

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

Кафедра № 32

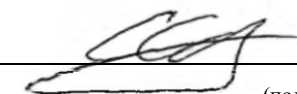
УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы

К.Т.Н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«18» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Роботизированная сварка»
(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)

ст. преп.

(должность, уч. степень, звание)



18.02.2026

(подпись, дата)

А.В. Рысин

(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 «Роботизированная сварка» 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:

ПК-6 «Роботизированная сварка»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с программированием промышленных роботов и оптимизацией роботизированного процесса сварки.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, 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

Получение обучающимися необходимых знаний в области программирования промышленных роботов KUKA, работы со специализированным языком программирования KRL, алгоритмов разработки производственных процессов с применением промышленных роботизированных систем на базе роботов KUKA, процессов роботизированной сварки.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, 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
Профессиональные компетенции	ПК-6 Роботизированная сварка	ПК-6.3.1 знает основные узлы, элементы, конструктивные особенности сварочных роботов ПК-6.3.2 знает системы управления промышленным роботом, виды контроллеров, подключаемых манипуляторов ПК-6.У.1 умеет выбирать характеристики работы сварочного оборудования, систему координат робота, ячейки и инструментов ПК-6.У.2 умеет создавать программы для управления роботом, включая инструкции для точечной сварки, для перемещения робота, для регистрации инструмента, для управления подающим механизмом для сварки с использованием данных датчика касания, системы слежения за швом, паттерна сварки ПК-6.В.1 владеет навыком задания параметров работы сварочного оборудования в соответствии со спецификациями производителя ПК-6.В.2 владеет навыком разработки программы для управления роботизированной ячейкой с учетом полного состава ее оборудования и параметров технологического процесса сварки

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Физика»,
- «Информатика»,
- «Алгоритмизация и программирование».

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

- «Управление роботами и робототехническими системами»,
- «Проектирование роботов и робототехнических систем».

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	34	34
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	34	34
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	21	21
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 промышленную робототехнику					
Тема 1.1. История развития промышленной робототехники	3	4			4
Тема 1.2. Устройство промышленного робота					
Тема 1.3. Техника безопасности при работе с промышленными роботами					

Раздел 2. Введение в работу с промышленными роботами KUKA Тема 2.1. Виды управления промышленным. Режимы работы Тема 2.2. Пульт управления промышленным роботом Тема 2.3. Директории Тема 2.4. Виды создаваемых модулей Тема 2.5. Перемещение роботом в различных системах координат. Формуляры перемещений Тема 2.6. Простые типы движений промышленного робота Тема 2.7. Раздел «Ввод в эксплуатацию» Тема 2.8. Виды калибровок промышленного робота Тема 2.9. Калибровка рабочего инструмента Тема 2.10. Калибровка базовой системы координат Тема 2.11. Раздел «Индикация». Внешние исполнительные устройства. Входы -выходы промышленного робота	4	8			4
Раздел 3. Введение в программирование промышленных роботов Тема 3.1. Типы данных KRL Тема 3.2. Синтаксис KRL Тема 3.3. Унарные, логические и арифметические операторы Тема 3.4. Условные операторы Тема 3.5. Цикл while Тема 3.6. Цикл for	3	8			4
Раздел 4. Продвинутое программирование промышленных роботов Тема 4.1. Spline -движения Тема 4.2. Сообщения о квитировании Тема 4.3. Сообщения о состоянии Тема 4.4. Массивы KRL Тема 4.5. Информационные сообщения Тема 4.6. Switch -case Тема 4.7. Сообщения ожидания Тема 4.8. Подпрограммы и функции Тема 4.9. Работа с системными переменными Тема 4.10. Флаги Тема 4.11. Многомодульные системы	4	10			5
Раздел 5. Роботизированная сварка Тема 5.1. Пакет ArcTech Тема 5.2. Простые программы сварки ARC ON – ARC OFF Тема 5.3. Программы сварки с промежуточными точками Тема 5.4. Полный цикл сварки	3	4			4
Итого в семестре:	17	34			21
Итого	17	34	0	0	21

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

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 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 промышленную робототехнику</p> <p>Тема 1.1. История развития промышленной робототехники</p> <ul style="list-style-type: none"> – понятие промышленного робота; – предпосылки появления промышленных роботов; – основные этапы развития промышленной робототехники; – поколения промышленных роботов; – развитие роботизации в машиностроении, сварке, сборке, логистике и других отраслях; – основные мировые производители промышленных роботов; – роль промышленных роботов в автоматизации производства; – современные тенденции развития робототехники: гибкое производство, коллаборативные роботы, машинное зрение, цифровые двойники, искусственный интеллект; – понятие роботизированного технологического комплекса; – преимущества и ограничения применения промышленных роботов. <p>Тема 1.2. Устройство промышленного робота</p> <ul style="list-style-type: none"> – состав промышленного робота; – манипулятор промышленного робота; – звенья, сочленения и оси робота; – кинематическая структура промышленного робота; – рабочая зона промышленного робота; – система приводов промышленного робота; – электрические, гидравлические и пневматические приводы; – датчики положения, скорости, усилия и момента; – контроллер промышленного робота; – пульт управления промышленным роботом; – рабочий инструмент и исполнительные устройства; – грузоподъемность, повторяемость, точность позиционирования и скорость перемещения; – системы координат промышленного робота; – кабельная система, интерфейсы связи и внешние подключения. <p>Тема 1.3. Техника безопасности при работе с промышленными роботами</p> <ul style="list-style-type: none"> – опасные и вредные производственные факторы при работе с промышленными роботами; – опасная зона промышленного робота; – риски, связанные с движением звеньев, инструментом, заготовкой и внешними устройствами; – средства коллективной защиты: ограждения, блокировки, световые завесы, защитные двери; – аварийная остановка робота; – разрешающее устройство пульта управления; – безопасные режимы наладки и программирования; – требования к персоналу, работающему с промышленными роботами; – порядок допуска к работе с промышленным роботом; – безопасное перемещение робота в ручном режиме; – меры безопасности при обслуживании, наладке и ремонте робота; – правила работы с роботами при сварке, перемещении грузов и использовании захватных устройств; – порядок действий при аварийной ситуации.
2	<p>Раздел 2. Введение в работу с промышленными роботами KUKA</p> <p>Тема 2.1. Виды управления промышленным роботом.</p>

- ручное управление промышленным роботом;
- автоматическое управление промышленным роботом;
- управление роботом от внешней системы;
- режимы работы робота KUKA: T1, T2, AUT, AUT EXT;
- назначение режима T1 для обучения и наладки;
- назначение режима T2 для проверки программы на повышенной скорости;
- назначение автоматического режима AUT;
- назначение режима AUT EXT при управлении от внешнего контроллера или ПЛК;
- условия запуска программы в разных режимах;
- ограничение скорости в режиме ручного управления;
- управление скоростью через override;
- выбор системы координат при ручном перемещении;
- требования безопасности при переключении режимов работы.

Тема 2.2. Пульт управления промышленным роботом

- назначение пульта управления KUKA smartPAD;
- основные элементы пульта управления;
- сенсорный экран и пользовательский интерфейс;
- клавиши перемещения робота;
- кнопка аварийной остановки;
- разрешающее устройство;
- переключение режимов работы;
- управление скоростью перемещения;
- запуск, остановка и сброс программы;
- навигация по меню контроллера;
- выбор программ и модулей;
- работа с сообщениями системы;
- индикация состояния робота;
- требования безопасной работы с пультом управления.

