

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

Кафедра № 32

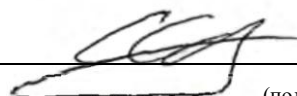
УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы

К.Т.Н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«18» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Управление роботами и робототехническими системами»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	15.03.06
Наименование направления подготовки/ специальности	Мехатроника и робототехника
Наименование направленности/ специализации	Цифровой инжиниринг робототехнических комплексов
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



18.02.2026

(подпись, дата)

Н.В. Савельев

(инициалы, фамилия)

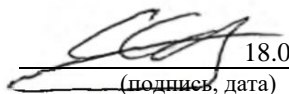
Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«18» февраля 2026 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой № 32

к.т.н., доц.

(уч. степень, звание)



18.02.2026

(подпись, дата)


С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



18.02.2026

(подпись, дата)

Н.В. Решетникова

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Управление роботами и робототехническими системами» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» направленности/специализации «Цифровой инжиниринг робототехнических комплексов». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-11 «Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования 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, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем»

ОПК-12 «Способен участвовать в монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей»

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, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (7 семестр).

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

Целью дисциплины является формирование у студентов знаний, умений и навыков в области необходимых для проектирования управления роботами робототехническими системами.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

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

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

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-11 Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования 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, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем	ОПК-11.3.1 знает базовые технические средства автоматизации и управления, основные принципы построения технических средств автоматизации и управления ОПК-11.У.1 умеет разрабатывать математические модели роботов, мехатронных и робототехнических систем, их отдельных подсистем и модулей
	ОПК-12 Способен участвовать в	ОПК-12.3.1 знает методику проведения оценки потенциальных опасностей,

	монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей	сопровождающих эксплуатацию разрабатываемых мехатронных и робототехнических комплексов, обоснование мер по предотвращению таких опасностей при монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей ОПК-12.У.1 умеет проводить монтаж, наладку, настройку опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей с целью сдачи в эксплуатацию новых образцов и совершенствования существующих модулей ОПК-12.В.1 владеет навыками проведения предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей по заданным программам и методикам
--	--	---

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Прикладное программирование»,
- «информационные устройства и системы в робототехнике».

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

- «теория автоматического управления»,
- «управление роботами и робототехническими системами»,
- «программирование микроконтроллеров»,
- «системы технического зрения».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

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

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№7
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки		
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17

практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа , всего (час)	38	38
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.	Экз.

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП/КР (час)	СР (час)
Семестр 7					
Раздел 1. Введение в управление роботами и робототехническими системами Тема 1.1. Основные понятия: робот, робототехническая система, система управления. Тема 1.2. Классификация роботов (промышленные, сервисные, мобильные, манипуляторы и т.д.). Тема 1.3. Основные задачи управления роботами: позиционирование, движение, взаимодействие с окружающей средой.	1				
Раздел 2. Математическое моделирование движения роботов Тема 2.1. Прямая кинематика (переход от угловых координат к положению конечного звена). Тема 2.2. Обратная кинематика (определение угловых координат по заданному положению). Тема 2.3. Методы решения задач кинематики (матрицы Денавита-Хартенберга). Тема 2.4. Уравнения Лагранжа для описания динамики манипуляторов Тема 2.5. Уравнения Ньютона-Эйлера	4		6		8

<p>Раздел 3. Системы управления роботами</p> <p>Тема 3.1. Основы теории управления. Линейные и нелинейные системы. Стабилизация и управляемость.</p> <p>Тема 3.2. Типы систем управления. Открытые и замкнутые системы. Позиционное и контурное управление.</p> <p>Тема 3.3. Алгоритмы управления. PID-регуляторы. Адаптивное управление. Предиктивное управление.</p> <p>Тема 3.4. Управление в реальном времени. Архитектуры систем управления. Интерфейсы человек-робот.</p>	4		6		8
<p>Раздел 4. Планирование траекторий и навигация</p> <p>Тема 4.1. Задачи планирования движения. Генерация траекторий в пространстве конфигураций. Учет ограничений (препятствия, физические возможности робота).</p> <p>Тема 4.2. Алгоритмы планирования. A*, Dijkstra, RRT (Rapidly-exploring Random Trees). Потенциальные поля. Вероятностные методы (PRM, RRT).</p> <p>Тема 4.3. Навигация мобильных роботов. Локализация (SLAM — Simultaneous Localization and Mapping). Использование датчиков (лидары, камеры, IMU).</p>	4		5		10
<p>Раздел 5. Проектирование и разработка робототехнических систем</p> <p>Тема 5.1. Этапы проектирования. Анализ требований. Выбор архитектуры и компонентов.</p> <p>Тема 5.2. Интеграция аппаратного и программного обеспечения.</p> <p>Тема 5.3. Тестирование и отладка систем управления.</p>	4				12
Итого в семестре:	17		17		38
Итого	17	0	17	0	38

