МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет»**

**Факультет электроники и вычислительной техники**

УТВЕРЖДЕНО
Факультет электроники и вычислительной техники
Декан Авдеюк О.А.
31.08.2023 г.

# Механотроника

## рабочая программа дисциплины (модуля, практики)

Закреплена за кафедрой **Электротехника**

Учебный план Направление 12.03.01 Приборостроение

Профиль **Информационно-измерительная техника и технологии**

Квалификация **бакалавр**

Срок обучения **4 года**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Виды контроля в семестрах: зачеты 6

| Семестр(Курс.Номер семестра на курсе) | **6(3.2)** | | Итого | |
|---|---|---|---|---|
| | УП | ПП | УП | ПП |
| Лекции | 32 | 32 | 32 | 32 |
| Практические | 32 | 32 | 32 | 32 |
| Итого ауд. | 64 | 64 | 64 | 64 |
| Контактная работа | 64.25 | 64.25 | 64.25 | 64.25 |
| Сам. работа | 79.75 | 79.75 | 79.75 | 79.75 |
| Часы на контроль | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Практическая подготовка | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Итого трудоемкость в часах | 144 | 144 | 0 | 0 |

ЛИСТ ОДОБРЕНИЯ, СОГЛАСОВАНИЯ И АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Разработчик(и) программы:

ст. преподаватель Авдеюк Д.Н.

Рецензент(ы):
(при наличии)

Рабочая программа дисциплины (модуля, практики)
**Механотроника**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:
Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 945)

составлена на основании учебного плана:
Направление 12.03.01 Приборостроение

Профиль: Информационно-измерительная техника и технологии

утвержденного учёным советом вуза от 31.05.2023 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры
**Электротехника**

31.08.2023 номер протокола 1 2023 г.
Зав. кафедрой Шилин Алексей Александрович

СОГЛАСОВАНО:
Факультет электроники и вычислительной техники
Председатель НМС факультета: Авдеюк О.А.

Протокол заседания НМС от
31.08.2023 г. № 1

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ). ВИД, ТИП ПРАКТИКИ, СПОСОБ И ФОРМА (ФОРМЫ) ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ.

Целью изучения дисциплины является фундаментальная профессиональная подготовка для формирования у выпускника общекультурных, профессиональных компетенций, способствующих решению профессиональных задач в соответствии с видами профессиональной деятельности: проектно-конструкторская; монтажно-наладочная; производственно-технологическая; организационно-управленческая.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| | |
|---|---|
| Цикл (раздел) ОП: | Б1.В.ДВ.03 |
| **2.1** | **Требования к предварительной подготовке обучающегося:** |
| 2.1.1 | Физические основы получения информации |
| 2.1.2 | Метрология, стандартизация и сертификация |
| 2.1.3 | Введение в специальность |
| 2.1.4 | Математика (специальные главы) |
| 2.1.5 | Физика |
| 2.1.6 | Электротехника |
| **2.2** | **Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:** |
| 2.2.1 | Оптоэлектроника |
| 2.2.2 | Основы теории физических полей |
| 2.2.3 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

**ПК-5: Способность участвовать в разработке функциональных, структурных и принципиальных схем приборов и систем**

*ПК-5.1: Участвует в разработке функциональных, структурных и принципиальных схем приборов и систем*

Результаты обучения: знает методы и средства анализа и синтеза механотронных систем

*ПК-5.2: Умение пользоваться и адаптировать известные структурные и принципиальные схемы приборов и систем при разработке новых приборов*

Результаты обучения: умеет применять контрольно-измерительную аппаратуру для определения характеристик и параметров макетов

*ПК-5.3: Использовать стандарты и ГОСТы при разработке функциональных, структурных и принципиальных схем приборов и систем*

Результаты обучения: владеет навыками проведения измерений и оценки их погрешностей;
владеет навыками проведения настройки и отладки макетов и методами оценки их надежности и энергоэффективности

