10
Всего:			34	33	

#### 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)	№ раздела дисциплины
Семестр 8			
1	Разработка программного обеспечения мехатронных и робототехнических систем	3	11
2	Сопряжение программного и аппаратного обеспечения мехатронных и робототехнических систем	3	12
3	Оптимизация программного и аппаратного обеспечения мехатронных и робототехнических систем	4	13
Всего:		10	

#### 4.5. Курсовое проектирование (работа)

Не предусмотрена учебным планом

#### 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 6, час	Семестр 7, час	Семестр 8, час
1	2	3	4	5
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	164	74	38	52
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	80	30	20	30
курсовое проектирование (КП, КР)				
расчетно-графические задания (РГЗ)				
выполнение реферата (Р)				
Подготовка к текущему контролю (ТК)	84	44	18	22

домашнее задание (ДЗ)				
контрольные работы заочников (КРЗ)				

## 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)
	Интеллектуальные робототехнические и мехатронные системы / В.И.Сырямкин. 2017	<a href="http://www.kodges.ru/nauka/tehnika1/343936-intellektualnye-robototekhnicheskie-i-mehatronnye-sistemy.html">www.kodges.ru/nauka/tehnika1/343936-intellektualnye-robototekhnicheskie-i-mehatronnye-sistemy.html</a>
	С чего начинаются роботы / В. Н. Гололобов Москва 2011	<a href="http://www.servodroid.ru/load/poleznye_knigi_po_robototekhnike_i_ehlektronike/s_chego_nachinajutsja_roboty/3-1-0-72">www.servodroid.ru/load/poleznye_knigi_po_robototekhnike_i_ehlektronike/s_chego_nachinajutsja_roboty/3-1-0-72</a>
	<a href="https://www.solidworks.com/sw/docs/Student_WB_2011_RUS.pdf">https://www.solidworks.com/sw/docs/Student_WB_2011_RUS.pdf</a>	
ISBN 978-5-369-01167-6	Моделирование систем и процессов: Учебное пособие / Н.Г. Чикуров. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 398 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). <a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=392652">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=392652</a>	
	Первозванский, А.А. Курс теории автоматического управления [Электронный ресурс]: учебное пособие. – СПб.: Лань, 2015. – 624 с.: доступ <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=68460">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=68460</a>	

	<p>Певзнер, Л.Д. Теория систем управления [Электронный ресурс]: учебное пособие. – СПб.: Лань, 2013. – 421 с.: доступ  <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=68469">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=68469</a></p>	
	<p>Гапанович, В.С. Методы решения оптимизационных задач [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.С. Гапанович, И.В. Гапанович. – Тюмень: ТюмГНГУ (Тюменский государственный нефтегазовый университет), 2014. – 272 с.: доступ  <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64530">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64530</a></p>	
	<p>Рубан А. И. Адаптивные системы управления с идентификацией [Электронный ресурс]: монография. –</p>	
	<p>Сибирский федеральный университет, 2015. – 140 с.: доступ  <a href="http://www.knigafund.ru">http://www.knigafund.ru</a></p>	

## 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)
	Интеллектуальные робототехнические и мехатронные системы / В.И.Сырымкин. 2017	<a href="http://www.kodges.ru/nauka/tehnika1/343936-intellektualnye-robototekhnicheskie-i-mehatronnye-sistemy.html">www.kodges.ru/nauka/tehnika1/343936-intellektualnye-robototekhnicheskie-i-mehatronnye-sistemy.html</a>
	С чего начинаются роботы / В. Н. Гололобов Москва 2011	<a href="http://www.servodroid.ru/load/poleznye_knigi_po_robotekhnike_i_ehlektronike/s_chego_nachinajutsja_roboty/3-1-0-72">www.servodroid.ru/load/poleznye_knigi_po_robotekhnike_i_ehlektronike/s_chego_nachinajutsja_roboty/3-1-0-72</a>

УД К 681: 511. 4.01 5	Игнатьев А.А. Основы теории идентификации объектов управления: учеб. пособие / А.А. Игнатьев, С.А. Игнатьев. Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2008. 44 с.	
УД К: 681. 5: 681. 3(07 5.8)	Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 5-и тт.; 2-е изд., перераб. и доп. Т. 2: Статистическая динамика и идентификация систем автоматического управления / Под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004	
УД К 621( 075. 8)	Идентификация и диагностика систем: учеб. для студ. высш. учеб. заведений/ А.А. Алексеев, Ю.А. Кораблев, М.Ю. Шестопапов. – М.: Издательский центр «Академия», 2009.–352 с.	
	Подчукаев В.А. Теория автоматического управления (Аналитические методы) [Электронный ресурс]: учеб. для вузов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 392 с.: доступ: <a href="http://www.knigafund.ru">www.knigafund.ru</a> .	
	Шаронов А. В. Методы функционального анализа в теории систем автоматического управления [Электронный ресурс]: учебное пособие. – М.: Московский государственный горный университет, 2005. – 239 с.: доступ <a href="http://www.knigafund.ru">www.knigafund.ru</a> .	

