



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Московский технологический университет
МИРЭА



УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор

D. Панков В.Л.Панков

"2016

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Методические рекомендации

**"Методика преподавания основ мехатроники и робототехники
в школе"**

МОСКВА 2016

Введение

Робототехника все больше и больше проникает в различные области человеческой деятельности. Обычными предметами домашнего обихода стали робот-пылесос, робот-косилка, роботы для социализации детей с ограниченными возможностями, роботы-игрушки.

Для выбора жизненной траектории, выбора профессии, колледжа или вуза современному ребенку необходимо предоставить возможность профориентационного развития, возможность своими руками выполнить проект, убедиться, что это интересно или нет, для того, чтобы получить профессиональное образование мотивированным. В современной школьной программе нет отдельного курса, посвященного робототехнике, электронике и современным цифровым технологиям проектирования, поэтому интерес детей, их вопросы остаются часто без ответа. Родители и учителя в школе часто не могут на них ответить.

Задача преподавателя инженерного класса путем знакомства учащихся с различными технологиями, а мехатроники и робототехника объединяет в себе многогие научные направления от механики, электроники, и программирования до лингвистики, психологии, эргономики и математики.

Предмет курса и его место в современной технологии. Содержание учебного курса, организация учебного процесса. Проектная деятельность – основа высокотехнологического успеха государства и мирового сообщества. Роль робототехники и мехатроники в развитии общества. История возникновения и развития робототехники. Определения и терминология в мехатронных и робототехнических системах. Особенности преподавания мехатроники и робототехники в инженерных классах. Обзор технологических возможностей учебного оборудования, используемого в

изучаемом курсе. Обзор примеров применения современных цифровых технологий в задачах роботизации.

Особенности и содержание преподавания основ робототехники в 5-7 классах и в старших классах 10-11. Для школьников 5 -7 классов программа знакомства с робототехникой может включать 4 занятия по 2 академических часа. Занимаясь по этой программе, обучающийся имеет возможность узнать историю робототехники, ознакомиться с названиями и классификацией этих машин, самостоятельно управлять манипуляционным роботом в ручном и автоматическом режимах, ознакомиться с возможностями управления мехатронных устройств от персонального компьютера. Отличительной особенностью данной программы является ее практическая направленность, освоение сложных технических устройств по принципу от простого к сложному. Каждая часть является законченной и дает в руки ребенка определенные навыки и компетенции. Данная программа делает упор на формирование общего уровня технической грамотности подростка и толкает его на самостоятельное применение полученных знаний в проектной деятельности.

Основная цель знакомства с робототехникой это профориентация учащихся. При этом следует ставить обучающие, развивающие и обучающие задачи.

Реализация обучающих задач включает:

- ознакомить учащегося с понятием робототехника, с кратким экскурсом в историю
- сформировать навыки работы с компьютером при управлении мехатронными и робототехническими устройствами.
- дать представление о путях и принципах построения и работы робототехнических устройств;
- научить основам планирования, создания и защиты творческих проектов;
- обучить правилам оформления полученных результатов.

Развивающие задачи предполагают:

- формирование навыков работы с информационными ресурсами (техническая и справочная литература, Интернет-ресурсы);
- развитие воображения, творческого мышления и практических навыков выполнения проектных работ.

Занятия с учащимися 5 - 7 классов должно состоять состоят из теоретической и практической частей. В качестве формы обучения используется индивидуальная проектно-исследовательская работа обучающихся под руководством педагога. В ходе обучения также используются такие формы проведения занятий как тестирование, лекции и практические занятия..

Занятия учебной группы проходятся продолжительностью занятия - два часа. В конце каждого часа предусмотрен 15-и минутный перерыв (отдых, проветривание помещений и т.д.).

Знакомиться с робототехникой могут дети полностью здоровые и дети с ограниченными возможностями.

Специальных знаний данный курс не требует, мотивация достигается путем заинтересованности в управлении неизвестным объектом, возможностью реализовать свой замысел движения робота.

Познавательно-развивающие интересы обучающихся связаны с возможностью перевести абстрактные понятия не только в движения на экране компьютера, но и заставить робот двигаться целенаправленно под управлением компьютера по заданию обучающегося.

В качестве оборудования можно использовать учебный робототехнический комплекс УРТК и персональный компьютер с робототехническими тренажерами.

По окончании обучения школьники 5 -7 классов::

1. овладеют знаниями по принципам работы и составу аппаратных и программных средств робототехнических устройств;

2. научатся переводить абстрактные понятия и символы в физическое движение робота;
3. будут знать правила оформления полученных результатов;
4. будут уметь программировать работу робота;
5. получат навыки работы с информационными ресурсами (техническая и справочная литература, Интернет-ресурсы).

Для школьников 5-7 классов на вводном занятии даются основные понятия робототехники, краткий исторический экскурс по робототехнике, примеры применения роботов в быту, промышленности, в медицине и экстремальных условиях, кинематические схемы роботов и принципы управления (цикловые, позиционные и контурные системы управления), демонстрация видеофильмов.

Особое внимание на первом занятии следует уделить вопросам организации своего рабочего места, соблюдения правил личной гигиены и производственной санитарии и техники безопасности.

Практическая часть первого занятия связана с демонстрацией работы робота УРТК в различных режимах и получение навыков работы с ним.

Второе занятие называется – "Учебный робот - графопостроитель". Занятие начинается с опроса обучаемых по теме вводного занятия. Что такое робот? Основные составляющие промышленного робота. Где и зачем используются роботы? Основные части УРТК. Кинематическая схема УРТК. Сколько и какие степени подвижности УРТК? Какие двигатели и датчики используются в УРТК? Зачем нужно устанавливать УРТК в начальное положение перед работой?

Изучение программного обеспечения робота. Последовательность включения УРТК. Меню УРТК. Режим инициализации, его назначение. Режим установки в начальное положение. Ручной режим, назначение, последовательность работы, изучение клавиш управления. Режимы работы

с циклограммой, пошаговый, автоматический, циклический, назначение, порядок включения.

