

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сыров Игорь Анатольевич
Должность: Директор
Дата подписания: 31.03.2026 15:23:09
Уникальный программный ключ:
b683afe664d7e9f64175886cf9626a198149ad36

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уфимский университет науки и технологий»

Стерлитамакский филиал

колледж

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОП.23 МОБИЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА

Наименование специальности

15.02.10 Мехатроника и робототехника (по отраслям)

Квалификация выпускника

Специалист по мехатронике и робототехнике

Год начала подготовки

2026

Разработчик (составитель)

Преподаватель

Гимадеев Н.Р.

ученая степень, ученое звание,
категория Ф.И.О.

Форма обучения: очная

Стерлитамак 2026

Оглавление

1 ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.1 Область применения рабочей программы	4
1.2 Место учебной дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы	4
1.3 Цель и планируемые результаты освоения дисциплины:	4
2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
2.1 Объем дисциплины и виды учебной работы	5
2.2 Тематический план и содержание дисциплины	6
3 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ, ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)	10
4 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ	10
4.1 Требования к минимальному материально-техническому обеспечению	10
4.2 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	10
4.2.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)	10
4.2.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)	10
4.3.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)	11
5 ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ	11
5.1 Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	11
Приложение 1	13
1 Паспорт фондов оценочных средств	14
1.1 Область применения	14
1.2 Объекты оценивания – результаты освоения дисциплины	14
2 Формы контроля и оценки результатов освоения дисциплины	14
2.1 Формы текущего контроля	15
2.2 Спецификация комплекта оценочных материалов. Распределение тестовых заданий по компетенциям, по типам и уровням сложности.	23
Примерные тестовые задания:	23
Тестовые задания	25
2.3 Сводная таблица по применяемым формам и методам текущего контроля и оценки результатов обучения	33
2.4 Форма промежуточной аттестации	34
3 Система оценивания комплекта ФОС текущего контроля и промежуточной аттестации	34
3.1 Критерии оценивания практических и лабораторных работ	34

3.2 Критерии оценивания самостоятельной работы	35
3.3 Критерии оценивания тестовых заданий	35
3.4 Критерии оценивания заданий итоговой контрольной работы	35

1 ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Область применения рабочей программы

Рабочая программа дисциплины является частью основной образовательной программы в соответствии с ФГОС для специальности **15.02.10 Мехатроника и робототехника (по отраслям)** (укрупнённая группа специальностей 15.00.00 Машиностроение), для обучающихся очной формы обучения.

1.2 Место учебной дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к общепрофессиональному циклу и реализуется в рамках вариативной части.

1.3 Цель и планируемые результаты освоения дисциплины:

В результате изучения дисциплины студент должен освоить следующие профессиональные компетенции в области мобильной робототехники и мехатроники:

Код ОК, ПК	Умения	Знания
ПК.1.1 Выполнять сборку различных узлов мехатронных устройств и систем.	- применять навыки по сборке и монтажу отдельных компонентов мобильного робота и мехатронных устройств и систем; - производить ремонт и замену составных частей мобильного робота и мехатронных устройств и систем;	- основные модели электрических схем при моделировании технических систем мобильной робототехники; - основные методы проектирования мобильных роботов; - принципы построения электрических схем мехатронных устройств и систем;
ПК.1.2 Выполнять снятие и установку датчиков мехатронных устройств и систем	- умение по наладке и сдаче в эксплуатацию мобильного робота и мехатронных устройств и систем; - использовать навыки по техническому обслуживанию компонентов мобильного робототехнического комплекса; - установка и регулировка физических настроек всей линейки датчиков с целью выявления неисправностей; - интерпретировать навыки построения электрических схем при помощи соответствующего теоретического аппарата; - применять основные навыки при конструировании типовых алгоритмов управления мобильным роботом;	- выбор соответствующего аппаратного обеспечения (моторы, датчики), необходимого для соблюдения требований к функционированию дополнительной конструкции; - электрических схем подключения исполнительных механизмов мобильного робота и мехатронных устройств и систем; - функциональное назначение всех элементов мобильного робота и мехатронных устройств и систем;

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Объем дисциплины и виды учебной работы

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Объем часов
Объем образовательной программы	108
Работа обучающихся во взаимодействии с преподавателем	84
в том числе:	
лекции (уроки)	24
в форме практической подготовки	*
практические занятия	58
в форме практической подготовки	*
лабораторные занятия	2
в форме практической подготовки	*
курсовая работа (проект)	*
Самостоятельная работа обучающегося (всего)	24
Консультация	*
Промежуточная аттестация в форме <i>итоговой контрольной работы</i> в 8 семестре	*

2.2 Тематический план и содержание дисциплины

Очная форма обучения

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем часов	Осваиваемые элементы компетенций
1	2	3	4
Раздел 1 Введение в цифровое конструирование.			
Тема 1.1 Основы мобильной робототехники	Содержание учебного материала (лекция) Введение. Классификация мобильных роботов. Узлы 3D-принтера как пример (рама, направляющие, шаговые двигатели) мехатронных устройств и систем.	2	ПК 1.1
	Самостоятельная работа студента		
	Изучение классификации, кинематических схем и конструктивных особенностей современных мобильных роботов	2	ПК 1.1
Тема 1.2 Основы работы в КОМПАС-3D	Практическая работа № 1: Интерфейс КОМПАС-3D. Создание эскизов, операции выдавливания и вращения.	2	ПК 1.1
	Самостоятельная работа студента		
	Обзор интерфейса и базовых инструментов среды КОМПАС-3D для создания эскизов и 3D-моделей	2	ПК 1.1
Раздел 2 Проектирование узлов			
Тема 2.1 Конструктивные элементы	Содержание учебного материала (лекция) Конструкция ходовых частей мехатронных модулей 3D принтера: направляющие, винтовые передачи, редукторы.	2	ПК 1.1
	Самостоятельная работа студента		
	Изучение видов направляющих, винтовых передач и редукторов, применяемых в мобильной робототехнике	2	ПК 1.1
Тема 2.2 3D моделирование деталей	Практическая работа №2: 3D-моделирование кронштейна для шагового двигателя NEMA 17.	2	ПК 1.1
	Практическая работа №3: 3D-моделирование держателя для концевика (микрика).	2	ПК 1.1
	Практическая работа №4: 3D-моделирование радиатора охлаждения (теплоотвод).	2	ПК 1.1
Тема 2.3 Сборка узла в КОМПАС-3D	Практическая работа №5: Создание сборки «двигатель – держатель – концевик». Вставка компонентов.	2	ПК 1.1
	Практическая работа №6: Наложение сопряжений (соосность, совпадение, параллельность). Проверка отсутствия коллизий.	2	ПК 1.1
	Самостоятельная работа студента		
	Изучение форматов файлов (DXF) и правил подготовки чертежей для лазерной резки в RDWorks	2	ПК 1.1
Тема 2.4 Подготовка к лазерной	Содержание учебного материала (лекция) Подготовка файлов для лазерной резки в RDWorks. Форматы DXF. Назначение перемычек.	2	ПК 1.1