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

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	<p>Раздел 1. Введение в управление роботами и робототехническими системами</p> <p>Тема 1.1. Лекция-беседа. Основные понятия: робот, робототехническая система, система управления. Понятия: робот, робототехническая система (РТС), контур управления, степень свободы, исполнительный механизм, сенсорный блок. Закономерности: связь структурной организации РТС с её функциональными возможностями и точностью управления. Методы: системный анализ, декомпозиция РТС на подсистемы (механика, приводы, датчики, вычислитель, ПО). Умения: классифицировать элементы РТС, формулировать цели и ограничения системы управления, выделять контуры регулирования.</p> <p>Тема 1.2. Классификация роботов (промышленные, сервисные, мобильные, манипуляторы и т.д.). Лекция-беседа. Понятия: промышленный/сервисный/мобильный робот, манипулятор, AGV/AMR, степень автономности, кинематическая схема. Закономерности: зависимость конструкции и типа управления от области применения и условий эксплуатации. Методы: сравнительный анализ, критериальная классификация (по назначению, кинематике, уровню интеллекта). Умения: подбирать тип робота под технологическую задачу, обосновывать выбор архитектуры РТС.</p> <p>Тема 1.3. Основные задачи управления роботами: позиционирование, движение, взаимодействие с окружающей средой. Лекция-беседа. Понятия: позиционирование, траектория, силовое/позиционное управление, контакт со средой, импеданс/адмиттанс. Закономерности: взаимовлияние точности позиционирования, быстродействия и устойчивости при контакте. Методы: постановка задач управления, формализация требований к точности и динамике. Умения: декомпонировать глобальную задачу управления на подзадачи, формулировать критерии качества переходных процессов.</p>
2	<p>Раздел 2. Математическое моделирование движения роботов</p> <p>Тема 2.1. Прямая кинематика (переход от угловых координат к положению конечного звена). Лекция-беседа. Понятия: звено, кинематическая пара, пространство конфигураций, однородные координаты, матрица преобразования. Методы: матричные преобразования, построение кинематических цепей. Умения: рассчитывать положение и ориентацию схвата, строить кинематические схемы манипуляторов.</p> <p>Тема 2.2. Обратная кинематика (определение угловых координат по заданному положению). Лекция-беседа. Понятия: многорешенность, сингулярность, рабочее пространство, область досягаемости. Методы: геометрический, алгебраический, численно-итерационный (Якоби, псевдообратная матрица). Умения: решать задачи обратной кинематики для 2–6 звеньев, выявлять и обходить сингулярные конфигурации.</p> <p>Тема 2.3. Методы решения задач кинематики (матрицы Денавита-Хартенберга). Лекция-беседа. Понятия: параметры Денавита-Хартенберга, локальная система координат звена. Алгоритмы: последовательное построение матриц Д-Х, вычисление общей матрицы преобразования.</p>