Практическая часть второго занятия связана с решением конкретных технических задач. (*Инструменты: ручка, линейка, секундомер.*) Получение навыков работы с УРТК в ручном режиме. Установить УРТК в нулевое положение. Переместить инструмент вниз на 10 см по оси Z, переместить инструмент на 10 см по оси X, переместить инструмент вниз на 5 см по оси Y. Положить лист бумаги А4 в рабочую зону и закрепить. Подвести карандаш, укрепленный на УРТК к бумаге, путем перемещения по оси Z. Начертить прямую линию 5 см вдоль оси X. Замерить время перемещения. Вычислить скорость перемещения вдоль оси X. Начертить прямую линию 5 см вдоль оси Y. Замерить время перемещения. Вычислить скорость перемещения вдоль оси Y.

Третье занятие – программирование робота. Занятие начинается с опроса обучаемых по теме «Учебный робот – графопостроитель». Какая последовательность действий при включении УРТК? Состав меню УРТК. Зачем нужен режим инициализации? Какая последовательность работы и клавиши управления в ручном режиме? Чем отличаются автоматический и циклический режимы работы УРТК? Зачем нужен пошаговый режим.

Циклограмма, принцип составления циклограммы работы УРТК. Пересчет количества меток датчика положения в сантиметры. Вычисление скорости в м/с, см/с, мм/с. Вычислить сколько времени будет выполняться циклограмма при перемещении по X на 5 см, по Y - на 10 см, по Z - на 10 см если скорость робота будет соответствовать измеренной на прошлом занятии.

Практическая часть третьего занятия включает следующие задания. Запишем циклограмму перемещения кубика на 5 см по оси X и на 10 оси Y. Выполним циклограмму в пошаговом режиме. Выполним циклограмму в

автоматическом режиме. Выполним циклограмму в циклическом режиме. Самостоятельно составить циклограмму сборки пирамидки из 3 кубиков.

Итоговое занятие – мини проекты с использованием робота. Обзор изученных тем и полученных навыков. Постановка задачи проекта. Можно, что-то нарисовать в автоматическом режиме, затем выполнить созданную циклограмму в циклическом режиме (10 циклов). Проверить точность выполнения задания. Можно построить роботом в автоматическом режиме фигуры из кубиков. Измерить время выполнения каждой операции и всей циклограммы, вычислить скорость движения робота по каждой степени подвижности.

Практическая часть предполагает непосредственное выполнение проекта. Отчет каждого обучающегося о том, какой проект он реализовал. Подведение итогов обучения.

Преподавания основ мехатроники и робототехники в 10 - 11 классах предполагает наличие у обучающихся знаний математики и физики в объемах школьной программы, а также навыков программирования на одном из алгоритмических языков программирования.

Занятия для старших школьников должны составлять 36 часов лекционно-практической работы и экскурсий в лаборатории робототехники и мехатроники, а также на предприятия с безлюдными роботизированными производствами.

Содержание учебного курса для старшеклассников по тематике и объему занятий должен совпадать со следующим планом

Учебно-тематический план

Учебно-тематический план образовательной программы предусматривает изучение двенадцати тем, содержание, которых приведено ниже.

Тема 1. Преподавание начал мехатроники и робототехники в инженерных классах.

Предмет курса и его место в современной технологии. Содержание учебного курса, организация учебного процесса. Проектная деятельность – основа высокотехнологического успеха государства и мирового сообщества. Роль робототехники и мехатроники в развитии общества. История возникновения и развития робототехники. Определения и терминология в мехатронных и робототехнических системах. Особенности преподавания мехатроники и робототехники в инженерных классах. Обзор технологических возможностей учебного оборудования, используемого в изучаемом курсе. Обзор примеров применения современных цифровых технологий в задачах роботизации.

Тема 2. Классификация мехатронных и робототехнических систем.

Классификация по назначению, функциональному признаку, техническим характеристикам, способу ввода информации, степени интеллектуальности. Приводятся примеры реальных устройств, видеофрагменты иллюстрирующие рассматриваемые робототехнические устройства. Разбираются предметные области мехатроника и робототехника. Экскурсия в лабораторию интеллектуальных и мультиагентных систем.

Тема 3. Промышленное и специальное применение мехатронных и робототехнических систем.

Промышленные и непромышленные отечественные и зарубежные мехатронные системы и роботы. Микророботы. Подвижные роботы, бытового, специального назначения и др

Тема 4. Исполнительные устройства мехатронных систем и роботов.

Манипуляционные устройства мехатронных систем и роботов, степени подвижности. Основные кинематические схемы многозвенных систем, их конструкции. Рабочие зоны, координаты рабочей точки. Рабочие органы. Системы координат, используемые в робототехнике.

Тема 5. Управление мехатронными и робототехническими системами

Основные принципы управления. Приводы роботов. Системы программного управления – позиционного, контурного, циклового. Управление учебными роботами от персонального компьютера/

Принципы управление учебными роботами от персонального компьютера и принципы работы на тренажерах.

Тема 6. Системы ощущения мехатронных и робототехнических систем

Основные типы сенсорных устройств, Система технического зрения.

Практическая работа с сенсорными устройствами и системами технического зрения.

Тема 7. Системы адаптивного управления мехатронных и робототехнических систем

Уровни адаптации, интеллектуальные системы. Знакомство с информационными технологиями интеллектуального управления.

Тема 8. Робототехнические промышленные комплексы

Робототехнические комплексы различного назначения. Гибкие производственные системы.

Тема 9. Тренажеры манипуляционных роботов и робототехнических систем

Тренажеры манипуляционных роботов, методика работы.

Тренажеры робототехнических систем, методика работы.

Организация творческих проектов по робототехнике на базе тренажеров виртуальной реальности.

Тема 10. Учебная мехатронно-модульная робототехническая система

Использование в учебном процессе по технологии учебной мехатронно-модульной робототехнической системы. Конструкция, принцип действия, система управления. Программная реализация устройства управления от персонального компьютера через порты ввода-вывода. Практическая работа с учебной мехатронно-модульной робототехнической системой.

Тема 11. Работа с учебной мехатронно-модульной робототехнической системой

Практическая работа с учебной мехатронно-модульной робототехнической системой

Тема 12. Проектная деятельность по мехатронике и робототехнике

Примеры проектных заданий и реализованные проекты учащихся.