## 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://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>	Научная электронная библиотека

## 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	Matlab Simulink
2	SolidWorks

### 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	Мультимедийная лекционная аудитория	21-21
2	Компьютерный класс	21-23

## 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; Задачи.
Дифференцированный зачёт	Список вопросов.

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
ОК-7 «способность к самоорганизации и самообразованию»	
1	Культурология
1	Правоведение
1	Иностранный язык
1	Прикладная физическая культура (элективный модуль)
1	Введение в направление
2	Иностранный язык
2	История
2	Прикладная физическая культура (элективный модуль)

2	Безопасность жизнедеятельности
2	Учебная практика
3	Философия
3	Электротехника
3	Прикладная физическая культура (элективный модуль)
3	Иностранный язык
4	Основы профилизации
4	Электроника
4	Электротехника
4	Социология и политология
4	Иностранный язык
4	Прикладная физическая культура (элективный модуль)
4	Производственная практика
5	Силовая электроника
5	Электроника
5	Физическая культура
5	Прикладная физическая культура (элективный модуль)
5	Электрические машины
5	Защита интеллектуальной собственности
5	Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств
6	Прикладная физическая культура (элективный модуль)
6	Физическая культура
6	Электроприводы аэрокосмических робототехнических систем
6	Математические методы исследования в электромеханике
6	Производственная (научно-исследовательская работа) практика
6	Управление роботами и робототехническими системами
6	Информационные устройства и системы в робототехнике
6	Силовая электроника
6	Контроль качества технологических операций
6	Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике
7	Управление роботами и робототехническими системами
7	Проектирование электроприводов
7	Менеджмент в мехатронике и робототехнике
7	Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике
7	Идентификация робототехнических систем
7	Оптимальные системы
7	Информационные технологии и системы в электромеханике и электроэнергетике
7	Моделирование в электромеханике
7	Исполнительные устройства робототехнических систем
7	Методы нечеткого управления в робототехнических системах и комплексах
8	Надежность робототехнических систем
8	Теория подобия и моделирования

8	Управление роботами и робототехническими системами
8	Проблемы разработки и внедрения современных робототехнических систем
8	Экспериментальные методы исследования
8	Проектирование электроприводов
8	Моделирование в электромеханике
8	Моделирование и исследование роботов и робототехнических систем
8	Контроль и диагностика робототехнических систем и комплексов
8	Системы с искусственным интеллектом
8	Конструирование, расчет и проектирование электромеханических и электроэнергетических устройств
8	Проектирование роботов и робототехнических систем
8	Производственная преддипломная практика
ОПК-4 «готовность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональной деятельности»	
1	Введение в направление
3	Компьютерная графика в профессиональной сфере
3	Электротехника
4	Основы профилизации
4	Электротехника
4	Электроника
4	Информационные технологии
4	Метрология
5	Защита интеллектуальной собственности
5	Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств
5	Теория автоматического управления
5	Электроника
6	Информационные устройства и системы в робототехнике
6	Управление роботами и робототехническими системами
6	Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике
6	Электроприводы аэрокосмических робототехнических систем
6	Теория автоматического управления
7	Информационные технологии и системы в электромеханике и электроэнергетике
7	Основы информационной безопасности
7	Идентификация робототехнических систем
7	Теория автоматического управления
7	Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике
7	Управление роботами и робототехническими системами
7	Менеджмент в мехатронике и робототехнике
8	Управление роботами и робототехническими системами

