



ИНСТИТУТ СОДЕРЖАНИЯ
И МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ
федеральное государственное
бюджетное научное учреждение

**Реализация инвариантного модуля
«Робототехника» учебного предмета
«Труд (технология)»**

ОСНОВНОЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Методические рекомендации

МОСКВА
2024

УДК 372.862
ББК 74.263.0
Р31

Авторы:

О. Н. Логвинова, кандидат педагогических наук,
ведущий эксперт ФГБНУ «Институт содержания и методов обучения»

Д. А. Махотин, кандидат педагогических наук, доцент, эксперт
ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет»

Р. Р. Хузиахметов, заместитель директора по УВР, учитель труда (технологии)
МОУ «Средняя общеобразовательная школа № 32 имени 177 истребительного авиационного
московского полка», г. Подольск

А.С. Кремлев, руководитель сети технологических кружков «Умная механика»,
учитель труда (технологии) МАОУ г.о. Королев «Гимназия № 9»

Р31

Реализация инвариантного модуля «Робототехника» учебного предмета «Труд (технология)». Основное общее образование : методические рекомендации / О. Н. Логвинова, Д. А. Махотин, Р. Р. Хузиахметов, А. С. Кремлев. – М. : ФГБНУ «Институт содержания и методов обучения», 2024. – 104 с.: ил.

ISBN 978-5-6053655-1-8

В методических рекомендациях раскрываются особенности реализации инвариантного модуля «Робототехника» в 5–9 классах в соответствии с федеральной рабочей программой по учебному предмету «Труд (технология)».

Определены цели и задачи изучения обучающимися инвариантного модуля «Робототехника», уточнены методические особенности его реализации, предложены варианты реализации практических работ и проектов, приведен глоссарий основных понятий по каждой теме модуля.

Методические рекомендации предназначены для использования учителями труда (технологии) для организации преподавания инвариантного модуля «Робототехника» в 5–9 классах образовательных организаций.

УДК 372.862

ББК 74.263.0

ISBN 978-5-6053655-1-8

© ФГБНУ «Институт содержания и методов обучения», 2024

Все права защищены

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Характеристика инвариантного модуля «Робототехника»	8
Планируемые результаты освоения модуля «Робототехника»	10
Личностные результаты	10
Метапредметные результаты	11
Предметные результаты	14
Содержание модуля «Робототехника» и рекомендации по его реализации	18
5 класс	18
6 класс	39
7 класс	54
8 класс	68
9 класс	85
Литература	102

ВВЕДЕНИЕ

Программа по учебному предмету «Труд (технология)» (далее – программа) интегрирует знания по разным учебным предметам и является одним из базовых для формирования у обучающихся функциональной грамотности, технико-технологического, проектного, креативного и критического мышления на основе практико-ориентированного обучения и системно-деятельностного подхода в реализации содержания, воспитания осознанного отношения к труду как созидательной деятельности человека по созданию материальных и духовных ценностей.

Программа по учебному предмету «Труд (технология)» знакомит обучающихся с различными технологиями, в том числе материальными, информационными, коммуникационными, когнитивными, социальными. В рамках освоения программы происходит приобретение базовых навыков работы с современным технологичным оборудованием, освоение современных технологий, знакомство с миром профессий, самоопределение и ориентация обучающихся в сферах трудовой деятельности.

Программа по учебному предмету «Труд (технология)» раскрывает содержание, адекватно отражающее смену жизненных реалий и формирование пространства профессиональной ориентации и самоопределения личности, в том числе: компьютерное черчение, промышленный дизайн, 3D-моделирование, прототипирование, технологии цифрового производства в области обработки материалов, аддитивные технологии, нанотехнологии, робототехника и системы автоматического управления; технологии электротехники, электроники и электроэнергетики, строительство, транспорт, агро- и биотехнологии, обработка пищевых продуктов.

Программа по учебному предмету «Труд (технология)» конкретизирует содержание, предметные, метапредметные и личностные результаты.

Стратегическим документом, определяющим направление модернизации содержания и методов обучения, является федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (ФГОС ООО).

Основной **целью** освоения содержания программы по учебному предмету «Труд (технология)» является **формирование технологической грамотности**, глобальных компетенций, творческого мышления.

Задачами учебного предмета «Труд (технология)» на уровне основного общего образования являются:

– подготовка личности к трудовой, преобразовательной деятельности, в том числе на мотивационном уровне, – формирование потребности и уважительного отношения к труду, социально ориентированной деятельности;

– овладение знаниями, умениями и опытом деятельности в предметной области «Технология»;

– овладение трудовыми умениями и необходимыми технологическими знаниями по преобразованию материи, энергии и информации в соответствии с поставленными целями, исходя из экономических, социальных, экологических, эстетических критериев, а также критериев личной и общественной безопасности;

– формирование у обучающихся культуры проектной и исследовательской деятельности, готовности к предложению и осуществлению новых технологических решений;

– формирование у обучающихся навыка использования в трудовой деятельности цифровых инструментов и программных сервисов, когнитивных инструментов и технологий;

– развитие умений оценивать свои профессиональные интересы и склонности в плане подготовки к будущей профессиональной деятельности, владение методиками оценки своих профессиональных предпочтений.

Технологическое образование и труд обучающихся носит интегративный характер и строится на неразрывной взаимосвязи с трудовым процессом, создает возможность применения научно-теоретических знаний в преобразовательной продуктивной деятельности, включения обучающихся в реальные трудовые отношения в процессе созидательной деятельности,

воспитания культуры личности во всех ее проявлениях (культуры труда, эстетической, правовой, экологической, технологической и других ее проявлениях), самостоятельности, инициативности, предприимчивости, развитии компетенций, позволяющих обучающимся осваивать новые виды труда и сферы профессиональной деятельности.

Основной методический принцип программы по учебному предмету «Труд (технология)»: освоение сущности и структуры технологии неразрывно связано с освоением процесса познания – построения и анализа разнообразных моделей.

Особенностями реализации предметного содержания программы являются следующие:

– воспитание привычки и потребности трудиться как возможности созидать, выполнять социально значимую деятельность, формирование уважения к человеку труда через осознание ценности труда и его результатов для каждого человека и гражданина;

– воспитание гордости за достижения российских ученых, конструкторов, изобретателей, инженеров;

– воспитание семейных ценностей на примерах семейных традиций в культуре питания, в обустройстве дома, в том числе на основе национальных и региональных особенностей культуры и быта;

– формирование активной гражданской позиции при выборе профессии (осознанный выбор профессии, понимание социального значения разных профессий);

– формирование способностей к изобретательству и творчеству;

– формирование знаний и умений в сфере техники и технологий, технологической грамотности, базовых инженерных компетенций для развития кадрового, научного потенциала и достижения технологического суверенитета.

Сквозными линиями содержания программы по учебному предмету «Труд (технология)» являются:

– охрана труда и организация безопасной работы в учебных мастерских и кабинетах;

– практическая направленность и ценности трудовой деятельности обучающихся, в процессе которой на каждом уроке выполняются практические и проектные работы;

– освоение технологий обработки материалов с помощью ручных инструментов, технологического оборудования и использования результатов интеллектуальной деятельности (эскиз, чертеж, модель и пр.);

– освоение универсальных технологий – проектирования, конструирования и моделирования, исследования, управления;

– ориентация на результат – разработка и создание продукта (изделия, конструкции, чертежа и пр.);

– профориентационная направленность содержания и проектов обучающихся.

Программа по предмету «Труд (технология)» построена **по модульному принципу**.

Модульная программа по учебному предмету «Труд (технология)» состоит из логически завершенных блоков (модулей) учебного материала, позволяющих достигнуть конкретных образовательных результатов, и предусматривает разные образовательные траектории ее реализации.

Модульная программа по учебному предмету «Труд (технология)» включает обязательные для изучения инвариантные модули, реализуемые в рамках отведенных на учебный предмет часов. Инвариантными модулями программы являются следующие: «Производство и технологии», «Компьютерная графика. Черчение», «3D-моделирование, прототипирование, макетирование», «Технологии обработки материалов и пищевых продуктов», «Робототехника».

Общее число часов, рекомендованных на изучение учебного предмета «Труд (технология)», – 272 часа: в 5 классе – 68 часов (2 часа в неделю), в 6 классе – 68 часов (2 часа в неделю), в 7 классе – 68 часов (2 часа в неделю), в 8 классе – 34 часа (1 час в неделю), в 9 классе – 34 часа (1 час в неделю).

ХАРАКТЕРИСТИКА ИНВАРИАНТНОГО МОДУЛЯ «РОБОТОТЕХНИКА»

В модуле наиболее полно реализуется идея конвергенции материальных и информационных технологий. Значимость данного модуля заключается в том, что при его освоении вместе с инженерными и технологическими умениями формируются навыки работы с когнитивной составляющей технологии (операциями, действиями, процедурами и пр.).

Модуль «Робототехника» позволяет в процессе конструирования, создания действующих моделей роботов интегрировать знания о технике и технических устройствах, электронике, программировании, фундаментальные знания, полученные в рамках учебных предметов, дополнительного образования и самообразования.

Основные цели и задачи модуля «Робототехника»:

1. Формирование представлений об интеграции материальных и цифровых технологий, конвергенции наук и технологий на примере «образовательной робототехники».

2. Формирование умений конструировать и программировать различных роботов (мобильных, бытовых, промышленных, БЛА), а также автоматизированных и робототехнических систем («умный дом», «умные системы» и пр.).

3. Интеграция знаний о технике и технических устройствах, технологиях, программировании и фундаментальных знаний, полученных в рамках учебных предметов (физика, математика, информатика).

Модуль осваивается во взаимосвязи с модулями «Производство и технологии», «Компьютерная графика. Черчение», «3D-моделирование, прототипирование, макетирование».

Содержание модуля «Робототехника» в 8 и 9 классах раскрывает современные технологии в области интернета вещей, искусственного

интеллекта, нейротехнологий, конструирования и управления беспилотными летательными аппаратами (далее – БЛА).

Содержание модуля может быть реализовано посредством использования любого робототехнического оборудования и конструкторов, а также выполнения практических и проектных работ в виртуальной среде и робосимуляторах.

Общее число часов, рекомендованных на изучение модуля «Робототехника», – 88 часов: в 5 классе – 20 часов, в 6 классе – 20 часов, в 7 классе – 20 часов, в 8 классе – 14 часов, в 9 классе – 14 часов.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ «РОБОТОТЕХНИКА»

ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате изучения программы по учебному предмету «Труд (технология)» на уровне основного общего образования у обучающегося будут сформированы следующие личностные результаты в части:

1) патриотического воспитания:

проявление интереса к истории и современному состоянию российской науки и технологии;

ценностное отношение к достижениям российских инженеров и ученых;

2) гражданского и духовно-нравственного воспитания:

готовность к активному участию в обсуждении общественно значимых и этических проблем, связанных с современными технологиями, в особенности технологиями четвертой промышленной революции;

осознание важности морально-этических принципов в деятельности, связанной с реализацией технологий;

освоение социальных норм и правил поведения, роли и формы социальной жизни в группах и сообществах, включая взрослые и социальные сообщества;

3) эстетического воспитания:

восприятие эстетических качеств предметов труда;

умение создавать эстетически значимые изделия из различных материалов;

понимание ценности отечественного и мирового искусства, народных традиций и народного творчества в декоративно-прикладном искусстве;

осознание роли художественной культуры как средства коммуникации и самовыражения в современном обществе;

4) ценности научного познания и практической деятельности:

осознание ценности науки как фундамента технологий;

развитие интереса к исследовательской деятельности, реализации на практике достижений науки;

5) формирования культуры здоровья и эмоционального благополучия:

осознание ценности безопасного образа жизни в современном технологическом мире, важности правил безопасной работы с инструментами;
умение распознавать информационные угрозы и осуществлять защиту личности от этих угроз;

6) трудового воспитания:

уважение к труду, трудящимся, результатам труда (своего и других людей);
ориентация на трудовую деятельность, получение профессии, личностное самовыражение в продуктивном, нравственно достойном труде в российском обществе;

готовность к активному участию в решении возникающих практических трудовых дел, задач технологической и социальной направленности, способность инициировать, планировать и самостоятельно выполнять такого рода деятельность;

умение ориентироваться в мире современных профессий;

умение осознанно выбирать индивидуальную траекторию развития с учетом личных и общественных интересов, потребностей;

ориентация на достижение выдающихся результатов в профессиональной деятельности;

7) экологического воспитания:

воспитание бережного отношения к окружающей среде, понимание необходимости соблюдения баланса между природой и техносферой;

осознание пределов преобразовательной деятельности человека.

МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате изучения программы по учебному предмету «Труд (технология)» на уровне основного общего образования у обучающегося будут сформированы познавательные универсальные учебные действия, регулятивные универсальные учебные действия, коммуникативные универсальные учебные действия.

Познавательные универсальные учебные действия

Базовые логические действия:

выявлять и характеризовать существенные признаки природных и рукотворных объектов;

устанавливать существенный признак классификации, основание для обобщения и сравнения;

выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых фактах, данных и наблюдениях, относящихся к внешнему миру;

выявлять причинно-следственные связи при изучении природных явлений и процессов, а также процессов, происходящих в техносфере;

самостоятельно выбирать способ решения поставленной задачи, используя для этого необходимые материалы, инструменты и технологии.

Базовые проектные действия:

выявлять проблемы, связанные с ними цели, задачи деятельности;

осуществлять планирование проектной деятельности;

разрабатывать и реализовывать проектный замысел и оформлять его в форме «продукта»;

осуществлять самооценку процесса и результата проектной деятельности, взаимооценку.

Базовые исследовательские действия:

использовать вопросы как исследовательский инструмент познания;

формировать запросы к информационной системе с целью получения необходимой информации;

оценивать полноту, достоверность и актуальность полученной информации;

опытным путем изучать свойства различных материалов;

овладевать навыками измерения величин с помощью измерительных инструментов, оценивать погрешность измерения, уметь осуществлять арифметические действия с приближенными величинами;

строить и оценивать модели объектов, явлений и процессов;

уметь создавать, применять и преобразовывать знаки и символы, модели и схемы для решения учебных и познавательных задач;

уметь оценивать правильность выполнения учебной задачи, собственные возможности ее решения;

прогнозировать поведение технической системы, в том числе с учетом синергетических эффектов.

Работа с информацией:

выбирать форму представления информации в зависимости от поставленной задачи;

понимать различие между данными, информацией и знаниями;

владеть начальными навыками работы с «большими данными»;

владеть технологией трансформации данных в информацию, информации в знания.

Регулятивные универсальные учебные действия

Самоорганизация:

уметь самостоятельно определять цели и планировать пути их достижения, в том числе альтернативные, осознанно выбирать наиболее эффективные способы решения учебных и познавательных задач;

уметь соотносить свои действия с планируемыми результатами, осуществлять контроль своей деятельности в процессе достижения результата, определять способы действий в рамках предложенных условий и требований, корректировать свои действия в соответствии с изменяющейся ситуацией;

делать выбор и брать ответственность за решение.

Самоконтроль (рефлексия):

давать адекватную оценку ситуации и предлагать план ее изменения;

объяснять причины достижения (недостижения) результатов преобразовательной деятельности;

вносить необходимые коррективы в деятельность по решению задачи или по осуществлению проекта;

оценивать соответствие результата цели и условиям и при необходимости корректировать цель и процесс ее достижения.

Умение принятия себя и других:

признавать свое право на ошибку при решении задач или при реализации проекта, такое же право другого на подобные ошибки.

Коммуникативные универсальные учебные действия

Общение:

в ходе обсуждения учебного материала, планирования и осуществления учебного проекта;

в рамках публичного представления результатов проектной деятельности;

в ходе совместного решения задачи с использованием облачных сервисов;

в ходе общения с представителями других культур, в частности в социальных сетях.

Совместная деятельность:

понимать и использовать преимущества командной работы при реализации учебного проекта;

понимать необходимость выработки знаково-символических средств как необходимого условия успешной проектной деятельности;

уметь адекватно интерпретировать высказывания собеседника – участника совместной деятельности;

владеть навыками отстаивания своей точки зрения, используя при этом законы логики;

уметь распознавать некорректную аргументацию.

ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Для **всех модулей** обязательные предметные результаты:

организовывать рабочее место в соответствии с изучаемой технологией;

соблюдать правила безопасного использования ручных и электрифицированных инструментов и оборудования;

грамотно и осознанно выполнять технологические операции в соответствии с изучаемой технологией.

Предметные результаты освоения содержания модуля «Робототехника»

К концу обучения в 5 классе:

классифицировать и характеризовать роботов по видам и назначению;

знать основные законы робототехники;

называть и характеризовать назначение деталей робототехнического конструктора;

характеризовать составные части роботов, датчики в современных робототехнических системах;

получить опыт моделирования машин и механизмов с помощью робототехнического конструктора;

применять навыки моделирования машин и механизмов с помощью робототехнического конструктора;

владеть навыками индивидуальной и коллективной деятельности, направленной на создание робототехнического продукта;

характеризовать мир профессий, связанных с робототехникой.