Тема 2.3. Директории

- структура файловой системы контроллера KUKA;
- назначение директории программ робота;
- основные типы файлов в системе KUKA;
- программные модули;
- файлы с расширением .src;
- файлы данных с расширением .dat;
- системные директории;
- пользовательские директории;
- создание, копирование, переименование и удаление файлов;
- хранение программ робота;
- организация проектов и рабочих программ;
- резервное копирование программ;
- восстановление программ из архива;
- правила работы с файлами контроллера.

Тема 2.4. Виды создаваемых модулей

- понятие модуля в системе KUKA;
- программный модуль;
- модуль данных;
- структура файла .src;
- структура файла .dat;
- главная программа;
- подпрограмма;
- функция;
- шаблоны программ;

- inline-формуляры;
- модули с движениями робота;
- модули с логическими операциями;
- модули взаимодействия с внешними устройствами;
- назначение системных и пользовательских модулей;
- правила именования модулей;
- связь программного модуля с модулем данных.

Тема 2.5. Перемещение роботом в различных системах координат. Формуляры перемещений

- понятие системы координат промышленного робота;
- осевая система координат;
- мировая система координат WORLD;
- базовая система координат BASE;
- инструментальная система координат TOOL;
- система координат фланца;
- перемещение робота по осям;
- перемещение робота в декартовых координатах;
- выбор активной системы координат;
- назначение формуляров перемещения;
- параметры формуляров перемещения;
- выбор типа движения;
- задание скорости, ускорения и точности позиционирования;
- выбор инструмента и базы в формуляре;
- сохранение точек траектории;
- проверка корректности заданного перемещения.

Тема 2.6. Простые типы движений промышленного робота

- движение PTP;
- линейное движение LIN;
- круговое движение CIRC;
- особенности осевого перемещения робота;
- особенности движения по прямой линии;
- особенности движения по дуге окружности;
- точное позиционирование;
- аппроксимация траектории;
- скорость перемещения;
- ускорение перемещения;
- ориентация инструмента при движении;
- выбор типа движения в зависимости от технологической задачи;
- применение простых движений при сварке, перемещении и сборке;
- ошибки при задании движений;
- безопасная проверка траектории.

Тема 2.7. Раздел «Ввод в эксплуатацию»

- назначение раздела «Ввод в эксплуатацию»;
- первичная настройка промышленного робота;
- проверка конфигурации робота;
- настройка данных робота;
- настройка инструмента;
- настройка базовой системы координат;
- настройка нагрузки инструмента;
- проверка направления движения осей;
- проверка рабочих зон;
- проверка систем безопасности;
- настройка входов и выходов;
- тестирование исполнительных устройств;

	<ul style="list-style-type: none"> – подготовка робота к выполнению технологической программы; – контроль ошибок при вводе в эксплуатацию; – документирование результатов настройки.
	<p>Тема 2.8. Виды калибровок промышленного робота</p> <ul style="list-style-type: none"> – понятие калибровки промышленного робота; – назначение калибровки; – калибровка осей робота; – mastering осей робота; – калибровка рабочего инструмента; – калибровка TCP; – калибровка базовой системы координат; – калибровка внешних осей; – калибровка нагрузки инструмента; – калибровка после ремонта или замены узлов; – методы калибровки; – средства калибровки; – контроль точности после калибровки; – последствия некорректной калибровки. <p>Тема 2.9. Калибровка рабочего инструмента</p> <ul style="list-style-type: none"> – понятие рабочего инструмента промышленного робота; – понятие TCP — Tool Center Point; – назначение калибровки инструмента; – методы определения TCP; – метод нескольких точек; – задание ориентации инструмента; – ввод геометрических параметров инструмента; – ввод масс-инерционных характеристик инструмента; – проверка правильности калибровки инструмента; – влияние ошибки TCP на точность траектории; – применение калиброванного инструмента в программе; – выбор активного номера инструмента; – типовые ошибки при калибровке рабочего инструмента. <p>Тема 2.10. Калибровка базовой системы координат</p> <ul style="list-style-type: none"> – понятие базовой системы координат BASE; – назначение базовой системы координат; – связь базы с рабочим столом, оснасткой или деталью; – методы калибровки базы; – трёхточечный метод калибровки базы; – задание положения начала координат базы; – задание направления осей базовой системы; – ввод параметров базы вручную; – проверка корректности базы; – использование базы в формулах перемещения; – применение нескольких базовых систем координат; – влияние ошибки базы на точность технологического процесса; – типовые ошибки при калибровке BASE. <p>Тема 2.11. Раздел «Индикация». Внешние исполнительные устройства. Входы -выходы промышленного робота</p> <ul style="list-style-type: none"> – назначение раздела «Индикация»; – просмотр состояния робота; – просмотр текущего положения робота; – индикация активного инструмента и базы; – индикация входных и выходных сигналов;

	<ul style="list-style-type: none"> – дискретные входы промышленного робота; – дискретные выходы промышленного робота; – аналоговые сигналы; – подключение внешних исполнительных устройств; – управление захватом; – управление сварочным источником; – управление пневматическими и электрическими устройствами; – назначение сигналов готовности, запуска, ошибки и подтверждения; – диагностика входов и выходов; – взаимодействие робота с ПЛК; – основы построения роботизированной ячейки с внешними устройствами.
3	<p>Раздел 3. Введение в программирование промышленных роботов</p> <p>Тема 3.1. Типы данных KRL</p> <ul style="list-style-type: none"> – язык программирования KRL; – понятие переменной; – простые типы данных; – тип BOOL; – тип INT; – тип REAL; – тип CHAR; – строковые данные; – структуры данных; – массивы; – типы данных для описания положения робота; – тип FRAME; – тип POS; – тип E6POS; – тип AXIS; – тип E6AXIS; – пользовательские типы данных; – глобальные и локальные переменные; – объявление переменных в программном модуле и модуле данных; – инициализация переменных. <p>Тема 3.2. Синтаксис KRL</p> <ul style="list-style-type: none"> – структура программы KRL; – ключевые слова DEF и END; – комментарии в программе; – правила записи команд; – правила именования переменных и программ; – объявление переменных; – присваивание значений; – вызов подпрограмм; – запись команд движения; – запись логических команд; – синтаксис условий и циклов; – использование отступов и читаемого оформления кода; – связь файла .src и файла .dat; – ошибки синтаксиса; – проверка и запуск программы. <p>Тема 3.3. Унарные, логические и арифметические операторы</p> <ul style="list-style-type: none"> – понятие оператора в KRL; – арифметические операторы;