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Семестр / Курс | Часов | Форма контроля |
|---|---|---|---|---|
| 1 | **Раздел 1. Механотроника как мультидисциплина по разработке технических систем.** | | | |
| 1.1 | Механотроника как мультидисциплина по разработке технических систем /Тема/ | 6 | 0 | |
| 1.1.1 | Определения и терминология мехатроники. Триединая сущность мехатронных систем. Факторы, обусловившие развитие МС. Тенденции изменения и ключевые требования мирового рынка в области механотроники. /Лек/ | 6 | 4 | К, З |
| 1.1.2 | Современные мехатноронные и робототехнические системы в автоматизированном машиностроении /Пр/ | 6 | 2 | К, З |
| 1.1.3 | Подготовка к практическим занятиям, к выполнению заданий по контрольной работе, подготовка к текущему контролю успеваемости. /Ср/ | 6 | 7 | К, З |
| 2 | **Раздел 2. Принципы мехатроники. Методы построения механотронных устройств.** | | | |
| 2.1 | Принципы мехатроники. Методы построения механотронных устройств /Тема/ | 6 | 0 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2.1.1 | Поколения механотронных модулей. Структура автоматической машины, созданной на основе традиционного и механотронного подходов в их проектировании. Сущность механотронного подхода в проектировании и эксплуатации МС. Потенциально возможны точки интеграции функциональных элементов в мехатронные модули.<br>Методы построения механотронных устройств /Лек/ | 6 | 4 | К, З |
| 2.1.2 | Современные механотронные системы в приборостроении /Пр/ | 6 | 4 | К, З |
| 2.1.3 | Подготовка к практическим занятиям, к выполнению заданий по контрольной работе, подготовка к текущему контролю успеваемости. /Ср/ | 6 | 7 | К, З |
| 3 | **Раздел 3. Промышленные роботы, основные понятия, классификация ПР** | | | |
| 3.1 | Промышленные роботы, основные понятия, классификация ПР. /Тема/ | 6 | 0 | |
| 3.1.1 | Промышленный робот, определение. Функциональная схема ПР. Структурная схема ПР. Поколения роботов. Роботы с программным управлением, адаптивные роботы, интеллектуальные роботы /Лек/ | 6 | 4 | К, З |
| 3.1.2 | Современные механотронные модули /Пр/ | 6 | 4 | К, З |
| 3.1.3 | Подготовка к практическим занятиям, к выполнению заданий по контрольной работе, подготовка к текущему контролю успеваемости. /Ср/ | 6 | 7 | К, З |
| 4 | **Раздел 4. Принципы построения промышленных роботов, их характеристики** | | | |
| 4.1 | Принципы построения промышленных роботов, их характеристики /Тема/ | 6 | 0 | |
| 4.1.1 | Роботы, традиционные, перспективные области их применения. Предметная область робототехники.<br>Роботы, определение. Структурная схема робота. Кинематические схемы ПР. Системы координатных перемещений, рабочее пространство, рабочая зона ПР. Классификация промышленных роботов. Принципы построения ПР: агрегатный, агрегатно - модульный, модульный принципы построения. Номенклатура основных технических характеристик ПР, их определение, параметрические ряды этих характеристик /Лек/ | 6 | 4 | К, З |
| 4.1.2 | Современные промышленные роботы, выпускаемые в России /Пр/ | 6 | 4 | К, З |
| 4.1.3 | Подготовка к практическим занятиям, к выполнению заданий по контрольной работе, подготовка к текущему контролю успеваемости. /Ср/ | 6 | 7 | К, З |
| 5 | **Раздел 5. Кинематика манипуляторов** | | | |
| 5.1 | Кинематика манипуляторов /Тема/ | 6 | 0 | |
| 5.1.1 | Матрицы поворота. Матрица поворота вокруг произвольной оси. Представление матриц поворота через углы Эйлера. Геометрический смысл матриц поворота. Однородные координаты и матрицы преобразований. Геометрический смысл однородной матрицы преобразования. Однородная матрица композиции преобразований /Лек/ | 6 | 4 | К, З |
| 5.1.2 | Определение однородной матрицы преобразования для манипуляторов робота /Пр/ | 6 | 4 | К, З |