К концу обучения в 6 классе:

называть виды транспортных роботов, описывать их назначение;

конструировать мобильного робота по схеме; усовершенствовать конструкцию;

программировать мобильного робота;

управлять мобильными роботами в компьютерно управляемых средах;

называть и характеризовать датчики, использованные при проектировании мобильного робота;

уметь осуществлять робототехнические проекты;

презентовать изделие;

характеризовать мир профессий, связанных с робототехникой.

К концу обучения в **7 классе:**

называть виды промышленных роботов, описывать их назначение и функции;

характеризовать беспилотные автоматизированные системы;

называть виды бытовых роботов, описывать их назначение и функции;

использовать датчики и программировать действие учебного робота в зависимости от задач проекта;

осуществлять робототехнические проекты, совершенствовать конструкцию, испытывать и презентовать результат проекта;

характеризовать мир профессий, связанных с робототехникой.

К концу обучения в **8 классе:**

приводить примеры из истории развития беспилотного авиационного, применения беспилотных летательных аппаратов;

характеризовать конструкцию беспилотных летательных аппаратов; описывать сферы их применения;

выполнять сборку беспилотного летательного аппарата;

выполнять пилотирование беспилотных летательных аппаратов;

соблюдать правила безопасного пилотирования беспилотных летательных аппаратов;

характеризовать мир профессий, связанных с робототехникой, их востребованность на рынке труда.

К концу обучения в **9 классе:**

характеризовать автоматизированные и роботизированные системы;

характеризовать современные технологии в управлении автоматизированными и роботизированными системами (искусственный интеллект, нейротехнологии, машинное зрение, телеметрия и пр.), называть области их применения;

характеризовать принципы работы системы интернет вещей; сферы применения системы «Интернет вещей» в промышленности и быту;

анализировать перспективы развития беспилотной робототехники;

конструировать и моделировать автоматизированные и робототехнические системы с использованием материальных конструкторов с компьютерным управлением и обратной связью;

составлять алгоритмы и программы по управлению робототехническими системами;

использовать языки программирования для управления роботами;

осуществлять управление групповым взаимодействием роботов;

соблюдать правила безопасного пилотирования;

самостоятельно осуществлять робототехнические проекты;

характеризовать мир профессий, связанных с робототехникой, их востребованность на рынке труда.

СОДЕРЖАНИЕ МОДУЛЯ «РОБОТОТЕХНИКА» И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ

5 КЛАСС

Содержание модуля «Робототехника» в 5 классе предполагает знакомство с базовыми понятиями, основными конструкционными элементами и электронными устройствами, историей развития робототехники, классификацией роботов и их применением в современной промышленности, быту и других сферах жизни и деятельности людей.

Задача педагога сформировать интерес к конструированию моделей роботов, показать на примере моделей возможность создания разнообразных машин и механизмов, конструируя и программируя которые, люди значительно облегчают тяжелый или монотонный труд, работу в опасных условиях, а также повышают производительность труда за счет скорости и качества выполнения различных операций.

При изучении видов передач, простых механизмов, видов соединений деталей у обучающихся формируется техническая наблюдательность, понимание техники, технологий – в целом технологическая грамотность как составная часть грамотности функциональной. Основные предметные результаты по модулю «Робототехника» в 5 классе связаны с освоением обучающимися базовых понятий, терминов, знанием классификации роботов, умением осуществлять простые сборки робототехнических моделей.

Организация практических работ по робототехнике требует от педагога тщательной подготовки. Особо следует уделить внимание организации групповой работы обучающихся, настроить всех на доброжелательное сотрудничество для достижения результата. Первый этап подготовки к практической работе – это изучение и проверка сборок робототехнических моделей, определение количества времени, затрачиваемого на сборку и разборку конструкции. При подготовке можно рекомендовать подготовить укладки

с необходимыми деталями, датчиками, распечатать (при необходимости) инструкции по сборке моделей.

Второй этап – организация практической работы. Любая практическая работа начинается с инструктажа по технике безопасности при работе с электроприборами, если вы планируете использовать ноутбук, и правилах работы с конструктором. Назначенные учителем дежурные по ряду расставят в нужное время укладки с деталями. Можно рекомендовать пересчитать детали до и после урока, проверить наличие деталей могут сами обучающиеся по чек-листу.

Третий этап – сборка моделей роботов – выполнение практической работы. Задача педагога в 5 и 6 классах – так организовать работу в парах при выполнении сборок и программировании, чтобы каждый обучающийся выполнил определенный объем работы и получил отметку. Предложите обучающимся определить очередность или совместную разборку модели и уборку рабочего места и так далее.

Учителю следует обратить особое внимание обучающихся на бережное отношение к электронным устройствам: не ронять их и не пытаться самостоятельно разбирать. Важно развивать у обучающихся ответственное отношение к техническим устройствам и стремление к поддержанию порядка на рабочем месте при выполнении практических и проектных работ.

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование темы</i>	<i>Содержание темы</i>	<i>Основные виды деятельности обучающихся</i>
1	Робототехника, сферы применения. Практическая работа «Мой робот-помощник». (2 часа)	Введение в робототехнику. История развития робототехники. Понятия «робот», «робототехника». Роботы и автоматы. Автоматизация и роботизация.	<i>Аналитическая деятельность:</i> – объяснять понятия «робот», «робототехника», «автомат», «автоматизация!»; – знакомиться с историей развития робототехники; – знакомиться с видами

		<p>Принципы работы робота. Классификация современных роботов по способности перемещаться в пространстве (мобильные и стационарные), по выполняемым функциям (промышленные, сервисные и медицинские), по способу перемещения (колесные, гусеничные, шагающие, летающие, плавающие). Законы робототехники. Виды роботов, их функции и назначение. Достижения российских ученых, конструкторов в сфере робототехники.</p> <p><i>Практическая работа</i> «Мой робот-помощник».</p> <p><i>Основные понятия:</i> робот, робототехника, автомат, автоматизация, классификация роботов</p>	<p>роботов, описывать их назначение; – классифицировать роботов по разным основаниям.</p> <p><i>Практическая деятельность:</i> – изучать особенности и назначение разных роботов; – называть законы робототехники; – называть основные этапы развития робототехники; – называть виды роботов (классифицировать) по разным основаниям; – выполнить практическую работу «Мой робот-помощник»: описать внешний вид, выполняемые функции, конструкцию своего робота-помощника</p>
2	<p>Конструирование робототехнической модели. Практическая работа «Сортировка деталей конструктора». (2 часа)</p>	<p>Взаимосвязь конструкции робота и выполняемой им функции. Робототехнический конструктор. Детали конструкторов. Назначение деталей конструктора. Конструкции.</p> <p><i>Практическая работа</i> «Сортировка деталей конструктора».</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i> – анализировать взаимосвязь конструкции робота и выполняемой им функции; – называть и характеризовать назначение деталей робототехнического конструктора.</p> <p><i>Практическая деятельность:</i> – сортировать, называть детали конструктора</p>

		<p><i>Основные понятия:</i> конструктор, деталь, электронный компонент</p>	
3	<p>Механическая передача, ее виды. Практическая работа «Сборка модели с ременной или зубчатой передачей». (2 часа)</p>	<p>Конструирование. Взаимосвязь конструкции робота и выполняемой им функции. Подвижные и неподвижные соединения. Механическая передача, виды. Ременная передача, ее свойства. Зубчатая передача, ее свойства. Понижающая, повышающая передача. Сборка моделей передач. <i>Практическая работа</i> «Сборка модели с ременной или зубчатой передачей». <i>Основные понятия:</i> механические передачи, зубчатая передача, ременная передача, свойства механической передачи, передаточное число</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i> – анализировать взаимосвязь конструкции робота и выполняемой им функции; – различать виды передач; – анализировать свойства передач. <i>Практическая деятельность:</i> – собирать модели передач по инструкции</p>
4	<p>Электронные устройства: двигатель и контроллер. Практическая работа «Подключение мотора к контроллеру, управление вращением». (2 часа)</p>	<p>Механическая часть робота: исполнительный механизм, рабочий орган. Контроллер, его устройство, назначение, функции. Сборка робота по схеме, инструкции. Электродвигатели: назначение, функции, общие принципы устройства. Характеристика</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i> – знакомиться с устройством, назначением контроллера; – характеризовать исполнителей и датчики; – изучать инструкции, схемы сборки роботов. <i>Практическая деятельность:</i> – управление вращением мотора из визуальной среды программирования</p>

		<p>исполнителей и датчиков. Устройства ввода и вывода информации. Среда программирования.</p> <p><i>Практическая работа</i> «Подключение мотора к контроллеру, управление вращением».</p> <p><i>Основные понятия:</i> контроллер, электродвигатель, датчик, среда программирования</p>	
5	<p>Алгоритмы. Роботы как исполнители. Практическая работа «Сборка модели робота, программирование мотора». (2 часа)</p>	<p>Понятие «алгоритм». Свойства алгоритмов, основное свойство алгоритма, исполнители алгоритмов. Блок-схемы. Среда программирования (среда разработки). Базовые принципы программирования. Визуальная среда программирования, язык для программирования роботов.</p> <p><i>Практическая работа</i> «Сборка модели робота, программирование мотора».</p> <p><i>Основные понятия:</i> модель робота, блок-схема, алгоритм, среда программирования</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i> – изучать принципы программирования в визуальной среде; – изучать принцип работы мотора.</p> <p><i>Практическая деятельность:</i> – собирать робота по схеме; – программировать работу мотора</p>
6	<p>Датчики, функции, принцип работы. Практическая работа «Сборка модели</p>	<p>Знакомство с датчиками, функции, принцип работы. Программирование датчиков.</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i> – характеризовать составные части роботов, датчики в современных</p>

	<p>робота, программирование датчика нажатия».</p> <p>(2 часа)</p>	<p>Изучение, применение и программирование датчика нажатия.</p> <p><i>Практическая работа</i> «Сборка модели робота, программирование датчика нажатия».</p> <p><i>Основные понятия:</i> модель робота, датчик нажатия, программирование</p>	<p>робототехнических системах;</p> <ul style="list-style-type: none"> – изучать принципы программирования в визуальной среде. <p><i>Практическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – собирать модель робота по инструкции; – программировать работу датчика нажатия
7	<p>Создание кодов программ для двух датчиков нажатия. Практическая работа «Программирование модели робота с двумя датчиками нажатия».</p> <p>(2 часа)</p>	<p>Использование датчиков нажатия для ориентирования в пространстве.</p> <p>Чтение схем.</p> <p>Сборка моделей роботов с двумя датчиками нажатия.</p> <p>Анализ конструкции.</p> <p>Возможности усовершенствования модели.</p> <p><i>Практическая работа</i> «Программирование модели робота с двумя датчиками нажатия».</p> <p><i>Основные понятия:</i> модель робота, датчик нажатия, программирование</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – изучать принципы программирования в визуальной среде; – анализировать конструкцию робота; – предлагать варианты усовершенствования модели. <p><i>Практическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – собирать модель робота по инструкции, (по возможности усовершенствовать модель); – программировать работу датчиков нажатия; – составлять программу в соответствии с конкретной задачей
8	<p>Групповой творческий (учебный) проект по робототехнике (разработка модели с ременной или зубчатой передачей, датчиком нажатия): обоснование</p>	<p>Мир профессий в робототехнике: инженер по робототехнике, проектировщик роботов, робототехник.</p> <p><i>Групповой творческий (учебный) проект (разработка модели с ременной или зубчатой</i></p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – определять цель, проблему, продукт проекта; – определять детали для конструкции; – вносить изменения в схему сборки. <p><i>Практическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – определять продукт,

	<p>проекта. Определение этапов группового проекта по робототехнике. Сборка модели. (2 часа)</p>	<p><i>передатчей, датчиком нажатия):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – определение этапов проекта; – распределение ролей и обязанностей в команде; – определение продукта, проблемы, цели, задач; – обоснование проекта; – анализ ресурсов. <p><i>Основные понятия:</i> проект, проблема, идея, усовершенствование</p>	<p>проблему, цель, задачи; анализировать ресурсы</p>
9	<p>Программирование модели робота. Оценка качества модели робота. Испытание модели робота. Подготовка проекта к защите. (2 часа)</p>	<p><i>Групповой творческий (учебный) проект (разработка модели с ременной или зубчатой передатчей, датчиком нажатия):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – выполнение проекта; – испытание робота; – оценка качества модели робота. <p><i>Основные понятия:</i> качество</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – определять критерии оценки качества проектной работы; – анализировать результаты проектной деятельности. <p><i>Практическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – выполнять проект; – оценивать качество работы
10	<p>Защита проекта по робототехнике. Мир профессий в робототехнике: инженер по робототехнике, проектировщик робототехники и др. (2 часа)</p>	<p><i>Групповой творческий (учебный) проект (разработка модели с ременной или зубчатой передатчей, датчиком нажатия):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – самооценка результатов проектной деятельности; – защита проекта. <p><i>Основные понятия:</i> профессия, робототехника</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать результаты проектной деятельности; – называть и характеризовать профессии в сфере робототехники. <p><i>Практическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – защищать творческий проект
	Итого: 20 часов		

ПРИМЕРЫ РАЗРАБОТОК ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Тема урока «Робототехника, сферы применения»

После изучения нового материала предложите обучающимся подумать, пофантазировать, какого бы они хотели сделать робота-помощника и для каких задач. Какими особенностями будет обладать этот робот, будет ли зависеть конструкция робота от выполняемых задач.

Практическая работа «Мой робот-помощник»»

Цель: придумать, нарисовать и описать функции робота.

Задание:

1. Запишите название, функции вашего робота-помощника.
2. Нарисуйте своего робота так, чтобы были понятны особенности его конструкции.
3. Расскажите о своем роботе.
4. Предложите законы для вашего робота.
5. Сделайте выводы по итогам работы.

Тема урока «Конструирование робототехнической модели»

На уроке обучающиеся знакомятся с правилами работы с конструктором, названиями деталей, электронных компонентов и их назначением.

Особое внимание обучающихся следует обратить на выполнение правил безопасной работы, порядка получения и сдачи учителю набора деталей, соблюдение порядка на рабочем месте.

На практической работе важно формировать техническую наблюдательность: предложите обучающимся прокомментировать особенности внешнего вида деталей, предположить, как они соединяются, запомнить названия и назначение, а также место в контейнере.

Ход практической работы может быть иным, так как в наличии могут быть конструкторы, отличающиеся по своему составу.

Если конструкторов нет, то предложите изучить робототехнические модели в доступном симуляторе.

В целях формирования навыков самооценки и самоконтроля предлагайте обучающимся после выполнения практических работ оценивать свою работу по карте контроля.

Ниже приводится обобщенный пример такой карты контроля: обучающемуся должно быть понятно, за что прибавляются баллы, а за что уменьшаются.

Практическая работа «Сортировка деталей конструктора»

Цель: изучить и выполнять правила работы с робототехническим конструктором, изучить состав конструктора, запомнить названия деталей.

Задание:

1. Откройте контейнер с конструктором.
2. Извлеките все балки. Разделите их на группы по разным признакам. Запомните, как они называются, как их можно соединять.
3. Изучите все имеющиеся рамки и пластины, рассмотрите, подумайте, для каких целей их можно использовать, запомните места их хранения в боксах.
4. Достаньте несколько разных штифтов и осей. Изучите их особенности, попробуйте скрепить ими балки, запомните назначение.
5. Извлеките из отсеков, разложите по группам и рассмотрите оставшиеся конструктивные детали.
6. Достаньте электронные компоненты. Сгруппируйте их, разложив отдельно: провода датчиков, датчики, кабель для программирования робота, контроллер, моторы.
7. Разложите электронные компоненты по боксам согласно инструкции.
8. Сделайте выводы о проделанной работе.

Карта контроля выполненной работы (пример)

<i>№ n/n</i>	<i>Критерий</i>	<i>Балл</i>
1	Правила безопасной работы выполнялись	1
2	Организация рабочего места соблюдается (все манипуляции с деталями выполняются на поддоне)	1
3	Сортировка конструкционных деталей выполнена верно	1
4	Сортировка электронных компонентов выполнена верно	1
5	Рабочее место убрано, конструктор сдан	1
Итого:		5

Тема урока «Механическая передача, ее виды»

На уроке обучающиеся начинают осваивать конструирование. Важно с первых уроков ввести понятия прочность, жесткость, устойчивость, надежность, ресурс, а также поговорить о соответствии конструкции выполняемым функциям, безопасности, эстетичности, эргономичности и прочим характеристикам технической системы.

Объясняя понятия подвижное и неподвижное, разъемное и неразъемное соединения, механическая передача, предложите обучающимся выполнять сборку-пример такого соединения, передачи или приводить примеры из окружающего пространства, личного опыта.

Практическая работа выполняется по инструкции сборки и под руководством учителя, она может быть дополнена заданиями, в том числе на расчет передаточного числа. Сборка по инструкции также должна быть осознанной: обучающиеся соотносят изображение в инструкции и порядок сборки, называют детали, комментируют варианты креплений, соединений, результаты сборки.