Количество часов, отводимых на изучение каждой темы, приведено в таблице 1.

Количество часов, отводимых на изучение тем образовательной программы

Таблица 1.

№ п/п	№ темы	Тип занятия	Продолжительность, академических часов		
			теория	практика	Всего
1	1	Лекционно-практическое	2		2
2	2	Лекционно-практическое	2	0	2

3		Экскурсия	1	0	1
4	3	Лекционно-практическое	2	0	2
5	4	Лекционно-практическое	1	1	2
6	5	Лекционно-практическое	2	2	4
7	6	Лекционно-практическое	2	2	4
8	7	Лекционно-практическое	2	0	2
9	8	Лекционно-практическое	2	0	2
10	9	Лекционно-практическое	4	4	8
11	10	Лекционно-практическое	1	1	2
12	11	Лекционно-практическое	1	1	2
13	12	Лекционно-практическое	1	1	2
14		Представление проектов	0	2	2

Примечание: Часы самостоятельных занятий не указаны.

Содержание образовательной программы

Содержание образовательной программы, расширяющее ранее представленный учебно-тематический план образовательной программы, приведено ниже.

Тема 1. Преподавание начал мехатроники и робототехники в инженерных классах.

Содержание лекционно-практического занятия:

Робототехника все больше и больше проникает в различные области человеческой деятельности. Обычными предметами домашнего обихода стали робот-пылесос, робот-косилка, роботы для социализации детей с ограниченными возможностями, роботы-игрушки.

Для выбора жизненной траектории, выбора профессии, колледжа или вуза современному ребенку необходимо предоставить возможность профориентационного развития, возможность своими руками выполнить проект, убедиться, что это интересно или нет, для того, чтобы получить профессиональное образование мотивированным. В современной школьной программе нет отдельного курса, посвященного робототехнике, электронике и современным цифровым технологиям проектирования, поэтому интерес детей, их вопросы остаются часто без ответа. Родители и учителя в школе часто не могут на них ответить.

Задача преподавателя инженерного класса познакомить учащихся с различными технологиями, применяемыми в мехатронике и робототехнике, которые объединяют в себе многие научные направления от механики, электроники, и программирования до лингвистики, психологии, эргономики и математики.

Предмет курса и его место в современной технологии. Содержание учебного курса, организация учебного процесса. Проектная деятельность – основа высокотехнологического успеха государства и мирового сообщества. Роль робототехники и мехатроники в развитии общества. История возникновения и развития робототехники. Определения и терминология в мехатронных и робототехнических системах. Особенности преподавания мехатроники и робототехники в инженерных классах. Обзор технологических возможностей учебного оборудования, используемого в

изучаемом курсе. Обзор примеров применения современных цифровых технологий в задачах роботизации.

Тема 2. Классификация мехатронных и робототехнических систем.

Содержание лекционно-практического занятия:

Классификация по назначению, функциональному признаку, техническим характеристикам, способу ввода информации, степени интеллектуальности. Приводятся примеры реальных устройств, видеофрагменты иллюстрирующие рассматриваемые робототехнические устройства. Разбираются предметные области мехатроника и робототехника. Экскурсия в лабораторию интеллектуальных и мультиагентных систем.

Содержание экскурсии:

Экскурсия проводится в лабораториях центра технологической поддержки образования (ЦТПО) МИРЭА. Цель экскурсии: ознакомление и демонстрация работы современного роботизированного оборудования промышленного и непромышленного профиля, а также средств автоматизации проектирования и обучения операторов роботизированных комплексов. Знакомство с телекоммуникационной системой удаленного контроля и управления робототехнических средств, а также проведения телеконференций.

В рамках экскурсии обучаемые знакомятся с трехмерным принтером, подготовкой его к работе, загрузкой цифровой модели и непосредственно с работой, фрезерным станком с числовым программным обеспечением(ЧПУ), с его принципом действия, загрузкой цифровой модели и работой, лазерным трехмерным сканером, его принципом действия, методикой использования, ударный фотопринтером, осуществляющим гравировку. Особое место при проведении экскурсии уделяется современным промышленным и непромышленным роботам. Участники экскурсии познакомятся с промышленными манипуляционными и подвижными роботами,

познакомятся с автономными интеллектуальными мобильными роботами наземного, воздушного и космического базирования. Познакомятся с принципом действия, кинематическими схемами, системой координат и областью применения, увидят в действии манипуляционный робот с силомоментными датчиками и нейросетевой системой управления, встретятся с разработчиками интеллектуальных роботов.

Тема 3 Промышленное и специальное применение мехатронных и робототехнических систем.

Содержание лекционно-практического занятия:

Промышленные (ПР) и непромышленные отечественные и зарубежные мехатронные системы и роботы. Микророботы. Подвижные роботы, бытового, специального назначения и др

Промышленная робототехника – одно из мощных технических средств, способных решить задачи и автоматизации производства. Роботизация оказывает значительное влияние на интенсификацию и ритмичность технологических процессов, на повышение производительности труда, условия и охрану труда. Способствует увеличению загрузки производственного оборудования, повышению коэффициента сменности, к снижению производственных затрат.

Материальное производство в городе Москве в настоящее время испытывает большие трудности с трудовыми ресурсами. Одна из проблем - отсутствие менеджеров – производственников, высококвалифицированных рабочих и инженерно-технических кадров, в частности, в сфере робототехники, информационных технологий, в результате чего российский рынок в основном заполнен техникой и комплектующими китайских и других зарубежных производителей.

Проводя занятия по промышленной робототехнике необходимо ознакомить учащихся с понятием промышленный робот. Познакомить с

различными типами систем управления на примере учебных роботов УРТК. Дать представление о принципах программирования и работы промышленных роботов и роботизированных комплексов, о требованиях к будущей специальности, областях применения полученных знаний и умений.