резке	Практическая работа №7: Экспорт DXF из КОМПАС. Импорт в RDWorks. Настройка параметров резки.	2	ПК 1.1
	Самостоятельная работа студента		
	Анализ вариантов компоновки электроники, драйверов и источников питания в корпусе мобильного робота	2	ПК 1.1
Раздел 3 Компоновка и подготовка к печати			
Тема 3.1 Правила компоновки	Содержание учебного материала (лекция) Размещение электроники (контроллер, драйверы шаговых двигателей). Центровка массы. Охлаждение.	2	ПК 1.1
Тема 3.2 Экспорт в слайсер	Практическая работа №8: Экспорт 3D-моделей в STL из Компас 3D. Особенности экспорта, выбор качества и формата файлов.	2	ПК 1.1
	Практическая работа №9: Настройка PrusaSlicer: слой, заполнение, поддержки. Подготовка G-code для 3D-печати.	2	ПК 1.1
	Самостоятельная работа студента		
	Изучение параметров слайсинга (толщина слоя, заполнение, поддержки) и их влияния на качество печати деталей	2	ПК 1.1
Раздел 4 Цифровое производство			
Тема 4.1 3D-печать деталей	Содержание учебного материала (лекция) Технологии 3D-печати (FDM). Калибровка стола, адгезия, типы пластиков для 3D-печати (PLA, PETG, ABS).	2	ПК 1.1
	Практическая работа №10: 3D печать кронштейна двигателя в PrusaSlicer.	2	ПК 1.1
	Практическая работа №11: 3D-печать держателя концевика. Контроль качества.	2	ПК 1.1
	Практическая работа №12: Постобработка напечатанных деталей (удаление поддержек, шлифовка).	2	ПК 1.1
	Самостоятельная работа студента		
	Сравнительный анализ характеристик пластиков (PLA, PETG, ABS) и обоснование выбора материала для печати узлов робота	2	ПК 1.1
Тема 4.3 Лазерная резка	Практическая работа №13: Настройка лазерного станка в RDWorks. Калибровка станка.	2	ПК 1.1
	Практическая работа №14: Резка основания (рамы) из фанеры. Контроль качества реза.	2	ПК 1.1
	Самостоятельная работа студента		
	Изучение технологий постобработки деталей, полученных методами FDM-печати и лазерной резки	2	ПК 1.2
Раздел 5 Снятие, обслуживание и установка датчиков			
Тема 5.1 Типы датчиков в 3D-принтере	Содержание учебного материала (лекция) Датчики 3D-принтера: концевые выключатели (микрики), термисторы, филамент сенсор, индуктивные датчики авто уровня.	2	ПК 1.2

	Содержание учебного материала (лекция) Распиновка и принцип работы каждого датчика. Подключение к контроллеру.	2	ПК 1.3
	Самостоятельная работа студента		
	Изучение принципов работы, распиновки и электрических характеристик датчиков (концевых выключателей, термисторов)	2	ПК 1.2
Тема 5.2 Проектирование креплений для датчиков	Практическая работа №15: Моделирование держателя для концевого выключателя.	2	ПК 1.2
	Практическая работа №16: Моделирование крепления для термистора (в печатную голову).	2	ПК 1.2
	Практическая работа №17: Экспорт моделей в STL. Подготовка к печати в PrusaSlicer.	2	ПК 1.2
Тема 5.3 Снятие датчиков с оборудования	Практическая работа №18: Демонтаж концевого выключателя с 3D-принтера. Инструменты, ТБ.	2	ПК 1.2
	Практическая работа №19: Снятие термистора с хотэнда. Изучение маркировки проводов.	2	ПК 1.2
	Практическая работа №20: Демонтаж филамента сенсора (если есть).	2	ПК 1.2
Тема 5.4 Установка датчиков	Практическая работа №21: Установка напечатанного держателя концевого выключателя.	2	ПК 1.3
	Практическая работа №22: Монтаж концевого выключателя в держатель. Регулировка положения.	2	ПК 1.2
	Практическая работа №23: Подключение концевого выключателя к контроллеру. Прокладка кабеля.	2	ПК 1.2
	Практическая работа №24: Установка термистора в отверстие нагревательного блока.	2	ПК 1.2
Тема 5.5 Проверка и калибровка датчиков	Практическая работа №25: Подключение датчиков к Arduino. Загрузка тестового скетча для проверки.	2	ПК 1.2
	Практическая работа №26: Проверка показаний термистора (сопротивление, температура в мониторе порта).	2	ПК 1.2
	Лабораторная работа №1: Замена неисправного концевого выключателя на 3D-принтере. Сборка узла из напечатанных деталей. Проверка срабатывания.	2	ПК 1.2
	Самостоятельная работа студента		
	Подготовка отчетной документации и анализ результатов по проверке и калибровке датчиков	2	ПК 1.2
Раздел 6 Финальная сборка и программирование			
Тема 6.1. Сборка системы на шаговых двигателях	Практическая работа №27: Сборка макета оси X/Y на шаговом двигателе NEMA 17. Монтаж нарезанную ранее на лазерном станке - раму.	2	ПК 1.1
	Практическая работа №28: Установка концевого выключателя на ось.	2	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3
	Практическая работа №29: Подключение шагового двигателя к драйверу. Подключение к Arduino/Плате управления.	2	ПК 1.1
Тема 6.2. Программирование управления	Содержание учебного материала (лекция) Написание g-code для перемещения шагового двигателя по команде (припарковаться: поехать до упора и остановиться).	2	ПК 1.2
	Содержание учебного материала (лекция) Добавление плавного разгона в g-code	2	ПК 1.2
	Самостоятельная работа студента		

	Изучение основ языка G-code и методов написания программ управления перемещением шаговых двигателей	2	ПК 1.2
Тема 6.3. Диагностика дефектов	Содержание учебного материала (лекция) Типовые неисправности датчиков 3D-принтера: обрыв термистора, залипание концевика, ложные срабатывания. Методы поиска.	2	ПК 1.1, ПК 1.2
	Содержание учебного материала (лекция) Демонстрация замены концевого выключателя b проверка срабатывания в g-code (терминале).	2	ПК 1.1, ПК 1.2
	Самостоятельная работа студента		
	Изучение алгоритмов диагностики типовых неисправностей мобильных роботов и 3D-принтеров	2	ПК 1.1, ПК 1.2
Промежуточная аттестация	Контрольная работа Демонстрация сборки и разборки узла «шаговый двигатель – держатель – концевик».	2	ПК 1.1, ПК 1.2
	Всего	108	

3 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ, ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Фонд оценочных средств (далее – ФОС) – комплект методических и контрольных материалов, используемых при проведении текущего контроля освоения результатов обучения и промежуточной аттестации. ФОС предназначен для контроля и управления процессом приобретения обучающимися необходимых знаний, умений, практического опыта и компетенций, определенных во ФГОС.

Типовые контрольные оценочные средства, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций представлены в Приложении.

4 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Реализация программы дисциплины требует наличия учебного кабинета 155a;

Оборудования учебного кабинета: ученическая мебель, доска;

Технические средства обучения: компьютер, проектор;

4.2 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

4.2.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Основная учебная литература:

1.Архипов, М. В. Промышленные роботы: управление манипуляционными роботами: учебное пособие для среднего профессионального образования / М. В. Архипов, М. В. Вартанов, Р. С. Мищенко. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 170 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-13082-9. — URL: <https://urait.ru/bcode/449079>

2.Лукинов, А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: учебное пособие / А. П. Лукинов. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-1166-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2765>

3. Большаков В.П. КОМПАС-3D для студентов и школьников. Черчение, компьютерная графика, 3D-моделирование. – СПб.: БХВ-Петербург, 2022. – 304 с.

Дополнительная учебная литература:

1. Станкевич, Л. А. Интеллектуальные системы и технологии: учебник и практикум для среднего профессионального образования / Л. А. Станкевич. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 397 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-11659-5. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/457149>.

4.2.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

№	Наименование электронной библиотечной системы
	База электронных периодических изданий
	ЭБС «Лань»
	База данных «Электронно-библиотечная система elibrary»
	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
	Электронно-библиотечная система Znanium
	Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ

Перечень договоров ЭБС и БД			
Учебный год		Наименование документа с указанием реквизитов	Срок действия документа
2026/2027	1	Договор на доступ к ЭБС ZNANIUM.COM между УУНиТ в лице директора СФ УУНиТ и ООО «Знаниум» № 272-эбс от 11.07.2024	С 12.07.2025 по 11.07.2026
	2	Договор на доступ к ЭБС «ЭБС ЮРАЙТ» (полная коллекция) между УУНиТ в лице директора СФ УУНиТ и ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» № 1/26-эбс от 03.03.2026 г.	С 06.03.2026 по 05.03.2027
	3	Договор на доступ к ЭБС «Университетская библиотека онлайн» между УУНиТ «Нексмедиа» № 223-332 от 20.08.2025	01.10.2025 по 30.09.2026
	4	Договор на доступ к ЭБС «Лань» между УУНиТ и издательством «Лань» № 223-255 от 25.06.2025	С 08.08.2025 по 07.08.2026
	5	Договор на доступ к электронным изданиям в составе базы данных «НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU» между УУНиТ и ООО НЭБ № 223-423 от 22.10.2025	С 01.01.2026 по 30.12.2026
	6	Договор на БД диссертаций между УУНиТ и РГБ № 073/04/0056 от 04.07.2025	С 10.08.2025 по 09.08.2026
	7	Договор на доступ к ЭБС BOOK.ru (доступ к учебнику: Основы российской государственности : учебник / А. В. Малько, А. А. Вилков, В. В. Гурьев [и др.] ; под ред. А. В. Малько. — Москва : КноРус, 2024. — 263 с. — ISBN 978-5-406-12322-5) между УУНиТ в лице директора СФ УУНиТ и ООО «КноРус медиа» № 18521198 от 08.10.2025 г.	С 23.10.2025 по 22.10.2026