Практическая работа

«Сборка модели с ременной или зубчатой передачей»

Цели: собрать из деталей робототехнического конструктора модели ременной и (зубчатой) передачи или выполнить сборку в робосимуляторе.

Задачи:

1. Сконструируйте по образцу, предложенному в вашем робототехническом конструкторе, модель прямой ременной или зубчатой передачи.

2. Постройте модель повышающей передачи.

3. Постройте модель понижающей передачи.

4. Выполните полную разборку передаточного механизма, разложите детали по боксам контейнера.

5. Приведите рабочее место в порядок, сдайте конструктор учителю или дежурному.

Карта контроля выполненной работы (пример)

<i>№ n/n</i>	<i>Критерий</i>	<i>Балл</i>
1	Правила безопасной работы выполнялись	1
2	Сборка и демонстрация модели прямой передачи выполнены	1
3	Сборка и демонстрация модели повышенной передачи выполнены	1
4	Сборка и демонстрация модели пониженной передачи выполнены	1
5	Рабочее место убрано, конструктор сдан	1
Итого:		5

Тема урока «Электронные устройства: двигатель и контроллер»

На уроке обучающиеся знакомятся с устройством двигателя и контроллера, а также с визуальной средой программирования, основными блоками для составления скриптов управления мотором.

Ниже приведен пример практической работы, который можно дополнить другими заданиями в зависимости от подготовленности обучающихся.

Практическая работа

«Подключение мотора к контроллеру, управление вращением»

Цель: изучить способы подключения мотора к контроллеру и научиться управлять вращением мотора из визуальной среды.

Задачи:

1. Проверить работоспособность электромотора, подключив его к контроллеру.
2. Составить программу управления электромотором.
3. Загрузить программу в контроллер, проверить ее работу.
4. Изменить программу так, чтобы изменилось направление и скорость вращения вала электромотора, проконтролировать работу программы.

Последовательность выполнения задания (пример):

1. Возьмите контроллер и электродвигатель. Убедитесь, что они не имеют внешних повреждений.

2. Используя инструкцию к робототехническому конструктору (или иной носитель информации), изучите устройство вашего контроллера. Постарайтесь запомнить расположение органов управления, индикации, а также портов подключения внешних устройств.

3. Установите элементы питания в контроллер, строго соблюдая полярность.

4. Подключите электродвигатель к портам (порту) вашего контроллера.

Включите питание контроллера, убедитесь, что входной вал электромотора вращается, и выключите. Такой способ позволяет проверить работоспособность мотора.

5. Управление электродвигателем осуществляется из визуальной среды. Запустите доступную вам программу. Найдите блоки управления мотором.

6. Соедините контроллер с компьютером (кабелем из набора) и убедитесь в соединении. Используя инструкцию к вашему конструктору и соответствующую среду программирования запрограммируйте мотор, так чтобы он выполнил следующие задачи:

6.1. Мотор вращается по часовой стрелке со скоростью 500 у.е. 2 с и останавливается.

6.2. Мотор вращается против часовой стрелки со скоростью 1000 у.е. 3 с, затем по часовой стрелке со скоростью 500 у.е. 3 с и останавливается.

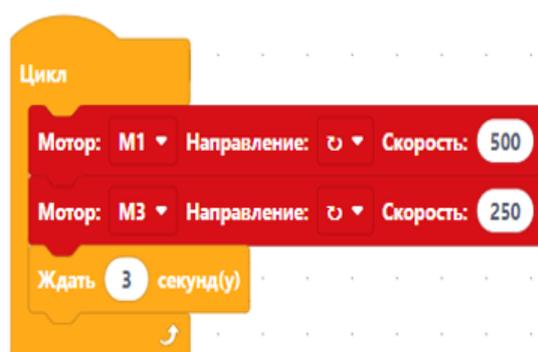
7. Отсоедините мотор, контроллер, извлеките батарейки. Приведите рабочее место в порядок, сдайте детали конструктора учителю или дежурному.

Тема урока «Алгоритмы. Роботы как исполнители»

Материал этого урока достаточно сложен для обучающихся, так как выполнять программирование движения и поворотов робота не у всех получится сразу. Поэтому для начала можно рассмотреть понятие «алгоритм» на простых бытовых примерах (например, умывание), предложить составить блок-схемы в тетради, а затем перейти в визуальную среду программирования.

Освоив основные блоки (цикл, конфигурация, мотор, ждать, остановить моторы) и задачи для мотора, обучающиеся могут выполнить практическую работу по программированию движения и поворотов мотора.

Предложите обучающимся представить движение автомобиля равномерное прямо, поворот налево, направо, разворот и описать, с какой скоростью вращаются правые и левые колеса автомобиля при движении прямо, а при каком движении правые и левые колеса вращаются с разной скоростью.



Скрипт «Плавный поворот»



Скрипт «резкий поворот»

Предложите прочитать разные скрипты и описать движения модели робота. Составить аналогичные скрипты и другие по заданию практической работы.

Практическая работа

«Сборка модели робота, программирование мотора»

Цель: собрать модель мобильного робота по инструкции из имеющегося конструктора или в робосимуляторе, составить программу для выполнения поворотов.

Задачи:

1. Изучите инструкцию сборки робота (на примере вашего конструктора), выполните сборку модели колесного робота.

2. Составить программы на движение для выполнения поворотов 3 видов: *плавного, резкого и поворота на месте.*

3. Составить программу и запрограммировать робота для движения по траектории «квадрат».

Последовательность выполнения задания (пример):

1. Выполните сборку модели колесного робота.

2. По окончании сборки убедитесь в ее правильности: проверьте, как подключены моторы.

3. Установите элементы питания или аккумуляторы в батарейный отсек контроллера.

4. Откройте среду программирования и составьте программу для выполнения плавного поворота.

Добейтесь необходимого результата, изменяя время задержки и скорость вращения моторов. Результаты записывайте в тетрадь:

M1 – скорость ..., время задержки...,

M2 – скорость ..., время задержки...

5. Составьте программу для выполнения резкого поворота.

6. Составьте программу для поворота на месте. Обратите внимание, что для поворота на месте необходимо задать одинаковую скорость работы обоих моторов, но в противоположных направлениях.

7. Составьте программу, при выполнении которой робот проедет траекторию «квадрат» и остановится.

8. По окончании работы: выключите контроллер, извлеките элементы питания из него и сложите их в специальную коробку.

9. Разберите модель двухколесного робота и сложите детали в контейнер.

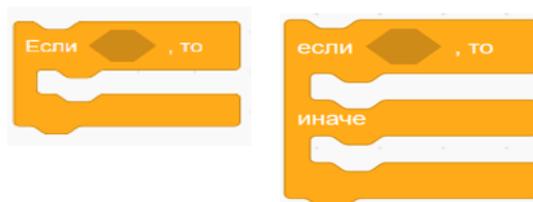
10. Приведите в порядок рабочее место, сдайте контейнер учителю.

Карта контроля выполненной работы (пример)

№ n/n	Критерий	Балл
1	Робот собран в соответствие с инструкцией, правила ТБ соблюдены	1
2	Скрипт «Плавный поворот» составлен	2
3	Скрипт «Резкий поворот» составлен	2
4	Скрипт «Поворот на месте» составлен	2
5	Скрипт «Движение по квадрату» составлен	2
6	Рабочее место убрано, конструктор сдан	1
Итого:		10
Перевод баллов в отметку: «5» – 8–10 баллов «4» – 7–6 баллов «3» – 5–4 балла		

Тема урока «Датчики, функции, принцип работы»

Изучая датчики, обучающиеся должны запомнить блоки для их программирования и «условные операторы». Предложите проанализировать готовые скрипты, описать, какие решения принимает робот на основе полученных данных от датчиков.



Блоки «Условных операторов»

Практическая работа

«Сборка модели робота, программирование датчика нажатия»

Цель: собрать модель робота по инструкции и составить программу с использованием датчика нажатия.

Задачи:

1. Выполнить сборку модели робота с датчиком нажатия из имеющегося конструктора или в робосимуляторе.

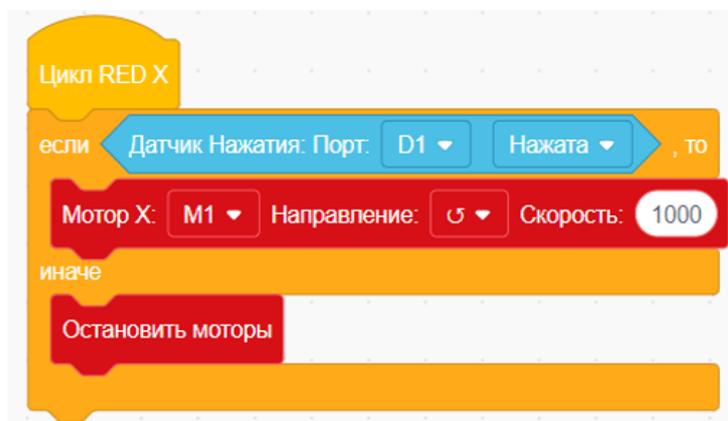
2. Составить программу в визуальной среде программирования так, чтобы для выполнения задачи был использован датчик нажатия.

Последовательность выполнения задания (пример):

1. Изучите схему сборки робота на примере имеющегося конструктора или робосимулятора, выполните сборку.

2. Подключите датчик нажатия и электромотор к контроллеру.

3. Запустите программу, откройте вкладку «Датчики» и поместите на рабочее поле блок «Датчик Нажатия». Составьте следующий скрипт. Проанализируйте и опишите движение робота.



Скрипт управления мотором с помощью датчика нажатия

4. Подключите робота к компьютеру и загрузите скрипт в контроллер.
5. Проверьте работу составленного скрипта, проанализируйте результаты.
6. Выключите контроллер, извлеките элементы питания из него и сложите их в специальную коробку.

7. Разберите модель робота и сложите детали в контейнер.

8. Приведите в порядок рабочее место, сдайте контейнер учителю.

Тема урока «Создание кодов программ для двух датчиков нажатия»

Программирование модели робота с двумя датчиками нажатия предваряет изучение логических операторов.



Логические операторы **И**, **ИЛИ** и **НЕ**

Обучающимся также можно предложить для анализа готовые скрипты, затем перейти к практической работе.

Обсудите, как будет ориентироваться робот, имеющий только датчики нажатия: наталкивается на препятствие и объезжает и т. д. Значит, и программа должна соответствовать такому виду навигации.

Практическая работа

«Программирование модели робота с двумя датчиками нажатия»

Цель: собрать модель робота по инструкции, составить программу для ориентации робота с помощью двух датчиков нажатия.

Задачи:

1. Выполнить сборку модели колесного робота с двумя датчиками нажатия из имеющегося конструктора или в робосимуляторе.
2. Составить программу в среде программирования для выполнения алгоритма движения робота по прямоугольному помещению с двумя датчиками нажатия.

Последовательность выполнения задания (пример):

1. Выполните сборку колесного робота с двумя датчиками нажатия.
2. Подключите датчики нажатия, моторы постоянного тока к контроллеру.
3. Составьте скрипт алгоритма навигации робота в прямоугольном помещении.
4. Включите компьютер. Протестируйте программу движения робота. Скорректируйте программу при необходимости.
5. Выключите контроллер, извлеките элементы питания.
6. Разберите модель робота и сложите детали в контейнер.
7. Приведите в порядок рабочее место, сдайте контейнер учителю.

Тема урока «Групповой творческий (учебный) проект по робототехнике (разработка модели с ременной или зубчатой передачей, датчиком нажатия)»

Проект по робототехнике в 5 классе достаточно сложен для обучающихся, поэтому предполагает выполнение усовершенствование тех моделей, которые были изучены.

Предложите группам обучающихся продумать идеи, которые могут решить те или иные проблемы, ограничив их заданием: должна быть обязательно создана модель с ременной или зубчатой передачей, датчиком нажатия.

Выполнение проекта по этапам.

Групповой творческий (учебный) проект (разработка модели с ременной или зубчатой передачей, датчиком нажатия):

- определение этапов проекта;
- распределение ролей и обязанностей в команде;
- определение продукта, проблемы, цели, задач;
- обоснование проекта;
- анализ ресурсов;
- выполнение проекта;
- самооценка результатов проектной деятельности;
- защита проекта.

Тема урока «Защита проекта по робототехнике. Мир профессий в робототехнике: инженер по робототехнике, проектировщик робототехники и другие»

От защиты проектов можно перейти к знакомству с профессиями в сфере робототехники или, наоборот, начав с защиты, предложить рассказать, какие знания и умения, полученные на уроках робототехники, нужны специалистам, чему еще нужно научиться.

Обучающихся необходимо подвести к нескольким выводам:

- к выбору профессии необходимо подходить осознанно, всесторонне изучив информацию о ней;
- профессий в сфере робототехники с каждым годом появляется все больше и больше. Роботы проникают во все сферы деятельности человека, поэтому специалисты становятся все более востребованными, особенно те, кто умеет придумывать новых роботов, конструировать и программировать их.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

АТОМАТ (автоматическое устройство) – механизм или техническое устройство из нескольких механизмов, способное многократно выполнять одну и ту же последовательность действий без участия человека. Эта последовательность закладывается в автомат в процессе проектирования и не подлежит изменению в процессе эксплуатации.

АВТОНОМНОСТЬ – способность робота выполнять рабочие задачи на основе данных об окружающей среде без вмешательства человека.

АВТОМАТИЗАЦИЯ – процесс развития производства, связанный с частичной заменой человека в производственных процессах, где автоматическое устройство справляется с работой эффективнее. Человек при этом контролирует весь технологический процесс и настройку конкретных программ и приборов.

АЛГОРИТМ – это описание последовательности действий, приводящих к решению задачи. В программировании – последовательность команд, предназначенная для исполнителя, в результате выполнения которых решается конкретная задача. Существуют словесные и графические записи алгоритмов, которые используются в разных средах программирования.

БЛОК-СХЕМА – один из видов графического (визуального) представления информации, описывающий алгоритмы или процессы, которые изображены в виде отдельных блоков различной формы и линий, показывающих взаимосвязи между ними.

ВИЗУАЛЬНАЯ СРЕДА ПРОГРАММИРОВАНИЯ – программное обеспечение, которое позволяет создавать программы с помощью графических блоков вместо текстового кода.

СРЕДА ПРОГРАММИРОВАНИЯ – совокупность программных средств (программ), обеспечивающих разработку (написание) программ для управления роботами.

ПРОГРАММИРОВАНИЕ – в практической плоскости – это действие по разработке программы управления роботом (выполнения конкретного задания).

ДАТЧИК – электронное устройство, воспринимающее внешние воздействия и реагирующие на них изменением электрических сигналов на выходе.

ДЕТАЛИ КОНСТРУКЦИОННЫЕ – элементы (компоненты), из которых собирается конструкция робота и его части (например, механические или исполнительные передачи). К ним обычно относят корпусные детали, крепежные детали, детали передач и пр.

КОНСТРУКЦИЯ (по отношению к техническому устройству, роботу) – совокупность деталей, компонентов и модулей робота, находящихся между собой во взаимосвязи (соединении частей) и обеспечивающих его функциональность, работу по заданным функциям. Базовые элементы конструкции робота: корпус или рама, система управления, датчики, манипуляторы или исполнительные механизмы, ходовая часть.

КОНСТРУИРОВАНИЕ РОБОТА – создание конкретной конструкции робота по схеме (модели), инструкции, техническому заданию, технологической карте, собственному замыслу. В образовательной робототехнике, как правило, создают модели роботов (а не их самих).

КОНТРОЛЛЕР (микроконтроллер) – это электронное управляющее устройство (от англ. *controller*), которое предназначено для управления роботом по заданному алгоритму (программе).

МЕХАНИЧЕСКАЯ ПЕРЕДАЧА (от греч. приспособление, устройство) – техническое устройство, предназначенное для передачи движения и преобразования энергии. Является составной частью машины, прибора, аппарата. Виды механизмов (по функциям): механизмы двигателей и преобразователей, передаточные механизмы, исполнительные механизмы, механизмы управления и контроля, механизмы транспортировки, механизмы автоматического счета и пр.

РОБОТ – автономное техническое устройство, которое обладает подвижностью и действует по заранее заложенной программе.

РОБОТОТЕХНИКА – научная и технологическая область (прикладная наука), которая занимается проектированием, производством и применением роботов и робототехнических систем.

РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЙ КОНСТРУКТОР – образовательный набор (конструктор), состоящий из деталей, компонентов и моделей, позволяющий конструировать, программировать и испытывать модели роботов, в основном в образовательных целях.

РОБОТИЗАЦИЯ – часть автоматизации с использованием роботов и робототехнического оборудования: роботы заменяют человека на производственной линии, позволяя значительно повысить эффективность производства (увеличить скорость, снизить затраты).

СКРИПТ (сценарий) – небольшая программа (набор команд), которая выполняет конкретную задачу в программировании робота. Такие программы позволяют использовать простые наборы повторяющихся действий в написании новых более сложных программ.

ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ (или электромотор) – электрическая машина, преобразующая электрическую энергию в механическую.

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ – части робота, имеющие отношение к электронике – датчики, микроконтроллер, электромоторы, сервоприводы и пр. (в робототехническом конструкторе обычно выделяются электронные и конструктивные компоненты, относящиеся к механической конструкции робота).

6 КЛАСС

В 6 классе обучающиеся продолжают изучать конструирование и программирование робототехнических моделей на примере транспортных роботов. Первые уроки посвящаются изучению общей конструкции и отдельно конструированию гусеничного и колесного шасси. Особое внимание обращается на способы крепления контроллера, моторов, сервомоторов, датчиков.

В конструкции транспортных роботов чаще всего для навигации используются ультразвуковые и инфракрасные датчики, поэтому следует уделить внимание устройству, принципам работы этих датчиков, сравнить их, выделить преимущества и недостатки. Предложите более подготовленным обучающимся собрать роботов с двумя видами датчиков, энкодером, составить программу для движения.

Подводя итоги изучения робототехники в 6 классе, обучающиеся также выполняют проект, который может быть направлен на совершенствование конструкции робота или разработку новой, а также на составление новых или доработку ранее составленных программ для транспортных роботов.

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

<i>№ n/n</i>	<i>Наименование темы</i>	<i>Содержание темы</i>	<i>Основные виды деятельности обучающихся</i>
1	Мобильная робототехника. Транспортные роботы. Практическая работа «Характеристика транспортного робота». (2 часа)	Мобильная робототехника. Функциональное разнообразие роботов. Общее устройство роботов. Механическая часть. Транспортные роботы. Назначение, особенности. Классификация транспортных роботов по способу перемещения грузов, способу управления, конструкции и др. Гусеничные и колесные транспортные роботы.	<i>Аналитическая деятельность:</i> – называть виды роботов; – описывать назначение транспортных роботов; – классифицировать конструкции транспортных роботов; – объяснять назначение транспортных роботов. <i>Практическая деятельность:</i> – составлять характеристику транспортного робота

		<p><i>Практическая работа</i> «Характеристика транспортного робота».</p> <p><i>Основные понятия:</i> мобильная робототехника, транспортный робот</p>	
2	<p>Простые модели роботов с элементами управления.</p> <p>Практическая работа «Конструирование робота. Программирование поворотов робота». (2 часа)</p>	<p>Роботы на гусеничном ходу.</p> <p>Сборка робототехнической модели.</p> <p>Управление робототехнической моделью из среды визуального программирования.</p> <p>Прямолинейное движение вперед.</p> <p>Движение назад.</p> <p><i>Практическая работа</i> «Конструирование робота. Программирование поворотов робота».</p> <p><i>Основные понятия:</i> робот на гусеничном ходу, программирование</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать конструкции гусеничных роботов; – планировать управление моделью с заданными параметрами с использованием программного управления. <p><i>Практическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – собирать робототехнические модели с элементами управления; – определять системы команд, необходимых для управления; – осуществлять управление собранной моделью
3	<p>Роботы на колесном ходу. Практическая работа «Сборка робота и программирование нескольких светодиодов». (2 часа)</p>	<p>Роботы на колесном ходу.</p> <p>Понятие переменной.</p> <p>Оптимизация программ управления роботом с помощью переменных.</p> <p>Разнообразие конструктивных решений.</p> <p>Светодиоды: назначение и программирование.</p> <p><i>Практическая работа</i> «Сборка робота и программирование нескольких светодиодов».</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать конструкции колесных роботов; – характеризовать особенности светодиода. <p><i>Практическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – собирать модель колесного робота с светодиодами; – оптимизировать программу с использованием переменной

		<p><i>Основные понятия:</i> переменная, светодиод, робот на колесном ходу</p>	
4	<p>Датчики расстояния, назначение и функции. Практическая работа «Программирование работы датчика расстояния». (2 часа)</p>	<p>Датчики расстояния, линии и другие как элементы управления схемы робота. Датчик расстояния – ультразвуковой датчик (УЗД). Понятие обратной связи. Назначение, функции УЗД, принципы их работы, сферы применения. Датчик наклона (акселерометр), назначение, принцип работы, применение в робототехнике.</p> <p><i>Практическая работа</i> «Программирование работы датчика расстояния».</p> <p><i>Основные понятия:</i> датчик расстояния</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i> – называть и характеризовать датчики, использованные при проектировании транспортного робота; – анализировать функции датчика расстояния.</p> <p><i>Практическая деятельность:</i> – выполнять сборку модели робота с датчиком расстояния; – программировать работу датчика расстояния</p>
5	<p>Датчики линии, назначение и функции. Практическая работа «Программирование работы датчика линии». (2 часа)</p>	<p>Датчик линии (инфракрасный датчик ИК), назначение, функции датчика и принципы их работы. Сферы использования ИК датчика. ИК датчик в конструкции робота.</p> <p><i>Практическая работа</i> «Программирование работы датчика линии».</p> <p><i>Основные понятия:</i> датчик линии</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i> – называть и характеризовать датчик линии; – анализировать функции датчика линии.</p> <p><i>Практическая деятельность:</i> – выполнять сборку модели робота с датчиком линии; – программировать работу датчика линии</p>

6	<p>Программирование моделей роботов в компьютерно управляемой среде. Практическая работа «Программирование модели транспортного робота».</p> <p>(2 часа)</p>	<p>Понятие широтно-импульсной модуляции. Изучение интерфейса визуального языка программирования, основные инструменты и команды программирования роботов.</p> <p><i>Практическая работа</i> «Программирование модели транспортного робота».</p> <p><i>Основные понятия:</i> широтно-импульсная модуляция</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – изучение интерфейса конкретного языка программирования; – изучение основных инструментов и команд программирования роботов. <p><i>Практическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – собирать модель робота по инструкции; – запрограммировать датчики модели робота
7	<p>Сервомотор, назначение, применение в моделях роботов. Практическая работа «Управление несколькими сервомоторами».</p> <p>(2 часа)</p>	<p>Знакомство с сервомотором. Устройство, назначение и использование сервопривода в разных механизмах, машинах, бытовой технике. Программирование управления сервомотором.</p> <p><i>Практическая работа</i> «Управление несколькими сервомоторами».</p> <p><i>Основные понятия:</i> сервомотор, программирование</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – изучение основных инструментов и команд программирования роботов. <p><i>Практическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – собирать робота; – запрограммировать датчики и сервомоторы модели робота; – проводить испытания
8	<p>Движение модели транспортного робота. Практическая работа «Проведение испытания, анализ разработанных программ».</p> <p>(2 часа)</p>	<p>Разработка программы для реализации движения транспортного робота с использованием датчиков. Энкодер, устройство, применение в робототехнике. Разработка модели транспортного робота</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – программирование движения робота с использованием энкодера. <p><i>Практическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – собирать робота по инструкции; – запрограммировать модель робота;

		<p>с энкодером. Расчет и программирование движения робота.</p> <p><i>Практическая работа</i> «Проведение испытания, анализ разработанных программ».</p> <p><i>Основные понятия:</i> энкодер, программирование</p>	<p>– проводить испытания модели</p>
9	<p>Групповой учебный проект по робототехнике (модель транспортного робота): обоснование проекта, анализ ресурсов, разработка модели. (2 часа)</p>	<p><i>Групповой учебный проект по робототехнике</i> (разработка модели транспортного робота):</p> <ul style="list-style-type: none"> – определение этапов проекта; – распределение ролей и обязанностей в команде; – определение продукта, проблемы, цели, задач; – обоснование проекта; – анализ ресурсов; – выполнение проекта; – сборка и программирование модели робота. <p><i>Основные понятия:</i> проект, проблема, продукт, конструкция, модель робота</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – определять цель, проблему, продукт проекта; – определять детали для конструкции проектной модели робота. <p><i>Практическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – собирать робота по инструкции; – программировать модель транспортного робота
10	<p>Подготовка проекта к защите. Испытание модели робота. Защита проекта по робототехнике. Мир профессий. Профессии в области робототехники: мобильный робототехник,</p>	<p>Профессии в области робототехники: мобильный робототехник, робототехник в машиностроении и др.</p> <p><i>Групповой учебный проект по робототехнике</i> (разработка модели транспортного робота):</p> <ul style="list-style-type: none"> – выполнение проекта; 	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – характеризовать профессии в области робототехники; – анализировать результаты проектной деятельности. <p><i>Практическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – проводить испытания модели; – защищать творческий проект

робототехник в машиностроении и другие. (2 часа)	– самооценка результатов проектной деятельности; – защита проекта. <i>Основные понятия:</i> профессия, робототехника	
Итого: 20 часов		

ПРИМЕРЫ РАЗРАБОТОК ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Тема урока «Мобильная робототехника. Транспортные роботы»

Основные задачи урока – познакомить обучающихся с видами мобильных, транспортных роботов, предложить классифицировать их по разным основаниям, проанализировать конструкции разных роботов. Во время практической работы обучающиеся собирают по инструкции модель робота и анализируют основные параметры, составляют программу для движения прямо (большая часть заданий на повторение изученного в 5 классе).

Практическая работа «Характеристика транспортного робота»

Цель: собрать модель транспортного робота и составить его характеристику.

Задание:

1. Изучите инструкцию по сборке и соберите модель транспортного робота из деталей конструктора или в робосимуляторе.
2. Выполните сборку транспортного робота.
3. Составьте программу для движения робота прямо.
4. Составьте характеристику модели транспортного робота:
 - измерьте параметры робота: габариты (длина, ширина, высота); клиренс (расстояние между поверхностью и самой нижней точкой конструкции робота);
 - запрограммируйте движение по времени от 2 до 5 с, запускайте модель и записывайте, какое расстояние успевает преодолеть робот.
5. Сделайте вывод о результатах работы.

Тема урока «Простые модели роботов с элементами управления»

Урок посвящен изучению роботов на гусеничном ходу, их применения, преимуществ и недостатков гусеничного транспорта. Предложите обучающимся подумать, чем обусловлено данное размещение контроллера, моторов, изучить сборку гусеничного шасси так, чтобы обучающиеся смогли в дальнейшем самостоятельно собрать и даже улучшить сборку.

Применение навыков программирования поворотов робота позволяет повторить изученное в 5 классе и пронаблюдать движение гусеничного робота.

Практическая работа

«Конструирование робота. Программирование поворотов робота»

Цель: собрать модель робота на гусеничном ходу, составить программу для движения и протестировать.

Задание:

1. Изучите инструкцию по сборке модели гусеничного транспортного робота.
2. Соберите модель гусеничного робота.
3. Составьте программы для движения гусеничного робота с поворотами в среде программирования для следующих видов поворотов:
 - плавный поворот;
 - резкий поворот;
 - поворот на месте.
4. Проведите испытания модели робота, запишите результаты.
5. Сделайте вывод о результатах работы.
6. Выключите контроллер, извлеките элементы питания.
7. Разберите модель гусеничного робота и сложите детали в контейнер.
8. Сдайте рабочее место и контейнер учителю.

Тема урока «Роботы на колесном ходу»

На уроке обучающиеся осваивают особенности конструкции колесного шасси, устройство и принципы работы светодиода и зуммера, а также составляют программы для выполнения задач этими исполнителями.

Наиболее сложный материал для изучения – понятие «переменная» в программировании и ее использование в скриптах для зуммера и/или светодиода.

Практическая работа

«Сборка робота и программирование нескольких светодиодов».

Цель: собрать модель транспортного колесного робота с несколькими светодиодами или RGB – светодиодом (при наличии в наборе) и зуммером, составить программу управления и провести испытание модели.

Задачи:

1. Изучите инструкцию по сборке модели колесного робота.
2. Соберите модель робота, например, для работы на складе, в цехе, на территории предприятия.
3. Составьте программу с переменной для прямолинейного движения робота, например, от склада до цеха и обратно (такой цикл робот может повторять несколько часов на реальном предприятии) с остановками и сигнализацией – несколько циклов:
 - зеленым цветом и одним коротким сигналом зуммера при подъезде к объекту № 1 (например, склад);
 - красным цветом и двумя короткими сигналами зуммера – при подъезде к объекту № 2 (например, цех или конвейер).
4. Проведите испытания модели робота. Сделайте вывод о результатах работы.
5. Разберите модель робота и сложите детали в контейнер.
6. Сдайте рабочее место и контейнер учителю.

Тема урока «Датчики расстояния, назначение и функции»

Обучающиеся в 5 классе познакомились с датчиками, освоили, для чего они нужны. В 6 классе они изучают и программируют датчики, которые позволяют роботу ориентироваться: (ультразвуковой (УЗД) и инфракрасный (ИК)), а также определять свое положение в пространстве (направление, степень и скорость отклонения) с помощью датчика наклона (акселерометр).

Следует обратиться к личному опыту обучающихся, чтобы они вспомнили и привели примеры из жизни, где и при каких условиях они использовали или наблюдали работу датчиков.

Предложите изучить устройство и принципы работы ультразвукового датчика, собрать модель робота с запрограммировать УЗД, используя блок «Ультразвуковой датчик». Следует обратить внимание обучающихся на размещение датчика в конструкции робота.

Практическая работа «Программирование работы датчика расстояния»

Цель: собрать модель транспортного робота с УЗД и составить программу для движения робота с его использованием.

Задачи:

1. Сконструировать модель транспортного робота с ультразвуковым датчиком расстояния.
2. Составить программы (пример):
 - робот движется до объекта прямо, а при приближении на расстояние до 5 см, останавливается;
 - робот движется за объектом (например, флажком); если объект убрать, останавливается;
 - робот движется до объекта прямо, а при приближении на расстояние до 10 см, поворачивает направо и движется прямо до следующего препятствия и так далее.
3. Проведите испытания модели робота. Сделайте вывод о результатах работы.
4. Разберите модель робота и сложите детали в контейнер.
5. Сдайте рабочее место и контейнер учителю.

Тема урока «Датчики линии, назначение и функции»

Инфракрасный датчик чаще всего используется в робототехническом конструировании для движения модели робота по черной линии. Предложите

обучающимся привести примеры из личного опыта по использованию ИК излучения в бытовых приборах, изучить устройство и программирование ИК датчика.

На этом уроке также можно познакомить обучающихся и с датчиком цвета и его использованием в промышленности, сортировке и других задачах.

Практическая работа «Программирование работы датчика линии»

Цели: собрать модель транспортного робота с ИК датчиком (линии), составить программу для движения робота по линии.

Задачи:

1. Сконструировать модель транспортного робота с ИК датчиком по инструкции.

2. Составить программу в графической среде программирования для выполнения движения робота:

– прямо по черной линии (уточнить длину маршрута или время заезда).

3. Проведите испытания модели робота. Сделайте вывод о результатах работы.

4. Разберите модель робота и сложите детали в контейнер.

5. Сдайте рабочее место и контейнер учителю.

Тема урока «Программирование моделей роботов в компьютерно управляемой среде»

Предложите обучающимся привести примеры из личного опыта, когда они сами выполняли регулировку – увеличивали или уменьшали яркость свечения, например, экрана телефона, лампы.

Выполните совместно с обучающимися тренировочную работу по программированию светодиодов и/или пьезоэлемента с использованием широтно-импульсной модуляции (ШИМ), затем предложите собрать модель транспортного робота и выполнить практическую работу.

Практическая работа «Программирование модели транспортного робота»

Цель: собрать модель транспортного робота, составить программу с использованием ШИМ и протестировать его работу.

Задачи:

1. Выполните сборку модели транспортного робота (например, погрузчика), к которому будут подключены 1 светодиод и 1 пьезоэлемент из имеющегося конструктора или в робосимуляторе.

2. Составьте программу в визуальной среде программирования (уточните параметры самостоятельно):

- робот движется вперед и мигает светодиодом;
- робот движется назад и издает короткие нарастающие звуки.

3. Проведите испытания модели робота. Сделайте вывод о результатах работы.

4. Разберите модель робота и сложите детали в контейнер.

5. Сдайте рабочее место и контейнер учителю.

Тема урока «Сервомотор, назначение, применение в моделях роботов»

Сервомотор (сервопривод) – очень важное технологическое решение для многих задач и в робототехнике, и автоматизации разных процессов. Также обучающиеся смогут привести примеры, где такие сервомоторы применяются, например, в конструкции автомобиля, самолета, в бытовых устройствах.

Предложите изучить конструкцию и блоки программирования сервопривода, а затем выполнить практическую работу.

Практическая работа «Управление двумя сервомоторами»

Цель: собрать модель робота с сервоприводами, составить программу и протестировать ее работу.

Задачи:

1. Выполните сборку модели робота с двумя сервоприводами из имеющегося конструктора или в робосимуляторе.

2. Составьте программу в визуальной среде программирования для управления двумя сервоприводами.

3. Проведите испытания модели робота. Сделайте вывод о результатах работы.

4. Разберите модель робота и сложите детали в контейнер.

5. Сдайте рабочее место и контейнер учителю.

Тема урока «Движение модели транспортного робота»

Для более точного управления роботом используют энкодер, с конструкцией и использованием которого необходимо познакомить обучающихся.