ПК-1 «способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники»	
3	Электротехника
3	Компьютерная графика в профессиональной сфере
4	Метрология
4	Электроника
4	Электротехника
5	Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем
5	Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств
5	Электрические машины
5	Теория автоматического управления
5	Электроника
5	Силовая электроника
6	Электроприводы аэрокосмических робототехнических систем
6	Силовая электроника
6	Теория автоматического управления
6	Математические методы исследования в электромеханике
6	Управление роботами и робототехническими системами
6	Проектирование вторичных источников питания
6	Электромеханические и полупроводниковые преобразователи электрической энергии
6	Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике
6	Информационные устройства и системы в робототехнике
6	Контроль качества технологических операций
7	Моделирование в электромеханике
7	Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике
7	Автоматизация расчета и проектирования роботов и РТС
7	Информационные технологии и системы в электромеханике и электроэнергетике
7	Оптимальные системы
7	Методы нечеткого управления в робототехнических системах и комплексах
7	Проектирование электроприводов
7	Исполнительные устройства робототехнических систем
7	Теория автоматического управления
7	Идентификация робототехнических систем
7	Управление роботами и робототехническими системами
8	Конструирование, расчет и проектирование электромеханических и электроэнергетических устройств
8	Проблемы разработки и внедрения современных робототехнических систем
8	Проектирование роботов и робототехнических систем
8	Моделирование в электромеханике

8	Проектирование электроприводов
8	Надежность робототехнических систем
8	Системы с искусственным интеллектом
8	Моделирование и исследование роботов и робототехнических систем
8	Теория подобия и моделирования
8	Контроль и диагностика робототехнических систем и комплексов
8	Управление роботами и робототехническими системами
ПК-2 «способность разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования»	
3	Электротехника
4	Электротехника
5	Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем
5	Теория автоматического управления
6	Информационные устройства и системы в робоотехнике
6	Управление роботами и робототехническими системами
6	Производственная (научно-исследовательская работа) практика
6	Теория автоматического управления
7	Исполнительные устройства робототехнических систем
7	Теория автоматического управления
7	Управление роботами и робототехническими системами
7	Методы нечеткого управления в робототехнических системах и комплексах
7	Информационные технологии и системы в электромеханике и электроэнергетике
7	Оптимальные системы
7	Моделирование в электромеханике
7	Проектирование электроприводов
7	Автоматизация расчета и проектирования роботов и РТС
8	Проектирование электроприводов
8	Управление роботами и робототехническими системами
8	Моделирование и исследование роботов и робототехнических систем
8	Моделирование в электромеханике
ПК-3 «способность разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий»	
4	Информационные технологии
6	Математические методы исследования в электромеханике
6	Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике
6	Информационные устройства и системы в робоотехнике
6	Управление роботами и робототехническими системами
7	Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике

7	Управление роботами и робототехническими системами
8	Проблемы разработки и внедрения современных робототехнических систем
8	Управление роботами и робототехническими системами
8	Контроль и диагностика робототехнических систем и комплексов
8	Экспериментальные методы исследования
ПК-6 «способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем»	
1	Информатика
2	Информатика
2	Учебная практика
5	Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем
6	Управление роботами и робототехническими системами
7	Управление роботами и робототехническими системами
7	Автоматизация расчета и проектирования роботов и РТС
8	Управление роботами и робототехническими системами
8	Моделирование и исследование роботов и робототехнических систем
ПК-8 «способность внедрять результаты исследований и разработок и организовывать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности»	
5	Защита интеллектуальной собственности
6	Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике
6	Управление роботами и робототехническими системами
7	Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике
7	Менеджмент в мехатронике и робототехнике
7	Управление роботами и робототехническими системами
8	Конструирование, расчет и проектирование электромеханических и электроэнергетических устройств
8	Контроль и диагностика робототехнических систем и комплексов
8	Управление роботами и робототехническими системами
ПК-9 «способность участвовать в качестве исполнителя в научно-исследовательских разработках новых робототехнических и мехатронных систем»	
5	Защита интеллектуальной собственности
5	Силовая электроника
6	Проектирование вторичных источников питания
6	Управление роботами и робототехническими системами
6	Силовая электроника
7	Исполнительные устройства робототехнических систем
7	Автоматизация расчета и проектирования роботов и РТС
7	Идентификация робототехнических систем
7	Управление роботами и робототехническими системами
7	Информационные технологии и системы в электромеханике и электроэнергетике

8	Контроль и диагностика робототехнических систем и комплексов
8	Проблемы разработки и внедрения современных робототехнических систем
8	Конструирование, расчет и проектирование электромеханических и электроэнергетических устройств
8	Проектирование роботов и робототехнических систем
8	Надежность робототехнических систем
8	Управление роботами и робототехническими системами
8	Моделирование и исследование роботов и робототехнических систем
8	Производственная преддипломная практика
ПК-11 «способность производить расчёты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием»	
5	Силовая электроника
6	Управление роботами и робототехническими системами
6	Силовая электроника
6	Проектирование вторичных источников питания
6	Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике
7	Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике
7	Управление роботами и робототехническими системами
8	Конструирование, расчет и проектирование электромеханических и электроэнергетических устройств
8	Проектирование роботов и робототехнических систем
8	Управление роботами и робототехническими системами