	<ul style="list-style-type: none"> – операции сложения, вычитания, умножения и деления; – операции целочисленного деления и остатка от деления; – унарные операторы; – оператор изменения знака; – логические операторы; – операции AND, OR, NOT; – операции сравнения; – составные логические выражения; – приоритет выполнения операций; – использование операторов в условиях; – использование операторов в циклах; – типовые ошибки при работе с операторами. <p>Тема 3.4. Условные операторы</p> <ul style="list-style-type: none"> – понятие условного оператора; – оператор IF; – оператор THEN; – оператор ELSE; – оператор ELSEIF; – завершение условного оператора; – простые условия; – сложные условия; – вложенные условные операторы; – использование логических выражений; – применение условий для управления движением робота; – применение условий для контроля входов и выходов; – обработка аварийных и технологических ситуаций; – типовые ошибки при использовании условных операторов. <p>Тема 3.5. Цикл while</p> <ul style="list-style-type: none"> – назначение цикла WHILE; – структура цикла WHILE; – условие выполнения цикла; – повторение команд при истинном условии; – выход из цикла; – бесконечный цикл; – контроль условий безопасности в цикле; – использование WHILE для ожидания сигнала; – использование WHILE для повторяющихся операций; – применение цикла при работе с внешними устройствами; – типовые ошибки при программировании циклов WHILE. <p>Тема 3.6. Цикл for</p> <ul style="list-style-type: none"> – назначение цикла FOR; – структура цикла FOR; – счётчик цикла; – начальное и конечное значение счётчика; – шаг изменения счётчика; – завершение цикла; – использование FOR для повторяющихся движений; – использование FOR при обработке массивов; – применение FOR в технологических программах; – отличие цикла FOR от цикла WHILE;
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> – типовые ошибки при использовании цикла FOR.
4	<p>Раздел 4. Продвинутое программирование промышленных роботов</p> <p>Тема 4.1. Spline -движения</p> <ul style="list-style-type: none"> – понятие spline-движения; – назначение spline-траекторий; – отличие spline-движений от PTP, LIN и CIRC; – команды spline-движений; – блок SPLINE; – движения SPTP, SLIN, SCIRC; – плавность траектории; – непрерывность скорости; – применение spline-движений в технологических операциях; – влияние spline-движений на качество траектории; – ограничения при использовании spline-движений; – типовые ошибки при программировании spline-траекторий. <p>Тема 4.2. Сообщения о квитировании</p> <ul style="list-style-type: none"> – понятие сообщения о квитировании; – назначение сообщений, требующих подтверждения оператором; – структура сообщения; – вывод сообщения на пульт управления; – действия оператора при появлении сообщения; – применение сообщений при аварийных и технологических ситуациях; – подтверждение сообщения; – блокировка дальнейшего выполнения программы до квитирования; – использование сообщений для повышения безопасности; – типовые ситуации применения сообщений о квитировании. <p>Тема 4.3. Сообщения о состоянии</p> <ul style="list-style-type: none"> – понятие сообщения о состоянии; – назначение сообщений о состоянии системы; – отличие сообщений о состоянии от сообщений о квитировании; – отображение текущего режима работы; – отображение этапа выполнения программы; – информирование оператора о ходе технологического процесса; – использование сообщений при диагностике; – формирование текстовых сообщений; – контроль состояния внешних устройств; – применение сообщений в роботизированной ячейке. <p>Тема 4.4. Массивы KRL</p> <ul style="list-style-type: none"> – понятие массива; – назначение массивов в KRL; – одномерные массивы; – многомерные массивы; – объявление массива; – индекс массива; – обращение к элементу массива; – инициализация массива; – массивы числовых данных; – массивы логических данных; – массивы точек и координат; – обработка массивов с помощью циклов; – применение массивов для хранения технологических параметров; – типовые ошибки при работе с массивами. <p>Тема 4.5. Информационные сообщения</p> <ul style="list-style-type: none"> – понятие информационного сообщения;

- назначение информационных сообщений;
- вывод подсказок оператору;
- сообщение о начале и завершении операции;
- сообщение о выбранном режиме;
- сообщение о состоянии внешнего устройства;
- отличие информационных сообщений от аварийных;
- использование информационных сообщений при наладке;
- повышение удобства эксплуатации программы;
- требования к тексту сообщений.

Тема 4.6. Switch -case

- назначение оператора выбора;
- структура SWITCH-CASE;
- проверяемое выражение;
- варианты CASE;
- вариант DEFAULT;
- завершение оператора выбора;
- отличие SWITCH-CASE от IF-ELSE;
- применение SWITCH-CASE для выбора режима работы;
- применение SWITCH-CASE для выбора технологической операции;
- применение SWITCH-CASE для обработки команд оператора;
- типовые ошибки при использовании оператора выбора.

Тема 4.7. Сообщения ожидания

- понятие сообщения ожидания;
- назначение ожидания события или сигнала;
- ожидание входного сигнала;
- ожидание подтверждения от внешнего устройства;
- ожидание завершения технологической операции;
- команды ожидания;
- применение WAIT FOR;
- применение задержек по времени;
- синхронизация робота с внешними устройствами;
- контроль тайм-аута ожидания;
- обработка ситуации отсутствия сигнала;
- безопасность при ожидании событий.

Тема 4.8. Подпрограммы и функции

- понятие подпрограммы;
- назначение подпрограмм;
- вызов подпрограммы;
- передача параметров в подпрограмму;
- локальные и глобальные переменные;
- понятие функции;
- отличие функции от подпрограммы;
- возвращаемое значение функции;
- структурирование программы;
- повторное использование программного кода;
- библиотечные модули;
- декомпозиция технологической программы;
- типовые ошибки при работе с подпрограммами и функциями.

Тема 4.9. Работа с системными переменными

- понятие системной переменной KUKA;
- назначение системных переменных;
- переменные положения робота;
- переменные скорости и ускорения;
- переменные активного инструмента и базы;

	<ul style="list-style-type: none"> – переменные входов и выходов; – переменные таймеров; – переменные флагов; – чтение системных переменных; – изменение системных переменных; – ограничения при работе с системными переменными; – влияние системных переменных на работу программы; – меры безопасности при изменении системных параметров. <p>Тема 4.10. Флаги</p> <ul style="list-style-type: none"> – понятие флага в системе KUKA; – назначение флагов; – логическое состояние флага; – установка флага; – сброс флага; – проверка состояния флага; – применение флагов в условиях; – применение флагов в циклах; – использование флагов для обмена состояниями между частями программы; – использование флагов при взаимодействии с внешними устройствами; – отличие флагов от входов и выходов; – типовые ошибки при работе с флагами. <p>Тема 4.11. Многомодульные системы</p> <ul style="list-style-type: none"> – понятие многомодульной программы; – назначение многомодульной структуры; – разделение программы на функциональные модули; – главный модуль программы; – вспомогательные модули; – модули данных; – вызов программ из других модулей; – общие переменные; – организация библиотек подпрограмм; – структурирование сложных технологических программ; – сопровождение и отладка многомодульной системы; – преимущества модульного программирования; – типовые ошибки при организации многомодульных программ.
5	<p>Раздел 5. Роботизированная сварка</p> <p>Тема 5.1. Пакет ArcTech</p> <ul style="list-style-type: none"> – назначение пакета ArcTech; – применение ArcTech в роботизированной сварке; – интеграция робота со сварочным источником; – управление сварочной горелкой; – управление подачей проволоки; – управление защитным газом; – управление зажиганием и гашением дуги; – параметры сварочного процесса; – команды ArcTech; – настройка сварочных программ; – связь сварочных параметров с траекторией движения; – контроль состояния сварочного оборудования; – диагностика ошибок сварочного процесса; – требования безопасности при работе с ArcTech. <p>Тема 5.2. Простые программы сварки ARC ON – ARC OFF</p>