Практическая работа

«Проведение испытания, анализ разработанных программ»

Цель: собрать модель транспортного робота с энкодером, составить и протестировать программу.

Задачи:

1. Выполните сборку модели робота с энкодером (при наличии в наборе).

2. Составьте программу в визуальной среде программирования, где с помощью энкодера происходит точное управление роботом.

3. Проведите испытания модели робота. Сделайте вывод о результатах работы.

4. Разберите модель робота и сложите детали в контейнер.

5. Сдайте рабочее место и контейнер учителю.

Тема урока «Групповой учебный проект по робототехнике

(модель транспортного робота): обоснование проекта, анализ ресурсов, разработка модели»

На проект отводится немного времени, поэтому следует предложить обучающимся обдумывать тему, проблему и актуальность идеи еще на первых уроках изучения модуля: какую модель из собираемых на уроках можно усовершенствовать, оценить, например, другое расположение датчиков,

сервомоторов, дополнить модель энкодером, зуммером, датчиком нажатия и т. д. в соответствии с определенной проблемой.

Групповой учебный проект по робототехнике (разработка модели транспортного робота):

- определение этапов проекта;
- распределение ролей и обязанностей в команде;
- определение продукта, проблемы, цели, задач;
- обоснование проекта;
- анализ ресурсов;
- выполнение проекта;
- самооценка результатов проектной деятельности;
- подготовка к защите и защита проекта

**Тема урока «Подготовка проекта к защите. Испытание модели робота.
Защита проекта по робототехнике. Мир профессий. Профессии в области
робототехники: мобильный робототехник, робототехник
в машиностроении и другие»**

В 6 классе так же, как и в 5, можно предложить обучающимся обдумать, какие трудовые функции, выполняемые специалистами в области робототехники, были освоены при изучении модуля; какие знания и умения еще нужно освоить, какие школьные предметы помогут в изучении робототехники.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

ГУСЕНИЧНЫЙ ХОД (или движитель) – движитель самоходных машин и механизмов, которые передвигаются за счет перематывания гусеничных лент по дороге (поверхности движения).

ДАТЧИК ИНФРАКРАСНЫЙ – электронный компонент, который передает и распознает ИК излучение для обнаружения определенных предметов/препятствий в пределах его досягаемости. Его особенность – обнаружение тепла и движения.

ДАТЧИК НАКЛОНА (акселерометр) – это электронное устройство (прибор) для измерения ускорения, он определяет изменение положения (направление, степень и скорость отклонения) робота в пространстве.

ДАТЧИК УЛЬТРАЗВУКОВОЙ – это электронное устройство, которое позволяет определять расстояние до объекта при помощи ультразвука.

КОЛЕСНЫЙ ХОД (или движитель) – движитель самоходных машин и механизмов, которые передвигаются за счет перекачивания колес по дороге (поверхности движения).

МОБИЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА – область робототехники, сосредоточенная на проектировании, создании и анализе роботизированных систем, способных к передвижению.

ПЕРЕМЕННАЯ (в программировании) – представляет собой участок памяти (имеющий имя, либо адресуемый), в котором хранятся данные – значения самой переменной. Изменение данных в переменной позволяют изменять программу и составлять более сложные варианты программ.

СВЕТОДИОД – электронный компонент, который проводит электрический ток только в одну сторону и при этом начинает излучать свет. Электронным компонентом, способным излучать весь спектр цветов, является RGB-светодиод. У этого светодиода под линзой размещены целых три светодиода: R – красного свечения, G – зеленого свечения и B – синего свечения. Сочетания трех основных цветов разной интенсивности создают другие цвета, в т. ч. белый.

СЕРВОМОТОР (или сервопривод) – это поворотный или линейный электропривод, предназначенный для точного позиционирования, определения скорости и ускорения.

ТРАНСПОРТНЫЕ РОБОТЫ – роботы, основной функцией которых является транспортировка (перемещение) грузов или людей. По классификации могут относиться как к промышленной, так и сервисной робототехнике. Примеры – беспилотные автомобили, беспилотные летательные аппараты (БЛА), робокары, подводные роботы.

ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНАЯ МОДУЛЯЦИЯ – это тип цифрового сигнала, который модулируется для управления мощностью, скоростью и/или положением устройств в автоматизированной системе. Принцип работы ШИМ-сигнала заключается в регулярных импульсах, посылаемых через определенные интервалы времени с изменяющимся циклом. В зависимости от рабочего цикла на управляемое устройство подается больше или меньше энергии, что влияет на его скорость или положение в автоматизированной системе.

ЭНКОДЕР – техническое устройство, предназначенное для преобразования угла поворота вращающегося объекта (вала) в электрические сигналы, позволяющие определить угол его поворота. В робототехнике обычно используют электромоторы со встроенным датчиком вращения (энкодером).

7 КЛАСС

В 7 классе на уроках робототехники обучающиеся получают представление о промышленной робототехнике, конструировании промышленных роботов, например, робота-манипулятора как одного из самых востребованных роботов на производстве и в сельском хозяйстве.

Большая часть уроков робототехники направлена на изучение программирования для управления собранной моделью робота. Поэтому целесообразно собрать модель робота (погрузчика, тележку, манипулятор) и выполнять практические работы по программированию этой модели на протяжении нескольких уроков.

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

№ n/n	<i>Наименование темы</i>	<i>Содержание темы</i>	<i>Основные виды деятельности обучающихся</i>
1	Промышленные роботы, их классификация, назначение, использование. Практическая работа «Использование операторов ввода-вывода в визуальной среде программирования». (2 часа)	Промышленные роботы, их классификация, назначение, использование. Классификация роботов по характеру выполняемых технологических операций, виду производства, виду программы и др. Преимущества применения промышленных роботов на предприятиях. Взаимодействие роботов. Бытовые роботы. Назначение, виды. Беспилотные автоматизированные системы, их виды, назначение. Операторы ввода-вывода. Визуальная среда программирования.	<i>Аналитическая деятельность:</i> – характеризовать назначение промышленных роботов; – классифицировать промышленных роботов по основным параметрам; – классифицировать конструкции бытовых роботов по их функциональным возможностям, приспособляемости к внешним условиям и др. <i>Практическая деятельность:</i> – изучать (составлять) схему сборки модели роботов; – строить цепочки команд с использованием операторов ввода-вывода

		<p><i>Практическая работа</i> «Использование операторов ввода-вывода в визуальной среде программирования».</p> <p><i>Основные понятия:</i> промышленный робот, операторы ввода-вывода</p>	
2	<p>Конструирование моделей роботов. Управление роботами. Практическая работа «Разработка конструкции робота». (2 часа)</p>	<p>Этапы конструирования робота: разработка технических решений. Программирование контроллера в среде конкретного языка программирования, основные инструменты и команды программирования роботов. Управление с прямой связью, управление с обратной связью. Виртуальные и реальные исполнители. Инструменты программирования роботов: интегрированные среды разработки.</p> <p><i>Практическая работа</i> «Разработка конструкции робота». Например, модули промышленного робота-манипулятора.</p> <p><i>Основные понятия:</i> этапы конструирования робота, управление с прямой связью, управление с обратной связью, интегрированная среда разработки</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i> – классифицировать конструкции бытовых роботов по их функциональным возможностям, приспособляемости к внешним условиям и др.;</p> <p>– приводить примеры интегрированных сред разработки.</p> <p><i>Практическая деятельность:</i> – изучать (составлять) схему сборки модели роботов;</p> <p>– строить цепочки команд с использованием операторов ввода-вывода;</p> <p>– осуществлять настройку программы для работы с конкретным контроллером;</p> <p>– тестировать подключенные устройства;</p> <p>– загружать программу на робота;</p> <p>– преобразовывать запись алгоритма из одной формы в другую</p>

3	<p>Алгоритмическая структура «Цикл».</p> <p>Практическая работа «Составление цепочки команд».</p> <p>(2 часа)</p>	<p>Реализация на языке программирования базовых понятий и алгоритмов, необходимых для дальнейшего программирования управления роботизированных систем.</p> <p>Алгоритмические структуры: следование, повторение (цикл), ветвление.</p> <p>Алгоритмическая структура «Цикл», виды циклов.</p> <p><i>Практическая работа</i> «Составление цепочки команд».</p> <p>Если конструируется манипулятор, то практическая работа может быть уточнена: «Составление цепочки команд для управления движением манипулятора».</p> <p><i>Основные понятия:</i> алгоритмические структуры</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать готовые программы; – выделять этапы решения задачи; – анализировать алгоритмические структуры «Цикл»; – анализировать логические операторы и операторы сравнения. <p><i>Практическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – строить цепочки команд, дающих нужный результат при конкретных исходных данных; – программировать управление собранными моделями
4	<p>Алгоритмическая структура «Ветвление».</p> <p>Практическая работа «Применение основных алгоритмических структур.</p> <p>Контроль движения при помощи датчиков».</p> <p>(2 часа)</p>	<p>Алгоритмическая структура «Ветвление», виды.</p> <p>Логические операторы и операторы сравнения.</p> <p>Применение ветвления в задачах робототехники.</p> <p><i>Практическая работа</i> «Применение основных алгоритмических структур.</p> <p>Контроль движения при помощи датчиков».</p> <p>Если конструируется манипулятор,</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать готовые программы; – выделять этапы решения задачи; – анализировать алгоритмические структуры «Ветвление»; – анализировать логические операторы и операторы сравнения. <p><i>Практическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – строить цепочки команд,

		<p>то практическая работа выполняется с использованием этой конструкции.</p> <p><i>Основные понятия:</i> алгоритмические структуры</p>	<p>дающих нужный результат при конкретных исходных данных;</p> <ul style="list-style-type: none"> – программировать управление собранными моделями (на примере выбранной конструкции)
5	<p>Каналы связи. Практическая работа «Программирование дополнительных механизмов». (2 часа)</p>	<p>Программирование управления роботизированными моделями.</p> <p>Виды каналов связи: акустические, оптические, механические и электрические.</p> <p>Проводные и беспроводные каналы связи.</p> <p><i>Практическая работа:</i> «Программирование дополнительных механизмов».</p> <p>На примере промышленного манипулятора: программирование схвата.</p> <p><i>Основные понятия:</i> каналы связи в робототехнике</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать виды каналов связи; – анализировать каналы связи дистанционного управления; – изучать способы проводного и радиоуправления; – анализировать особенности взаимодействия нескольких роботов. <p><i>Практическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – осуществлять управление собранными моделями, определяя системы команд, необходимые для дистанционного управления роботами
6	<p>Дистанционное управление. Практическая работа «Программирование пульта дистанционного управления. Дистанционное управление роботами». (2 часа)</p>	<p>Дистанционное управление. Каналы связи дистанционного управления. Механические и электрические каналы связи.</p> <p><i>Практическая работа:</i> «Программирование пульта дистанционного управления. Дистанционное управление роботами». На примере</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать виды каналов связи; – анализировать каналы связи дистанционного управления; – изучать способы проводного и радиоуправления. <p><i>Практическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – осуществлять управление собранными моделями, определяя системы команд,

		<p>промышленного манипулятора: дистанционное управление манипулятором.</p> <p><i>Основные понятия:</i> дистанционное управление</p>	<p>необходимые для дистанционного управления роботами</p>
7	<p>Взаимодействие нескольких роботов. Практическая работа «Программирование роботов для совместной работы. Выполнение общей задачи».</p> <p>(2 часа)</p>	<p>Взаимодействие нескольких роботов.</p> <p>Совместная работа роботов в промышленности, сельском хозяйстве, сфере развлечений (например, шоу квадрокоптеров).</p> <p><i>Практическая работа</i> «Программирование роботов для совместной работы. Выполнение общей задачи».</p> <p>На примере промышленного манипулятора: выполнение задач двух и более манипуляторов или манипулятора и транспортного робота</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i> – анализировать особенности взаимодействия нескольких роботов.</p> <p><i>Практическая деятельность:</i> – осуществлять управление собранными моделями, определяя системы команд, необходимые для взаимодействия нескольких роботов</p>
8	<p>Групповой робототехнический проект с использованием контроллера и электронных компонентов «Взаимодействие роботов»: обоснование проекта, анализ ресурсов; разработка конструкции, сборка.</p> <p>(2 часа)</p>	<p>Групповой проект. Управление проектами. Команда проекта. Распределение функций.</p> <p><i>Групповой робототехнический проект с использованием контроллера и электронных компонентов</i> «Взаимодействие роботов»: – определение этапов проекта; – распределение ролей и обязанностей в команде; – определение продукта, – определение проблемы, цели, задач;</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i> – называть виды проектов; – определять проблему, цель, ставить задачи; – анализировать ресурсы;</p> <p><i>Практическая деятельность:</i> – определять этапы проектной деятельности; – составлять паспорт проекта; – разрабатывать проект в соответствии с общей схемой; – реализовывать проект; – изучать (составлять) схему сборки модели роботов; – использовать компьютерные</p>

		<ul style="list-style-type: none"> – обоснование проекта; – анализ ресурсов; – выполнение проекта. <p><i>Основные понятия:</i> проект, ресурсы</p>	<p>программы поддержки проектной деятельности</p>
9	<p>Выполнение учебного проекта «Взаимодействие роботов»: программирование; тестирование роботов, подготовка к защите проекта. (2 часа)</p>	<p><i>Групповой робототехнический проект с использованием контроллера и электронных компонентов</i> <i>«Взаимодействие роботов»:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – выполнение проекта; – самооценка результатов проектной деятельности. <p><i>Основные понятия:</i> результат, оценка проекта</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать результаты проектной работы. <p><i>Практическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – реализовывать проект; – анализировать результаты проекта; – готовить проект к защите
10	<p>Защита учебного проекта «Взаимодействие роботов». Мир профессий. Профессии в области робототехники: инженер-робототехник, инженер-электроник, инженер-мехатроник, инженер-электротехник, программист-робототехник и другие. (2 часа)</p>	<p>Мир профессий. Профессии в области робототехники: инженер-робототехник, инженер-электроник, инженер-мехатроник, инженер-электротехник, программист-робототехник и др.</p> <p><i>Групповой робототехнический проект с использованием контроллера и электронных компонентов</i> <i>«Взаимодействие роботов»:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – самооценка результатов проектной деятельности; – защита проекта. <p><i>Основные понятия:</i> профессия, робототехника</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать результаты проектной работы; – характеризовать профессии в области робототехники. <p><i>Практическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – выступать с защитой проекта
	Итого: 20 часов		

ПРИМЕРЫ РАЗРАБОТОК ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Тема урока «Промышленные роботы, их классификация, назначение, использование»

Первый урок по модулю «Робототехника» частично предназначен для повторения изученного в 5 и 6 классах: обучающиеся вспоминают, что такое робот, робототехника, классификацию промышленной робототехники, сферы применения роботов, элементы программирования и переходят к изучению операторов ввода и вывода с последующим выполнением практической работы.

Практическая работа «Практическая работа "Использование операторов ввода-вывода в визуальной среде программирования"»

Цель: научиться использовать операторы ввода-вывода в визуальной среде программирования.

Задание 1.

Создайте программу, которая начинает свою работу при нажатии клавиши «пробел», затем запрашивает у пользователя ввод двух числовых значений и выводит их произведение на экран.

Последовательность выполнения задания (пример):

1. Откройте визуальную среду программирования.
2. Создайте две переменные a и b .
3. Задайте им значение 10 и 2. Выведите на экран значение произведения этих переменных.
4. Введите значение переменных a и b с клавиатуры. Выведете на экран значение произведения этих переменных.
5. Кнопки на клавиатуре могут быть использованы как датчик касания. Используйте блок «когда клавиша пробел нажата», чтобы программа выполнялась по нажатию клавиши пробел.
6. Выполните программу, нажав клавишу «пробел». Убедитесь, что программа работает корректно.

Задание 2.

Используя блоки ввода и вывода, напишите простейший калькулятор, который выводит на экран сумму, разность, произведение и частное двух чисел, введенных пользователем с клавиатуры.

Сделайте вывод по итогам работы.

Тема урока «Конструирование моделей роботов. Управление роботами»

Предложите обучающимся продумать конструкцию промышленного робота, которого они будут конструировать и программировать на протяжении нескольких уроков. Например, манипулятора или робота-погрузчика, конструкция которых может быть собрана из имеющихся деталей.

В зависимости от подготовленности обучающихся разработайте конструкцию на основе готовой сборки, или повторите алгоритм проектирования и определите основную задачу робота, выполняемые функции, или разработайте техническое задание, а затем конструкцию.

Практическая работа «Разработка конструкции робота»

Цель: спроектировать и собрать работоспособного робота по техническому заданию.

Задание:

1. Разработайте техническое задание, например, для робота-манипулятора: разработать трехосевой робот-манипулятор; рабочая область манипулятора не менее 15 см.
2. Изучите особенности конструкции робота-манипулятора.
3. Разработайте конструкцию робота и выполните эскиз (например, на основе собранных материалов или на основе базовой сборки от производителей вашего конструктора).
4. Определите необходимые электронные компоненты, элементы конструкции.
5. Определите алгоритмы функционирования.
6. Сделайте вывод по итогам работы.