	<p>Тема 2.4. Уравнения Лагранжа для описания динамики манипуляторов. Лекция-беседа. Понятия: кинетическая/потенциальная энергия, обобщённые координаты/силы, матрица инерции, силы Кориолиса и центробежные, гравитационный вектор. Методы: составление функции Лагранжа, дифференцирование. Умения: выводить динамические модели для простых манипуляторов, интерпретировать физический смысл матричных слагаемых.</p> <p>Тема 2.5. Уравнения Ньютона-Эйлера. Лекция-беседа. Понятия: прямой/обратный рекуррентный ход, силы и моменты в сочленениях, инерционные характеристики звеньев. Алгоритмы: прямой ход (расчёт скоростей/ускорений), обратный ход (расчёт усилий/моментов). Умения: реализовывать рекуррентный расчёт динамики, сравнивать методы Лагранжа и Ньютона-Эйлера по вычислительной сложности и применимости.</p>
3	<p>Раздел 3. Системы управления роботами</p> <p>Тема 3.1. Основы теории управления. Линейные и нелинейные системы. Стабилизация и управляемость. Лекция-беседа. Понятия: линейная/нелинейная система, устойчивость (по Ляпунову), управляемость, наблюдаемость, пространство состояний. Закономерности: принцип суперпозиции, критерии устойчивости (Гурвица, Найквиста, Ляпунова). Методы: линеаризация в окрестности точки равновесия, анализ в пространстве состояний. Умения: проверять управляемость/наблюдаемость, выбирать линеаризованную модель для синтеза регулятора.</p> <p>Тема 3.2. Типы систем управления. Открытые и замкнутые системы. Позиционное и контурное управление. Лекция-беседа. Понятия: разомкнутая/замкнутая система, ошибка слежения, каскадное управление, контуры тока/скорости/положения. Закономерности: влияние обратной связи на точность, помехоустойчивость и быстродействие. Методы: структурное моделирование, настройка каскадных контуров. Умения: проектировать структурные схемы контуров управления, настраивать вложенные регуляторы привода.</p> <p>Тема 3.3. Алгоритмы управления. PID-регуляторы. Адаптивное управление. Предиктивное управление. Лекция-беседа. Понятия: PID-регулятор, робастность, адаптивность, модель объекта, горизонт предсказания, скользящее управление. Методы: настройка ПИД (Ziegler-Nichols, оптимизация, автонастройка), MPC (Model Predictive Control), адаптивные законы (MRAC, самоподстройка). Умения: синтезировать и настраивать ПИД-регуляторы, моделировать адаптивные и предиктивные алгоритмы, оценивать влияние ограничений на управление.</p> <p>Тема 3.4. Управление в реальном времени. Архитектуры систем управления. Интерфейсы человек-робот. Лекция-беседа. Понятия: жёсткое/мягкое реальное время, детерминизм, монолитная/модульная/распределённая архитектура, НМИ/телеоперация. Методы: шедулинг задач RTOS, оптимизация цикла управления, проектирование GUI/панелей оператора. Умения: выбирать архитектуру СУ под задачу, настраивать приоритеты процессов, проектировать безопасные интерфейсы взаимодействия.</p>
4	Раздел 4. Планирование траекторий и навигация

	<p>Тема 4.1. Задачи планирования движения. Генерация траекторий в пространстве конфигураций. Учет ограничений (препятствия, физические возможности робота). Лекция-беседа. Понятия: C-space, препятствия в C-space, коллизия, гладкость, кинематические/динамические ограничения. Закономерности: зависимость размерности пространства планирования от числа степеней свободы. Методы: параметризация траекторий (полиномы, кубические сплайны, трапецеидальные профили скорости). Умения: формализовать ограничения, генерировать гладкие и динамически реализуемые траектории.</p> <p>Тема 4.2. Алгоритмы планирования. A*, Dijkstra, RRT (Rapidly-exploring Random Trees). Потенциальные поля. Вероятностные методы (PRM, RRT). Лекция-беседа. Понятия: граф поиска, дерево, эвристика, вероятность полноты, асимптотическая оптимальность. Алгоритмы: A*, Dijkstra, RRT/RRT*, PRM, искусственные потенциальные поля. Умения: выбирать алгоритм под тип среды и требования к времени/оптимальности, реализовывать базовые планировщики, настраивать параметры поиска.</p> <p>Тема 4.3. Навигация мобильных роботов. Локализация (SLAM — Simultaneous Localization and Mapping). Использование датчиков (лидары, камеры, IMU). Лекция-беседа. Понятия: локализация, карта, SLAM, сенсорная модель, фильтр Калмана, граф SLAM, одометрия. Методы: EKF-SLAM, FastSLAM, графовая оптимизация (g2o, Ceres), визуальная/лидарная одометрия. Умения: интегрировать данные лидара, камеры и IMU, настраивать SLAM-алгоритмы, оценивать дрейф и точность навигации.</p>
5	<p>Раздел 5. Проектирование и разработка робототехнических систем</p> <p>Тема 5.1. Этапы проектирования. Анализ требований. Выбор архитектуры и компонентов. Лекция-беседа. Понятия: техническое задание, системный инжиниринг, компонентная база, жизненный цикл РТС, V-модель. Методы: функционально-стоимостной анализ, сравнительный выбор датчиков/приводов/контроллеров, traceability требований. Умения: формулировать ТЗ, обосновывать архитектурные решения, составлять спецификацию и карту требований.</p> <p>Тема 5.2. Интеграция аппаратного и программного обеспечения. Лекция-беседа. Понятия: аппаратно-программный интерфейс, шина данных, драйвер, middleware (ROS/ROS2), синхронизация по времени. Методы: модельно-ориентированное проектирование (МРС), HiL-тестирование, интеграционные тесты, контейнеризация. Умения: разворачивать графы вычислений, настраивать связь между МК/ПК и периферией, отлаживать взаимодействие подсистем.</p> <p>Тема 5.3. Тестирование и отладка систем управления. Лекция-беседа. Понятия: валидация, верификация, точность/повторяемость, отказоустойчивость, safety-уровни (ISO 10218, IEC 61508). Методы: симуляция (Gazebo, Webots, MATLAB/Simulink), стендовые испытания, анализ логов и осциллограмм, настройка ограничителей и аварийных остановов. Умения: проводить поэтапную отладку, интерпретировать диагностические данные, документировать результаты испытаний и формировать акты ввода в</p>

