

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Нижегородский государственный технический
университет им. Р.Е. Алексеева»**

**Дополнительная профессиональная программа
(повышение квалификации)**

**Преподавание образовательной робототехники с использованием базовых
принципов теории автоматического управления. Базовый модуль**

Разработчик(и) программы:

**Туманов А.А., Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Нижегородский государственный
технический университет им. Р.Е. Алексеева», к.т.н.**

Раздел 1. Характеристика программы

1.1. Цель реализации программы - Совершенствование компетенций обучающихся в области методологических аспектов обучения детей образовательной робототехнике с использованием понятийного аппарата и базы знаний теории автоматического управления.

1.2. Планируемые результаты обучения:

Учитель

Трудовая функция	Трудовое действие	Знать	Уметь
Общепедагогическая функция. Обучение	Осуществление профессиональной деятельности в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования	- Базовые определения понятий и процессов теории автоматического управления, мехатроники и робототехники; - Структуру и основные законы проектирования и исследования систем управления мобильных роботов; - Основные задачи управления мобильными роботами в процессе выполнения функциональных движений	- Использовать на практике понятийный и математический аппарат теории автоматического управления при проектировании и исследовании систем управления мобильных роботов и мехатронных комплексов; - Разрабатывать структуру систем управления мобильных роботов и мехатронных систем; - Реализовывать разработанную структуру в виде аппаратнопрограммных комплексов управления функциональными движениями мобильных роботов

Педагог дополнительного образования

Трудовая функция	Трудовое действие	Знать	Уметь
Организация деятельности обучающихся, направленной на освоение дополнительной общеобразовательной программы	Организация, в том числе стимулирование и мотивация, деятельности и общения обучающихся на учебных занятиях	- Базовые определения понятий и процессов теории автоматического управления, мехатроники и робототехники; - Структуру и основные законы проектирования и исследования систем управления мобильных роботов; - Основные задачи управления мобильными роботами в процессе выполнения функциональных движений	- Использовать на практике понятийный и математический аппарат теории автоматического управления при проектировании и исследовании систем управления мобильных роботов и мехатронных комплексов; - Разрабатывать структуру систем управления мобильных роботов и мехатронных систем; - Реализовывать разработанную структуру в виде аппаратнопрограммных комплексов управления функциональными движениями мобильных роботов

1.3. Категория слушателей:

Данная программа предназначена для обучения преподавателей робототехники в учреждениях общего и дополнительного образования, учителей технологии, тренеров-наставников робототехнических команд методологическим аспектам преподавания робототехники с использованием аппарата теории автоматического управления

1.4. Форма обучения - Очно-заочная

1.5. Срок освоения программы: 36 ч.

Раздел 2. Содержание программы

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Всего часов	Виды учебных занятий, учебных работ		Самостоятельная работа, час	Формы контроля
			Лекция, час	Интерактивное (практическое) занятие, час		
1	Введение в образовательную программу, техника безопасности	2	1	0	1	тест
2	Понятие робота и робототехники. Структура и состав робота. Основные задачи управления.	3	2	0	1	
3	Обзор различных текстовых и визуальных сред программирования, сфер их применения и вопросов адаптации обучающихся к работе в различных средах	3	0	2	1	
4	Программная подготовка аппаратного комплекса робота. Настройка портов контроллера	3	1	1	1	практическая работа
5	Понятие исполнительного механизма робота. Структура и состав привода	2	1	0	1	
6	Двигатель постоянного тока. Устройство, назначение, сфера применения. Программное управление ДПТ	4	1	2	1	
7	Сервопривод. Устройство, назначение, компоненты. Программное управление по отклонению и по приращению	4	1	2	1	
8	Программное управление прочими элементами вывода информации	3	0	2	1	практическая работа

9	Интеллектуальные датчики и устройства сбора информации. Классификация и разновидности, сфера применения	2	1	0	1	
10	Механические датчики	3	1	2	0	
11	Датчики расстояния	3	1	2	0	
12	Датчики углового положения. Принцип действия и разновидности. Написание программ по сбору данных с датчиков углового положения	3	1	2	0	практическая работа
13	Выходная диагностика	1	0	0	1	тест
14	Итоговая аттестация	0	0	0	0	
	Итого	36	11	15	10	

2.2. Рабочая программа

1 Введение в образовательную программу, техника безопасности (лекция - 1 ч. самостоятельная работа - 1 ч.)