Изготовление изделий ручным способом требует много времени и не обеспечивает серийный выпуск с одинаковым качеством. При контроле человек может пропустить бракованные детали. В роботизированном производстве все изделия совершенно одинаковы, и каждое из них полностью соответствует техническим требованиям. Промышленные роботы с управлением от ЭВМ обладают высокой гибкостью применения при выполнении основных технологических операций в мелкосерийном производстве. Здесь относительно просто осуществляются задачи автоматизации, т.к. нет необходимости выполнять полную перестройку завода. Простота обслуживания и легкость обучения персонала играют важную роль в освоении роботизированных процессов. Роботы в крупносерийном производстве также исполняют различные операции. В результате повышается эффективность производства за счет экономии затрат на изготовление оснастки и сокращения времени на выпуск различных модификаций базовых изделий.

Первые промышленные роботы можно рассматривать как симбиоз манипуляционных механизмов и систем с числовым программным управлением.

В развитых странах при изготовлении автомобилей, вагонов, самолетов и судов часто используются сварочные, механосборочные и окрасочные роботы. Они применяются также на заводах по выпуску электро-, гидро-, и пневмодвигателей, передач различных типов и станочного оборудования.

Автоматизация производства ЭВМ, телевизоров, кино-, радиоаппаратуры привела к росту их выпуска и значительному снижению рыночных цен. В настоящее время работы установлены на часовых и приборостроительных заводах. Сейчас очень трудно найти какую-нибудь отрасль промышленности, где бы не использовались ПР.

Более того, как этап развития робототехники, можно рассматривать создание роботизированных технологических комплексов и на их основе гибких автоматизированных производств, которые объединяют технологическое оборудование с программным управлением, микропроцессоры, как универсальное гибкое средство для обработки информации, роботов, как универсальное гибкое средство для выполнения как основных технологических операций, так и вспомогательных по обслуживанию другого оборудования. Для полноты картины следует упомянуть и такие составляющие гибких автоматизированных производств (ГАП) как: автоматизированные склады, транспортные системы и общая система управления.

Распространение и совершенствование гибких автоматизированных производств определяют основное значение и развитие промышленных роботов и робототехники в целом.

Современный ПР – это динамическая система, состоящая из манипуляторов, приводов и ЭВМ. Нарушение связей между ними делает невозможным выполнение производственных операций. Не случайно, что в среде инженеров родилась поговорка: «Роботы и ЭВМ – одна семья, а мы – воспитатели». Появилась и терминология : Мозг-микроЭВМ, руки_манипуляторы, мышцы – приводы, кожа и внутримышечные рецепторы – тактильные датчики, глаза – приборы технического зрения, рот-устройства формирования речевых сигналов, уши-микрофоны.

Но, не следует забывать, что ПР – это производственная машина, которая не имеет ничего общего с человеческой фигурой, робот не создается в виде копии человека-рабочего.

Формы и конструкции роботов отличаются большим разнообразием и приспособлены к выполнению тех или иных технологических операций.

ПР – это автоматическая машина, стационарная или подвижная, состоящая из исполнительного устройства в виде манипулятора, имеющего несколько степеней подвижности, и перепрограммируемого устройства программного управления для выполнения в производственном процессе двигательных и управляющих функций.

Манипулятор - управляемое устройство или машина, для выполнения двигательных функций, аналогичных функциям руки человека при перемещении объектов в пространстве, оснащенное рабочим органом. Рабочий орган составная часть исполнительного устройства ПР для непосредственного выполнения технологических операций и (или) вспомогательных переходов. (Сварочные клещи, покрасочный пистолет, захватное устройство, сборочный инструмент).

ПР содержит две взаимосвязанные подсистемы: исполнительную и управляющую.

Система управления является следящей, если задающий сигнал меняется по произвольному закону.

В системах с командным управлением задающий сигнал меняется по заданному закону. Команды вырабатываются задающими механизмами либо нажатием кнопок, либо перестановкой штекеров на наборных платах. Во всех механизмах выполнение технологических процессов осуществлялось манипуляторами, но с участием человека. Для того чтобы освободить его от утомительных процедур, нужны быстродействующие задающие устройства, заранее формирующие последовательности команд.

Такому требованию удовлетворяли микроЭВМ, способные с помощью программ управлять движением манипулятора. Они могли выбирать из памяти большое число программ. Вот поэтому роботы, обслуживающие станки, приборы контроля и транспортные средства стали основными механизмами современного производства. Степень их совершенства определялась техническим уровнем ЭВМ, из которых самые сложные способны «взять на себя» часть функций творческого мышления. Ученые интенсивно работают в области создания искусственного интеллекта, понимая, что даже при частичном воспроизведении интеллекта ПР обретут способность обслуживать сложные производственные процессы.

При выполнении производственных операций звенья не только непрерывно двигаются, но и изменяют величины развиваемых усилий. Дозировка усилий создается датчиками, способными при соприкосновении с деталью измерять давления. Когда такой информации недостаточно, то устанавливают тактильные датчики, ощупывающие деталь и определяющие ее положение для захвата.

Выполнение роботами сложных производственных процессов требует применения приборов технического зрения, распознающих не только детали, но и предметы, находящиеся в рабочей зоне манипулятора. В этом случае гарантируется надежное взаимодействие манипулятора с внешней средой. Сбор информации с тактильных и силовых датчиков, приборов технического зрения и целенаправленная переработка информации для формирования

Функциональные возможности современного ПР: манипулирование деталями, перемещение в пространстве, определение состояния внешней среды, выполнение основных технологических операций, осмысливание и принятие решений, ведение диалога с человеком.

«Головным мозгом» робота является современная ЭВМ. Она способна обслужить с высокой скоростью любые производственные процессы. В зависимости от решаемых задач системы управления промышленных роботов реализуют различные методики. Управление движением роботов по отдельным степеням подвижности может быть непрерывным (контурным) и дискретным (позиционным). Позиционное управление – метод управления, при котором в качестве команд управляемому устройству передаются координаты положения, в которое следует перейти, т.е. задаются узловые точки рабочей траектории, через которые обязательно должна пройти рука робота. Контурное управление – управления роботом, при котором его рабочий орган отрабатывает непрерывную траекторию, т.е. в памяти записывается полная пространственная кривая, по которой движется рука. Цикловое управление – простейший вариант позиционного управления, при котором количество точек позиционирования по каждой степени подвижности минимально и чаще всего ограничено двумя – начальной и конечной координатами.