	эксплуатацию.
--	---------------

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7				
1	ЛР 1 Моделирование прямой и обратной кинематики манипулятора	2	2	2
2	ЛР 2 Динамическое моделирование манипулятора: уравнения Лагранжа и Ньютона-Эйлера	4	4	2
3	ЛР 3 Синтез и настройка ПИД-регулятора для позиционного управления	4	4	3
4	ЛР 4 Планирование траекторий в среде с препятствиями: A*, RRT, потенциальные поля	2	2	4
5	ЛР 5 Локализация и построение карты: реализация EKF-SLAM	2	2	4
6	ЛР 6 Интеграция подсистем: от модели к прототипу управления	3	3	5
Всего		17	17	

4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	20	20

Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	8	8
Всего:	38	38

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

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

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
URL: https://znanium.com/catalog/product/2080967	Лесков, А. Г. Кинематика и динамика исполнительных механизмов манипуляционных роботов : учебное пособие / А. Г. Лесков, К. В. Бажинова, Е. В. Селиверстова. - Москва : Издательство МГТУ им. Баумана, 2017. - 102, [2] с. : ил. - ISBN 978-5-7038-4752-7.	
URL: https://znanium.com/catalog/product/2092443	Рязанов, С. И. Автоматизация производственных процессов в машиностроении. Робототехника, робототехнические комплексы. Практикум : учебное пособие / С. И. Рязанов, Ю. В. Псигин. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 156 с. - ISBN 978-5-9729-1351-0.	
URL: https://znanium.ru/catalog/product/2109590	Стейпл, Д. Устройство и программирование автономных роботов. Проекты на Python и Raspberry Pi : практическое руководство / Д. Стейпл ; пер. с англ. Е. В. Шевчук ; науч. ред. В. С. Яценков. - Москва : ДМК Пресс, 2022. - 522 с. - ISBN 978-5-97060-989-7.	
URL: https://znanium.com/catalog/product/1960145	Шолохов, М. А. Траекторные задачи при автоматической и роботизированной сварке : учебно-справочное пособие / М. А. Шолохов ; под науч. ред. Э. А. Гладкова, Р. А. Перковского. - Москва : МГТУ им. Баумана, 2015. - 168 с. - ISBN	