Лекция·Краткое изложение курса. Характеристика образовательной программы. Основные вопросы, затрагиваемые в курсе. Техника безопасности при работе с лабораторным оборудованием

Самостоятельная работа·Входной тест с целью определения начального уровня знаний обучающихся в предметной области курса

2 Понятие робота и робототехники. Структура и состав робота. Основные задачи управления. (лекция - 2 ч. самостоятельная работа - 1 ч.)

Лекция·Введение в мехатронику и робототехнику. Краткий экскурс в историю происхождения роботов, их назначения и условий применения. Изучение иерархической структуры робота в аналогии с человеческим организмом. Описание задач управления

Самостоятельная работа·Описание лабораторного оборудования в соответствии с теоретическим материалом лекции

3 Обзор различий текстовых и визуальных сред программирования, сфер их применения и вопросов адаптации обучающихся к работе в различных средах (практическое занятие - 2 ч. самостоятельная работа - 1 ч.)

Практическая работа·Графические и текстовые среды программирования робототехнических контроллеров базовой платформы. Знакомство с интерфейсами и настройками программной среды. Демонстрация различных подходов к реализации алгоритмов управления роботами в различных программных средах. Плюсы и минусы различных типов программных сред

Самостоятельная работа·Установка системного программного обеспечения программной среды на контроллер

4 Программная подготовка аппаратного комплекса робота. Настройка портов контроллера (лекция - 1 ч. практическое занятие - 1 ч. самостоятельная работа - 1 ч.)

Лекция·Демонстрация отличия классического программирования от прикладного программирования в робототехнике. Обоснование необходимости корректной настройки аппаратной части робота. Обзор типовых ошибок при программной настройке робота и методов их устранения

Практическая работа·Реализация программной настройки аппаратного комплекса лабораторного оборудования

Самостоятельная работа·Обзор методов программной настройки аппаратного комплекса в иных средах программирования (по указанию преподавателя)

5 Понятие исполнительного механизма робота. Структура и состав привода (лекция - 1 ч. самостоятельная работа - 1 ч.)

Лекция·Понятие привода как узла преобразования вида энергии. Разновидности приводов роботов. Обзор физических принципов, лежащих в основе функционирования различных типов привода.

Самостоятельная работа·Характеристика исполнительных механизмов лабораторного оборудования в соответствии с материалами теоретического занятия

6 Двигатель постоянного тока. Устройство, назначение, сфера применения.

Программное управление ДПТ (лекция - 1 ч. практическое занятие - 2 ч. самостоятельная работа - 1 ч.)

Лекция·Изучение устройства и принципа работы двигателя постоянного тока на основе наглядной демонстрации базовых физических законов, изучаемых в рамках основного образования. Изучение особенностей управления двигателями постоянного тока, связанных с конструкцией и принципом работы

Практическая работа·Разработка алгоритмов управления двигателем постоянного тока в различных режимах: с постоянной скоростью, плавный пуск, плавное торможение и пр.

Самостоятельная работа·Написание программы для плавного пуска и торможения двигателя постоянного тока

7 Сервопривод. Устройство, назначение, компоненты. Программное управление по отклонению и по приращению (лекция - 1 ч. практическое занятие - 2 ч. самостоятельная работа - 1 ч.)

Лекция·Изучение особенностей конструкции и принципа действия сервопривода. Особенности управления сервоприводом. Широтно-импульсная модуляция. Наглядная демонстрация принципа работы задающего устройства сервопривода на основе базовых физических законов

Практическая работа·Разработка алгоритмов управления сервоприводом в различных режимах: по отклонению, по возмущению, с постоянным шагом.