	<ul style="list-style-type: none"> – структура простой программы сварки; – подвод инструмента к начальной точке шва; – включение сварочной дуги командой ARC ON; – выполнение сварочного движения; – отключение сварочной дуги командой ARC OFF; – отвод горелки от детали; – задание скорости сварки; – выбор инструмента и базы; – выбор сварочных параметров; – контроль положения горелки; – проверка траектории без включения сварки; – типовые ошибки при программировании ARC ON — ARC OFF; – безопасность при выполнении сварочной программы. <p>Тема 5.3. Программы сварки с промежуточными точками</p> <ul style="list-style-type: none"> – назначение промежуточных точек в сварочной программе; – построение сложной траектории сварного шва; – линейные участки шва; – круговые участки шва; – ориентация сварочной горелки; – сохранение постоянного угла наклона горелки; – управление скоростью на разных участках шва; – аппроксимация движения между точками; – настройка технологических параметров на участках шва; – обеспечение непрерывности сварочного процесса; – влияние промежуточных точек на качество шва; – корректировка траектории после пробного прохода; – диагностика дефектов траектории сварки. <p>Тема 5.4. Полный цикл сварки</p> <ul style="list-style-type: none"> – структура полного цикла роботизированной сварки; – подготовка рабочего места; – проверка оборудования перед сваркой; – выбор программы сварки; – выбор инструмента и базовой системы координат; – подвод горелки к зоне сварки; – предварительная подача защитного газа; – зажигание сварочной дуги; – выполнение основного сварочного шва; – прохождение промежуточных точек; – контроль скорости и положения горелки; – завершение шва; – заполнение кратера; – отключение дуги; – продувка защитным газом после сварки; – отвод горелки; – контроль качества сварного соединения; – обработка ошибок сварочного процесса; – действия при обрыве дуги, отсутствии газа или сбое источника питания; – документирование параметров сварки; – требования охраны труда и пожарной безопасности при роботизированной сварке.
--	--

4.3. Практические занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7					
1	Создание программы с простыми типами движений	Решение ситуационных задач	4	4	1
2	Калибровка базовой системы координат	Решение ситуационных задач	4	4	2
3	Цикл while	Решение ситуационных задач	4	4	2
4	Цикл for	Решение ситуационных задач	4	4	3
5	Вывод информационных сообщений	Решение ситуационных задач	4	4	3
6	Разработка многомодульной программы	Решение ситуационных задач	4	4	4
7	Разработка простой программы сварки	Решение ситуационных задач	4	4	4
8	Разработка программы полного цикла сварки труб	Решение ситуационных задач	2	2	4
9	Разработка программы полного цикла сварки листового металла	Решение ситуационных задач	4	4	5
Всего			34	34	

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
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

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)	7	7
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	7	7
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	7	7
Всего:	21	21

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 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)
004 П 81	Промышленная робототехника : учебное пособие / С. В. Солёный [и др.] ; ред. В. Ф. Шишляков ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2021. - 127 с. : рис. - Библиогр.: с. 114 (11 назв.). - ISBN 978-5-8088-1652-7 : Б. ц. - Текст : непосредственный.	3
621.865.8 Б 90	Булатов, Виталий Владимирович (канд. техн. наук). Автоматизация расчета и проектирования роботов и робототехнических систем : учебнометодическое пособие / В. В. Булатов, М. В. Сержантова, В. Е. Бelay ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2022. - 121 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 116 - 117 (24 назв.). - Б. ц. - Текст : непосредственный.	5
621.865.8	Работа с промышленным	4

Р 13	роботомманипулятором KUKA : учебнометодическое пособие / С. В. Солёный [и др.] ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СанктПетербург : Изд-во ГУАП, 2019. - 48 с. : рис., табл. - Б. ц. - Текст : непосредственный.	
004 П 81	Промышленная робототехника : учебное пособие / С. В. Солёный [и др.] ; ред. В. Ф. Шишляков ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2021. - 127 с. : рис. - Библиогр.: с. 114 (11 назв.). - ISBN 978-5-8088-1652-7 : Б. ц. - Текст : непосредственный.	3

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».
https://lms.guap.ru	Видеокурс лекций с мультимедийными презентациями по дисциплине размещен системе дистанционного обучения ГУАП.

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	SprutCAM (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po).
2	KukaSimPro (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po).
3	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
4	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).

5	Microsoft Office 2019 (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po).
6	Браузер для работы в Интернете Яндекс Браузер (лицензии GPL/LGPL/MPL).

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 таблице12.

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 промышленной робототехники: – специализированная мебель; – технические средства обучения, служащие для представления учебной информации; ПЭВМ - Дисплей интерактивный НТС- 1 шт. Лабораторное оборудование: Роботизированная ячейка для сварки – 1 шт., роботизированная ячейка для фрезеровки – 1 шт., роботизированная ячейка для паллетирования – 1 шт.. Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	31-06 (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.

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

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	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**.
«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 промышленного робота и укажите его основные отличия от других средств автоматизации производства.	ПК-6.3.1
2	Объясните предпосылки появления промышленных роботов в машиностроении, сварке, сборке, логистике и других отраслях.	ПК-6.3.1
3	Опишите основные этапы развития промышленной робототехники и укажите ключевые изменения в конструкции, управлении и применении роботов.	ПК-6.3.1
4	Сравните поколения промышленных роботов по уровню автоматизации, степени автономности, наличию датчиков и возможностям программирования.	ПК-6.3.1
5	Охарактеризуйте развитие роботизации в основных отраслях промышленности и приведите примеры операций, выполняемых промышленными роботами.	ПК-6.3.1
6	Раскройте роль промышленных роботов в автоматизации производства и объясните преимущества и ограничения их применения в роботизированных технологических комплексах.	ПК-6.3.1
7	Опишите состав промышленного робота и перечислите основные элементы, входящие в его конструкцию.	ПК-6.3.1
8	Охарактеризуйте манипулятор промышленного робота: звенья, сочленения, оси движения и их назначение.	ПК-6.3.1
9	Объясните кинематическую структуру промышленного робота и покажите её связь с рабочей зоной робота.	ПК-6.3.1
10	Сравните электрические, гидравлические и пневматические приводы промышленного робота по принципу действия, преимуществам и ограничениям.	ПК-6.3.1
11	Перечислите датчики промышленного робота и объясните назначение датчиков положения, скорости, усилия и момента.	ПК-6.3.1
12	Опишите назначение контроллера, пульта управления, рабочего инструмента и исполнительных устройств промышленного робота.	ПК-6.3.1
13	Охарактеризуйте основные технические параметры промышленного робота: грузоподъемность, повторяемость, точность позиционирования, скорость перемещения, системы координат и интерфейсы связи.	ПК-6.3.1
14	Определите опасные и вредные производственные факторы при работе с промышленными роботами.	ПК-6.3.1
15	Объясните понятие опасной зоны промышленного робота и укажите риски, связанные с движением звеньев, инструментом, заготовкой и внешними устройствами.	ПК-6.3.1
16	Перечислите средства коллективной защиты при работе с промышленными роботами: ограждения, блокировки, световые завесы, защитные двери и аварийную остановку.	ПК-6.3.1
17	Опишите порядок безопасного перемещения робота в ручном режиме с использованием разрешающего устройства пульта управления.	ПК-6.3.1
18	Разработайте порядок действий персонала при аварийной ситуации во время работы, наладки, ремонта или обслуживания	ПК-6.3.1