	978-5-7038-4325-3.	
URL: https://znanium.ru/catalog/product/2161396	Носков, В. П. Математические модели движения и системы технического зрения мобильных робототехнических комплексов : учебное пособие / В. П. Носков, В. И. Рубцов, И. В. Рубцов. - Москва : Издательство МГТУ им. Баумана, 2015. - 96 с. - ISBN 978-5-7038-4128-0.	
URL: https://znanium.ru/catalog/product/2161608	Серебрянный, В. В. Программирование скоординированных перемещений двух роботов-манипуляторов на базе коллаборативного робота IRB 14000 YuMi : учебное пособие / В. В. Серебрянный, П. В. Леонидов. - Москва : Изд-во МГТУ им. Баумана, 2019. - 90 с. - ISBN 978-5-7038-5293-4.	
URL: https://znanium.com/catalog/product/1958415	Зенкевич, С. Л. Основы управления манипуляционными роботами : учебник / С. Л. Зенкевич, А. С. Ющенко. - 2-е изд., исправ. и доп. - Москва : МГТУ им. Баумана, 2004. - 478 с. - (Робототехника). - ISBN 5-7038-2567-9.	
URL: https://znanium.com/catalog/product/1958400	Воротников, С. А. Информационные устройства робототехнических систем : учебное пособие / С. А. Воротников ; под ред. С. Л. Зенкевича, А. С. Ющенко. - Москва : МГТУ им. Баумана, 2005. - 382 с. - ISBN 5-7038-2207-6.	
URL: https://znanium.com/catalog/product/406841	Предко, М. Устройства управления роботами [Электронный ресурс] / М. Предко. - Москва : ДМК Пресс, 2010. - 404 с.: ил. - ISBN 5-94074-226-2.	
URL: https://znanium.com/catalog/product/1308357	Бурьков, Д. В. Математическое и имитационное моделирование электротехнических и робототехнических систем : учебное пособие / Д. В. Бурьков, Ю. П. Волощенко ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2020. - 159 с. - ISBN 978-5-9275-3625-2.	
URL: https://znanium.com/catalog/product/1858795	Булгаков, А. Г. Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление : монография / А. Г. Булгаков, В. А. Воробьев. - Москва : СОЛОН-Пресс, 2020. - 484 с. - (Серия «Библиотека инженера»). - ISBN 978-5-91359-296-5.	

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

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

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

URL адрес	Наименование
https://pro.guap.ru/	Элементы электронного курса по дисциплине размещены внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения»

8. Перечень информационных технологий

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

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» (https://pro.guap.ru/) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке https://guap.ru/it/system/iso
2	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» (https://guap.ru/), разработан сотрудниками ГУАП (введен в эксплуатацию Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23)
3	Microsoft Office 2019 (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po)

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

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
1	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий (https://lib.guap.ru.), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП
2	Научная электронная библиотека «eLIBRARY» (https://elibrary.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
3	ЭБС «Лань» (https://e.lanbook.com/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
4	ЭБС Znanium (https://znanium.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП

9. Материально-техническая база

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

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

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

1	Мультимедийная лекционная аудитория: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования (Интерактивный мультисенсорный дисплей на перекатной стойке FocusTouch Диагональ 70" – 1 шт., ПЭВМ – 1 шт.); Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	21-21 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)
2	Лаборатория компьютерного моделирования: – специализированная мебель; – технические средства обучения, служащие для представления учебной информации; ПЭВМ - Дисплей интерактивный НТС- 1 шт. Лабораторное оборудование: ПЭВМ – «Место рабочее автоматизированное» – 18 шт. Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	31-04 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

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

Примечание: *экзаменационные билеты формируются на основе вопросов и задач таблицы 15.

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

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов для экзамена	Код индикатора
1	Дайте определение робототехнической системы. Назовите её основные подсистемы и опишите их функциональное взаимодействие.	ОПК-11.3.1
2	Приведите классификацию роботов по назначению, кинематической структуре и уровню автономности. В чём принципиальное различие между AGV и AMR?	ОПК-11.3.1
3	Что такое степень свободы манипулятора? Как она связана с возможностями позиционирования и ориентации схвата в рабочем пространстве?	ОПК-11.3.1
4	В чём различие между позиционным, силовым и импедансным управлением? В каких технологических задачах применяется каждый тип?	ОПК-11.3.1
5	Опишите метод Денавита-Хартенберга. Какие четыре параметра используются для каждого звена и как строится общая матрица преобразования T_0^n ?	ОПК-11.3.1
6	В чём суть задачи прямой кинематики? Приведите последовательность вычислений для нахождения положения и ориентации конечного звена.	ОПК-11.3.1
7	Почему задача обратной кинематики часто имеет множественные или отсутствующие решения? Как на практике выбирается допустимая конфигурация?	ОПК-11.3.1
8	Что такое сингулярность манипулятора? Как она проявляется в матрице Якоби и к каким последствиям приводит для системы управления?	ОПК-11.3.1
9	Запишите уравнения динамики манипулятора в форме Лагранжа. Какой	ОПК-11.3.1