Тема урока «Алгоритмическая структура "Цикл"»

Предложите обучающимся изучить алгоритмическую структуру «Цикл» и запрограммировать робота.

Для более точного управления роботом необходимо познакомить с потенциометром и алгоритмами его программирования. Предложите обучающимся программировать на основе полученных знаний собранную модель промышленного робота.

Практическая работа «Составление цепочки команд для управления движением манипулятора» (пример)

Цель: составить цепочку команд для управления движением робота-манипулятора в доступной среде программирования.

Задача:

1. Составьте программу для управления манипулятором, используя алгоритмическую структуру «Цикл».
2. Загрузите программу в контроллер, проверьте работоспособность манипулятора.
3. Сделайте вывод по результатам работы.

Тема урока «Алгоритмическая структура "Ветвление"»

Предложите обучающимся изучить алгоритмическую структуру «Ветвление» и запрограммировать робота.

Практическая работа «Применение основных алгоритмических структур. Контроль движения при помощи датчиков» (пример)

Цель: составить цепочку команд для управления движением робота-манипулятора с использованием датчиков в доступной среде программирования.

Задача:

1. Составьте программу для управления манипулятором, используя алгоритмическую структуру «Ветвление».

2. Загрузите программу в контроллер, проверьте работоспособность манипулятора.

3. Сделайте вывод по результатам работы.

Тема урока «Каналы связи»

Предложите обучающимся изучить разные виды проводной и беспроводной связи, привести примеры устройств, которые управляются при помощи разных видов связи.

Практическая работа

«Программирование дополнительных механизмов» (пример)

Цель: запрограммировать дополнительные механизмы работа и организовать связь между различными компонентами системы.

Материалы и оборудование: манипулятор, имеющийся конструктор или материалы для конструирования схвата, тактовая кнопка, сервопривод, провода.

Задача:

1. Соберите рабочий орган манипулятора – схват.
2. Составьте программу: схват открывается или закрывается по нажатию кнопки.
3. Загрузите программу в контроллер, проверьте работоспособность манипулятора.
4. Сделайте вывод по результатам работы.

Тема урока «Дистанционное управление»

В данной практической работе приведен пример использования беспроводной связи Bluetooth (Блютуз) для управления манипулятором. Bluetooth используется для обмена данными на коротких расстояниях, часто применяется для связи между мобильными телефонами и периферийными устройствами, а также в робототехнике для управления и обмена данными между роботами и контроллерами.

Практическая работа «Программирование пульта дистанционного управления. Дистанционное управление роботами» (пример)

Цель: реализовать дистанционное управление манипулятором.

Материалы и оборудование: манипулятор из параграфа, Bluetooth-модуль, бесплатное приложение Bluetooth Electronics, доступное в RuStore, провода, смартфон.

Задача:

1. Установите Bluetooth соединение между смартфоном и манипулятором.
2. Напишите программу управления манипулятором со смартфона.
3. Загрузите программу в контроллер, проверьте работоспособность манипулятора.
4. Сделайте вывод по результатам работы.

Тема урока «Взаимодействие нескольких роботов».

Практическая работа «Программирование роботов для совместной работы. Выполнение общей задачи» (пример)

Цель: смоделировать групповое поведение роботов для выполнения перемещения объекта (груза) из одной точки в другую.

Материалы и оборудование: компьютер или ноутбук, две модели робота-манипулятора, оснащенные Bluetooth-модулями.

Задача:

1. Составьте алгоритм и программу для совместной работы двух манипуляторов при последовательном перемещении груза в автоматическом режиме из точки А в точку Б, из точки Б в точку В.
2. Загрузите код в контроллер. Проверьте работу манипулятора: манипулятор занимает положения корректно – циклично захватывает груз в точке А, перемещает его в точку Б, отпускает и возвращается в исходное положение.
3. Настройте Bluetooth-модуль первого манипулятора в качестве ведущего устройства, соедините с Bluetooth-модулем второго манипулятора в качестве ведомого устройства.

4. Настройте модули для совместной работы: первый манипулятор перемещает груз из точки А в точку Б, а второй берет из точки Б и перемещает в точку В.

5. Проверьте работоспособность манипуляторов в совместной работе.

6. Сделайте вывод по результатам работы.

Тема урока «Групповой робототехнический проект с использованием контроллера и электронных компонентов «Взаимодействие роботов»: обоснование проекта, анализ ресурсов; разработка конструкции, сборка»

Групповой робототехнический проект с использованием контроллера и электронных компонентов «Взаимодействие роботов»:

- определение этапов проекта;
- распределение ролей и обязанностей в команде;
- определение продукта;
- определение проблемы, цели, задач;
- обоснование проекта;
- анализ ресурсов;
- выполнение проекта;
- самооценка результатов проектной деятельности;
- защита проекта.

Тема урока «Защита учебного проекта «Взаимодействие роботов». Мир профессий. Профессии в области робототехники: инженер-робототехник, инженер-электроник, инженер-мехатроник, инженер-электротехник, программист-робототехник и другие»

На уроке обучающиеся продолжают знакомиться с профессиями, связанными с робототехникой.

Предложите самостоятельно найти вакансии в сфере робототехники и рассказать, на каких предприятиях требуются специалисты, какова заработная плата, какие предъявляются требования к претенденту на должность.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ РОБОТОВ (или совместные действия роботов) – обмен информацией и действиями между несколькими роботами для обеспечения эффективного выполнения задания за счет их совместных перемещений и действий.

ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ – управление роботом в реальном режиме времени, осуществляемое на расстоянии (дистанционно) с помощью различных способов (технологий).

ИНТЕГРИРОВАННАЯ СРЕДА РАЗРАБОТКИ – совокупность программных средств (программ), обеспечивающих выполнение комплекса взаимосвязанных работ по созданию программ.

КАНАЛЫ СВЯЗИ В РОБОТОТЕХНИКЕ – совокупность среды и технических средств, которая используется для передачи и распространения сигналов (сообщений) от источника к получателю.

ОПЕРАТОРЫ ВВОДА – команды (в программировании), которые позволяют программе получать данные от пользователя или сенсоров.

ОПЕРАТОРЫ ВЫВОДА – команды (в программировании), которые позволяют программе передавать данные пользователю или другим устройствам.

ПРОМЫШЛЕННАЯ РОБОТОТЕХНИКА – отрасль робототехники, в которой занимаются разработкой, сборкой и программированием роботов для различных типов производства.

ПРОМЫШЛЕННЫЙ РОБОТ – автоматическое управляемое устройство, применяемое для перемещения объектов в пространстве и выполнения различных производственно-технологических процессов при минимальном участии человека.

ПУЛЬТ – переносное устройство, связанное с системой управления, с помощью которого робот может программироваться или перемещаться.

РОБОТ-МАНИПУЛЯТОР – автоматическое управляемое устройство, у которого основную функцию выполняет исполнительный механизм в виде манипулятора. Этот механизм состоит из последовательности сочлененных сегментов, перемещающихся вращательно или поступательно друг относительно друга. Может работать отдельно или в составе робототехнических комплексов.

8 КЛАСС

В 8 классе на изучение программы по учебному предмету «Труд (технология)» отводится по 1 уроку в неделю, поэтому большинство практических работ выполняются в рамках одного-двух уроков, цель которых – формирование умений, связанных с конструированием, управлением, программированием беспилотного летательного аппарата и выполнением практической части группового учебного проекта.

Первые три урока нацелены на формирование общих представлений об использовании робототехники на производстве, применению беспилотных авиационных систем, автономных подводных аппаратов, истории, классификации и сферам применения. Можно рекомендовать обучающимся уже на первых уроках определиться с темой будущего проекта, начать собирать информацию, планировать работу.

Практические работы в рекомендациях предлагаются примерного содержания. В зависимости от имеющихся технических возможностей, практические работы по сборке квадрокоптера могут быть заменены сборкой в симуляторе или отработкой навыков пилотирования.

На уроках помимо знакомства с конструкцией БЛА и пилотирования следует уделить достаточное внимание законодательству Российской Федерации в сфере беспилотных авиационных систем (БАС), технике безопасности по предполетной подготовке, при выполнении полетов и обслуживании техники.

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

<i>№ n/n</i>	<i>Наименование темы</i>	<i>Содержание темы</i>	<i>Основные виды деятельности обучающихся</i>
1	Автоматизация производства. Практическая работа «Робототехника. Автоматизация	Автоматизация производства. Виды автоматизации по охвату: частичная, комплексная, полная.	<i>Аналитическая деятельность:</i> – оценивать влияние современных технологий на развитие социума; – называть основные

	<p>в промышленности и быту (по выбору). Идеи для проекта». (1 час)</p>	<p>Основные принципы теории автоматического управления и регулирования: управление по отклонению, по возмущению, комбинированное управление. Обратная связь. Промышленная робототехника. Четыре поколения роботов. Коботы. Классификация промышленных роботов: по характеру выполняемых работ, по области применения, по системе координат перемещения, по степени подвижности и др. Конструкция и принципы работы промышленного робота-манипулятора.</p> <p><i>Практическая работа</i> «Робототехника. Автоматизация в промышленности и быту (по выбору). Идеи для проекта».</p> <p><i>Основные понятия:</i> автоматизация, коботы, промышленная робототехника</p>	<p>принципы промышленной автоматизации;</p> <ul style="list-style-type: none"> – классифицировать промышленных роботов; – характеризовать конструкцию и принципы работы промышленного робота-манипулятора. <p><i>Практическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – разрабатывать идеи проекта по робототехнике
2	<p>Подводные робототехнические системы. Практическая работа «Использование подводных роботов.</p>	<p>Необитаемые подводные аппараты (НПА): автономные, дистанционно управляемые, гибридные. История развития подводной робототехники в России.</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать перспективы развития необитаемых подводных аппаратов; – классифицировать подводные робототехнические

	<p>Идеи для проекта». (1 час)</p>	<p>Изобретения, которые способствовали развитию подводной робототехники. Классификация необитаемых подводных аппаратов (по форме корпуса, степени автономности, размерам, глубине погружения и др.). Особенности конструкции подводного робота. Области применения НПА. Где получить профессии, связанные с подводной робототехникой. Беспроводное управление роботом.</p> <p><i>Практическая работа</i> «Использование подводных роботов. Идеи для проекта».</p> <p><i>Основные понятия:</i> подводная робототехника, необитаемые подводные аппараты НПА, автономные необитаемые подводные аппараты (АНПА)</p>	<p>устройства; – анализировать функции и социальную значимость профессий, связанных с подводной робототехникой.</p> <p><i>Практическая деятельность:</i> – разрабатывать идеи проекта по робототехнике</p>
3	<p>Беспилотные летательные аппараты. История развития беспилотного авиационного строения. (1 час)</p>	<p>История развития беспилотного авиационного строения. Классификация беспилотных летательных аппаратов (БЛА): по размеру, по особенностям конструкции, по назначению, по степени автономизации и др. Российская классификация БЛА. Классификация мультироторных БЛА.</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i> – анализировать перспективы развития беспилотного авиационного строения; – называть основные этапы развития беспилотного авиационного строения; – приводить примеры применения БЛА; – классифицировать БЛА; – характеризовать особенности конструкции мультироторных коптеров.</p>

		<p>Порядок регистрации беспилотного аппарата на цифровой платформе «Небосвод».</p> <p><i>Практическая работа</i> «Выполнение тренировочных полетов в доступном симуляторе».</p> <p><i>Основные понятия:</i> беспилотные летательные аппараты, мультироторные беспилотные летательные аппараты</p>	<p><i>Практическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – управлять беспилотным устройством с помощью пульта управления или мобильного приложения в симуляторе полетов; – изучать порядок регистрации БЛА на цифровой платформе «Небосвод»
4	<p>Аэродинамика беспилотных летательных аппаратов. (1 час)</p>	<p>Конструкция беспилотного летательного аппарата. Аэродинамика. Подъемная сила крыла. Конструкция и принцип работы воздушного винта. Основные технические характеристики пропеллера: диаметр, шаг, угол атаки, тяга, направление вращения. Конструкция типового квадрокоптера: силовая рама, пропеллеры, защита пропеллеров, электродвигатели, камеры, аккумуляторная батарея, разъемы подключения кабеля и дополнительных модулей и др. в зависимости от назначения БЛА.</p> <p><i>Основные понятия:</i> воздушный винт, аэродинамика</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – описывать и анализировать конструкцию БЛА; – описывать основные технические характеристики пропеллера; – характеризовать принцип работы воздушного винта
5	<p>Конструкция беспилотных</p>	<p>Характеристики рамы (корпуса и лучей)</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – сравнивать материалы

	летательных аппаратов. (1 час)	квадрокоптера. Размеры и материалы для рамы. <i>Практическая работа</i> «Проектирование рамы мультикоптера». <i>Основные понятия:</i> конструкция рамы БЛА	и технические характеристики рам разных БЛА. <i>Практическая деятельность:</i> – проектировать раму для мультикоптера
6	Электронные компоненты и системы управления беспилотными летательными аппаратами. (1 час)	Полетный контроллер, его основные функции. Основные функции, выполняемые полетным контроллером. Датчики, принципы и режимы работы, параметры, применение. Назначение сенсоров и камер в БЛА. Составление характеристики имеющегося БЛА. <i>Основные понятия:</i> полетный контроллер, гироскоп, акселерометр, магнитометр, лидар	<i>Аналитическая деятельность:</i> – анализировать технические характеристики электронных устройств БЛА; – характеризовать основные функции полетного контроллера, гироскопа, акселерометра, магнитометр, лидара; – характеризовать особенности работы бесколлекторного двигателя. <i>Практическая деятельность:</i> – составлять характеристику имеющегося БЛА
7	Конструирование мультикоптерных аппаратов. (1 час)	Принципы работы и назначение основных блоков, оптимальный вариант использования при конструировании роботов. Отладка роботизированных конструкций (БЛА) в соответствии с поставленными задачами. <i>Основные понятия:</i> конструкция, конструирование	<i>Аналитическая деятельность:</i> – анализировать конструкцию БЛА, основные блоки и их размещение на раме; – характеризовать способы сборки и подключения основных компонентов БЛА. <i>Практическая деятельность:</i> – выполнять сборку и отладку БЛА

8	<p>Глобальные и локальные системы позиционирования. (1 час)</p>	<p>Системы позиционирования: виды, области применения.</p> <p>Глобальная система позиционирования (ГСП): ключевые компоненты.</p> <p>Инерциальная система локального позиционирования.</p> <p>Ультразвуковая система позиционирования.</p> <p>Инфракрасная система позиционирования.</p> <p>Оптическая система позиционирования (оптический поток).</p> <p>Системы управления БЛА по радиосвязи.</p> <p>Аппаратура управления (пульт дистанционного управления).</p> <p>Сравнение систем позиционирования по основным параметрам.</p> <p>Изучение квадрокоптера в доступном симуляторе; выполнение тренировочных полетов и заданий по пилотированию с использованием клавиатуры или джойстика.</p> <p><i>Основные понятия:</i> система позиционирования, пульт дистанционного управления</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – описывать глобальные и локальные системы позиционирования; – характеризовать особенности систем позиционирования. <p><i>Практическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – сравнивать системы позиционирования по основным параметрам; – выполнять пилотирование БЛА в симуляторе
9	<p>Теория ручного управления беспилотным воздушным судном. (1 час)</p>	<p>Подготовка к внешнему пилотированию.</p> <p>Предполетная проверка квадрокоптера в помещении.</p> <p>Обеспечение безопасности при подготовке к взлету.</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать правила безопасного пилотирования беспилотного воздушного судна; – характеризовать режимы полета.