Небывалый рост числа роботов объясняется их огромными функциональными возможностями: роботы могут выполнять сложные производственные операции по 24 ч. в сутки. Выпускаемая продукция при этом имеет высокое качество. Они не болеют, не уезжают в отпуск, не отлучаются с рабочего места покурить или побеседовать, работают без обеда, не бастуют, не нуждаются в отдыхе, в зарплате и пенсиях. Предпочтение роботам отдается для работы в среде с агрессивными средами.

Ни одна из потенциальных областей применения промышленных роботов даже не приблизилась к насыщению ими.

Можно выделить некоторые области применения промышленных роботов:

- литье (под давлением, по выплавляемым моделям, пластмасс);

- точечная сварка;
- манипулирование стеклянными изделиями;
- закалочные операции;
- кузнечно-прессовые операции;
- окраска распылением;
- обслуживание станков, транспортеров;
- штамповка;
- технический контроль и др.

Непромышленное применение роботов существенно большее, это медицина, освоение космоса и подводных глубин, военная и развлекательная область применения, спортивная и бытовая и т.п. на занятиях будут проиллюстрированы видеофрагментами различные области применения роботов и их конструктивные решения.

Тема 4. . Исполнительные устройства мехатронных систем и роботов.

Содержание лекционно-практического занятия:

Манипуляционные устройства мехатронных систем и роботов, степени подвижности. Основные кинематические схемы многозвенных систем, их конструкции. Рабочие зоны, координаты рабочей точки. Рабочие органы. Системы координат, используемые в робототехнике.

На занятиях слушатели ознакомятся роботами с порталной кинематической, схемой, с роботами, работающими в декартовой и цилиндрической системами координат. Слушателям будет представлена возможность поработать с роботами с вертикально- и горизонтально-ангидрическими кинематическими схемами.

Особенности кинематической схемы определяют рабочую зону робота. Портальный робот имеет рабочую сцену в виде прямоугольника. Робот с декартовой системой координат имеет рабочую сцену в виде прямоугольного параллелепипеда, роботы с цилиндрической и горизонтально-ангидрической кинематическими схемами рабочая область – цилиндр, а у вертикально-ангидрического робота – сфера.

С помощью исполнительных механизмов робот перемещается в пространстве. Для роботов различают степени свободы и степени подвижности.

Степеней свободы в нашем мире 6, а степеней подвижности у робота может быть существенно больше, поэтому в общем случае решений обратной задачи кинематики, вычисление углов поворота исполнительных двигателей по известным координатам рабочего инструмента робота, может быть неоднозначным, это приводит к усложнению системы управления, которая должна выбрать только одно решение.

Исполнительные двигатели бывают электрические, гидравлические и пневматические. Выбор типа двигателя зависит от области применения робота и его функциональных параметров.

Тема 5. Управление мехатронными и робототехническими системами

Содержание лекционно-практического занятия:

Основные принципы управления. Приводы роботов, их области применения. Системы программного управления – позиционного, контурного, циклового. Управление учебными роботами от персонального компьютера.

Принципы управление учебными роботами от персонального компьютера и принципы работы на тренажерах.

Слушатели получат навыки работы на роботах с циклической, позиционной и контурной системами управления.

Тема 6. Системы чувствования мехатронных и робототехнических систем

Содержание лекционно-практического занятия:

Основные типы сенсорных устройств. Система технического зрения.

Практическая работа с сенсорными устройствами и системами технического зрения.

Будет представлена информационная подсистема системы управления мобильного робота специального назначения. В частности, модуль инфракрасного радара информационной подсистемы системы управления автономного робота, отвечающий за информирование стратегического уровня системы управления о пеленге на инфракрасные маяки испытательного полигона. Конструктивно модуль состоит из трех отдельных подмодулей, объединенных общей шиной, а именно: приемный подмодуль; подмодуль фильтрации; микропроцессорный подмодуль обработки принятого сигнала.

Система технического зрения малогабаритного мобильного робота, которая реализована на базе бортовых видеокамер и комплекса программного обеспечения, состоящего из драйверов камер, библиотеки обработки изображений и пользовательского приложения. Приложение взаимодействует с библиотекой через беспроводную сеть Wi-Fi. Оно предоставляет возможность просматривать изображения и управлять параметрами стандартных плагинов. Пользовательское приложение использует графическую библиотеку QT, что позволяет компилировать его для различных платформ (Windows, Mac OS X, Linux) без изменения исходных кодов программы.

Программный комплекс моделирования сенсорных сетей, для моделирования, тестирования и просмотра результатов работы сенсорных устройств, объединенных в сеть с динамическим протоколом маршрутизации

и передачи данных, которая наглядно отображает желаемое функционирование реальной модели.

Будут продемонстрирована работа алгоритмов и программного обеспечения локальной навигации и картографии для автономного мобильного робота. Продемонстрирована методика картографии и навигации.

Будут продемонстрированы аппаратные и программные средства сенсорной сети, которая представляет собой распределенную самоконфигурируемую беспроводную сеть, состоящую из малогабаритных интеллектуальных автономных сенсорных устройств. Основное назначение сенсорной сети: решение задач сбора, обработки и передачи информации с высокими требованиями по автономности, надежности, масштабируемости и распределенности сети.

Тема 7. Системы адаптивного управления мехатронных и робототехнических систем

Содержание лекционно-практического занятия:

Уровни адаптации, интеллектуальные системы. Функциональная схема автономного интеллектуального робота. Знакомство с информационными технологиями интеллектуального управления. Слушатели получат знания по четырем информационным технологиям, применяемым в интеллектуальном управлении. В основу интеллектуального управления положен принцип ситуационного управления, для его реализации используются технологии экспертных систем, нечеткой логики, нейросетевых систем и ассоциативной памяти.

Будет продемонстрирована работа интеллектуальных систем, функционирующих на нейросетевой технологии и нечеткой логике.

Тема 8. Робототехнические промышленные комплексы

Содержание лекционно-практического занятия:

Робототехнические комплексы различного назначения. Гибкие производственные системы.