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
Семестр 7	
1	Мехатроника – определение и компоненты.
2	Мехатронный модуль, мехатронная система, синергия – определения и примеры.
3	Общая структура привода.
4	Классификация приводов
5	Электропривод – определение, структура, обмен энергией
6	Пневмопривод - определение, принцип действия пневматического двигателя, структура, обмен энергией
7	Гидропривод - определение, принцип действия пневматического двигателя, структура, обмен энергией
8	Передаточные и исполнительные механизмы – определения, классификация по виду энергии
9	Мехатронные модули движения - моторы-редукторы
10	Мехатронные модули вращательного движения на базе высокомоментных двигателей
11	Мехатронные модули линейного движения
12	Мехатронные модули типа "двигатель - рабочий орган"

13	Управление Основные термины и определения
14	Классификация систем автоматического управления по виду используемой информации
15	Классификация систем автоматического управления по закону изменения регулируемой величины
Семестр 8	
16	Статическое и астатическое регулирование
17	Системы автоматического управления прямого и непрямого действия
18	Классификация систем автоматического управления по количеству контуров
19	Классификация систем автоматического управления по виду функциональной связи между входными и выходными величинами
20	Классификация систем автоматического управления по динамическим свойствам
21	Электромеханика – определения
22	Классификация электрических машин
23	Принцип действия генератора постоянного тока
24	Принцип действия двигателя постоянного тока
25	Устройство машины постоянного тока – общий вид, основные компоненты и их взаимосвязь

## 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
6 семестр	
1	Устройство машины постоянного тока – якорь
2	Устройство машины постоянного тока – коллектор
3	Устройство машины постоянного тока - токосъемный аппарат
4	Принцип действия трансформатора – взаимная индукция и простейший трансформатор
5	Устройство трансформатора – магнитопровод
6	Устройство трансформатора – обмотки
7	История робототехники
8	Важнейшие классы роботов - манипуляционные роботы

9	Важнейшие классы роботов - мобильные роботы
10	Классификация робототехнических систем по типу управления
11	Типы роботов

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
	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
1	Что такое мехатроника и ее определение
2	Место мехатроники в системе научных дисциплин
3	Основные задачи и разделы в мехатронике
4	Уровни развития МС
5	Системный и синергетический принцип мехатроники
6	Редукционизм и моделирование
7	Методы интеграции составляющих элементов МО
8	Технологическая постановка задачи проектирования МО
9	Мехатронные технологии обработки материалов резанием
10	Минимизация амплитуды параметрических колебаний
11	Адаптивный способ повышения виброустойчивости токарного станка
12	Структурная модель автоколебаний на примере токарного станка
13	Системы адаптивного управления и контроля режима обработки
14	Процесс резания как система. Управляемость и наблюдаемость процесса резания
15	Классификация систем адаптивного управления

16	Классификация методов контроля состояния режущего инструмента
17	Прямые методы измерения. Их недостатки
18	Косвенные методы. Их недостатки
19	Принцип контроля износа режущего инструмента по электрической проводимости контакта «инструмент-деталь» (ЭП КИД)

#### 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
1.	Обработка изображений системы технического зрения роботов
2.	Детектирование объектов на изображениях
3.	Трассировка объектов на изображениях
4.	Распознавание объектов на изображениях
5.	Методы навигации автономных робототехнических объектов в пространстве

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

Целью дисциплины является систематизация и интегрирование ранее полученных знаний по профессиональным дисциплинам бакалаврской подготовки применительно к задачам проектирования мехатронных и робототехнических систем специального назначения.

#### **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:

- Лекционный материал представляется преподавателем устно, а также публикуется в сервисе «Личный кабинет».

#### **Методические указания для обучающихся по участию в семинарах**

Семинар – один из наиболее сложных и в то же время плодотворных видов (форм) вузовского обучения и воспитания. В условиях высшей школы семинар – один из видов практических занятий, проводимых под руководством преподавателя, ведущего научные исследования по тематике семинара и являющегося знатоком данной проблемы или отрасли научного знания. Семинар предназначается для углубленного изучения дисциплины и овладения методологией применительно к особенностям изучаемой отрасли науки. При изучении дисциплины семинар является не просто видом практических занятий, а, наряду с лекцией, основной формой учебного процесса.

Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.