№	Адрес (URL)
	http://fcior.edu.ru/ , свободный
	http://window.edu.ru

4.3.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Наименование программного обеспечения
Office Standart 2007 Russian OpenLicensePackNoLevelAcdmc
Компас 3Д 2025/2026 Учебная версия
Слайсер PrusaSlicer 2.9.6
RDWorks 8.6

5 ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

5.1 Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Активные и интерактивные формы проведения занятий

В процессе изучения дисциплины используются следующие активные и интерактив-

ные методы обучения, направленные на формирование практических навыков и развитие инженерного мышления:

Компьютерные симуляции и виртуальные лабораторные работы: моделирование работы мехатронных систем, робототехнических комплексов, электронных схем и кинематики роботов в специализированных программных средах (до запуска на физическом оборудовании). Разбор конкретных ситуаций (кейс-метод): анализ типовых производственных ситуаций, разбор причин возникновения неисправностей в мехатронных узлах, выбор оптимальных алгоритмов управления и конструктивных решений для робототехнических систем.

Метод проектов: разработка, сборка, программирование и защита индивидуальных или командных проектов по созданию и наладке робототехнических устройств и мехатронных модулей.

Групповые дискуссии и «круглые столы»: обсуждение современных тенденций развития мобильной и промышленной робототехники, коллективный выбор аппаратных платформ, датчиков и компонентов для реализации учебных задач.

Деловые и ролевые игры: моделирование реальных производственных процессов, где обучающимся распределяются роли в команде (например: инженер-конструктор, программист, наладчик, специалист по техническому обслуживанию) для выполнения комплексных заданий.

Мастер-классы и демонстрационные показы: отработка практических навыков сборки, пайки, программирования и пусконаладки на базе специализированного оборудования (мехатронные станции, 3D-принтеры, лазерные гравёры, образовательные конструкторы).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уфимский университет науки и технологий»

Стерлитамакский филиал

колледж

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ОП.23 МОБИЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА

Наименование специальности

15.02.10 Мехатроника и робототехника (по отраслям)

Квалификация выпускника

Специалист по мехатронике и робототехнике

Форма обучения: очная

Стерлитамак 2026

1 ПАСПОРТ ФОНДОВ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

1.1 Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) предназначен для проверки результатов освоения дисциплины «Мобильная робототехника», входящей в состав программы подготовки специалистов среднего звена по специальности **15.02.10 Мехатроника и робототехника (по отраслям)** (укрупненная группа специальностей 15.00.00 Машиностроение).

Объем часов на аудиторную нагрузку по дисциплине - 84 часа, на самостоятельную работу – 24 часа.

1.2 Объекты оценивания – результаты освоения дисциплины

ФОС позволяет оценить следующие результаты освоения дисциплины в соответствии с ФГОС специальности **15.02.10 Мехатроника и робототехника (по отраслям)** (укрупненная группа специальностей 15.00.00 Машиностроение) и рабочей программой дисциплины «Мобильная робототехника»:

умения:

- применять навыки по сборке и монтажу отдельных компонентов мобильного робота и мехатронных устройств и систем;
- производить ремонт и замену составных частей мобильного робота и мехатронных устройств и систем;
- умение по наладке и сдаче в эксплуатацию мобильного робота и мехатронных устройств и систем;
- использовать навыки по техническому обслуживанию компонентов мобильного робототехнического комплекса;
- установка и регулировка физических настроек всей линейки датчиков с целью выявления неисправностей;
- интерпретировать навыки построения электрических схем при помощи соответствующего теоретического аппарата;
- применять основные навыки при конструировании типовых алгоритмов управления мобильным роботом;

знания:

- основные модели электрических схем при моделировании технических систем мобильной робототехники;
- основные методы проектирования мобильных роботов;
- принципы построения электрических схем мехатронных устройств и систем;
- выбор соответствующего аппаратного обеспечения (моторы, датчики), необходимого для соблюдения требований к функционированию дополнительной конструкции;
- электрических схем подключения исполнительных механизмов мобильного робота и мехатронных устройств и систем;
- функциональное назначение всех элементов мобильного робота и мехатронных устройств и систем;

Вышеперечисленные умения, знания направлены на формирование у обучающихся следующих **профессиональных компетенций**:

ПК.1.1 Выполнять сборку различных узлов мехатронных устройств и систем.

ПК.1.2 Выполнять снятие и установку датчиков мехатронных устройств и систем

2 ФОРМЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения – это выявление, измерение и оценивание знаний, умений и формирующихся общих и профессиональных компетенций в рамках освоения дисциплины.

В соответствии с учебным планом специальности **15.02.10 Мехатроника и робототехника (по отраслям)** (укрупненная группа специальностей 15.00.00 Машинострое-

ние), рабочей программой дисциплины «Мобильная робототехника» предусматривается текущий и промежуточный контроль результатов освоения.

2.1 Формы текущего контроля

Текущий контроль успеваемости представляет собой проверку усвоения учебного материала, регулярно осуществляемую на протяжении курса обучения.

Текущий контроль результатов освоения дисциплины в соответствии с рабочей программой и календарно-тематическим планом происходит при использовании следующих обязательных форм контроля:

- выполнение и защита лабораторных и практических работ,
- проверка выполнения самостоятельной работы студентов,
- проверка выполнения проектной работы.

Во время проведения учебных занятий дополнительно используются следующие формы текущего контроля – устный опрос, решение задач.

Выполнение и защита практических и лабораторных работ.

Практические и лабораторные работы проводятся с целью усвоения и закрепления практических умений и знаний, овладения профессиональными компетенциями. В ходе практической работы студенты приобретают умения, предусмотренные рабочей программой дисциплины, учатся использовать формулы, и применять различные методики расчета, анализировать полученные результаты и делать выводы, опираясь на теоретические знания.

Список практических и лабораторных работ:

Практическая работа №1: Интерфейс КОМПАС-3D. Создание эскизов, операции выдавливания и вращения.

Тема: Интерфейс КОМПАС-3D. Создание эскизов, операции выдавливания и вращения.

Цель: освоить базовые операции твердотельного моделирования в КОМПАС-3D.

Вариант А

Создайте 3D-модель пластины для крепления двигателя:

- Размеры: 60×60×5 мм
- 4 отверстия диаметром 4 мм по углам (отступ от края 10 мм)
- Центральное отверстие диаметром 8 мм под вал

Вариант Б

Создайте 3D-модель шайбы для фиксации колеса:

- Наружный диаметр 25 мм
- Внутренний диаметр 6 мм
- Толщина 3 мм
- Два отверстия под винты М3 (диаметр 3 мм, на окружности Ø18 мм)

Вариант В

Создайте 3D-модель проставки (стойки) для подъема электроники:

- Высота 15 мм
- Основание 10×10 мм
- Сквозное отверстие диаметром 3 мм по центру
- Фаска 1×45° на верхней грани

Практическая работа №2: 3D-моделирование кронштейна для шагового двигателя NEMA 17.

Тема: 3D-моделирование кронштейна для шагового двигателя NEMA 17.

Цель: Создать крепежную деталь под стандартный шаговый двигатель.

Вариант А

Кронштейн для крепления двигателя к раме (L-образный):

- Размеры полок: 42×42 мм, толщина 5 мм
- Отверстия под винты М3 с зенковкой (4 шт., расположение по стандарту NEMA 17)
- Ребро жесткости по диагонали

Вариант Б

Кронштейн для подвешного монтажа двигателя:

- Пластина 42×50 мм, толщина 5 мм
- 4 отверстия под винты М3 под двигатель
- 2 отверстия под винты М4 для крепления к раме
- Скругление углов R5

Вариант В

Кронштейн для двигателя с отверстием для вала:

- Основание 42×42 мм
- Выступ высотой 10 мм с отверстием Ø8 мм под вал
- 4 монтажных отверстия на основании

Практическая работа №3: 3D-моделирование держателя для концевика (микрика).