	промышленного робота.	
19	Сравните ручное, автоматическое и внешнее управление промышленным роботом по назначению и условиям применения.	ПК-6.3.1
20	Охарактеризуйте режимы работы робота KUKA: T1, T2, AUT и AUT EXT.	ПК-6.3.1
21	Объясните условия запуска программы в разных режимах работы KUKA и укажите роль ограничения скорости и параметра override.	ПК-6.3.2
22	Сформулируйте требования безопасности при переключении режимов работы робота и выборе системы координат при ручном перемещении.	ПК-6.3.2
23	Опишите назначение пульта управления KUKA smartPAD и перечислите его основные элементы.	ПК-6.3.2
24	Объясните назначение сенсорного экрана, клавиш перемещения, кнопки аварийной остановки и разрешающего устройства на пульте управления.	ПК-6.3.2
25	Опишите порядок запуска, остановки и сброса программы с использованием пульта управления KUKA smartPAD.	ПК-6.3.2
26	Охарактеризуйте работу с меню контроллера, выбором программ, системными сообщениями и индикацией состояния робота.	ПК-6.3.2
27	Опишите структуру файловой системы контроллера KUKA и назначение основных директорий.	ПК-6.3.2
28	Объясните назначение файлов с расширениями .src и .dat в системе программирования KUKA.	ПК-6.3.2
29	Выполните описание операций создания, копирования, переименования и удаления файлов в контроллере KUKA.	ПК-6.3.2
30	Раскройте порядок хранения, резервного копирования и восстановления программ робота из архива.	ПК-6.3.2
31	Дайте определение модуля в системе KUKA и перечислите основные виды создаваемых модулей.	ПК-6.3.2
32	Опишите структуру программного модуля .src и модуля данных .dat	ПК-6.3.2
33	Сравните главную программу, подпрограмму и функцию по назначению и способу использования в KRL.	ПК-6.3.2
34	Охарактеризуйте модули с движениями робота, логическими операциями и взаимодействием с внешними устройствами.	ПК-6.3.2
35	Дайте определение системе координат промышленного робота и перечислите осевую, мировую, базовую, инструментальную и фланцевую системы координат.	ПК-6.3.2
36	Сравните перемещение робота по осям и перемещение в декартовых координатах.	ПК-6.3.2
37	Опишите порядок выбора активной системы координат при ручном перемещении промышленного робота.	ПК-6.3.2
38	Охарактеризуйте параметры формуляров перемещения: тип движения, скорость, ускорение, точность позиционирования, инструмент и базу.	ПК-6.3.2
39	Объясните порядок сохранения точек траектории и проверки корректности заданного перемещения.	ПК-6.3.2
40	Сравните движения RTP, LIN и CIRC по траектории, назначению и особенностям применения.	ПК-6.3.2
41	Объясните особенности осевого перемещения, движения по прямой линии и движения по дуге окружности.	ПК-6.У.1
42	Охарактеризуйте точное позиционирование и аппроксимацию	ПК-6.У.1

	траектории при программировании движений робота.	
43	Обоснуйте выбор типа движения робота для сварки, перемещения деталей и сборочных операций.	ПК-6.У.1
44	Опишите назначение раздела «Ввод в эксплуатацию» в системе управления роботом KUKA.	ПК-6.У.1
45	Раскройте порядок первичной настройки промышленного робота: проверка конфигурации, данных робота, инструмента, базы и нагрузки.	ПК-6.У.1
46	Опишите порядок проверки направления движения осей, рабочих зон, систем безопасности, входов и выходов.	ПК-6.У.1
47	Сформулируйте порядок подготовки робота к выполнению технологической программы и документирования результатов настройки.	ПК-6.У.1
48	Дайте определение калибровке промышленного робота и объясните её назначение.	ПК-6.У.1
49	Классифицируйте виды калибровок промышленного робота: калибровка осей, mastering, калибровка инструмента, TCP, базы, внешних осей и нагрузки.	ПК-6.У.1
50	Опишите методы и средства калибровки промышленного робота после ремонта, замены узлов или перенастройки оборудования.	ПК-6.У.1
51	Оцените последствия некорректной калибровки промышленного робота для точности, безопасности и качества технологического процесса.	ПК-6.У.1
52	Дайте определение рабочему инструменту промышленного робота и точке TCP.	ПК-6.У.1
53	Опишите порядок калибровки TCP методом нескольких точек и задание ориентации инструмента.	ПК-6.У.1
54	Объясните влияние ошибок калибровки инструмента на точность траектории и качество выполнения технологической операции.	ПК-6.У.1
55	Дайте определение базовой системе координат BASE и объясните её связь с рабочим столом, оснасткой или деталью.	ПК-6.У.1
56	Опишите трёхточечный метод калибровки базовой системы координат.	ПК-6.У.1
57	Оцените влияние ошибок калибровки BASE на точность технологического процесса и корректность выполнения программы.	ПК-6.У.1
58	Опишите назначение раздела «Индикация» и перечислите параметры состояния робота, которые можно просматривать.	ПК-6.У.1
59	Классифицируйте входные и выходные сигналы промышленного робота: дискретные, аналоговые, сигналы готовности, запуска, ошибки и подтверждения.	ПК-6.У.1
60	Объясните взаимодействие промышленного робота с ПЛК и внешними исполнительными устройствами при построении роботизированной ячейки.	ПК-6.У.1
61	Дайте определение языку программирования KRL и объясните его назначение при программировании роботов KUKA.	ПК-6.У.2
62	Охарактеризуйте простые типы данных KRL: BOOL, INT, REAL, CHAR и строковые данные.	ПК-6.У.2
63	Опишите типы данных KRL для задания положения робота: FRAME, POS, E6POS, AXIS и E6AXIS.	ПК-6.У.2
64	Сравните глобальные и локальные переменные и объясните порядок их объявления и инициализации в программном модуле и модуле	ПК-6.У.2

	данных.	
65	Опишите структуру программы KRL с использованием ключевых слов DEF и END.	ПК-6.У.2
66	Сформулируйте правила записи команд, комментариев, имён переменных и программ в языке KRL.	ПК-6.У.2
67	Объясните порядок записи команд движения, логических команд, условий, циклов и вызовов подпрограмм.	ПК-6.У.2
68	Опишите порядок проверки и запуска программы KRL и укажите типовые синтаксические ошибки.	ПК-6.У.2
69	Охарактеризуйте арифметические и унарные операторы KRL и приведите примеры их применения.	ПК-6.У.2
70	Объясните назначение логических операторов AND, OR, NOT и операций сравнения в KRL.	ПК-6.У.2
71	Составьте примеры логических выражений для использования в условиях и циклах программы робота.	ПК-6.У.2
72	Опишите структуру условного оператора IF — THEN — ELSE — ENDIF в KRL.	ПК-6.У.2
73	Разработайте условие для управления движением робота или внешним устройством на основе входного сигнала.	ПК-6.У.2
74	Объясните применение вложенных условных операторов для обработки аварийных и технологических ситуаций.	ПК-6.У.2
75	Опишите структуру цикла WHILE и объясните условие его выполнения.	ПК-6.У.2
76	Разработайте пример использования цикла WHILE для ожидания входного сигнала или повторения технологической операции.	ПК-6.У.2
77	Проанализируйте типовые ошибки при программировании циклов WHILE и предложите способы их предотвращения.	ПК-6.У.2
78	Опишите структуру цикла FOR и объясните назначение счётчика, начального значения, конечного значения и шага.	ПК-6.У.2
79	Разработайте пример использования цикла FOR для повторяющихся движений робота или обработки массива.	ПК-6.У.2
80	Сравните циклы FOR и WHILE по назначению, условиям применения и типовым ошибкам программирования.	ПК-6.У.2
81	Дайте определение spline-движению и объясните назначение spline-траекторий в программировании роботов.	ПК-6.В.1
82	Сравните spline-движения SPTP, SLIN и SCIRC с движениями PTP, LIN и CIRC.	ПК-6.В.1
83	Оцените влияние spline-движений на плавность траектории, непрерывность скорости и качество технологической операции.	ПК-6.В.1
84	Дайте определение сообщению о квитировании и опишите его структуру.	ПК-6.В.1
85	Объясните порядок вывода сообщения о квитировании на пульт управления и действия оператора при его появлении.	ПК-6.В.1
86	Дайте определение сообщению о состоянии и укажите его отличие от сообщения о квитировании.	ПК-6.В.1
87	Опишите применение сообщений о состоянии для отображения режима работы, этапа программы и состояния внешних устройств.	ПК-6.В.1
88	Дайте определение массиву в KRL и опишите одномерные и многомерные массивы.	ПК-6.В.1
89	Объясните порядок объявления, инициализации и обращения к элементам массива в программе KRL.	ПК-6.В.1