Самостоятельная работа·Написание управляющих программ для реализации алгоритмов управления сервоприводом

8 Программное управление прочими элементами вывода информации (практическое занятие - 2 ч. самостоятельная работа - 1 ч.)

Практическая работа·Управление дисплеем и динамиком контроллера. Ввод и вывод информации посредством органов управления контроллера

Самостоятельная работа·Вывод текстовой и числовой информации на дисплей контроллера

9 Интеллектуальные датчики и устройства сбора информации. Классификация и разновидности, сфера применения (лекция - 1 ч. самостоятельная работа - 1 ч.)

Лекция·Понятие интеллектуального датчика. Задачи сбора и обработки информации в робототехнических системах: фильтрация, усиление, шумоподавление, модуляция.

Технические и алгоритмические средства обработки информации с датчиков

Самостоятельная работа·Изучение классификации мехатронных датчиков

10 Механические датчики (лекция - 1 ч. практическое занятие - 2 ч.)

Лекция·Классификация, принцип работы и назначение механических датчиков. Применение механических датчиков для измерения физических величин. Использование механических датчиков в робототехнических системах

Практическая работа·Написание программ для обработки информации с механических датчиков и управления исполнительными механизмами роботов в различных режимах: по переднему фронту, с запоминанием состояния, в аналоговом режиме.

11 Датчики расстояния (лекция - 1 ч. практическое занятие - 2 ч.)

Лекция·Классификация, принцип работы и назначение датчиков измерения расстояния. Физические принципы и законы, лежащие в основе работы датчиков расстояния. Особенности

применения разного типа датчиков в технических системах. Прикладные задачи, решаемые с помощью датчиков расстояния

Практическая работа·Разработка и программная реализация алгоритмов управления роботом, оснащенным датчиками расстояния, для обнаружения объектов и объезда препятствий

12 Датчики углового положения (лекция - 1 ч. практическое занятие - 2 ч.)

Лекция·Классификация, принцип работы и назначение датчиков углового положения. Особенности конструкции различных датчиков. Физические законы и принципы, лежащие в основе работы датчиков углового положения. Задачи, решаемые с помощью датчиков углового положения

Практическая работа·Разработка и программная реализация следящей системы управления приводом на основе использования датчиков угла поворота

13 Выходная диагностика (самостоятельная работа - 1 ч.)

Самостоятельная работа·Тестирование обучающихся по результатам курса

14 Итоговая аттестация

Раздел 3. Формы аттестации и оценочные материалы

Входной контроль

Форма: тестирование

Описание, требования к выполнению:

Входной тест состоит из 10 вопросов. На выполнение теста отводится 30 минут. Входное тестирование проводится с целью определения уровня знаний обучающихся в предметных областях образовательной программы перед началом обучения

Критерии оценивания:

выполнено / не выполнено

Примеры заданий:

1. Укажите наиболее точное, на Ваш взгляд, определение мобильного робота:

- Мобильный робот - это механическое устройство, способное выполнять какие-либо действия под управлением человека;
- Мобильный робот - это передвижное сложное техническое устройство, предназначенное для помощи человеку в выполнении тяжелой физической работы;
- Мобильный робот - это переносное устройство для выполнения различных технологических задач вместо человека;
- Мобильный робот - это механизм, оснащенный приводами, предназначенный для замены человека при выполнении сложной, опасной или монотонной работы и имеющий возможность перемещения.

2. Что из перечисленного, на Ваш взгляд, входит в состав системы управления мобильного робота:

- Контроллер робота;
- Датчики и камеры;
- Присоединительные провода;

- Двигатели и исполнительные механизмы;

- Все вышеперечисленное.

3. Что означает понятие закона движения:

- совокупность условий и требований к поведению мобильного робота в процессе перемещения;

- заранее предписанные правила движения мобильного робота;

- траектория движения руки манипулятора;

- все вышеперечисленное.