Тема: 3D-моделирование держателя для концевика (микрика).

Цель: Спроектировать посадочное место под стандартный концевой выключатель (размер 20×10×15 мм).

Вариант А

Держатель для установки концевика на направляющий профиль:

- Крепление «ласточкин хвост» под профиль 20×20 мм
- Посадочное окно 20×10 мм под микрик
- Отверстие под винт М3 для фиксации

Вариант Б

Угловой держатель концевика:

- Две полки 20×20 мм
- Посадочное место с двумя отверстиями под винты М2
- Ребро жесткости

Вариант В

Держатель концевика с регулировкой положения:

- Основная пластина 25×30 мм с пазом под винт М3 (длина паза 15 мм)
- Посадочное место под микрик
- Шкала для настройки положения

Практическая работа №4: 3D-моделирование радиатора охлаждения (теплоотвод).

Тема: 3D-моделирование радиатора охлаждения.

Цель: Создать модель радиатора для драйвера шагового двигателя (А4988/ТМС2208).

Вариант А

Пластинчатый радиатор:

- Основание 15×15×3 мм
- 5 ребер высотой 10 мм, толщиной 1.5 мм, шаг 3 мм

Вариант Б

Игольчатый радиатор (массив цилиндров):

- Основание 14×14×2 мм
- 9 цилиндров (диаметр 2 мм, высота 8 мм) по сетке 3×3

Вариант В

Радиатор с отверстием под винт для прижима:

- Основание 20×15×3 мм
- 4 ребра высотой 8 мм

- Центральное отверстие диаметром 3 мм

Практическая работа №5: Создание сборки «двигатель – держатель – концевик».
Вставка компонентов.

Тема: Создание сборки «двигатель – держатель – концевик» в КОМПАС-3D.

Цель: Освоить операции сборки и наложения сопряжений.

Вариант А

Собрать узел: двигатель NEMA 17 + кронштейн (из ПР №2, вариант А) + держатель концевика (из ПР №3, вариант А).

Вариант Б

Собрать узел: двигатель + кронштейн + концевик в рабочем положении (подвижная часть касается концевика при определенном угле поворота).

Вариант В

Собрать узел: двигатель + кронштейн + концевик с дополнительной пластиной для регулировки зазора (зазор 0.5 мм).

Практическая работа №6: Наложение сопряжений (соосность, совпадение, параллельность). Проверка отсутствия коллизий.

Тема: Наложение сопряжений. Проверка отсутствия коллизий.

Цель: Научиться проверять подвижные соединения на пересечение деталей.

Вариант А

Проверить сборку из ПР №5 (вариант А): вращать вал двигателя и убедиться, что концевик не задевает другие детали.

Вариант Б

Создать подвижное соединение «ползун – направляющая» и проверить его на допустимый ход (ход 30 мм).

Вариант В

Собрать маятниковый механизм (ось – рычаг – концевик) и проверить, что рычаг касается концевика без заклинивания.

Практическая работа №7: Экспорт DXF из КОМПАС. Импорт в RDWorks. Настройка параметров резки.

Тема: Экспорт DXF из КОМПАС. Импорт в RDWorks. Настройка параметров резки.

Цель: Подготовить файл для лазерной резки деталей из фанеры.

Вариант А

Подготовить к резке основание размером 200×150 мм, толщина фанеры 3 мм. Назначить мощность 70%, скорость 30 мм/с.

Вариант Б

Подготовить к резке набор шестерен (3 штуки) из фанеры 4 мм. Настроить переключки для сохранения деталей в листе.

Вариант В

Подготовить к гравировке надпись «Робототехника» на пластине 100×50 мм. Назначить мощность гравировки 30%, скорость 100 мм/с.

Практическая работа №8: Экспорт 3D-моделей в STL из Компас 3D. Особенности экспорта, выбор качества и формата файлов.

Тема: Экспорт 3D-моделей в STL. Настройка PrusaSlicer.

Цель: Подготовить модель к 3D-печати.

Вариант А

Экспортировать в STL кронштейн из ПР №2 (вариант А). Загрузить в PrusaSlicer, выбрать слой 0.2 мм, заполнение 40%.

Вариант Б

Экспортировать держатель концевика (ПР №3, вариант Б). Настроить поддержки (построить автоматически), слой 0.15 мм.

Вариант В

Экспортировать радиатор (ПР №4, вариант А). Выбрать PLA, заполнение 100%, слой 0.1 мм.

Практическая работа №9: Настройка PrusaSlicer: слой, заполнение, поддержки.
Подготовка G-code для 3D-печати.

Тема: Подготовка G-code для 3D-печати.

Цель: Сгенерировать управляющую программу для 3D-принтера.

Вариант А

Для модели кронштейна (из ПР №8, вариант А) сгенерировать G-code, просмотреть послойный вид.

Вариант Б

Для модели держателя концевика добавить brim (кайму) и сгенерировать G-code.

Вариант В

Для модели радиатора добавить поддержки только в контактных зонах и сгенерировать G-code.

Практическая работа №10: 3D печать кронштейна двигателя в PrusaSlicer.

Тема: Запуск 3D-печати кронштейна двигателя.

Цель: Выполнить реальную печать детали, проконтролировать качество.

Вариант А

Напечатать кронштейн из PLA, слой 0.2 мм, заполнение 40%. Оценить качество нижних слоев.

Вариант Б

Напечатать кронштейн из PETG, слой 0.15 мм, заполнение 60%. Оценить адгезию.

Вариант В

Напечатать кронштейн с измененной ориентацией (на боку) для уменьшения поддержек. Сравнить с вариантом А.

Практическая работа №11: 3D-печать держателя концевика. Контроль качества.

Тема: 3D-печать держателя концевика.

Цель: Изготовить деталь для последующей сборки узла.

Вариант А

Напечатать держатель из PLA. Проверить соосность посадочных отверстий.

Вариант Б

Напечатать держатель с добавлением brim для улучшения адгезии.

Вариант В

Напечатать держатель из PETG, оценить гибкость материала.

Практическая работа №12: Постобработка напечатанных деталей (удаление поддержек, шлифовка).

Тема: Постобработка напечатанных деталей.

Цель: Удалить поддержки, зачистить поверхности, подготовить к сборке.

Вариант А

Удалить поддержки с кронштейна (из ПР №10). Зачистить следы контакта наждачной бумагой.

Вариант Б

Удалить brim с держателя концевика (из ПР №11). Проверить точность отверстий.

Вариант В

Склеить две напечатанные детали (при неисправности принтера). Оценить прочность со-

единения.

Практическая работа №13: Настройка лазерного станка в RDWorks. Калибровка станка.

Тема: Настройка лазерного станка в RDWorks.

Цель: Освоить интерфейс RDWorks, откалибровать фокус.

Вариант А

Загрузить DXF-файл основания (200×150 мм). Откалибровать фокус лазера.

Вариант Б

Настроить параметры резки фанеры 3 мм: мощность 70%, скорость 25 мм/с, количество проходов 1.

Вариант В

Настроить параметры гравировки (мощность 20%, скорость 150 мм/с) и разделить с резкой на одном листе.

Практическая работа №14: Резка основания (рамы) из фанеры. Контроль качества реза.

Тема: Резка основания (рамы) из фанеры.

Цель: Выполнить лазерную резку детали, проверить точность.

Вариант А

Вырезать раму 200×150 мм из фанеры 3 мм. Проверить размеры и чистоту реза.

Вариант Б

Вырезать раму с внутренними вырезами под двигатель и контроллер.

Вариант В

Вырезать раму с отверстиями под винты М3 (диаметр 3 мм) по чертежу.

Практическая работа №15: Моделирование держателя для концевого выключателя.

Тема: Моделирование держателя для концевого выключателя в КОМПАС.

Цель: Спроектировать крепление под конкретный микрик (размер 20×10×15 мм).

Вариант А

Держатель для установки на 2020 профиль (паз 6 мм). С фиксацией винтом.

Вариант Б

Держатель с регулировкой положения по высоте (паз 10 мм).

Вариант В

Держатель для монтажа концевика на печатную плату (SMD-крепление).

Практическая работа №16: Моделирование крепления для термистора (в печатную голову).

Тема: Моделирование крепления для термистора.

Цель: Создать держатель для термистора (цилиндр 3×5 мм).