90	Разработайте пример применения массива для хранения точек, координат или технологических параметров.	ПК-6.B.1
91	Дайте определение информационному сообщению и объясните его назначение в программе промышленного робота.	ПК-6.B.1
92	Сформулируйте требования к тексту информационных сообщений для оператора роботизированной ячейки.	ПК-6.B.1
93	Опишите структуру оператора SWITCH — CASE — DEFAULT и объясните его отличие от IF — ELSE.	ПК-6.B.1
94	Разработайте пример применения SWITCH — CASE для выбора режима работы, технологической операции или команды оператора.	ПК-6.B.1
95	Дайте определение сообщению ожидания и объясните назначение ожидания события или сигнала.	ПК-6.B.1
96	Опишите применение команды WAIT FOR и задержек по времени для синхронизации робота с внешними устройствами.	ПК-6.B.1
97	Дайте определение подпрограмме и объясните порядок её вызова в KRL.	ПК-6.B.1
98	Сравните подпрограмму и функцию по назначению, передаче параметров и наличию возвращаемого значения.	ПК-6.B.1
99	Разработайте структуру программы с использованием подпрограмм и функций для повторного использования программного кода.	ПК-6.B.1
100	Дайте определение системной переменной KUKA и перечислите основные группы системных переменных.	ПК-6.B.1
101	Объясните порядок чтения и изменения системных переменных и укажите меры безопасности при работе с ними.	ПК-6.B.2
102	Дайте определение флагу в системе KUKA и объясните операции установки, сброса и проверки состояния флага.	ПК-6.B.2
103	Разработайте пример применения флагов для обмена состояниями между частями программы или взаимодействия с внешними устройствами.	ПК-6.B.2
104	Дайте определение многомодульной программе и объясните назначение главного, вспомогательных и информационных модулей.	ПК-6.B.2
105	Опишите преимущества модульного программирования при разработке, сопровождении и отладке сложных технологических программ робота.	ПК-6.B.2
106	Охарактеризуйте назначение пакета ArcTech и его применение в роботизированной сварке.	ПК-6.B.2
107	Опишите интеграцию промышленного робота со сварочным источником, горелкой, подачей проволоки и системой защитного газа.	ПК-6.B.2
108	Объясните связь сварочных параметров с траекторией движения робота и качеством сварного соединения.	ПК-6.B.2
109	Опишите порядок контроля состояния сварочного оборудования и диагностики ошибок сварочного процесса.	ПК-6.B.2
110	Опишите структуру простой программы сварки с использованием команд ARC ON и ARC OFF.	ПК-6.B.2
111	Разработайте последовательность действий робота при подводе горелки, включении дуги, выполнении сварочного движения, отключении дуги и отводе инструмента.	ПК-6.B.2
112	Охарактеризуйте настройку скорости сварки, инструмента, базы и сварочных параметров в простой сварочной программе.	ПК-6.B.2
113	Объясните порядок проверки траектории без включения сварки и	ПК-6.B.2

	укажите типовые ошибки при программировании ARC ON — ARC OFF.	
114	Объясните назначение промежуточных точек при построении сложной траектории сварного шва.	ПК-6.В.2
115	Разработайте схему сварочной программы с линейными и круговыми участками с сохранением требуемой ориентации горелки.	ПК-6.В.2
116	Оцените влияние промежуточных точек, скорости движения и аппроксимации траектории на качество сварного шва.	ПК-6.В.2
117	Опишите структуру полного цикла роботизированной сварки от подготовки рабочего места до контроля качества сварного соединения.	ПК-6.В.2
118	Установите последовательность операций полного сварочного цикла: предварительная подача газа, зажигание дуги, выполнение шва, заполнение кратера, отключение дуги, продувка газом и отвод горелки.	ПК-6.В.2
119	Опишите действия оператора и программы робота при обрыве дуги, отсутствии защитного газа или сбое сварочного источника.	ПК-6.В.2
120	Сформулируйте требования охраны труда и пожарной безопасности при выполнении полного цикла роботизированной сварки.	ПК-6.В.2

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
<i>1 тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа</i> Инструкция: Прочитайте текст и выберите правильный ответ		
1	На предприятии используется автоматизированное устройство, которое имеет несколько управляемых осей, может быть перепрограммировано для выполнения разных технологических операций, перемещает инструмент или заготовку по заданной траектории и работает в составе роботизированного технологического комплекса. Какое определение наиболее точно соответствует данному устройству? А. Конвейерная линия Б. Промышленный робот В. Ручной манипулятор без системы управления Г. Стационарный сварочный аппарат	ПК-6.3.1

2	<p>Оператору необходимо выполнить обучение промышленного робота KUKA, вручную подвести инструмент к детали и записать точки траектории. Работа должна выполняться на пониженной скорости с использованием разрешающего устройства.</p> <p>Какой режим работы KUKA следует выбрать?</p> <p>А. T1 Б. T2 В. AUT Г. AUT EXT</p>	ПК-6.3.2
3	<p>При разработке программы KUKA необходимо сохранить координаты точек, значения переменных, параметры инструмента и другие данные, связанные с программным модулем.</p> <p>В каком типе файла KUKA обычно хранятся такие данные?</p> <p>А. .exe Б. .pdf В. .dat Г. .jpg</p>	ПК-6.У.1
4	<p>Робот должен переместить сварочную горелку строго по прямой линии между двумя точками, чтобы обеспечить равномерное прохождение шва.</p> <p>Какой тип движения следует выбрать?</p> <p>А. PTP Б. LIN В. CIRC Г. HOME</p>	ПК-6.У.2
5	<p>В программе промышленного робота необходимо повторять проверку входного сигнала до тех пор, пока не будет получено разрешение от внешнего устройства. Количество повторений заранее неизвестно.</p> <p>Какой оператор KRL наиболее подходит для такой задачи?</p> <p>А. FOR Б. SWITCH В. WHILE Г. ARC OFF</p>	ПК-6.В.1
6	<p>При роботизированной сварке программа должна включить сварочную дугу в начальной точке шва, выполнить сварочное движение и затем отключить дугу в конечной точке.</p> <p>Какая команда используется для включения сварочной дуги?</p> <p>А. ARC ON Б. ARC OFF В. WAIT SEC Г. END</p>	ПК-6.В.2
<p><i>2 тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответов</i></p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и выберите правильные варианты ответа</p>		
7	<p>Промышленный робот состоит из нескольких взаимосвязанных элементов, обеспечивающих перемещение, управление, контроль состояния и выполнение технологической операции.</p>	ПК-6.3.1