	физический смысл имеют матрица инерции $M(q)$, матрица Кориолиса/центробежных сил $C(q, \dot{q})$ и гравитационный вектор $G(q)$?	
10	Опишите рекуррентный алгоритм Ньютона-Эйлера (прямой и обратный ходы). В чём его вычислительные преимущества перед методом Лагранжа для онлайн-управления?	ОПК-11.3.1
11	Дайте определения управляемости и наблюдаемости линейной динамической системы. Как проверить эти свойства для модели в пространстве состояний?	ОПК-11.3.1
12	В чём принципиальная разница между разомкнутыми и замкнутыми системами управления? Как отрицательная обратная связь влияет на точность, помехоустойчивость и быстродействие?	ОПК-11.3.1
13	Опишите структуру ПИД-регулятора. Как пропорциональная, интегральная и дифференциальная составляющие влияют на переходный процесс и статическую ошибку?	ОПК-11.3.1
14	Что такое проблема «windup» интегратора? Какие практические методы (anti-windup) применяются для её устранения в реальных приводах?	ОПК-11.3.1
15	В чём суть адаптивного управления? Приведите пример адаптивного закона подстройки параметров при неизвестной инерционной нагрузке.	ОПК-11.3.1
16	Опишите принцип модельно-предиктивного управления (MPC). Какие ограничения (по скорости, ускорению, усилиям) оно позволяет учитывать и почему требует значительных вычислительных ресурсов?	ОПК-11.3.1
17	Что такое жёсткое и мягкое реальное время в контексте робототехнических систем? Как обеспечивается детерминизм выполнения цикла управления?	ОПК-11.3.1
18	Сравните монолитную, модульную и распределённую архитектуры систем управления. В каких случаях целесообразно применение каждой из них?	ОПК-11.3.1
19	Что такое пространство конфигураций (C-space)? Как в нём формализуются препятствия и почему планирование в C-space предпочтительнее, чем в рабочем пространстве?	ОПК-11.3.1
20	Опишите алгоритм поиска пути A^* . Как эвристическая функция влияет на полноту, оптимальность и скорость поиска?	ОПК-11.3.1
21	В чём отличие RRT от RRT*? Почему базовый RRT не гарантирует оптимальность траектории и как это исправлено в модификации RRT*?	ОПК-11.3.1
22	Как работает метод искусственных потенциальных полей? В чём его главный недостаток (локальные минимумы) и какие стратегии обхода применяются на практике?	ОПК-11.3.1
23	Что такое задача SLAM? Опишите основные этапы работы EKF-SLAM и критическую роль ассоциации данных (data association).	ОПК-11.3.1
24	Какие типы датчиков используются для локализации мобильных роботов? Как данные одометрии, лидара и IMU объединяются для компенсации дрейфа?	ОПК-11.3.1
25	В чём преимущества граф-оптимизационных методов SLAM (например, g2o, Ceres) по сравнению с фильтрационными подходами (EKF, Particle Filter) при построении больших карт?	ОПК-11.3.1
26	Опишите V-модель жизненного цикла разработки ПТС. Как она обеспечивает трассируемость требований от ТЗ до этапа валидации?	ОПК-11.3.1
27	Какие критерии учитываются при выборе аппаратной платформы (микроконтроллер, одноплатный компьютер, приводы, шины связи) для конкретной задачи управления?	ОПК-11.3.1
28	Что такое middleware в робототехнике (на примере ROS/ROS2)? Как он решает проблемы гетерогенности компонентов, синхронизации данных и межпроцессного взаимодействия?	ОПК-11.3.1
29	Опишите этапы тестирования и отладки системы управления. В чём разница между верификацией, валидацией, SIL- и HIL-тестированием?	ОПК-11.3.1
30	Какие стандарты функциональной безопасности (ISO 10218, ISO/TS 15066, IEC 61508) применяются при сертификации промышленных и коллаборативных роботов? Как они влияют на архитектуру контуров защиты и аварийного останова?	ОПК-11.3.1