Вариант А

Держатель в виде втулки с отверстием 3.2 мм и прорезью для провода.

Вариант Б

Держатель с прижимным винтом для фиксации термистора.

Вариант В

Держатель для установки термистора в отверстие нагревательного блока (металлическая вставка).

Практическая работа №17: Экспорт моделей в STL. Подготовка к печати в PrusaSlicer.

Тема: Экспорт моделей держателей в STL. Подготовка к печати в PrusaSlicer.

Цель: Подготовить файлы для 3D-печати.

Вариант А

Экспорт держателя концевика (ПР №15, вариант А). Настроить слой 0.2 мм, заполнение 60%.

Вариант Б

Экспорт держателя термистора (ПР №16, вариант Б). Добавить поддержки.

Вариант В

Экспорт обеих моделей на одну пластину, сгенерировать G-code.

Практическая работа №18: Демонтаж концевого выключателя с 3D-принтера.

Инструменты, ТБ.

Тема: Демонтаж концевого выключателя с 3D-принтера.

Цель: Выполнить снятие датчика без повреждений.

Вариант А

Отключить питание. Отсоединить разъем концевика от платы. Открутить винты М3.

Снять концевик.

Вариант Б

Снять концевик, который установлен в труднодоступном месте (под столом принтера).

Вариант В

Снять концевик с поврежденным проводом. Зачистить провода для последующего подключения.

Практическая работа №19: Снятие термистора с хотэнда. Изучение маркировки

проводов.

Тема: Снятие термистора с хотэнда.

Цель: Демонтировать термистор, изучить его маркировку.

Вариант А

Отключить нагрев. Отсоединить термистор от платы. Извлечь из отверстия.

Вариант Б

Снять термистор, залитый термопастой. Очистить посадочное место.

Вариант В

Снять термистор с поврежденной изоляцией. Подготовить к замене.

Практическая работа №20: Демонтаж филамент сенсора (если есть).

Тема: Установка напечатанного держателя концевика на профиль.

Цель: Смонтировать держатель и концевик на раму.

Вариант А

Установить держатель (из ПР №15) на 2020 профиль. Зафиксировать винтом М4.

Вариант Б

Установить концевик в держатель. Отрегулировать положение, чтобы он срабатывал при контакте.

Вариант В

Установить держатель на алюминиевую пластину через переходную прокладку.

Практическая работа №21: Установка напечатанного держателя концевика.

Тема: Подключение концевика к контроллеру.

Цель: Выполнить электрический монтаж датчика.

Вариант А

Подключить концевик по схеме: «земля – сигнал – питание» (нормально разомкнутый).

Вариант Б

Подключить концевик как нормально замкнутый (для безопасности).

Вариант В

Подключить два концевика (X и Y) к одному Arduino Uno.

Практическая работа №22: Монтаж концевого выключателя в держатель. Регулировка положения.

Тема: Загрузка тестового скетча для проверки концевика.

Цель: Написать программу для проверки срабатывания датчика.

Вариант А

Написать скетч, который выводит в Serial «Нажат» при замыкании концевика (пин 2).

Вариант Б

Добавить светодиод на пин 13, который загорается при нажатии концевика.

Вариант В

Реализовать антидребезг (software debounce) с задержкой 50 мс.

Практическая работа №23: Подключение концевика к контроллеру. Прокладка кабеля.

Тема: Проверка показаний термистора.

Цель: Считать сопротивление термистора и перевести его в температуру.

Вариант А

Подключить термистор к Arduino через делитель напряжения (10 кОм). Вывести сопротивление в Serial.

Вариант Б

Использовать формулу Стейнхарта-Харта для перевода сопротивления в температуру. Вывести °C.

Вариант В

Добавить мигание светодиодом при превышении температуры 50°C.

Практическая работа №24: Установка термистора в отверстие нагревательного блока.

Тема: Сборка оси X/Y на шаговом двигателе.

Цель: Механически собрать узел линейного перемещения.

Вариант А

Собрать ось с направляющими 8 мм, шаговым двигателем NEMA 17 и ременной передачей (GT2).

Вариант Б

Собрать ось на винтовой передаче (T8 трапецеидальный винт).

Вариант В

Собрать ось с двумя концевиками (начальное и конечное положение).

Практическая работа №25: Подключение датчиков к Arduino. Загрузка тестового скетча для проверки.

Подключить к контроллеру датчик и написать код для тестирования его работы.

Вариант А

Датчик механический (микрик)

Вариант Б

Оптический датчик Omron

Практическая работа №26: Проверка показаний термистора (сопротивление, температура в мониторе порта).

Сравнить показания с датчика штатными средствами консоли и по сопротивлению

Практическая работа №27: Сборка макета оси X/Y на шаговом двигателе NEMA 17. Монтаж на нарезанную ранее на лазерном станке - раму.

Произвести монтаж шаговых двигателей, датчиков и контроллера для проверки работоспособности.

Практическая работа №28: Установка концевого выключателя на ось.

Тема: Подключение концевого выключателя к одной из осей.

Цель: Выполнить электрический монтаж датчика.

Вариант А

Подключить концевик по схеме: «земля – сигнал – питание» (нормально разомкнутый).

Вариант Б

Подключить концевик как нормально замкнутый (для безопасности).

Вариант В

Подключить два концевого выключателя (X и Y) к одному контроллеру.

Практическая работа №29: Подключение шагового двигателя к драйверу. Подключение к Arduino/Плате управления.

Тема: Подключение шагового двигателя к драйверу A4988.

Цель: Выполнить электрическое подключение и проверку.

Вариант А

Подключить обмотки двигателя к драйверу (A1, A2, B1, B2). Подключить STEP/DIR к Arduino.

Вариант Б

Настроить ток драйвера мультиметром (предел 0.5–1.0 А для NEMA 17).

Вариант В

Подключить два двигателя (X и Y) к одному Arduino с двумя драйверами.

Лабораторная работа №1: Замена неисправного концевого выключателя на 3D-принтере. Сборка узла из напечатанных деталей. Проверка срабатывания.

Цель: продемонстрировать интегральные навыки по обеим профессиональным компетенциям.

Условие: выдаётся учебный 3D-принтер (или стенд) с двумя неисправностями:

- Неисправность 1: концевой выключатель оси X не срабатывает (неисправен).
- Неисправность 2: ослабло крепление кронштейна двигателя оси X (требуется разборка и сборка узла).

Задание для студента (общее для всех вариантов):

1. Выявить неисправности (визуально + с помощью тестового скетча).
2. Снять неисправный концевик (ПК 1.2).
3. Установить исправный концевик (ПК 1.2).
4. Разобрать узел крепления двигателя (открутить, снять двигатель).
5. Заново собрать узел, затянув крепеж с правильным усилием (ПК 1.1).
6. Подключить концевик к контроллеру.
7. Загрузить тестовый скетч.
8. Продемонстрировать срабатывание концевого выключателя (Serial.println или светодиод).

Вариант 1 (базовый)

Выполняется на принтере с штатными концевиками (микрики). Скетч стандартный – вывод в Serial.

Вариант 2 (усложненный)

Концевик нормально замкнутый (NC). Требуется изменить логику в скетче (обратное условие). Дополнительно: настроить положение концевого выключателя с помощью регулировочного винта.

Вариант 3 (с дополнительным заданием)

Концевик заменяется на оптическую пару (фотопрерыватель). Необходимо адаптировать скетч под новый тип датчика (использовать INPUT_PULLUP и изменить порог срабаты-

вания).

Проверка выполнения самостоятельной работы.

Самостоятельная работа направлена на самостоятельное освоение и закрепление обучающимися практических умений и знаний, овладение профессиональными компетенциями.

Самостоятельная подготовка обучающихся по дисциплине предполагает следующие виды и формы работы:

Систематическая проработка конспектов занятий, учебной и специальной технической литературы.

Выполнение проектных заданий.

Работа со справочной литературой и нормативными материалами.

Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам, и подготовка к их защите.