По мнению ведущих мировых аналитиков, основными факторами успеха в современном промышленном производстве являются: сокращение срока выхода продукции на рынок, снижение ее себестоимости и повышение качества. К числу наиболее эффективных технологий, позволяющих выполнить эти требования, принадлежат так называемые CAD/CAM/CAE-системы (системы автоматизированного проектирования, технологической подготовки производства и инженерного анализа).

Необходимость автоматизации всех этапов проектирования, подготовки производства, выпуска продукции в рамках единого решения по управлению предприятием, осознает сейчас подавляющее большинство руководителей отечественных промышленных предприятий. Постепенно это становится залогом удержания своих позиций не только на мировом, но уже и на внутреннем рынке.

В рамках данного занятия слушатели познакомятся с современными тенденциями в области гибкого автоматизированного производства, получат знания о классификации и типологии систем автоматического проектирования (САПР) и получат базовых практических навыков при работе с САПР Autodesk Inventor, с предварительным кратким знакомством с технологией 3D моделирования роботизированных комплексов фирмы ABB.

Тема 9. Тренажеры манипуляционных роботов и робототехнических систем

Содержание лекционно-практического занятия:

Тренажеры манипуляционных роботов, методика работы.

Тренажеры робототехнических систем, методика работы.

Организация творческих проектов по робототехнике на базе тренажеров виртуальной реальности.

Будут представлены:

«Симулятор УРТК» предназначенный для написания и отладки программ управления роботом УРТК. Он может быть использован для информационной поддержки удаленного управления роботом по сети Интернет. При этом написанное приложение работает с виртуальной моделью, имитирующей действия реального робота. Позволяет обучаемым, не имеющим доступа к реальному роботу УРТК, проверять работоспособность своей программы на 3-х мерной модели робота, тем самым, имея больше времени для отладки своей программы и разгружая лабораторные стенды роботов УРТК.

Симулятор учебной Мини-ГПС. Основным назначением симулятора является применение в процессе разработки, отладки и тестирования технологических циклограмм как для отдельных робототизированных участков, так и для всей учебной гибкой производственной системы ГПС.

Симулятор робота PUMA предназначен для обеспечения лабораторного практикума и самостоятельной работы обучаемых по дисциплинам «Компьютерное управление мекатронными и РТС» и «Управление роботами и РТС». Стенд разработан на базе симулятора робота PM-01 и позволяет в интерактивном режиме: отрабатывать решение прямой и обратной задач кинематики; управлять угловыми положениями звеньев робота; управлять позицией захватного устройства в декартовой системе координат робота; отрабатывать движение звеньев робота по скорости и положению; отрабатывать заданную траекторию движения. Визуализация действий робота и удобный интерфейс программ создают пользователю комфортные условия работы.

Симулятор робота SCARA – «Виртуальный лабораторный стенд СКАРА» («ВЛС СКАРА») представляет собой программу, предназначенную для решения определенного круга задач связанных с управлением роботом ROBAS-3:

- обучать навыкам управления роботом (не имея непосредственного контакта с роботом в лаборатории)
- формировать устойчивое представление о методах решения обратной задачи кинематики для реального робота
- изучать особенности режимов управления роботом на нижнем уровне системы управления
- проводить исследования зависимостей характеристик динамики робота от параметров системы управления нижнего уровня

Программный комплекс «RobSim» – это комплекс, который создавался для программной симуляции моделей сложных мехатронных систем (роботов) и людей в трехмерной среде, а также для обучения операторов дистанционно-управляемых мобильных роботов, отработки действий нескольких операторов в различных условиях, в том числе с участием людей. Программный комплекс позволяет помещать на трехмерную сцену одну или несколько моделей роботов, назначать для каждой из них оператора и провести совместную тренировку коллектива роботов. При совместной тренировке каждый оператор работает за отдельной машиной, а взаимодействие производится по локальной сети или по сети интернет. В процессе тренировки возможен захват отдельных объектов сцены, их перемещение и транспортировка. Комплекс создавался двумя организациями: МИРЭА и НИКИМТ (www.robsim.dynsoft.ru).

Также слушатели ознакомятся с работой программных комплексов ABB предназначенного для моделирования работы робототехнических комплексов, построенных на базе оборудования фирмы ABB.

Тема 10. Учебная мехатронно-модульная робототехническая система

Содержание лекционно-практического занятия:

Использование в учебном процессе по технологии учебной мехатронно-модульной робототехнической системы. Конструкция, принцип действия, система управления. Программная реализация устройства управления от персонального компьютера через порты ввода-вывода. Практическая работа с учебной мехатронно-модульной робототехнической системой.

На занятии слушатели ознакомятся с алгоритмами функционирования УРТК, с принципами программирования системы управления на базе персонального компьютера.

Тема 11. Работа с учебной мехатронно-модульной робототехнической системой

Содержание лекционно-практического занятия:

Практическая работа с учебной мехатронно-модульной робототехнической системой. Первоначально слушатели получат навыки работы в «Симуляторе УРТК», а затем поработают на реальном оборудовании. В процессе работы на УРТК будет продемонстрирована система удаленного управления роботом с визуальным контролем от видео камеры (в случае широкого интернет канала) и управление по 3D модели робота при узком канале.

Тема 12. Проектная деятельность по мехатронике и робототехнике

Содержание лекционно-практического занятия:

Примеры проектных заданий и реализованные проекты учащихся.

Российская педагогическая энциклопедия определяет **метод проектов** как систему обучения при которой учащимся приобретают знания в процессе планирования и выполнения постепенно усложняющихся практических заданий – проектов. Таким образом, проектная деятельность это подход к обучению основанный на творческой самореализации развивающейся личности учащегося, развитие его интеллектуальных и физических возможностей, волевых качеств и творческих способностей в процессе получения новых знаний и умений при выполнении проектных заданий, при

условии что учитель становится соратником и ненавязчиво и деликатно осуществляет деятельность. Тематика проектных заданий должна вызывать интерес учащегося, а результаты выполнения проекта должны обладать субъективной или объективной новизной и иметь практическую значимость.