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

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код
-------	---	-----

		индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

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

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

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

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

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
<p>1 тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</p>		
1	<p>Что такое прямая кинематика в робототехнике?</p> <p>А) Расчет скорости движения робота; Б) Вычисление углов сочленений для достижения заданной точки пространств; В) Определение положения конечного звена манипулятора по заданным углам его сочленений; Г) Анализ динамики системы.</p>	ОПК-11.3.1 ОПК-11.У.1
2	<p>Какой метод используется для решения обратной задачи кинематики?</p> <p>А) Метод прямого интегрирования; Б) Метод градиентного спуска; В) Метод Денавита-Хартенберга; Г) Метод наименьших квадратов.</p>	ОПК-11.3.1 ОПК-11.У.1
3	<p>Какой тип управления роботом обеспечивает точное следование по заданной траектории?</p> <p>А) Траекторное управление; Б) Управление по обратной связи; В) Адаптивное управление; Г) Программное управление.</p>	ОПК-11.3.1 ОПК-11.У.1
4	<p>Что такое силомоментное управление в робототехнике?</p> <p>А) Управление, учитывающее только позицию робота; Б) Управление, учитывающее взаимодействие робота с внешней средой через силы и моменты; В) Управление, основанное на обратной связи по скорости; Г) Управление, использующее только данные от датчиков положения.</p>	ОПК-11.3.1 ОПК-11.У.1
5	<p>Какой алгоритм используется для планирования траектории робота в пространстве с препятствиями?</p> <p>А) Алгоритм Дейкстры;</p>	ОПК-12.3.1

	Б) Генетический алгоритм; В) Алгоритм А*; Г) Алгоритм быстрой сортировки.	
2 тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов		
	Что входит в базовую структуру робототехнической системы? А) Манипулятор; Б) Источник питания; В) Система управления; Г) Датчики обратной связи.	ОПК-12.3.1 ОПК-12.У.1
6	Какие типы датчиков используются в робототехнике? А) Гравитационные; Б) Тактильные; В) Визуальные; Г) Акустические.	ОПК-12.3.1 ОПК-12.У.1
7	Какие задачи решает система управления роботом? А) Планирование траектории движения; Б) Обработка данных от датчиков; В) Управление источником питания; Г) Контроль состояния исполнительных механизмов.	ОПК-12.3.1 ОПК-12.У.1
8	Какие компоненты входят в состав манипулятора робота? А) Звенья; Б) Шарниры; В) Датчики температуры; Г) Приводы.	ОПК-12.3.1 ОПК-12.У.1
9	Какие функции выполняют датчики обратной связи? А) Измерение ускорения; Б) Измерение положения; В) Измерение скорости; Г) Измерение уровня шума.	ОПК-12.3.1 ОПК-12.У.1
3 тип. Задание закрытого типа на установление соответствия Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце		
10	Установите соответствие между терминами и их определениями: 1 Траектория 2 Позиция 3 Ориентация	ОПК-12.3.1 ОПК-12.У.1 А) Положение объекта в пространстве, описываемое координатами. Б) Скорость движения объекта В) Направление объекта в пространстве относительно выбранной системы координат. Г) Путь, по которому движется объект в пространстве.

11	<p>Установите соответствие между терминами и их определениями:</p> <p>1 Прямая кинематика А) Изучение скоростей и ускорений звеньев манипулятора.</p> <p>2 Обратная кинематика Б) Задача определения положения и ориентации конечного звена манипулятора по заданным углам его сочленений.</p> <p>3 Дифференциальная кинематика В) Расчёт энергии, потребляемой манипулятором.</p> <p> Г) Задача определения углов сочленений манипулятора по заданному положению и ориентации конечного звена.</p>	ОПК-12.3.1 ОПК-12.У.1
12	<p>Установите соответствие между терминами и их определениями:</p> <p>1 Следящая система А) Система управления, работающая по заранее заданной программе.</p> <p>2 Программное управление Б) Система, работающая только в автономном режиме.</p> <p>3 Адаптивное управление В) Система управления, поддерживающая заданное значение параметра с помощью обратной связи.</p> <p> Г) Система управления, которая изменяет свои параметры в зависимости от условий работы.</p>	ОПК-12.3.1 ОПК-12.У.1
13	<p>Установите соответствие между терминами и их определениями:</p> <p>1 Силовое управление А) Управление, учитывающее взаимодействие между роботом и окружающей средой через силы и импеданс.</p> <p>2 Позиционное управление Б) Управление, основанное только на визуальной информации.</p> <p>3 Импедансное управление В) Управление, фокусирующееся на контроле усилий, прикладываемых к объектам.</p> <p> Г) Управление, направленное на точное позиционирование рабочего органа.</p>	ОПК-12.3.1 ОПК-12.У.1
<p>4 тип. Задание закрытого типа на установление последовательности</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо</p>		
14	<p>Установите последовательность этапов разработки системы управления роботом:</p> <p>А) Создание модели робота; Б) Анализ задачи и требований; В) Тестирование системы управления; Г) Разработка алгоритма управления; Д) Внедрение и эксплуатация.</p>	ОПК-11.3.1 ОПК-11.У.1
15	<p>Этапы создания кинематической модели манипулятора:</p> <p>А) Построение уравнений движения; Б) Выбор системы координат; В) Верификация модели; Г) Определение степеней свободы; Д) Расчет матриц преобразования.</p>	ОПК-11.3.1 ОПК-11.У.1
16	<p>Порядок выполнения задачи захвата объекта манипулятором:</p>	ОПК-11.3.1 ОПК-11.У.1