Перечень вопросов для самостоятельной работы студента

1. Изучение классификации, кинематических схем и конструктивных особенностей современных мобильных роботов.
2. Обзор интерфейса и базовых инструментов среды КОМПАС-3D для создания эскизов и 3D-моделей.
3. Изучение видов направляющих, винтовых передач и редукторов, применяемых в мобильной робототехнике.
4. Изучение форматов файлов (DXF) и правил подготовки чертежей для лазерной резки в RDWorks.
5. Анализ вариантов компоновки электроники, драйверов и источников питания в корпусе мобильного робота.
6. Изучение параметров слайсинга (толщина слоя, заполнение, поддержки) и их влияния на качество печати деталей.
7. Сравнительный анализ характеристик пластиков (PLA, PETG, ABS) и обоснование выбора материала для печати узлов робота.
8. Изучение технологий постобработки деталей, полученных методами FDM-печати и лазерной резки.
9. Изучение принципов работы, распиновки и электрических характеристик датчиков (концевых выключателей, термисторов).
10. Подготовка отчетной документации и анализ результатов по проверке и калибровке датчиков.
11. Изучение основ языка G-code и методов написания программ управления перемещением шаговых двигателей.
12. Изучение алгоритмов диагностики типовых неисправностей мобильных роботов и 3D-принтеров.

2.2 Спецификация комплекта оценочных материалов. Распределение тестовых заданий по компетенциям, по типам и уровням сложности.

Примерные тестовые задания:

Инструкция по выполнению теста:

Тест оценивается по пятибалльной шкале.

Всего в каждом варианте 16 вопросов.

Стоимость каждого вопроса – 1 балл: за правильный ответ обучающийся получает 1 балл.

За неверный ответ или его отсутствие баллы не начисляются.

«5» (86% – 100%): 14 – 16 баллов

«4» (73% – 85%): 12 – 13 баллов

«3» (53% – 72%): 9 – 11 баллов

«2» (0% – 52%): 0 – 8 баллов

Время выполнения тестового задания: 60 минут.

Таблица 1. Компетенции

Код компетенции	Наименование компетенции
ПК.1.1	Выполнять сборку различных узлов мехатронных устройств и систем.
ПК.1.2	Выполнять снятие и установку датчиков мехатронных устройств и систем

Таблица 2. Типы, уровень сложности и время выполнения тестовых заданий.

Компетенции	Номер задания	Типы задания	Уровень сложности	Время выполнения, мин.
ПК 1.1	1, 7	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из предложенных	базовый	10
	5	Задание закрытого типа на установление соответствия	базовый	10
	3	Задание закрытого типа на установление последовательности	базовый	10
	4	Задание открытого типа с развернутым ответом	повышенный	10
	6	Задания открытого типа на дополнение	базовый	10
	2, 8	Задание комбинированного типа с выбором нескольких верных ответа из предложенных	базовый	10
ПК 1.2	9, 15	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из предложенных	базовый	10
	13	Задание закрытого типа на установление соответствия	базовый	10
	11	Задание закрытого типа на установление последовательности	базовый	10
	12	Задание открытого типа с развернутым ответом	повышенный	10
	14	Задания открытого типа на дополнение	базовый	10
	10, 16	Задание комбинированного типа с выбором нескольких верных ответа из предложенных	базовый	10

Таблица 3. Сценарии выполнения тестовых заданий

Тип задания	Последовательность действий при выполнении задания
Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из предложенных	Прочитайте текст, выберите правильный ответ
Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных	Прочитайте текст, выберите правильные ответы
Задание закрытого типа на установление последовательности	Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо
Задание закрытого типа на установление соответствия	Прочитайте текст и установите соответствие. Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами
Задания открытого типа на дополнение	Прочитайте текст и дополните фразу
Задание открытого типа с развернутым от-	Прочитайте текст и запишите развёрнутый ответ

ветом	
-------	--

Таблица 4. Система оценивания заданий.

Номер задания	Указания по оцениванию	Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания)
1, 7, 9, 15	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из предложенных	Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом; неверный ответ или его отсутствие — 0 баллов.
5, 13	Задание закрытого типа на установление соответствия	Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом; неверный ответ или его отсутствие — 0 баллов.
3, 11	Задание закрытого типа на установление последовательности	Совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом; неверный ответ или его отсутствие — 0 баллов.
4, 12	Задание открытого типа с развернутым ответом	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность /ответ правильный, но не полный — 1 балл, если допущено более одной ошибки / ответ неправильный / ответ отсутствует — 0 баллов.
14, 6	Задания открытого типа на дополнение	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность /ответ правильный, но не полный — 1 балл, если допущено более одной ошибки / ответ неправильный / ответ отсутствует — 0 баллов.
2, 8, 10, 16	Задание комбинированного типа с выбором нескольких верных ответа из предложенных	Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом; неверный ответ или его отсутствие — 0 баллов.

Таблица 5. Дополнительные материалы и оборудование, необходимые для выполнения тестовых заданий

Код компетенции	Наименование компетенции	Дополнительные материалы и оборудование
ПК 1.1, ПК 1.2	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.	Бумага Ручка

Тестовые задания

ВАРИАНТ 1

ПК 1.1. Выполнять сборку различных узлов мехатронных устройств и систем

1. Прочитайте текст, выберите один правильный ответ

При сборке узла «шаговый двигатель – кронштейн» в среде КОМПАС-3D, какое сопряжение используется для совмещения осей крепежных отверстий на двигателе и кронштейне?

- А) Совпадение
- Б) Соосность
- В) Параллельность
- Г) Касательность

Ответ:

2. Прочитайте текст, выберите правильные ответы

Какие компоненты и материалы необходимы для сборки механической части оси линейного перемещения 3D-принтера?

- А) Шаговый двигатель NEMA 17
- Б) Линейные подшипники LM8UU
- В) Припой и флюс
- Г) Направляющие валы диаметром 8 мм

Ответ:

3. Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо

Установите правильную последовательность действий при создании сборки в КОМПАС-3D:

Наложение сопряжений между компонентами

Вставка компонентов в окно сборки

Создание или загрузка 3D-моделей деталей

Проверка отсутствия коллизий

4. Прочитайте текст и запишите развёрнутый ответ

Опишите алгоритм сборки узла линейного перемещения на базе шагового двигателя NEMA 17 и ременной передачи GT2 для оси 3D-принтера.

Ответ:

5. Прочитайте текст и установите соответствие. Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами

Установите соответствие между типом механической передачи и ее типичным применением в узлах 3D-принтера:

Тип механической передачи		Применение	
А	Ременная передача GT2	1	Перемещение печатной головы по осям X и Y
Б	Винтовая передача T8	2	Перемещение стола или оси Z
В	Зубчатая передача	3	Передача вращения от двигателя к валу экструдера
Г	Фрикционная передача	4	Подача прутка за счет силы трения (в экструдерах типа Bondtech)

Ответ:

А	Б	В	Г

6. Прочитайте текст и дополните фразу

Процесс наложения геометрических ограничений на подвижные детали в среде КОМПАС-3D для определения их положения друг относительно друга называется

_____.
Ответ:

7. Прочитайте текст, выберите один правильный ответ

Какой параметр необходимо настроить в слайсере PrusaSlicer для обеспечения надежного прилипания первого слоя крупной детали к столу 3D-принтера?

- А) Заполнение (Infill)
- Б) Поддержки (Supports)
- В) Кайма (Brim)
- Г) Скорость перемещения (Travel speed)

Ответ:

8. Прочитайте текст, выберите правильные ответы

Какие действия входят в этап постобработки напечатанных на 3D-принтере пластиковых деталей перед сборкой?

- А) Удаление поддерживающих структур
- Б) Шлифовка поверхности наждачной бумагой
- В) Калибровка стола принтера
- Г) Нарезание резьбы в отверстиях

Ответ:

ПК 1.2. Выполнять снятие и установку датчиков мехатронных устройств и систем

9. Прочитайте текст, выберите один правильный ответ

Какой датчик используется в 3D-принтере для измерения температуры сопла (хотэнда)?

- А) Концевой выключатель
- Б) Термистор
- В) Оптический датчик
- Г) Индуктивный датчик

Ответ:

10. Прочитайте текст, выберите правильные ответы

Какие действия необходимо выполнить в первую очередь перед демонтажом концевого выключателя с работающего 3D-принтера?

- А) Отключить питание принтера
- Б) Отсоединить разъем датчика от платы управления
- В) Нагреть сопло до рабочей температуры
- Г) Откалибровать стол принтера

Ответ:

11. Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо

Установите правильную последовательность действий при установке и подключении концевого выключателя:

- Прокладка и подключение кабеля к разъему на плате управления
- Монтаж концевого выключателя в напечатанный держатель
- Установка держателя на направляющий профиль
- Регулировка положения концевика для точного срабатывания

Ответ:

12. Прочитайте текст и запишите развёрнутый ответ
Опишите процесс проверки работоспособности термистора в печатной голове 3D-принтера с использованием монитора порта.