Метод проектов появился в американской педагогике конца 19 – начала 20 века на базе идеи о превращении школы в подобие жизни и был ориентирован на развитие мышления учащихся, в основе которого лежит личный опыт. Сущность образования в этой теории рассматривалась как исследовательский процесс, ведущий к самооткрытию. «Проект» определялся как комплексная деятельность, которую сам учащийся планирует, намечает себе цель, сам ее выполняет. Каждая реальная практическая проблема, которая предоставляется решению и связана с разными видами практической продуктивной деятельности, является проектом.

В педагогике выделяют *четыре типа проектов*:

- производственный или конструктивный – направленный на решение или выполнение какой-либо производственной задачи (например, изготовление макета робота и.т.п.);
- потребительский (эстетический) – связанный с использованием чего-нибудь для наслаждения (например, создание иллюстраций к "Звездным воинам");
- проект разрешения проблем (умозаключительный) – ориентированный на решение проблем интеллектуального характера (например, исследовательская работа по исследованию эргономических аспектов взаимодействия роботов и людей).
- проект дрессировки, проект специализации – предназначенный для выработки специальных навыков, усвоения знаний (например, создание макета робота в среде виртуальной реальности).

Основные принципы (законы) использования метода проектов в дополнительном образовании в области проектирования макетов робототехнических объектов можно сформулировать таким образом:

1. Работа над темой проекта должна строиться согласно логике творчества – от постановки участниками проекта творческой задачи до достижения результата.

2. Любая помощь (информация, подсказка, текст и т.д.) предоставляется учащимся только после того, как они исчерпали возможности получения ее друг у друга, из независимых источников и т.д.; поскольку только в этом случае работа будет настоящим творчеством и средством развития памяти, мышления, воображения, навыков систематизации, анализа и синтеза, способностей к самостоятельному решению проблемно-поисковых задач.

3. Любое обращение педагога к учащимся (информация, описание способа действия, объяснение и т.д.) не должно опережать запрос детей, они должны сами запросить недостающую информацию. (Именно недостающую, а не целостную: мы, дескать, искали, да ничего не нашли).

4. В активной практической (творческой) работе должны участвовать все ученики. Это может быть реализовано в разных способах организации деятельности (групповом, индивидуальном, парном, поточном, малыми творческими группами).

5. В ходе разработки и реализации проекта дети должны иметь возможность сменить виды работы. Также необходимо чередовать интеллектуальную и физическую работу, темп деятельности, ее эмоциональную окраску и т.д.

6. Независимо от темы, содержания проекта, способа организации детей необходимо четко спланировать и распределить этапы и направления работы (виды и содержание творческих компонентов проекта).

В процессе работы над проектам дети выполняют задания различного характера:

- самостоятельный поиск информации и материалов по теме проекта (поиск и изучение биографического, исторического, научного; иллюстративного материала и т.д.);
- продуктивная деятельность (разработка эскизов и макетов, изготовление элементов макетов и т.д.)
- творческая деятельность (придумывание возможного развитие результатов выполнения проекта и т.д.)
- организаторская деятельность (объединение в микрогруппы, работа с другими коллективами и т.д.)

Проект может носить краткосрочный и долговременный характер, объем его содержания (и, следовательно, работы детей) может быть очень различным.

Даже отдельное занятие может носить характер проекта. Например, тематическое занятие на тему «Могут ли интеллектуальные роботы поработить людей» (дети среднего и старшего школьного возраста), может строиться как краткосрочный проект, серия заданий, способ организации выполнения которых может быть различным, но весь их комплекс носит проектный характер, подводя детей к самостоятельному метафорически-содержательному обобщению смысла данной темы:

1. Базисные положения, на основе которых можно сделать определенные заключения. Каждая группа (участник) показывает свой вариант, они обсуждаются и сравниваются. Главное, к чему здесь должно привести обсуждение – то, что является техническим интеллектом.
2. Назвать признаки наличия или отсутствия интеллекта (это – задание-блиц, поэтому время на выполнение задания должны выбираться и

оговариваться соответственно). Здесь дети могут самостоятельно прийти к выводу о том, что технический интеллект это классификация состояния и принятие решения из известных, хотя возможно и самообучение. .

3. Придумать, что могло искусственный интеллект развиться в процессе самообучения до состояния войны с людьми.

4. Предположить уровень цивилизации, если победят роботы

В работе над **долговременным** проектом целесообразнее такой способ организации, как творческие микрогруппы (обязательно взаимодействующие между собой, меняющиеся по составу). При этом, конечно, не исключается и возможность выполнения заданий всеми детьми, отдельными участниками группы.

В рамках выполнения проекта и его защиты обучаемый должен овладеть определенным набором навыков и умений:

1. Рефлексивные умения:

- умение осмыслить задачу, для решения которой недостаточно знаний;
- умение отвечать на вопрос: чему нужно научиться для решения поставленной задачи?

2. Поисковые (исследовательские) умения:

- умение самостоятельно генерировать идеи, разрабатывать способ действия, привлекая знания из различных областей;
- умение самостоятельно найти недостающую информацию в информационном поле;
- умение запросить недостающую информацию у эксперта (учителя, консультанта, специалиста);
- умение находить несколько вариантов решения проблемы;
- умение выдвигать гипотезы;

- умение устанавливать причинно-следственные связи.

3. Навыки оценочной деятельности.

4. Умения и навыки работы в коллективе:

- умения коллективного планирования;
- умение взаимодействовать с партнерами;
- умения взаимопомощи в группе в решении общих задач;
- навыки делового партнерского общения;
- умение находить и исправлять ошибки в работе других участников группы.

5. Менеджерские умения и навыки:

- умение проектировать процесс (продукт, изделие);
- умение планировать деятельность, время, ресурсы;
- умение принимать решения и прогнозировать их последствия;
- навыки анализа собственной деятельности (ее хода и промежуточных результатов).

6. Коммуникативные умения:

- умение инициировать учебное взаимодействие с взрослыми (вступать в диалог, задавать вопросы и т.д.);
- умение участвовать в дискуссии;
- умение отстаивать свою точку зрения;
- умение находить компромисс;
- навык интервьюирования, устного опроса и т.д.

7. Презентационные умения и навыки:

- навыки монологической речи;
- умение уверенно держать себя во время выступления;
- артистические умения;
- умение использовать различные средства наглядности при выступлении;
- умение отвечать на незапланированные вопросы.