	<p>Какие элементы входят в состав промышленного робота?</p> <p>А. Манипулятор</p> <p>Б. Контроллер</p> <p>В. Пульт управления</p> <p>Г. Приводы и датчики</p> <p>Д. Рабочий инструмент</p> <p>Е. Пассивный металлический шкаф без управляющей электроники</p>	
8	<p>При работе с промышленными роботами необходимо исключить попадание человека в опасную зону и обеспечить безопасную остановку оборудования при возникновении аварийной ситуации.</p> <p>Какие средства относятся к средствам обеспечения безопасности роботизированной ячейки?</p> <p>А. Защитные ограждения</p> <p>Б. Блокировки дверей</p> <p>В. Световые завесы</p> <p>Г. Кнопка аварийной остановки</p> <p>Д. Разрешающее устройство пульта управления</p> <p>Е. Увеличение скорости робота при нахождении оператора в рабочей зоне</p>	ПК-6.3.2
9	<p>При работе с роботами KUKA применяются разные режимы управления в зависимости от того, выполняется ли наладка, проверка программы или автоматическая работа в составе производственной линии.</p> <p>Какие утверждения о режимах работы KUKA являются верными?</p> <p>А. T1 применяется для обучения и наладки на пониженной скорости</p> <p>Б. T2 применяется для проверки программы в ручном режиме на повышенной скорости</p> <p>В. AUT используется для автоматического выполнения программы</p> <p>Г. AUT EXT используется при управлении роботом от внешней системы или ПЛК</p> <p>Д. T1 предназначен только для удалённого запуска от ПЛК</p> <p>Е. AUT EXT применяется исключительно для ручного перемещения по осям</p>	ПК-6.У.1
10	<p>При ручном перемещении промышленного робота оператор может выбирать различные системы координат, чтобы удобно подводить инструмент к детали или проверять траекторию.</p> <p>Какие системы координат применяются при работе с промышленным роботом KUKA?</p> <p>А. Осевая система координат</p> <p>Б. WORLD</p> <p>В. BASE</p> <p>Г. TOOL</p> <p>Д. Система координат фланца</p> <p>Е. Система координат шрифта текстового редактора</p>	ПК-6.У.2
11	В языке KRL существуют специальные типы данных, предназначенные	ПК-6.В.1

	<p>для описания положения робота, координат, ориентации и значений осей.</p> <p>Какие типы данных KRL используются для описания положения или осей робота?</p> <p>A. FRAME</p> <p>Б. POS</p> <p>В. E6POS</p> <p>Г. AXIS</p> <p>Д. E6AXIS</p> <p>Е. BOOL</p>													
12	<p>Пакет ArcTech применяется при роботизированной сварке и обеспечивает взаимодействие робота со сварочным оборудованием.</p> <p>Какие функции относятся к задачам ArcTech и роботизированной сварки?</p> <p>A. Управление сварочной горелкой</p> <p>Б. Управление подачей проволоки</p> <p>В. Управление защитным газом</p> <p>Г. Зажигание и гашение сварочной дуги</p> <p>Д. Контроль состояния сварочного оборудования</p> <p>Е. Замена всех механических узлов робота без участия персонала</p>	ПК-6.В.2												
<p>3 тип. Задание закрытого типа на установление соответствия</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце</p>														
13	<p>Установите соответствие между режимом работы KUKA и его назначением.</p> <table><tr><td>Режим</td><td>Назначение</td></tr><tr><td>A. T1</td><td>1. Автоматическая работа робота при управлении от внешнего контроллера или ПЛК</td></tr><tr><td>Б. T2</td><td>2. Ручное обучение и наладка на пониженной скорости</td></tr><tr><td>В. AUT</td><td>3. Проверка программы в ручном режиме на повышенной скорости</td></tr><tr><td>Г. AUT EXT</td><td>4. Автоматическое выполнение программы с локального управления</td></tr><tr><td></td><td>5. Режим редактирования текстовых документов</td></tr></table>	Режим	Назначение	A. T1	1. Автоматическая работа робота при управлении от внешнего контроллера или ПЛК	Б. T2	2. Ручное обучение и наладка на пониженной скорости	В. AUT	3. Проверка программы в ручном режиме на повышенной скорости	Г. AUT EXT	4. Автоматическое выполнение программы с локального управления		5. Режим редактирования текстовых документов	ПК-6.3.1
Режим	Назначение													
A. T1	1. Автоматическая работа робота при управлении от внешнего контроллера или ПЛК													
Б. T2	2. Ручное обучение и наладка на пониженной скорости													
В. AUT	3. Проверка программы в ручном режиме на повышенной скорости													
Г. AUT EXT	4. Автоматическое выполнение программы с локального управления													
	5. Режим редактирования текстовых документов													
14	<p>Установите соответствие между типом движения промышленного робота и его характеристикой.</p> <table><tr><td>Тип движения</td><td>Характеристика</td></tr><tr><td>A. PTP</td><td>1. Перемещение инструмента по прямой линии</td></tr><tr><td>Б. LIN</td><td>2. Перемещение инструмента по дуге окружности</td></tr><tr><td>В. CIRC</td><td>3. Осевое перемещение от точки к точке без обязательного сохранения прямолинейной траектории TCP</td></tr><tr><td>Г. SPLINE</td><td>4. Плавная траектория с непрерывностью движения и скорости</td></tr></table>	Тип движения	Характеристика	A. PTP	1. Перемещение инструмента по прямой линии	Б. LIN	2. Перемещение инструмента по дуге окружности	В. CIRC	3. Осевое перемещение от точки к точке без обязательного сохранения прямолинейной траектории TCP	Г. SPLINE	4. Плавная траектория с непрерывностью движения и скорости	ПК-6.3.2		
Тип движения	Характеристика													
A. PTP	1. Перемещение инструмента по прямой линии													
Б. LIN	2. Перемещение инструмента по дуге окружности													
В. CIRC	3. Осевое перемещение от точки к точке без обязательного сохранения прямолинейной траектории TCP													
Г. SPLINE	4. Плавная траектория с непрерывностью движения и скорости													

		5. Команда включения сварочной дуги	
15	Установите соответствие между элементом программной структуры KUKA и его назначением.		ПК-6.У.1
	Элемент	Назначение	
	А. Файл .src	1. Хранение переменных, координат и параметров данных программы	
	Б. Файл .dat	2. Хранение программного кода и команд выполнения	
	В. Подпрограмма	3. Часть программы, вызываемая для повторного выполнения набора команд	
	Г. Функция	4. Программный блок, который может возвращать значение	
		5. Механический элемент сварочной горелки	
16	Установите соответствие между оператором KRL и его назначением.		ПК-6.У.2
	Оператор	Назначение	
	А. IF	1. Организация выбора одного варианта из нескольких	
	Б. WHILE	2. Выполнение команд при соблюдении условия	
	В. FOR	3. Повторение команд при неизвестном заранее числе повторений	
	Г. SWITCH-CASE	4. Повторение команд с заданным счётчиком	
		5. Команда ручной калибровки инструмента	
17	Установите соответствие между видом сообщения в программе робота и его назначением.		ПК-6.В.1
	Вид сообщения	Назначение	
	А. Сообщение о квитировании	1. Информировывает оператора о текущем состоянии или этапе работы	
	Б. Сообщение о состоянии	2. Требуется подтверждения оператором перед продолжением работы	
	В. Информационное сообщение	3. Выводит подсказку или справочную информацию для оператора	
	Г. Сообщение ожидания	4. Связано с ожиданием события, сигнала или завершения операции	
		5. Определяет тип привода промышленного робота	
18	Установите соответствие между этапом роботизированной сварки и его содержанием.		ПК-6.В.2
	Этап	Содержание	
	А. Предварительная подача газа	1. Отключение сварочной дуги в конце шва	
	Б. ARC ON	2. Подача защитного газа до зажигания дуги	
	В. ARC OFF	3. Включение сварочной дуги	