Ответ:

13. Прочитайте текст и установите соответствие. Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами

Установите соответствие между типом датчика и его назначением в 3D-принтере:

Тип датчика		Назначение	
А	Термистор	1	Определение наличия прутка в экструдере
Б	Концевой выключатель (микрик)	2	Измерение температуры нагревательного блока
В	Филамент-сенсор	3	Определение крайних положений осей (парковка)
Г	Индуктивный датчик	4	Автоматическое выравнивание стола (Z-offset)

Ответ:

А	Б	В	Г

14. Прочитайте текст и дополните фразу
Метод программного устранения дребезга контактов механического концевого выключателя с помощью временной задержки в коде называется _____.

Ответ:

15. Прочитайте текст, выберите один правильный ответ
Какая ошибка в скетче Arduino может привести к тому, что нормально замкнутый (NC) концевой выключатель будет срабатывать некорректно?

А) Использование INPUT_PULLUP вместо INPUT

Б) Неправильный выбор пина

В) Отсутствие задержки (delay)

Г) Неправильная инициализация Serial-порта

Ответ:

16. Прочитайте текст, выберите правильные ответы
Какие неисправности датчиков 3D-принтера можно выявить с помощью визуального осмотра?

А) Обрыв цепи термистора

Б) Механическое повреждение корпуса концевика

В) Залипание подвижного контакта микрика

Г) Ошибка в прошивке Marlin

Ответ:

ВАРИАНТ 2

ПК 1.1. Выполнять сборку различных узлов мехатронных устройств и систем

1. Прочитайте текст, выберите один правильный ответ

Какая операция в КОМПАС-3D используется для создания сквозного цилиндрического отверстия в детали?

А) Выдавливание

Б) Вращение

В) Вырезание выдавливанием

Г) Фаска

Ответ:

2. Прочитайте текст, выберите правильные ответы

Какие параметры необходимо обязательно задать в PrusaSlicer при подготовке модели кронштейна для FDM-печати?

А) Толщина слоя

Б) Процент заполнения

В) Цвет филамента в базе данных

Г) Необходимость генерации поддержек

Ответ:

3. Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо

Установите правильную последовательность подготовки файла для лазерной резки фанеры:

Настройка мощности и скорости резки в RDWorks

Создание 2D-чертежа в КОМПАС-3D

Экспорт чертежа в формат DXF

Импорт файла DXF в RDWorks

Ответ:

4. Прочитайте текст и запишите развёрнутый ответ

Опишите алгоритм поиска и устранения коллизий (пересечений деталей) при создании сборки «двигатель – держатель – концевик» в КОМПАС-3D.

Ответ:

5. Прочитайте текст и установите соответствие. Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами

Установите соответствие между типом пластика и его характеристиками для 3D-печати:

Тип пластика		Характеристики	
А	PLA	1	Биоразлагаемый, легкий в печати, низкая термостойкость
Б	ABS	2	Прочный, устойчив к ударам, требует подогреваемого стола и закрытой камеры
В	PETG	3	Прочный, химически стойкий, хорошая адгезия слоев
Г	Flex (TPU)	4	Гибкий, эластичный, требует прямого экструдера

Ответ:

А	Б	В	Г

6. Прочитайте текст и дополните фразу

Формат файла, используемый для передачи 3D-модели из CAD-системы (КОМПАС-3D) в слайсер (PrusaSlicer), называется _____.

Ответ:

7. Прочитайте текст, выберите один правильный ответ

Для чего при 3D-печати используются поддержки (Supports)?

А) Для увеличения прочности детали

- Б) Для создания нависающих элементов
 - В) Для улучшения адгезии первого слоя
 - Г) Для ускорения процесса печати
- Ответ:

8. Прочитайте текст, выберите правильные ответы
Какие инструменты используются для постобработки и сборки напечатанных пластиковых деталей?
- А) Надфиль или наждачная бумага
 - Б) Паяльник
 - В) Кусачки или бокорезы
 - Г) Мультиметр
- Ответ:

ПК 1.2. Выполнять снятие и установку датчиков мехатронных устройств и систем

9. Прочитайте текст, выберите один правильный ответ
Какой датчик используется для определения наличия филамента (прутка) в экструдере 3D-принтера?
- А) Термистор
 - Б) Филамент-сенсор
 - В) Индуктивный датчик
 - Г) Тензодатчик
- Ответ:

10. Прочитайте текст, выберите правильные ответы
Какие причины могут привести к заниженным или нестабильным показаниям температуры термистора в мониторе порта?
- А) Плохой контакт в разъеме
 - Б) Повреждение изоляции проводов
 - В) Неверно задан тип термистора в прошивке
 - Г) Загрязнение сопла пластиком
- Ответ:

11. Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо
Установите правильную последовательность действий при замене неисправного термистора в нагревательном блоке 3D-принтера:
- Очистка посадочного отверстия от остатков старого термистора и термопасты
 - Отключение питания и остывание хотэнда
 - Установка нового термистора и подключение к плате
 - Проверка показаний температуры в мониторе порта
- Ответ:

12. Прочитайте текст и запишите развёрнутый ответ
Опишите процесс подключения механического концевого выключателя к плате управления 3D-принтера.
- Ответ:

13. Прочитайте текст и установите соответствие. Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами
Установите соответствие между типом датчика и его электрическим интерфейсом подключения к микроконтроллеру:

Тип датчика		Интерфес	
А	Термистор (NTC)	1	Аналоговый вход (через делитель напряжения)
Б	Механический концевой выключатель (NO)	2	Цифровой вход (с внутренней подтяжкой к VCC)
В	Индуктивный датчик (NPN)	3	Цифровой вход (требуется внешней подтяжки к VCC)
Г	Оптический датчик	4	Цифровой вход (подключение сигнального провода)

Ответ:

А	Б	В	Г

14. Прочитайте текст и дополните фразу

Метод программного устранения дребезга контактов механического концевой выключателя с помощью временной задержки в коде называется _____.

Ответ:

15. Прочитайте текст, выберите один правильный ответ

Какое условие необходимо соблюсти для безопасного снятия термистора из нагревательного блока 3D-принтера?

А) Нагреть сопло до 200 градусов

Б) Хотэнд должен быть полностью остывшим, извлечение производится аккуратно вручную или пинцетом

В) Подать напряжение 220В на нагреватель

Г) Использовать бокорезы для перекусывания проводов у основания

Ответ:

16. Прочитайте текст, выберите правильные ответы

Какие действия необходимо выполнить для проверки работоспособности индуктивного датчика автоуровня стола 3D-принтера?

А) Подать питание на датчик

Б) Поднести металлический предмет к чувствительной зоне

В) Нагреть сопло до рабочей температуры

Г) Считать изменение состояния цифрового пина в мониторе порта

Ответ:

Ключ к оцениванию

№ задания	Верный ответ	Критерии
Вариант 1		
1	Ответ: Б	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
2	Ответ: А, Б, Г	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
3	Ответ: 3, 2, 1, 4	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
4	Ответ: Крепление двигателя, установка ведущего шкива, сборка каретки и направляющих, монтаж и натяжение рем-	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи

	ня.	
5	Ответ: А-1, Б-2, В-3, Г-4	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
6	Ответ: Сопряжением	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
7	Ответ: В	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
8	Ответ: А, Б	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
9	Ответ: Б	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
10	Ответ: А, Б	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
11	Ответ: 3, 2, 1, 4	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
12	Ответ: подключить устройство к компьютеру и открыть программу работы по СОМ порту. Далее отправить команду M105 и считать полученные данные.	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
13	Ответ: А-2, Б-3, В-1, Г-4	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
14	Ответ: Антидребезг	0 б – остальные случаи
15	Ответ: А	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
16	Ответ: Б, В	0 б – остальные случаи
Вариант 2		
1	Ответ: В	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
2	Ответ: А, Б, Г	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
3	Ответ: 2, 3, 4, 1	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
4	Ответ: с помощью команды «Контроль коллизий» выбрать компоненты для анализа и запустить расчет.	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
5	Ответ: А-1, Б-2, В-3, Г-4	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
6	Ответ: STL	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
7	Ответ: Б	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
8	Ответ: А, В	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи

		<i>0 б – остальные случаи</i>
9	Ответ: Б	<i>1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи</i>
10	Ответ: А, Б, В	<i>1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи</i>
11	Ответ: 2, 1, 3, 4	<i>1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи</i>
12	Ответ: подключаем СОМ контакт датчика к выводу GND платы управления, NO к любому цифровому выводу.	<i>1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи</i>
13	Ответ: А-1, Б-2, В-3, Г-4	<i>1 б – полное правильное соответствие;</i>
14	Ответ: Антидребезг	<i>0 б – остальные случаи</i>
15	Ответ: Б	<i>1 б – полное правильное соответствие;</i>
16	Ответ: А, Б, Г	<i>0 б – остальные случаи</i>

2.3 Сводная таблица по применяемым формам и методам текущего контроля и оценки результатов обучения

Результаты обучения	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
Освоенные умения:	
- применять навыки по сборке и монтажу отдельных компонентов мобильного робота и мехатронных устройств и систем; - производить ремонт и замену составных частей мобильного робота и мехатронных устройств и систем; - умение по наладке и сдаче в эксплуатацию мобильного робота и мехатронных устройств и систем; - использовать навыки по техническому обслуживанию компонентов мобильного робототехнического комплекса; - установка и регулировка физических настроек всей линейки датчиков с целью выявления неисправностей; - интерпретировать навыки построения электрических схем при помощи соответствующего теоретического аппарата; - применять основные навыки при конструировании типовых алгоритмов управления мобильным роботом;	Оценка правильности выполнения самостоятельной работы. Устный опрос во время занятия Выполнение практических и лабораторных работ
Усвоенные знания:	
- основные модели электрических схем при моделировании технических систем мобильной робототехники; - основные методы проектирования мобильных роботов;	Оценка правильности выполнения самостоятельной работы. Устный опрос во время занятия Выполнение практических и лабораторных работ

- принципы построения электрических схем мехатронных устройств и систем; - выбор соответствующего аппаратного обеспечения (моторы, датчики), необходимого для соблюдения требований к функционированию дополнительной конструкции; - электрических схем подключения исполнительных механизмов мобильного робота и мехатронных устройств и систем; - функциональное назначение всех элементов мобильного робота и мехатронных устройств и систем;	
---	--

2.4 Форма промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине по дисциплине «Мобильная робототехника» - итоговая контрольная работа, спецификация которого содержится в данном комплекте ФОС. На экзамен могут выносятся теоретические вопросы и задачи.

Итоговая контрольная работа проводится за счет времени, отведенного на изучение дисциплин, при условии своевременного и качественного выполнения обучающимся всех видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Перечень вопросов итоговой контрольной работы:

№	Вопрос
1	Исполнительные устройства мобильных роботов и мехатронных систем
2	Прямое управление исполнительными устройствами.
3	Написание программ управления для определения положения робота (3Д принтера).
4	Написание программ управления приводами осей 3Д принтера.
5	Написание программ управления для перемещения по заданным траекториям (g-code)
6	Написание стартового и конечного g-code для 3Д принтера
7	Написание программ управления для перемещения робота в пространстве.
8	Дистанционно управляемые роботы и манипуляторы
9	Оптимизация конструкции 3Д принтера как примера мехатронной системы.
10	Правила технического обслуживания компонентов и модулей мобильных робототехнических комплексов и мехатронных систем
11	Диагностика неисправностей мобильных робототехнических комплексов
12	Диагностика неисправностей 3Д принтера
13	Электрические схемы подключения исполнительных механизмов мобильного робота
14	Практическая работа №32 (зачетная): Демонстрация замены концевого выключателя в проверка срабатывания в g-code (терминале).
15	Практическая работа №33 (зачетная): Демонстрация сборки и разборки узла «шаговый двигатель – держатель – концевик».

3 СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЛЕКТА ФОС ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3.1 Критерии оценивания практических и лабораторных работ

Оценка «5» ставится, если:

- Задание выполнено полностью, самостоятельно, без ошибок. Студент объясняет каждый шаг. Результат работоспособен (для программирования – код компилируется и работает).

Оценка «4» ставится, если:

- Задание выполнено, но с 1-2 мелкими ошибками (неправильный тип сопряжения в

КОМПАС, перепутан порядок подключения – исправлено после замечания преподавателя).

Оценка «3» ставится, если:

- Задание выполнено с грубыми ошибками (перекос колеса, нет сигнала с датчика, код не компилируется). После помощи преподавателя работоспособность восстановлена.

Оценка «2» ставится, если:

- Задание не выполнено, либо результат неработоспособен, студент не может объяснить свои действия.

3.2 Критерии оценивания самостоятельной работы

Оценка «5» ставится если:

- Студент свободно применяет знания на практике;
- Не допускает ошибок в воспроизведении изученного материала;
- Студент выделяет главные положения в изученном материале и не затрудняется в ответах на видеоизмененные вопросы;
- Студент усваивает весь объем программного материала;
- Материал оформлен аккуратно в соответствии с требованиями;

Оценка «4» ставится если:

- Студент знает весь изученный материал;
- Отвечает без особых затруднений на вопросы преподавателя;
- Студент умеет применять полученные знания на практике;
- В условных ответах не допускает серьезных ошибок, легко устраняет определенные неточности с помощью дополнительных вопросов преподавателя;
- Материал оформлен недостаточно аккуратно и в соответствии с требованиями;

Оценка «3» ставится если:

- Студент обнаруживает освоение основного материала, но испытывает затруднения при его самостоятельном воспроизведении и требует дополнительных дополняющих вопросов преподавателя;
- Предпочитает отвечать на вопросы воспроизводящего характера и испытывает затруднения при ответах на воспроизводящие вопросы;
- Материал оформлен не аккуратно или не в соответствии с требованиями;

Оценка «2» ставится если:

- У студента имеются отдельные представления об изучаемом материале, но все, же большая часть не усвоена; -
- Материал оформлен не в соответствии с требованиями.

3.3 Критерии оценивания тестовых заданий

Тест оценивается по пятибалльной шкале следующим образом:

Стоимость каждого вопроса – 1 балл.

За правильный ответ обучающийся получает 1 балл.

За неверный ответ или его отсутствие баллы не начисляются.

Оценка «5» соответствует 86% – 100% правильных ответов.

Оценка «4» соответствует 73% – 85% правильных ответов.

Оценка «3» соответствует 53% – 72% правильных ответов.

Оценка «2» соответствует 0% – 52% правильных ответов.

3.4 Критерии оценивания заданий итоговой контрольной работы

Итоговая контрольная работа проводится в письменной или практической форме, включает в себя 2 вопрос из теоретической части. Каждое из двух заданий оценивается отдельно. По результатам оценивания двух заданий оценка соответствует средней.

Оценка ответов на теоретические вопросы производится по пятибалльной шкале и выставляется согласно критериям, приведенным ниже.

Оценка «5» (отлично) ставится если:

- Полно раскрыто содержание вопроса: исчерпывающие и аргументированные ответы на вопросы.
- Материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, не требует дополнительных пояснений, точно используется терминология.
- Демонстрируются глубокие знания дисциплины.
- Даны обоснованные ответы на дополнительные вопросы.

Оценка «4» (хорошо) ставится если:

- Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно.
- Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер, в изложении допущены небольшие пробелы (неточности), не исказившие содержание ответа.
- Материал излагается уверенно, в основном правильно даны все определения и понятия.
- При ответе на дополнительные вопросы полные ответы даны только при помощи наводящих вопросов.

Оценка «3» (удовлетворительно) ставится если:

- Неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса.
- Имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после наводящих вопросов.
- Демонстрируются поверхностные знания дисциплин специальности; имеются затруднения с выводами.
- При ответе на дополнительные вопросы ответы даются только при помощи наводящих вопросов.

Оценка «2» (неудовлетворительно) ставится если:

- Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине, не раскрыто его основное содержание.
- Допущены грубые ошибки в определениях и понятиях, при использовании терминологии, которые не исправлены после наводящих вопросов.
- Демонстрирует незнание и непонимание существа экзаменационных вопросов.
- Не даны ответы на дополнительные или наводящие вопросы комиссии.