Количество попыток: 1

Выходной контроль

Форма: тестирование

Описание, требования к выполнению:

Тест состоит из 15 вопросов. На выполнение теста отводится 45 минут

Критерии оценивания:

Дифференцированная оценка: выполнено менее 50% - "неудовлетворительно"; выполнено 50% - "удовлетворительно"; выполнено от 51% до 80% - "хорошо"; выполнено от 81% до 100% - "отлично"

Примеры заданий:

1. Укажите правильный порядок действий при программной инициализации аппаратной части робота:

- настройка портов выхода;

- установка системного программного обеспечения программной среды на контроллер;

- подключение аппаратных компонентов робота к контроллеру;

- настройка портов входа;

- проверка соответствия подключенных устройств программной настройке.

2. В чем принципиальное отличие двигателя постоянного тока от сервопривода:

- разный физический принцип работы;

- различные режимы программного управления устройствами;

- фактор наличия обратной связи;

- разная сфера применения.

Количество попыток: 2

Текущий контроль

Раздел программы: Программная подготовка аппаратного комплекса робота. Настройка портов контроллера

Форма: Практическая работа

Описание, требования к выполнению:

выполняется в рамках практического занятия по теме «Программная подготовка аппаратного

комплекса робота. Настройка портов контроллера». Результатом выполнения практической работы является готовый к написанию управляющей программы контроллер с выполненной инициализацией аппаратной части. Работа является итоговой для разделов 2-4 программы.

Критерии оценивания:

для оценки выполнения практической работы используются следующие критерии: «зачтено», если выполнение работы оценивается преподавателем на 70% и более; «не зачтено» оценка работы преподавателем не достигает 70%. Практическая работа может быть доработана и заново передана на проверку не более одного раза

Примеры заданий:

Выполните программную настройку и инициализацию аппаратной части робота, в составе которого использовано 2 двигателя постоянного тока, 2 датчика касания и 1 датчик расстояния

Выполните программную настройку и инициализацию аппаратной части робота, в составе которого использовано 3 двигателя постоянного тока и 1 датчик расстояния

Количество попыток: 2

Раздел программы: Программное управление прочими элементами вывода информации

Форма: Практическая работа

Описание, требования к выполнению:

выполняется в рамках практического занятия по теме «Программное управление прочими элементами вывода информации». Результатом выполнения практической работы является разработанный и реализованный без ошибок в программной среде алгоритм управления конкретным исполнительным механизмом робота в заданном режиме. Работа является итоговой по разделам 5-8 программы

Критерии оценивания:

для оценки выполнения практической работы используются следующие критерии: «зачтено», если выполнение работы оценивается преподавателем на 70% и более; «не зачтено» оценка работы преподавателем не достигает 70%. Практическая работа может быть доработана и заново передана на проверку не более одного раза

Примеры заданий:

Напишите программу для плавного разгона двигателя постоянного тока от минимальной скорости до максимальной в течение 10 секунд

Напишите программу для управления сервоприводом по приращению в диапазоне от 10 до 110 градусов с шагом в 2 градуса

Напишите программу плавного торможения двигателя постоянного тока от максимальной скорости до нуля с последующим плавным разгоном до максимума с реверсом направления вращения.

Количество попыток: 2

Раздел программы: Датчики углового положения

Форма: Практическая работа

Описание, требования к выполнению:

выполняется в рамках практического занятия по теме «Датчики углового положения». Результатом выполнения практической работы является разработанный и реализованный без ошибок в программной среде алгоритм управления мобильным роботом при выполнении конкретной задачи на поле. Работа является итоговой по разделам 9-12 программы

Критерии оценивания:

для оценки выполнения практической работы используются следующие критерии: «зачтено», если выполнение работы оценивается преподавателем на 70% и более; «не зачтено» оценка

работы преподавателем не достигает 70%. Практическая работа может быть доработана и заново передана на проверку не более одного раза

Примеры заданий:

Напишите программу для реализации алгоритма обнаружения и объезда мобильным роботом препятствия

Напишите программу для реализации алгоритма движения мобильного робота по лабиринту по правилу "левой руки"

Напишите программу для реализации алгоритма обнаружения мобильным роботом края стола с последующим отъездом от него

Количество попыток: 2

Итоговая аттестация

Итоговая аттестация осуществляется по совокупности результатов всех видов контроля, предусмотренных программой.