Исследовательские проекты, например, создание роботизированной химической лаборатории. Этот тип проектов предполагает аргументацию актуальности взятой для исследования темы, формулирование проблемы исследования, его предмета и объекта. Определение методов исследования, источников информации, выдвижения гипотез решения означенной проблемы, разработку путей ее решения, в том числе экспериментальных, опытных, обсуждение полученных результатов, выводы, оформление результатов исследования, обозначение новых проблем для дальнейшего развития исследования.

Сущность исследовательского метода обучения сводится к тому, что учитель вместе с учащимися формулирует проблему, разрешению которой посвящается отрезок учебного времени; знания учащимся не сообщаются. Учащиеся самостоятельно добывают их в процессе разрешения (исследования) проблемы, сравнения различных вариантов получаемых ответов. Средства для достижения результата также определяют сами учащиеся; деятельность учителя сводится к оперативному управлению процессом решения проблемных задач; учебный процесс характеризуется высокой интенсивностью, учение сопровождается повышенным интересом, полученные знания отличаются глубиной, прочностью, действенностью.

Исследовательский метод обучения предусматривает творческое усвоение знаний. Учитель может подсказать источники информации, а может просто направить мысль учеников в нужном направлении для самостоятельного поиска. Но в результате ученики должны самостоятельно и в совместных усилиях решить проблему, применив необходимые знания подчас из разных областей, получить реальный и ощутимый результат. Вся работа над проблемой, таким образом, приобретает контуры проектной деятельности.

Творческие проекты. Такие проекты, как правило, не имеют детально проработанной структуры, она только намечается и далее развивается, подчиняясь логике и интересам участников проекта. Творческие проекты предполагают соответствующее оформление результатов. В данном случае следует договориться о планируемых результатах и форме их представления (презентации, 3D модели робота-марсохода, рисунки на заданную тему и т.п.). Оформление результатов проекта требует четко продуманной структуры в виде сценария презентации, формы представления 3D модели роботизированного объекта и пр

Ролевые, игровые проекты. Участники принимают на себя определенные роли, обусловленные характером и содержанием проекта. Это могут быть литературные персонажи роботы-трансформеры или выдуманные герои, которые имитируют социальные или деловые отношения при взаимодействии людей и роботов, осложняемые придуманными участниками ситуациями. Результат этих проектов либо намечается в начале их выполнения, либо вырисовывается лишь в самом конце. Степень творчества здесь очень высокая, но доминирующим видом деятельности все-таки является ролево-игровая, приключенческая. Этот тип проектов более подходит младшим школьникам.

Ознакомительно-ориентировочные (информационные проекты). Этот тип проектов изначально направлен на сбор информации о каком-то объекте,

явлении; предполагается ознакомление участников проекта с этой информацией, ее анализ и обобщение фактов, предназначенных для широкой аудитории. Такие проекты часто интегрируются в исследовательские проекты и становятся их органической частью. Структура такого проекта может быть обозначена следующим образом:

Цель проекта -> предмет информационного поиска —> поэтапный поиск информации с обозначением промежуточных результатов —> аналитическая работа над собранными фактами —> выводы —> корректировка первоначального направления (если требуется) —> дальнейший поиск информации по уточненным направлениям —> анализ новых фактов —> обобщение —> выводы, и так далее до получения данных, удовлетворяющих всех участников проекта —> заключение, оформление результатов (обсуждение, редактирование, презентация, внешняя оценка) —> результат (статья, реферат, доклад, видеофильм и пр.).

Практико-ориентировочные (прикладные проекты). Результат четко обозначен в начале. Результат обязательно ориентирован на социальные интересы самих участников (документ, созданный на основе полученных результатов исследования, — по искусственному интеллекту, психологическая совместимость людей и роботов и прочего характера, проект закона по взаимоотношениям с интеллектуальными роботами, справочный материал, словарь, аргументированное объяснение какого-либо физического явления и т.д.).

Такой проект требует хорошо продуманной структуры, даже сценария всей деятельности его участников с определением функций каждого из них, четкие выходы и участие каждого в оформлении конечного продукта.

Список литературы

Список литературы для учащихся, педагогов и родителей

а) основная литература:

1. Попов, Письменный Основы робототехники (Введение в специальность) М.: Высшая школа, 1990
2. Юревич Е.И. Основы робототехники учебное пособие. С.-Петербург, «БХВ-Петербург», 2007.

б) дополнительная литература:

1. Шахинпур Курс робототехники/пер. с англ..М.:Мир, 1990 г.
2. Топчеев, Макаров Люди и роботы, М.: МАИ, 1999
3. Робототехника: История и перспективы. Макаров И.М., Топчеев.М.:Наука, изд. МАИ, 2002.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

сайты ведущих производителей робототехники, membrana.ru, myrobot.ru, roboting.ru

Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учитывая, что дисциплина «Начала мехатроники и робототехники» нацелена на ознакомление с возможно будущей профессией, при проведении аудиторных занятий крайне важно, чтобы материал преподносился в доступной, научно-популярной форме.

С этой точки зрения особое место занимают технические средства обучения.

ЦТПО МГТУ МИРЭА располагает видеотекой (фильмы в электронном формате) по различным разделам робототехники, комплектами слайдов отечественных и зарубежных роботов и робототехнических комплексов, промышленными и учебными роботами. Комментарии преподавателя к видеопоказу, таблицы и рисунки, использование сети

«Internet» и современных научных изданий дают хороший результат в усвоение учебного материала.

Для изучения темы «Манипуляционные устройства роботов. Кинематические схемы», используются управляемые от ПЭВМ роботы типа УРТК-РОБАС различных кинематических схем (ДЕКАРТ, ЦИЛИНДР и др.).

ВИДЕОТЕКА

Выставка в Японии (2000 г.) – робот ASIMO фирмы ХОНДА (хронология создания), собачка AIBO; лаборатория по созданию робота с функциями и чувствами человека, роботы в быту.

«Робот + робот» (фильм канала Культура о различных роботах, их назначении, истории и проблемах создания, работы студентов)

Приключения электроников. Ролики Интернета

Руководитель мероприятия

М.П.Романов