	А) Планирование траектории движения; Б) Выполнение движения; В) Проверка успешности захвата; Г) Подготовка захватного устройства; Д) Определение координат объекта.	
17	Порядок настройки системы управления движением робота: А) Определение целей движения; Б) Тестирование движения; В) Корректировка параметров; Г) Настройка двигателей; Д) Расчет траектории.	ОПК-11.3.1 ОПК-11.У.1
18	Последовательность этапов создания системы взаимодействия человека и робота: А) Внедрение системы; Б) Реализация функционала; В) Анализ потребностей пользователя; Г) Разработка интерфейса; Д) Тестирование удобства использования.	ОПК-11.3.1 ОПК-11.У.1
5 мин. Задание открытого типа с развернутым ответом Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ или напишите пропущенное слово/словосочетание		
19	Что такое робототехническая система?	ОПК-11.3.1 ОПК-11.У.1
20	Каковы основные компоненты робота?	ОПК-11.3.1 ОПК-11.У.1
21	Какие существуют методы планирования траектории робота?	ОПК-11.3.1 ОПК-11.У.1
22	Что такое автономный робот?	ОПК-11.3.1 ОПК-11.У.1
23	Что такое обратная связь в управлении роботами?	ОПК-11.3.1 ОПК-11.У.1

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

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

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

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

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

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

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

Структура предоставления лекционного материала:

- лекционный материал представляется преподавателям устно;
- лекция состоит из трёх основных частей: вступительной, основной и заключительной;
- вступительная часть определяет название темы, план и цель лекции;
- в основной части лекции реализуется научное содержание темы, все главные узловые вопросы, проводится вся система доказательств с использованием наиболее целесообразных методических приёмов;
- заключительная часть имеет целью обобщать в кратких формулировках основные идеи лекции, логически завершая её как целостное творение;
- отдельные виды лекций могут иметь свои особенности как по содержанию, так и по структуре.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах.

Учебным планом не предусмотрено.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Учебным планом не предусмотрено.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

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

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

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

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Список заданий представлен в п 4.4, таблица 6. Лабораторные работы следует выполнять в ходе прохождения курса, внимательно разбирая представленный методический материал преподавателем, с загрузкой выполненных работ в личный кабинет обучающегося в установленные в «Личном кабинете ГУАП» сроки для каждой работы.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

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

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

По каждой лабораторной работе выполняется отдельный отчет. Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом), приведенным на сайте ГУАП (www.guar.ru) в разделе «ГУАП/Нормативная документация/Документация/Для учебного процесса». Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП (www.guar.ru) в разделе «ГУАП/Нормативная документация/Документация/Для учебного процесса».

11.5. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта/курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено.

11.6. 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.

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет ему 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.

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

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

Проведение текущего контроля успеваемости осуществляется с помощью тестов, приведенных в таблице 18. Оценивание текущего контроля успеваемости оценивается по четырех бальной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

11.8. 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».

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

Допуск к сдаче экзамена обучающийся получает при выполнении и сдаче не менее 80% лабораторных работ, выполненных в полном объеме, пройденному и сданному тестированию текущего контроля с оценкой не ниже «удовлетворительно», удовлетворительной посещаемости занятий.

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