		<p>Процедура включения и выключения квадрокоптера.</p> <p>Процедуры взлета и посадки.</p> <p>Визуальное пилотирование.</p> <p>Тяга (англ. <i>throttle</i>).</p> <p>Управление по осям относительно центра массы коптера: углы тангажа, крена и курса (рыскания) (<i>pitch, roll, yaw</i>).</p> <p>Режимы полета.</p> <p><i>Практическая работа</i> «Тренировка в симуляторе».</p> <p><i>Основные понятия:</i> тяга, курс, рыскание, тангаж, крен</p>	<p><i>Практическая деятельность:</i></p> <p>– выполнять пилотирование беспилотного воздушного судна в симуляторе</p>
10	<p>Практика ручного управления беспилотным воздушным судном. (1 час)</p>	<p><i>Практическая работа</i> «Внешнее пилотирование беспилотного воздушного судна: выполнение упражнений»</p>	<p><i>Практическая деятельность:</i></p> <p>– выполнять пилотирование беспилотного воздушного судна с помощью пульта дистанционного управления;</p> <p>– соблюдать правила безопасного пилотирования беспилотных летательных аппаратов</p>
11	<p>Области применения беспилотных авиационных систем.</p> <p>Практическая работа «БЛА в повседневной жизни. Идеи для проекта». (1 час)</p>	<p>Применение БЛА: логистика и доставка грузов, инвентаризация и логистика и внутри помещений, строительство и инспекция объектов, энергетика и нефтегазовый сектор, сельское хозяйство, безопасность, охрана, спасение, сфера развлечений и другие.</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <p>– называть области применения БЛА;</p> <p>– характеризовать сферы применения БЛА, выполняемые задачи.</p> <p><i>Практическая деятельность:</i></p> <p>– разрабатывать идеи для выполнения учебного проекта</p>

		<p><i>Практическая работа</i> «БЛА в повседневной жизни. Идеи для проекта».</p> <p><i>Основные понятия:</i> применение БЛА</p>	
12	<p>Групповой учебный проект по модулю «Робототехника».</p> <p>Разработка учебного проекта по робототехнике. (1 час)</p>	<p>Сферы применения робототехники.</p> <p>Определение направления проектной работы.</p> <p>Варианты реализации учебного проекта по модулю «Робототехника»:</p> <ul style="list-style-type: none"> – конструирование БЛА; – применение БЛА в повседневной жизни; – автоматизация в промышленности и быту. <p>Определение состава команды.</p> <p>Уровень решаемых проблем.</p> <p>Методы поиска идей для проекта.</p> <p>Определение идеи проекта.</p> <p><i>Группой учебный проект по модулю «Робототехника»:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – определение этапов проекта; – определение продукта, проблемы, цели, задач; – обоснование проекта; – анализ ресурсов; – разработка последовательности изготовления проектного изделия; – разработка конструкции: примерный порядок сборки. 	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать сферы применения робототехники; – анализировать методы поиска идей для проекта. <p><i>Практическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – разрабатывать проект; – использовать компьютерные программы поддержки проектной деятельности

		<p><i>Основные понятия:</i> обоснование проекта, проблема, цель, план</p>	
13	<p>Групповой учебный проект по модулю «Робототехника».</p> <p>Выполнение проекта. (1 час)</p>	<p><i>Групповой учебный проект</i> по модулю «Робототехника»:</p> <ul style="list-style-type: none"> – конструирование, сборка робототехнической системы; – программирование робота; – тестирование робототехнической системы; – отладка робота в соответствии с требованиями проекта; – оценка качества проектного изделия; – оформление проектной документации; – подготовка проекта к защите; – само- и взаимооценка результатов проектной деятельности. <p><i>Основные понятия:</i> качество, результат проекта</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать разработанную конструкцию, ее соответствие поставленным задачам; – анализировать разработанную программу, ее соответствие поставленным задачам. <p><i>Практическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – выполнять сборку модели; – выполнять программирование; – проводить испытания модели; – соблюдать правила безопасного пилотирования беспилотных летательных аппаратов; – управлять беспилотным устройством с помощью пульта управления или мобильного приложения; – готовить проект к защите
14	<p>Групповой учебный проект по модулю «Робототехника».</p> <p>Защита проекта.</p> <p>Мир профессий в робототехнике: инженер-изобретатель, конструктор беспилотных летательных аппаратов, оператор беспилотных</p>	<p>Групповой учебный проект по модулю «Робототехника».</p> <p>Защита проекта.</p> <p>Мир профессий в робототехнике: инженер-изобретатель, конструктор БЛА, оператор БЛА, сервисный инженер-робототехник и др.</p> <p><i>Основные понятия:</i> профессии в сфере робототехники</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать результаты проектной деятельности; – анализировать функции и социальную значимость профессий, связанных с робототехникой; – характеризовать мир профессий, связанных с робототехникой, их востребованность на рынке труда.

летательных аппаратов, сервисный инженер-робототехник и другие. (1 час)		<i>Практическая деятельность:</i> – осуществлять самоанализ результатов проектной деятельности; – защищать робототехнический проект
Итого: 14 часов		

ПРИМЕРЫ РАЗРАБОТОК ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Тема урока: «Автоматизация производства».

Практическая работа «"Робототехника. Автоматизация в промышленности и быту (по выбору). Идеи для проекта"»

Цель: предложить идеи для проекта в области робототехники или автоматизации.

Задание:

1. Подумайте, какие знакомые вам процессы (особенно часто повторяющиеся и не требующие постоянного контроля человеком) могут быть автоматизированы или роботизированы:

- Какие процессы и где могут быть автоматизированы?
- Для кого или для чего это важно?
- Какой эффект будет получен? (производительность труда, экономия, сбережение ресурсов, работа невыполнима человеком и т.д.).
- Какой вид роботов, станков и т. д. нужен для решения задач?

2. Сформулируйте проблему, которую проект по робототехнике может решить.

3. Опишите функции, выполняемые роботом (автоматизированной системой).

4. Нарисуйте вашего робота.

5. Сделайте выводы о проделанной работе.

Тема урока: «Подводные робототехнические системы».

Практическая работа «Подводная робототехника. Идеи для проекта»

Цель: предложить идеи для проекта по созданию, конструированию и применению необитаемых подводных аппаратов.

Задание:

1. Объединитесь в группы 3–5 человек.
2. Определите направление проекта (история, конструкция, классификация, применение и другие).
4. Сформулируйте проблему, на решение которой будет направлен проект.
5. Опишите идеи, продукт проекта.
6. Сделайте выводы о результатах работы.

Тема урока: «Беспилотные летательные аппараты. История беспилотного авиастроения». Практическая работа «Выполнение тренировочных полетов в доступном симуляторе»

Цель: выполнить тренировочные полеты в доступном симуляторе полетов.

Задание:

1. Изучите возможности доступного вам симулятора полетов.
2. Выполните имеющиеся в симуляторе задания по пилотированию с использованием клавиатуры или джойстика.
3. Сделайте выводы: насколько сложно или просто управлять БЛА.
4. *Изучите процесс регистрации беспилотного аппарата на цифровой платформе Небосвод.

Тема урока: «Аэродинамика беспилотных летательных аппаратов.

Конструкция беспилотных летательных аппаратов»

Для успешного выполнения практической работы можно предложить обучающимся взять за основу разработки рам БЛА, предлагаемые в банках разработок.

Практическая работа «Проектирование рамы мультикоптера»

Цель: разработать раму мультикоптера.

Задание:

1. Изучите существующие конструкции рам квадрокоптеров: размеры, геометрию, используемые материалы.
2. Определите, условия эксплуатации будущего мультикоптера, для выполнения каких задач он будет предназначен.
3. Разработайте несущую раму для вашего мультикоптера: размеры, форму, варианты крепления двигателей, электронных устройств.
4. Выполните чертеж или технический рисунок вашей рамы.
5. Определите возможный вариант изготовления рамы с использованием современного оборудования (3D-принтер, станок с ЧПУ).
6. Подведите итоги проделанной работы.

Тема урока: «Электронные компоненты и системы управления беспилотных летательных аппаратов»

В практической части урока предложите обучающимся, работая в группах, составить характеристику БЛА: определить особенности контроллера, виды датчиков, вид двигателей.

На уроке также целесообразно продолжить изучение квадрокоптера в доступном симуляторе; выполнить тренировочные полеты и задания по пилотированию с использованием клавиатуры или джойстика.

Тема урока: «Конструирование мультикоптерных аппаратов»

Урок-полностью посвящен практической работе по сборке квадрокоптера с полезной нагрузкой по инструкции от производителя.

Тема урока: «Глобальные и локальные системы позиционирования»

Предложите обучающимся выполнить задание в группах: сравнить изученные системы позиционирования по основным параметрам (например, точность определения местоположения, надежность позиционирования, частота

опроса, радиус действия, помехозащищенность и другим). Определить преимущества каждой системы.

На уроке обучающимся также можно рекомендовать продолжить изучение квадрокоптера в доступном симуляторе, а также выполнять тренировочные полеты и задания по пилотированию с использованием клавиатуры или джойстика для автоматизации навыков управления.

Тема урока: «Теория ручного управления беспилотным воздушным судном»

Практическая работа может быть выполнена обучающимися как самостоятельная проверочная работа в качестве допуска к управлению квадрокоптером, так как необходима оценка и самооценка результатов тренировок в симуляторе.

Практическая работа «Тренировочные полеты в симуляторе»

Цель: формировать навык управления квадрокоптером с использованием симулятора.

Оборудование: квадрокоптер, пульт управления, компьютер.

Задание:

1. Скачайте и установите симулятор полета на квадрокоптере.
2. Подключите пульт к компьютеру.
3. Выполните тренировочный полет в свободном режиме.
4. Выполните 3 и более тренировочных полета в соревновательном режиме.
5. Составьте отчет о выполненных полетах с указанием времени успешного выполнения трассы и количестве допущенных ошибок, используя инструменты симулятора.

Тема урока: «Практика ручного управления беспилотным воздушным судном»

Перед выполнением практической работы необходимо повторить:

1. Правила предполетной подготовки.

2. Правила безопасности при подготовке к взлету.
3. Процедуры включения и выключения квадрокоптера.
4. Процедуры взлета и посадки.

Практическая работа «"Внешнее пилотирование беспилотного воздушного судна": выполнение упражнений»

Цель: формировать опыт управления квадрокоптером.

Оборудование: квадрокоптер, пульт управления.

Задание:

1. Выполните необходимые предполетные процедуры.
2. Выполните упражнения 1–4.
3. Составьте отчет о выполненных упражнениях.
4. Сделайте вывод о результатах практической работы.

Упражнения выполняются с видом от третьего лица, в ручном режиме без удержания высоты.

Упражнение 1.

Взлет и посадка. Выполняется на высоте не более 1 метра. Необходимо поднять коптер в воздух, 5 секунд поддерживать высоту газом самостоятельно (throttle).

Упражнение 2.

Полеты на высоте 1–2 метра в горизонтальной плоскости, носом от себя (Pitch, Roll).

Упражнение 3.

Полет на небольших высотах по кругу с разворотом (Roll и Yaw).

Упражнение 4.

Упражнение с боковым движением и разворотом (Roll и Yaw). Выполняется на небольшой высоте по дуговой траектории сначала влево, затем вправо.

Предложите обучающимся, успешно освоившим пилотирование в симуляторе, более сложные упражнения.

Тема урока: «Области применения беспилотных авиационных систем.

**Практическая работа «Беспилотные летательные аппараты
в повседневной жизни. Идеи для проекта»**

Цель: предложить идеи для проекта по созданию, конструированию и применению беспилотных летательных аппаратов.

Задание:

1. Объединитесь в группы 3–5 человек.
2. Определите направленность проекта: конструирование, моделирование, исследование.
3. Сформулируйте проблему, на решение которой будет направлен проект.
4. Опишите идеи, продукт проекта.
5. Сделайте выводы о результатах работы.

Тема урока: «Групповой учебный проект по модулю «Робототехника».

Разработка учебного проекта по робототехнике»

Группой учебный проект по модулю «Робототехника»:

- определение этапов проекта;
- определение продукта, проблемы, цели, задач;
- обоснование проекта;
- анализ ресурсов;
- разработка последовательности изготовления проектного изделия;
- разработка конструкции: примерный порядок сборки;
- конструирование, сборка робототехнической системы;
- программирование робота;
- тестирование робототехнической системы;
- отладка роботов в соответствии с требованиями проекта;
- оценка качества проектного изделия;
- оформление проектной документации;
- подготовка проекта к защите;
- само- и взаимооценка результатов проектной деятельности;
- защита проекта.

Тема урока: «Мир профессий в робототехнике: инженер-изобретатель, конструктор беспилотных летательных аппаратов, оператор беспилотных летательных аппаратов, сервисный инженер-робототехник и другие»

Предложите обучающимся, работая в группах, изучить, где востребованы специалисты в области БЛА и БАС, узнать о трудовых обязанностях, где можно получить профессию.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

АВТОМАТИЗАЦИЯ – процесс развития современного производства, в котором функции управления и контроля технологическими и управленческими процессами передаются автоматическим устройствам и компьютерным программам.

АЭРОДИНАМИКА (от аэро... и динамика) – раздел механики жидкости и газа, в котором изучаются законы движения воздуха (газа) и силы, возникающие на поверхности тел, обтекаемых воздухом (газом).

ГЛОБАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ – система спутниковой навигации, позволяющая определять местоположение технического устройства на Земле (если оно оснащено соответствующим приемником), например, GPS, ГЛОНАСС.

БАС (беспилотные авиационные системы) – комплексы из одного или нескольких беспилотных летательных аппаратов, оснащенных системами навигации и связи, а также сопутствующими наземными техническими средствами.

БЛА (БПЛА) – беспилотные летательные аппараты, управляемые оператором, находящимся вне борта, или выполняющие полет автономно по заранее заданному маршруту, или комбинирующие оба этих способа.

ВИЗУАЛЬНОЕ ПИЛОТИРОВАНИЕ – процесс управления местоположением и ориентацией летательного аппарата, осуществляемый оператором путем прямого визуального наблюдения.

ВОЗДУШНЫЙ ВИНТ ИЛИ ПРОПЕЛЛЕР – устройство с лопастями, которое преобразует мощность двигателя в тягу, необходимую для передвижения летательных аппаратов.

КОБОТЫ – роботы нового поколения. Коботы – это роботы, взаимодействующие с человеком, могут быстро перенастраиваться под разные задачи, безопасны для человека, поэтому не требуют специального ограждения и более компактны.

КВАДРОКОПТЕРЫ – название самого распространенного из мультироторных аппаратов с четырьмя тяговыми моторами.

ПИЛОТИРОВАНИЕ БЛА – процесс управления движением беспилотного летательного аппарата, осуществляемое оператором («пилотом») или системой автоматического управления, с целью сохранения или изменения режима полета.

ПОДВОДНАЯ РОБОТОТЕХНИКА – область робототехники, объединяющая робототехнику, океанографию, морскую инженерию и другие научные и технические дисциплины для создания и использования подводных роботов.

9 КЛАСС

В 9 классе на изучение программы по учебному предмету «Труд (технология)» отводится по 1 уроку в неделю, поэтому большинство практических работ выполняются на двух уроках или в рамках одного урока, цель которого – формирование умений, связанных с конструированием, управлением, программированием беспилотного летательного аппарата; разработкой системы «Интернет вещей»; выполнением практической части учебного проекта.

На первом уроке необходимо уделить достаточно времени для объяснения принципов «работы» искусственного интеллекта и его применении в робототехнике, машинном зрении, организации системы «Интернет вещей» на предприятиях и в быту.

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

№ n/n	<i>Наименование темы</i>	<i>Содержание темы</i>	<i>Основные виды деятельности обучающихся</i>
1	От робототехники к искусственному интеллекту. Практическая работа «Анализ направлений применения искусственного интеллекта». (1 час)	Перспективы развития робототехнических систем. Автоматизированные и роботизированные производственные линии. Искусственный интеллект в управлении автоматизированными и роботизированными системами. Нейротехнологии и нейроинтерфейсы. Нейроробототехника. <i>Практическая работа</i> «Анализ направлений применения искусственного интеллекта».	<i>Аналитическая деятельность:</i> – анализировать перспективы и направления развития робототехнических систем; – приводить примеры применения искусственного интеллекта в управлении автоматизированными и роботизированными системами; – характеризовать автоматизированные и роботизированные системы. <i>Практическая деятельность:</i> – проводить анализ направлений применения искусственного интеллекта

		<p><i>Основные понятия:</i> искусственный интеллект, нейросеть, нейротехнология</p>	
2	<p>Моделирование и конструирование автоматизированных и роботизированных систем. (1 час)</p>	<p>Конструирование и моделирование автоматизированных и роботизированных систем: конструирование и программирование БЛА. Полезная нагрузка: видеокамеры, крепления, модули захвата. Бортовые видеокамеры, тепловизионная и мультиспектральная видеокамеры.</p> <p><i>Практическая работа:</i> «Разработка крепления для полезной нагрузки».</p> <p><i>Основные понятия:</i> конструирование, моделирование, бортовые видеокамеры, полезная нагрузка, модули захвата</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i> – анализировать перспективы развития беспилотного авиастроения; – называть основы безопасности при использовании БЛА; – характеризовать конструкцию БЛА с полезной нагрузкой; – называть особенности бортовых видеокамер и их применение.</p> <p><i>Практическая деятельность:</i> – разрабатывать крепления для модулей полезной нагрузки</p>
3	<p>Системы управления от третьего и первого лица. (1 час)</p>	<p>Система управления полетами от третьего и первого лица. Системы передачи и приема видеосигнала. Система FPV. Трансляция телеметрических данных.</p> <p><i>Основные понятия:</i> система FPV</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i> – называть основные требования к выполнению полета от первого лица; – характеризовать управление полетом БЛА от третьего и первого лица.</p> <p><i>Практическая деятельность:</i> – изучать особенности управления БЛА от первого лица</p>
4	<p>Практическая работа «Визуальное ручное управление</p>	<p>Визуальное ручное управление БЛА. Полет в режиме FPV.</p>	<p><i>Практическая деятельность:</i> – изучать особенности управления БЛА от первого</p>