	Г. Продувка после сварки	4. Подача защитного газа после завершения сварки	
		5. Изменение имени программного файла	
<p><i>4 тип. Задание закрытого типа на установление последовательности</i></p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо</p>			
19	<p>Установите правильную последовательность безопасного ручного перемещения промышленного робота KUKA.</p> <p>А. Выбрать систему координат, инструмент и базу</p> <p>Б. Убедиться в отсутствии людей и посторонних предметов в опасной зоне</p> <p>В. Перевести робот в режим T1</p> <p>Г. Нажать разрешающее устройство и выполнить перемещение на безопасной скорости</p> <p>Д. Контролировать траекторию движения и при необходимости остановить робот</p>		ПК-6.3.1
20	<p>Установите последовательность создания и проверки простой программы движения робота.</p> <p>А. Создать программный модуль</p> <p>Б. Выбрать активный инструмент и базовую систему координат</p> <p>В. Подвести робот к требуемой точке</p> <p>Г. Записать точку и выбрать тип движения</p> <p>Д. Проверить траекторию выполнения программы в безопасном режиме</p>		ПК-6.3.2
21	<p>Установите последовательность первичного ввода промышленного робота в эксплуатацию.</p> <p>А. Проверить конфигурацию робота и подключение оборудования</p> <p>Б. Проверить системы безопасности и рабочие зоны</p> <p>В. Выполнить калибровку осей, инструмента и базовой системы координат</p> <p>Г. Настроить входы, выходы и внешние исполнительные устройства</p> <p>Д. Выполнить пробный запуск технологической программы и оформить результаты настройки</p>		ПК-6.У.1
22	<p>Установите последовательность калибровки рабочего инструмента методом нескольких точек.</p> <p>А. Выбрать режим калибровки ТСП</p> <p>Б. Подвести инструмент к одной и той же контрольной точке с разных ориентаций</p> <p>В. Закрепить рабочий инструмент на фланце робота</p> <p>Г. Сохранить рассчитанные координаты ТСП</p> <p>Д. Проверить корректность калибровки перемещением инструмента около контрольной точки</p>		ПК-6.У.2
23	<p>Установите последовательность выполнения программы робота с ожиданием сигнала от внешнего устройства.</p> <p>А. Переместить робот в исходную позицию</p> <p>Б. Дождаться входного сигнала от внешнего устройства</p> <p>В. Выполнить технологическое движение или операцию</p> <p>Г. Установить выходной сигнал для исполнительного устройства</p> <p>Д. Вернуть робот в безопасное положение после завершения операции</p>		ПК-6.В.1
24	<p>Установите последовательность полного цикла роботизированной сварки.</p>		ПК-6.В.2

	А. Выполнить подвод горелки к начальной точке шва Б. Включить предварительную подачу защитного газа В. Выполнить зажигание дуги и сварочное движение Г. Завершить шов, отключить дугу и выполнить продувку газом Д. Подготовить рабочее место, выбрать программу, инструмент и базу Е. Отвести горелку и выполнить контроль качества сварного соединения	
<i>5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом</i> Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ или напишите пропущенное слово/словосочетание		
25	Дайте определение промышленному роботу. Объясните, какую роль промышленные роботы играют в автоматизации производства, и перечислите преимущества и ограничения их применения.	ПК-6.3.1
26	Опишите порядок безопасной работы с промышленным роботом в ручном режиме. В ответе укажите назначение режима T1, разрешающего устройства, аварийной остановки и средств коллективной защиты.	ПК-6.3.2
27	Раскройте назначение систем координат WORLD, BASE и TOOL при работе с промышленным роботом KUKA. Объясните, почему перед выполнением технологической программы необходимо корректно откалибровать инструмент и базовую систему координат.	ПК-6.У.1
28	Опишите структуру программы KRL. Укажите назначение файлов .src и .dat, переменных, условных операторов, циклов, подпрограмм и функций.	ПК-6.У.2
29	Объясните назначение массивов, флагов и системных переменных KUKA. Приведите пример их применения в многомодульной программе промышленного робота.	ПК-6.В.1
30	Опишите полный цикл роботизированной сварки с использованием ArcTech. Укажите последовательность операций, назначение команд ARC ON и ARC OFF, роль защитного газа, а также действия при возникновении ошибок сварочного процесса.	ПК-6.В.2

Примечание: Система оценивания тестовых заданий.

1-й тип. Задание закрытого типа с выбором одного верного ответа считается верным, если правильно указана цифра ответа.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2-й тип. Задание закрытого типа с выбором нескольких вариантов ответа считается верным, если правильно указаны цифры ответов.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3-й тип. Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца).

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

4-й тип. Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5-й тип. Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте.

Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла.

Если допущена одна ошибка\неточность\ответ правильный, но не полный – 1 балл.
Если допущено более 1 ошибки\ответ неправильный\ответ отсутствует – 0 баллов.

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:

- постановка задачи;
- основные сведения по теме лекции;
- результаты и выводы.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах
Учебным планом не предусмотрено

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

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, целей и задач занятия;
- обоснование значимости темы для профессиональной подготовки;
- связь с другими разделами курса;
- изложение теоретических основ;
- разъяснение методов и приёмов выполнения заданий;
- требования к результату работы;
- инструктаж по технике безопасности;
- проверка готовности студентов;
- пробное выполнение заданий;
- указания по самоконтролю.

Основная часть предполагает самостоятельное выполнение заданий студентами. Она может сопровождаться:

- дополнительные разъяснения по ходу работы;
- устранение затруднений;
- текущий контроль и оценка результатов;
- поддержка работоспособности технических средств;
- ответы на вопросы студентов.

Заключительная часть содержит:

- подведение итогов занятия (анализ успехов и недочётов);
- оценка работы отдельных студентов;
- ответы на вопросы;
- рекомендации по устранению пробелов в знаниях и навыках;
- сбор отчётов для проверки;
- информация о подготовке к следующему занятию (включая список литературы).

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

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

Учебным планом не предусмотрено

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/ выполнения 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 им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Основными методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся, являются источники из перечня печатных и электронных учебных изданий, указанных в таблице 8. Кроме этого, обучающийся может пользоваться электронными ресурсами, указанными в таблицах 9 и 11.

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.

Текущий контроль включает в себя:

- контроль посещаемости;
- устный опрос по материалам лекций;
- устный опрос по практическим занятиям;
- письменное выполнение заданий лабораторных работ с защитой отчетов;
- письменный опрос в форме тестирования.

В течение семестра обучающиеся загружают в ЭИОС ГУАП отчетные материалы, в соответствии с установленными НПР требованиями и методами проведения ТКУ, а НПР оценивают загруженные материалы. Оценка, сделанная НПР, зарегистрированным под своим логином и паролем, является оценкой результатов ТКУ.

Для текущего контроля успеваемости используются комплекты тестовых заданий по темам. Тест состоит из 20 вопросов. Время выполнения 40 минут. Тест считается сданным, если выполнено не менее 60% заданий. Результаты текущего контроля сообщаются студентам непосредственно на следующем занятии.

Результаты текущего контроля успеваемости учитываются при проведении промежуточной аттестации. При непрохождении текущего контроля студенту ставится оценка «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 и проводится в форме экзамена. Экзамен проводится в смешанной форме по вопросам, представленным в таблице 15, в виде подготовки и изложения развёрнутого ответа. Время на подготовку ответа - 90 минут.

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