Раздел 4. Организационно-педагогические условия реализации программы

4.1. Организационно-методическое и информационное обеспечение программы

Нормативные документы

1. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»
2. Приказ №816 от 23 августа 2017 г. Министерства образования и науки Российской Федерации «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»
3. Письмо Министерства просвещения Российской Федерации от 19.03.2020 № ГД-39/04 «О направлении методических рекомендаций» (вместе с Методическими рекомендациями).
4. Методические рекомендации по реализации образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования, образовательных программ среднего профессионального образования и дополнительных общеобразовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.
5. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 22.03.2021 № 115 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по основным общеобразовательным программам - образовательным программам начального общего, основного общего и среднего общего образования"
6. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 сентября 2020 г. № 28 "Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 "Санитарноэпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи""

Литература

1. Основы робототехники на Lego® Mindstorms® EV3 : учебное пособие / Д. Э. Добриборщ, К. А. Артемов, С. А. Чепинский, А. А. Бобцов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. 108 с.
2. Волкова М. А., Цыпкин В. Н. Приводы мехатронных и робототехнических систем: практикум : учебное пособие. — Москва : РТУ МИРЭА, 2022.
3. Лукинов А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств : учебное пособие. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. 608 с.
4. Степыгин В. И., Чертов Е. Д. Теория механизмов и основы робототехники. Зубчатое зацепление : учебное пособие. — Воронеж : ВГУИТ, 2019. 55 с.

Электронные обучающие материалы

Интернет-ресурсы

1. Основы робототехники на Lego® Mindstorms® EV3 : учебное пособие [Электронный ресурс] / Д. Э. Добриборщ, К. А. Артемов, С. А. Чепинский, А. А. Бобцов. — Электрон. текстовые дан. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. 108 с. Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206798> (дата обращения: 19.09.2022).
2. Ургапова Г. Б., Чеканина Е. А. Детали мехатронных модулей роботов и их конструирование : учебное пособие [Электронный ресурс] . — Электрон. текстовые дан. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. 36 с. — Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/218759> (дата обращения: 19.09.2022).
3. Иванов В. К. Управление движением мехатронных систем : учебное пособие [Электронный ресурс]. — Электрон. текстовые дан. — Йошкар-Ола: ПГТУ, 2020. 118 с. — Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/165862> (дата обращения: 19.09.2022).

4.2. Материально-технические условия реализации программы

Технические средства обучения

Реализация образовательного процесса в очном формате предполагает наличие учебного помещения с компьютерным и мультимедийным оборудованием с подключением к сети интернет.

On-line занятия (в формате вебинаров) проводятся с использованием сервиса Zoom. В связи с этим для успешной реализации программы преподавателям и слушателям необходимо иметь: компьютерное устройство (персональный компьютер, ноутбук, планшетный компьютер); подключение к сети Интернет; периферийное мультимедийное оборудование: наушники/гарнитура/колонки, микрофон, вебкамера

Техническое обеспечение лабораторного комплекса программы включает:

- комплекты робототехнических конструкторов с программируемыми контроллерами (VEX, LEGO, Arduino, Эвольвектор и пр.) по количеству слушателей из расчета 3 человека на один комплект;
- предустановленное программное обеспечение для программирования контроллеров в соответствии с выбранной аппаратной платформой;
- комплект зарядных устройств для аккумуляторов контроллеров, если данные устройства не

являются частью конструктора