При подготовке к семинарскому занятию по теме прослушанной лекции необходимо ознакомиться с планом его проведения, с литературой и научными публикациями по теме семинара.

#### **Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий**

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающейся 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**

Структурными элементами практического занятия являются: вводная часть, основная часть, заключительная часть.

Вводная часть обеспечивает подготовку студентов к выполнению заданий работы. В ее состав входят:

- формулировка темы, цели и задач занятия, обоснование его значимости в профессиональной подготовке студентов;
- рассмотрение связей данной темы с другими темами курса;
- изложение теоретических основ работы;
- характеристика состава и особенностей заданий работы и объяснение подходов (методов, способов, приемов) к их выполнению;
- характеристика требований к результату работы;

- вводный инструктаж по технике безопасности при эксплуатации технических средств;
- проверка готовности студентов к выполнению заданий работы;
- пробное выполнение заданий под руководством преподавателя;
- указания по самоконтролю результатов выполнения заданий студентами.

Основная часть предполагает самостоятельное выполнение заданий студентами. Может сопровождаться:

- дополнительными разъяснениями по ходу работы;
- устранением трудностей при выполнении заданий работы;
- текущим контролем и оценкой результатов работы;
- поддержанием в рабочем состоянии технических средств;
- ответами на вопросы студентов.

Заключительная часть содержит:

- подведение общих итогов (позитивных, негативных) занятия;
- оценку результатов работы отдельных студентов;
- ответы на вопросы студентов;
- выдачу рекомендаций по улучшению показателей работы и устранению пробелов в системе знаний и умений студентов;
- сбор отчетов студентов по выполненной работе для проверки преподавателем;
- изложение сведений о подготовке к выполнению следующей работы, в частности, о подлежащей изучению учебной литературе.

Вводная и заключительная части лабораторного (практического) занятия проводятся фронтально. Основная часть выполняется каждым студентом индивидуально.

### **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.

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

Результаты выполненных лабораторных работ, оформляются в виде отчета по одному образцу. Отчет пишут с одной стороны листа формата А4 (размером 210×297 мм). Основные надписи выполняют в соответствии с Госстандартом.

Все выполненные и подписанные руководителем отчеты по лабораторным работам складывают в логической последовательности и брошюруют. При большом количестве страниц (более десяти) составляют содержание отчета, который размещают в альбоме после титульного листа. Титульный лист должен иметь надпись «Журнал лабораторных работ (отчеты)» с фамилией руководителя (преподаватель) и исполнителя (студент).

### **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).

### **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 осуществляется по усмотрению преподавателя на лекционных занятиях в виде устного опроса, тестирования.

Результаты текущего контроля сообщаются обучающимся непосредственно на занятии или в ЭОИС ГУАП (например, в Личном кабинете). Оценка выставляется либо в баллах, либо «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично». Количество баллов за выполненную работу определяется преподавателем в зависимости от объема, сложности задания и пропорционально количеству заданий.

При проставлении в ведомость итогов текущего контроля успеваемости в форме

аттестации или неаттестации количество заработанных баллов или средняя оценка сообщаются обучающемуся. В зависимости от суммы баллов (средней оценки) обучающимся может быть предложена промежуточная аттестация по дисциплине по итогам работы в семестре на основании Положения о модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы в ГУАП.

**Формы текущего контроля и основные требования:**

- устный опрос. Данная форма может осуществляться преподавателем на каждом занятии или периодически, может иметь различную продолжительность. Цель устного опроса – проверка усвоения обучающимся основных терминов, понятий и принципов взаимодействия. Устный опрос может относиться к материалу темы, рассматриваемой на данном занятии, а также к материалам предыдущих лекций. Вопросы могут задаваться устно или в виде системы карточек, по списку каждому студенту или всем в формате «мозгового штурма». Количество максимальных баллов и продолжительность времени для ответов определяется непосредственно преподавателем. По усмотрению преподавателя устный опрос может быть заменен тестированием.
- тестирование. Тестирование в качестве текущего контроля успеваемости не является обязательной формой работы и предлагается обучающимся по усмотрению преподавателя. Цель тестирования – мониторинг уровня усвоения теоретического материала, а также качества самостоятельной работы, выявление неуспевающих студентов.

Тестирование может проводиться периодически (один или два раза в месяц), а может – на каждом занятии, на усмотрение преподавателя. Текущее тестирование может быть организовано на дистанционной платформе LMS. Тестируемые темы заранее озвучиваются обучающимся или обозначаются в начале курса преподавателем.

**Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации**

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

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

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

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

## 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