| 5.1.3 | Подготовка к практическим занятиям, к выполнению заданий по контрольной работе, подготовка к текущему контролю успеваемости. /Ср/ | 6 | 7 | К, З |
| 6 | **Раздел 6. Прямая и обратная задачи кинематики манипуляторов** | | | |
| 6.1 | Прямая и обратная задачи кинематики манипуляторов /Тема/ | 6 | 0 | |
| 6.1.1 | Прямая задача кинематики. Уравнения кинематики манипулятора. Обратная задача кинематики. Метод обратных преобразований. Геометрический подход в решении обратной задачи кинематики /Лек/ | 6 | 2 | К, З |
| 6.1.2 | Точностной расчѐт манипулятора /Пр/ | 6 | 4 | К, З |
| 6.1.3 | Подготовка к практическим занятиям, к выполнению заданий по контрольной работе, подготовка к текущему контролю успеваемости. /Ср/ | 6 | 7 | К, З |
| 7 | **Раздел 7. Расчёт характеристик манипуляторов промышленных роботов** | | | |
| 7.1 | Расчёт характеристик манипуляторов промышленных роботов /Тема/ | 6 | 0 | |
| 7.1.1 | Точностной расчѐт манипулятора: постановка задачи. Расчѐт погрешности позиционирования ПР модульного типа при отработке программных движений. Расчѐт погрешности позиционирования ПР с управлением по степеням подвижности по положению. Определение допустимых погрешностей по степеням подвижности ПР с управлением по положению по заданной<br>погрешности позиционирования<br>объекта манипулирования. /Лек/ | 6 | 4 | К, З |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 7.1.2 | Расчѐт удерживающих усилий схвата робота /Пр/ | 6 | 4 | К, З |
| 7.1.3 | Подготовка к практическим занятиям, к выполнению заданий по контрольной работе, подготовка к текущему контролю успеваемости. /Ср/ | 6 | 10 | К, З |
| 8 | **Раздел 8. Приводы механотронных устройств, промышленных роботов и вспомогательного оборудования** | | | |
| 8.1 | Приводы механотронных устройств, промышленных роботов и вспомогательного оборудования /Тема/ | 6 | 0 | |
| 8.1.1 | Типы приводов, используемых в мехатронике и робототехнике, их сравнительный анализ. Пневмоприводы промышленных роботов, область их применения. Принцип действия поршневых пневмоприводов. Элементы схем управления пневмоприводов. Типовые принципиальные пневматические схемы приводов. Силовой расчѐт пневмоцилиндров. Расчѐт основных параметров пневмоцилиндров. Торможение и демпфирование движений поршня в пневмоцилиндре. Использование механических и гидравлических демпферов для торможения. Принцип их действия, расчѐт основных параметров. Торможение за счѐт расхода рабочего тела. Схемы торможения дросселированием рабочего тела и противодавлением, расчѐт основных параметров режима торможения. /Лек/ | 6 | 4 | К, З |
| 8.1.2 | Расчѐт пневмопривода /Пр/ | 6 | 4 | К, З |
| 8.1.3 | Подготовка к практическим занятиям, к выполнению заданий по контрольной работе, подготовка к текущему контролю успеваемости. /Ср/ | 6 | 9 | К, З |
| 9 | **Раздел 9. Принципы и системы управления мехатронных и робототехнических устройств.** | | | |
| 9.1 | Принципы и системы управления мехатронных и робототехнических устройств. /Тема/ | 6 | 0 | |
| 9.1.1 | Цикловое, позиционное, контурное управление, структурные схемы систем с таким управлением. Принципы построения систем интеллектуального управления в механотронике. Иерархия управления в системах. Системы управления исполнительного и тактического уровней. /Лек/ | 6 | 2 | З, К |
| 9.1.2 | Разработка принципиальной пневматической схемы пневмопривода /Пр/ | 6 | 2 | К, З |
| 9.1.3 | Подготовка к практическим занятиям, к выполнению заданий по контрольной работе, подготовка к текущему контролю успеваемости. /Ср/ | 6 | 10 | К, З |
| 10 | **Раздел 10. Промежуточный контроль** | | | |
| 10.1 | Зачет /Тема/ | 6 | 0 | |
| 10.1.1 | Контактная работа с ППС /КоРа/ | 6 | 0.25 | З |
| 11 | **Раздел 11. Самостоятельная работа студента** | | | |
| 11.1 | Контрольная работа /Тема/ | 6 | 0 | |
| 11.1.1 | Выполнение контрольной работы /Контр.раб./ | 6 | 8.75 | З |

Примечание. Формы контроля: Эк – экзамен, К- контрольная работа, Ко- контрольный опрос, Сз- семестровое задание, З-зачет, ОП-отчет по практике.

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Оценочные средства планируемых результатов обучения представлены в виде фондов оценочных средств (ФОС), разработанных в соответствии с локальным нормативным актом университета. ФОС может быть представлен в Приложении к рабочей программе.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, опыта деятельности

Контрольная работа
На контрольную работу студенту выдается индивидуальное задание (по вариантам), заключающееся в решении задач. Работа выполняется в письменной форме в течение 10 недель с момента выдачи задания. Контрольный срок сдачи – последний месяц семестра.

Примерное содержание контрольной работы
Титульный лист.
Формулировка условий задач, включенных в задание.
Основная часть, включающая (для каждой задачи из задания):
краткое условие задачи,
перевод единиц измерения в систему СИ (при необходимости),
необходимые для решения задачи схемы, рисунки чертежи,
решение задачи с использование математического аппарата и физических законов и формул,

проверка размерности в полученном выражении (при необходимости),
необходимые расчеты,
построение графиков (если требуется),
ответ.
Список использованных источников (включая источники Интернет).

Правила оформления контрольной работы
контрольная работа оформляется в редакторе MS Word (*.doc, *.docx);
листы формата А4, ориентация книжная;
поля: левое – 2 см, остальные – по 1 см;
шрифт – Times New Roman;
размер шрифта 14 pt;
междустрочный интервал – 1,5;
абзацный отступ – 1,25 см;
формулы должны быть набраны в редакторе MS Equation или MathType;
нумерация страниц сквозная, номер на первой странице не ставится;
в конце работы необходим список использованной литературы согласно ГОСТ Р 7.0.5 – 2008;
объем работы зависит от сложности и объёма решения задач из семестрового задания.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год. | Электронный адрес |
|---|---|---|---|---|
| Л.1 | Конюх В. Л. | Основы робототехники: учеб. пособие | Ростов н/Д.: Феникс, 2008 | |
| Л.2 | Иванов А. А. | Основы робототехники: учеб. пособие | Москва: ИНФРА-М, 2019 | |
| Л.3 | | Мехатроника, автоматизация, управление | , 2021 | |

### 6.3 Перечень программного обеспечения

| | |
|---|---|
| 6.3.1.1 | LibreOffice — офисный пакет |
| 6.3.1.2 | СДО "Moodle" - система дистанционного обучения |
| 6.3.1.3 | Adobe Acrobat Reader DC - бесплатное решение для просмотра файлов PDF |

### 6.4 Перечень информационных справочных систем и электронных библиотечных систем (ЭБС)

| | |
|---|---|
| 6.3.2.1 | Библиотека (НТБ), http://library.vstu.ru/sci-nci |
| 6.3.2.2 | Электронная информационно-образовательная среда университета,http://eos2.vstu.ru |
| 6.3.2.3 | ЭБС "Лань", https://e.lanbook.com/ |
| 6.3.2.4 | ЭБС "Book.ru", https://www.book.ru/ |
| 6.3.2.5 | Электронная библиотека "Grebennikon", https://grebennikon.ru/ |

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ) /ОБОРУДОВАНИЕ

| | |
|---|---|
| 7.1 | А-407б Компьютерный класс |
| 7.2 | Учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных программой магистратуры, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения |
| 7.3 | Учебная мебель на 32 посадочных мест: парта двухместная – 16 шт.; |
| 7.4 | учебная доска – 1 шт. |
| 7.5 | Компьютерная техника: Компьютер Aquarius MSC_SC140 с выходом |
| 7.6 | в интернет – 6 шт. |
| 7.7 | Программное обеспечение общего и профессионального назначения: |
| 7.8 | 1) ОС Windows 8.1 Enterprise and Enterprise N (Договор б/н от 26.07.2015, использование бессрочное) – 6 шт. |
| 7.9 | Спец. программы (бесплатное ПО): LibreOffice открытая лицензия (свободно распространяемый доступ); XCircuit открытая лицензия (свободно распространяемый доступ). |

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

Организация образовательного процесса по данной дисциплине регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет дисциплины (переаттестации ее части), если она была освоена в процессе предшествующего обучения. Перезачёт (переаттестации ее части) освобождает обучающегося от необходимости повторного освоения дисциплины (полностью или частично).
Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и

информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекционными, практическими и лабораторными занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в электронной информационной образовательной среде.

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана. На первой лекции лектор информирует студентов о рекомендуемой литературе и электронных источниках информации по дисциплине, с указанием, какой учебник (учебное пособие) является базовым.

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают основные разделы дисциплины. Основной формой проведения практических занятий является решение конкретных задач. Каждому практическому занятию предшествует самостоятельная подготовка студента, включающая: ознакомление с содержанием практического занятия по методическим указаниям; проработку теоретической части по лекционному материалу и учебникам, рекомендованным в методических указаниях.

Лабораторные занятия направлены на закрепление практических навыков работы со средствами измерения и обработкой результатов измерений.

Элементами контроля на лабораторных занятиях является оценивание знаний студентов, описывающих принцип измерения, способности студента использовать документацию по подготовке оборудования к проведению измерений, проведение измерений и обработка полученных результатов с целью наиболее информативного представления. Формой контроля является контрольный опрос.

Самостоятельная работа студентов включает изучение законспектированного на лекционных занятиях материала, дополнение его с учетом рекомендованной по данной теме литературы, самостоятельную подготовку к практическим занятиям, самостоятельное выполнение и оформление заданий контрольной работы, аналогичных выполненным на занятиях.

Перечень методических указаний для освоения дисциплины представлен в таблице 6.1.3

В течение семестра для студентов проводятся групповые текущие консультации по учебной дисциплине.

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн), в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ (при необходимости).

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств. Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

1. Шилин, А.Н. Программное управление электромеханическими устройствами : учеб. пособ.(гриф). Рек. УМО вузов РФ по образованию в области приборостроения и оптотехники / Шилин А.Н., Петров С.А., Хоперскова Л.В.; ВолгГТУ. - Волгоград, 2014. -110 с.

2. Автоматический пуск асинхронных двигателей: метод. указания/ сост. А. В. Исаев; ВолгГТУ. – Волгоград, 2015. – 32 с