	беспилотными летательными аппаратами». (1 час)	Управление роботами с использованием телеметрических систем. Обеспечение безопасности при пилотировании FPV. Выполнение упражнений. <i>Практическая работа</i> «Визуальное ручное управление БЛА»	лица; – выполнять пилотирование БЛА с помощью пульта дистанционного управления; – соблюдать правила безопасного пилотирования беспилотных летательных аппаратов
5	Компьютерное зрение в робототехнических системах. (1 час)	Компьютерное зрение, машинное зрение. Как работает машинное зрение. Сферы применения компьютерного зрения. Компьютерное зрение и робототехника. <i>Практическая работа:</i> «Проектирование БЛА с компьютерным зрением». <i>Основные понятия:</i> компьютерное зрение, машинное зрение	<i>Аналитическая деятельность:</i> – анализировать сферы применения компьютерного зрения, машинного зрения; – приводить примеры использования машинного зрения в БЛА. <i>Практическая деятельность:</i> – проектировать БЛА с компьютерным зрением
6	Управление групповым взаимодействием роботов. (1 час)	Роевое, групповое и гибридное управление БЛА. Сферы применения группового взаимодействия роботов на примере БЛА. Программирование БЛА. Отладка роботизированных конструкций в соответствии с поставленными задачами. <i>Основные понятия:</i> групповое взаимодействие роботов	<i>Аналитическая деятельность:</i> – называть виды управления группами роботов; – характеризовать сферы применения группового взаимодействия роботов на примере БЛА. <i>Практическая деятельность:</i> – осуществлять управление групповым взаимодействием роботов; – соблюдать правила безопасного пилотирования

7	<p>Практическая работа «Взаимодействие беспилотных летательных аппаратов».</p> <p>(1 час)</p>	<p>Управление групповым взаимодействием роботов (наземные роботы, беспилотные летательные аппараты).</p> <p><i>Практическая работа</i> «Взаимодействие БЛА».</p> <p><i>Основные понятия:</i> групповое взаимодействие роботов</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать алгоритм взаимодействия. <p><i>Практическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – составлять программу для выполнения действий роботов; – управлять групповым взаимодействием роботов
8	<p>Система «Интернет вещей».</p> <p>Практическая работа «Создание системы умного освещения».</p> <p>(1 час)</p>	<p>История появления системы «Интернет вещей».</p> <p>Классификация интернета вещей.</p> <p>Компоненты системы «Интернет вещей».</p> <p>Виды датчиков.</p> <p>Платформа интернета вещей.</p> <p>Принятие решения ручное, автоматизированное, автоматическое.</p> <p><i>Практическая работа</i> «Создание системы умного освещения».</p> <p><i>Основные понятия:</i> система «Интернет вещей», классификация, платформа</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать и характеризовать работу системы «Интернет вещей»; – классифицировать виды интернета вещей; – называть основные компоненты системы «Интернет вещей». <p><i>Практическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – разрабатывать алгоритм и создавать систему умного освещения
9	<p>Промышленный интернет вещей.</p> <p>Практическая работа «Система умного полива».</p> <p>(1 час)</p>	<p>Использование возможностей системы «Интернет вещей» в промышленности.</p> <p>Промышленный интернет вещей.</p> <p>Новые решения, эффективность, снижение затрат.</p> <p>Умный город.</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать перспективы интернета вещей в промышленности; – характеризовать систему «Умный город»; – характеризовать систему «Интернет вещей» в сельском хозяйстве.

		<p>Интернет вещей на промышленных предприятиях.</p> <p>Интернет вещей в сельском хозяйстве.</p> <p>Интернет вещей в розничной торговле.</p> <p>Умный или автоматический полив растений.</p> <p>Составление алгоритмов и программ по управлению самоуправляемыми системами.</p> <p><i>Практическая работа</i> «Система умного полива».</p> <p><i>Основные понятия:</i> промышленный интернет вещей, система умного полива</p>	<p><i>Практическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – программировать управление простой самоуправляемой системой умного полива
10	<p>Потребительский интернет вещей.</p> <p>Практическая работа «Модель системы безопасности в "умном доме"».</p> <p>(1 час)</p>	<p>Потребительский интернет вещей.</p> <p>Применение системы «Интернет вещей» в быту.</p> <p>«Умный дом», система безопасности.</p> <p>Носимые устройства.</p> <p><i>Практическая работа</i> «Модель системы безопасности в "умном доме"».</p> <p><i>Основные понятия:</i> потребительский интернет вещей, носимые устройства, «умный дом»</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать перспективы развития потребительского интернета вещей; – характеризовать применение интернета вещей в «умном доме»; в сфере торговли. <p><i>Практическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – программировать управление простой самоуправляемой системой безопасности в «умном доме»
11	<p>Групповой учебно-технический проект по теме «Интернет</p>	<p>Реализация индивидуального учебно-технического проекта.</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – называть виды проектов; – анализировать направления

	<p>вещей»: разработка проекта. (1 час)</p>	<p><i>Выполнение учебного проекта по темам (по выбору):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Проект «Модель системы "Умный дом"». ▪ Проект «Модель "Умная школа"». ▪ Проект «Модель "Умный подъезд"». ▪ Проект «Выращивание микрозелени, рассады». ▪ Проект «Безопасность в доме». ▪ Проект «Умная теплица». ▪ Проект «Бизнес-план "Выращивание микрозелени"». ▪ Проект «Бизнес-план ИП "Установка "умного дома"». <p><i>Этапы работы над проектом:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – определение проблемы, цели, задач; – обоснование проекта; – анализ ресурсов; – выполнение проекта; – подготовка проекта к защите; – самооценка результатов проектной деятельности; – защита проекта. <p><i>Основные понятия:</i> проект, бизнес-план, модель</p>	<p>проектной деятельности по теме «Интернет вещей».</p> <p><i>Практическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – разрабатывать проект в соответствии с общей схемой; – конструировать простую полезную для людей самоуправляемую систему; – использовать компьютерные программы поддержки проектной деятельности
12	<p>Групповой учебно-технический проект по теме «Интернет вещей»: подготовка проекта к защите. (1 час)</p>	<p>Выполнение учебного проекта по темам (по выбору). Завершение работы над проектом. Самооценка результатов.</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать результаты проектной деятельности. <p><i>Практическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – завершать работу

		<p>Проверка работоспособности системы.</p> <p>Подготовка проекта к защите</p>	<p>над проектом;</p> <ul style="list-style-type: none"> – использовать компьютерные программы поддержки проектной деятельности
13	<p>Групповой учебно-технический проект по теме «Интернет вещей»: презентация и защита проекта. (1 час)</p>	<p>Выполнение учебного проекта по темам (по выбору).</p> <p>Выступление команды проекта с презентацией результатов.</p> <p>Демонстрация продукта проекта.</p> <p>Возможность внедрения на реальном производстве, в быту</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать результаты проектной деятельности. <p><i>Практическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – выступать с защитой проекта, – демонстрировать продукт проекта
14	<p>Современные профессии в области робототехники, искусственного интеллекта, интернета вещей: инженер-разработчик в области интернета вещей, аналитик интернета вещей, проектировщик инфраструктуры "умного дома" и др. (1 час)</p>	<p>Перспективы автоматизации и роботизации: возможности и ограничения.</p> <p>Использование цифровых технологий в профессиональной деятельности.</p> <p>Современные профессии в области робототехники, искусственного интеллекта, интернета вещей: инженер-разработчик в области интернета вещей, аналитик интернета вещей, проектировщик инфраструктуры "умного дома".</p> <p>Трудовые обязанности, востребованность на рынке труда в регионе; возможность получения профессий, учебные заведения.</p>	<p><i>Аналитическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать перспективы автоматизации и роботизации; – характеризовать мир современных профессий в области робототехники, искусственного интеллекта, интернета вещей. <p><i>Практическая деятельность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – изучать трудовые обязанности специалистов в области интернета вещей, ИИ, робототехники

		<i>Основные понятия:</i> профессии в области искусственного интеллекта, интернета вещей	
	Итого: 14 часов		

ПРИМЕРЫ РАЗРАБОТОК ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Тема урока: «От робототехники к искусственному интеллекту».

Практическая работа «Анализ направлений применения искусственного интеллекта»

Цель: изучить различные области применения искусственного интеллекта.

Оборудование: учебник, ноутбук, доступ в интернет.

Задание:

1. Объединитесь в группы и распределите, по каким сферам применения искусственного интеллекта каждая группа будет работать.
2. Изучите информацию из открытых источников.
3. Найдите примеры и проиллюстрируйте использование ИИ в выбранной вами сфере.
4. Организуйте обсуждение с одноклассниками, сформулируйте выводы об использовании ИИ в разных сферах.

Тема урока: «Моделирование и конструирование автоматизированных и роботизированных систем»

На уроке рассмотрите разные виды полезной нагрузки и варианты ее крепления к квадрокоптеру. Примеры можно посмотреть на сайтах производителей оборудования.

Предложите обучающимся определить, для какой цели нужно крепление, как его нужно закрепить на конкретном квадрокоптере, в каком месте рамы, продумать форму и разработать.

Практическая работа «Разработка крепления для полезной нагрузки»

Цель: разработать крепление для полезной нагрузки – навесных модулей для мультирокоптера.

Задание:

1. Изучите существующие навесные модули, крепления.
2. Создайте чертеж или технический рисунок вашего крепления.
3. Если есть возможность, то напечатайте разработанную модель на 3D-принтере.
4. Сделайте вывод о результатах работы, определите достоинства и недостатки.

Тема урока: «Системы управления от третьего и первого лица»

Управление БЛА от первого лица требует наличия необходимой аппаратуры, поэтому, если нет возможности проводить реальные полеты, предложите выполнить упражнения в доступном симуляторе полетов.

Практическая работа «Визуальное ручное управление БЛА»

Цель: научиться управлять беспилотным аппаратом с использованием FPV-системы.

Оборудование: квадрокоптер, телефон, FPV-очки (шлем), аппаратура управления.

Задание:

1. Повторите правила подготовки БЛА к пилотированию, правила безопасности.
2. Проведите диагностику и проверку квадрокоптера перед полетом.
3. Выполните упражнения 1–3 визуально, а затем переходите к управлению по FPV. Упражнение 4 выполняется при наличии достаточного опыта пилотирования.
4. Завершите полет, соблюдая правила безопасности.
5. Сделайте выводы о результатах проделанной работы.

Упражнение 1. Взлет и удержание высоты.

Выберите режим полета. Для первых полетов рекомендуется режим Stabilize. Запустите моторы. Поднимите квадрокоптер на высоту около 1–1,5 метров над землей, плавно поднимая стик газа. Удерживайте его на набранной высоте в одной точке около двух минут, аккуратно управляя стиками, чтобы развить первичные навыки полета.

Упражнение 2. Приземление, посадка на площадку.

Выполните посадку. При посадке на землю важно плавно уменьшать подачу газа. Учтите, что перед самой землей могут возникнуть завихрения воздушных потоков, от которых квадрокоптер может смещаться в стороны. Эти колебания необходимо компенсировать стиками. Добейтесь плавной посадки.

Потренируйтесь осуществлять посадку на небольшую площадку или специальную подставку.

Упражнение 3. Управление набором высоты и движением в горизонтальной плоскости.

Выполните следующее упражнение: управление набором высоты и движениями вправо-влево, вперед-назад по горизонтальной плоскости на высоте 2 метра, затем на высоте 3 метра. Этот цикл поможет отработать навыки использования курса и крена для корректировки направления полета.

Упражнение 4. Полет с разворотами и посадка на возвышение.

Попробуйте добавить рысканье – развороты левым стиком. Отработайте управление коптером по всем каналам контроля. Выберите объект, например камень, и попытайтесь совершить точную посадку на него. Постарайтесь произвести облет объекта. Это упражнение развивает точность пилотирования и контроль над квадрокоптером рядом с препятствиями.

Тема урока: «Компьютерное зрение в робототехнических системах».

Практическая работа «Проектирование БЛА с компьютерным зрением»

Цель: создать беспилотный летательный аппарат, который перемещается по маршруту и осуществляет посадку на ArUco-маркер.

Оборудование: набор для сборки квадрокоптера, камера OpenCV, компьютер с установленным программным обеспечением.

Задание:

1. Составьте функциональную схему беспилотного аппарата с возможностью установки, подключения и обработки данных камеры OpenCV.

2. Разработайте алгоритм работы программы. Составьте блок-схему алгоритма. Пример:

Начало -> Инициализация оборудования -> Взлет -> Считывание данных с камеры -> Анализ данных -> Движение по маршруту -> Проверка данных с камеры -> Посадка ->Конец

3. Произведите электрический монтаж оборудования согласно функциональной схеме.

4. Напишите код программы в соответствии с блок-схемой алгоритма.

5. Отладьте программу на оборудовании.

6. Выполните полет и посадку.

7. Сделайте выводы о результатах вашей работы.

Тема урока: «Управление групповым взаимодействием роботов».

Практическая работа «Взаимодействие БЛА»

Цель: научиться программировать действия нескольких беспилотных аппаратов одновременно.

Оборудование: программируемые квадрокоптеры, аппаратура управления, компьютер.

Задание:

1. Обдумайте алгоритм действий для каждого БЛА. *Например, каждый борт поднимается вверх на заданную высоту по очереди, а затем они одновременно опускаются.*

2. Составьте программы для квадрокоптеров в едином полетном пространстве. Рассчитайте последовательность действий и необходимое время задержки перед выполнением каждого следующего действия для всех трех беспилотных «бортов».

3. Заполните таблицу последовательности команд, используйте ее при составлении программы (*пример заполнения таблицы для трех БЛА*):

Время с момента запуска, секунд:	1-й борт	2-й борт	3-й борт
0	Взлет, ожидание 3 с	Взлет, ожидание 6 с	Взлет, ожидание 9 с
3	Перемещение вверх на 1 м. Ожидание 9 с		
6		Перемещение вверх на 1 м. Ожидание 6 с	
9			Перемещение вверх на 1 м. Ожидание 3 с
12	посадка	посадка	посадка

4. Составьте алгоритм для каждого борта в среде программирования.
5. Проведите испытания.
6. Сделайте вывод о результатах работы.

Тема урока: «Система "Интернет вещей"»

Практическую работу по созданию умного освещения можно выполнить разными способами в зависимости от задач. Компоненты системы подбираются соответствующие.

«Практическая работа "Создание системы умного освещения"»

Цель: создать систему умного освещения (уточните место эксплуатации).

Оборудование (уточните в соответствии с задачей): контроллер, датчик освещенности, модуль со светодиодами, компьютер с установленным программным обеспечением.

Задание:

1. Составьте функциональную схему системы умного освещения.

Пример схемы включения уличного освещения с наступлением темноты:

- Датчик освещенности: измеряет уровень освещенности в окружающей среде и передает информацию на контроллер.
 - Контроллер: принимает и обрабатывает информацию об уровне освещенности, принимает решение: выдает управляющие сигналы на светодиодный модуль.
 - Светодиодный модуль: получает сигналы от контроллера и регулирует освещение.
2. Разработайте блок-схему алгоритма работы программы.
 3. Произведите монтаж оборудования согласно функциональной схеме.
 - Подключите контроллер, плату расширения, датчики и исполнительные устройства.
 - Подсоедините кабель для программирования к контроллеру и компьютеру.
 4. Напишите код программы в соответствии с блок-схемой алгоритма.
 5. Отладьте программу на оборудовании.
 6. Проведите испытания.
 7. Сделайте выводы о результатах вашей работы.

Тема урока: «Промышленный интернет вещей».

Практическая работа «Система "умного полива"»

Цель: разработать систему умного полива растений (уточните место эксплуатации) с использованием технологий интернета вещей.

Оборудование (уточнить в соответствии с задачей): контроллер, датчик влажности почвы, водяная помпа, модуль с двумя реле, плата питания, компьютер с соответствующим программным обеспечением, растение в контейнере (горшке).

Задание:

1. Создайте функциональную схему умного полива.
2. Исследуйте, какие уровни влажности (минимальный-максимальный) необходимы для выбранных растений.

3. Создайте блок-схему, которая представляет алгоритм работы системы.
4. Подключите электронные компоненты. Соедините насос и модуль реле с платой питания, а затем подключите все к блоку питания. Используйте шланги для перекачки воды из емкости в горшок с растением.
5. Напишите скрипт, который будет управлять системой полива.
6. Проверьте, как работает датчик, насос (важно вовремя отключать насос, чтобы не допускать переувлажнения).
7. Подведите итоги проведенной работы, предложите варианты по дальнейшему усовершенствованию системы умного полива.

Тема урока: «Потребительский интернет вещей».

Практическая работа «Модель системы безопасности в "умном доме"»

Цель: разработка модели системы безопасности для «умного дома» с использованием технологий интернета вещей (уточнить основные характеристики).

Оборудование (уточнить в соответствии с задачей): контроллер, датчик движения, датчик открытия двери или окна, сирена, светодиоды, модуль Wi-Fi, камера, плата расширения, блок питания, компьютер с соответствующим программным обеспечением, макет дома или комнаты.

Задание:

1. Создайте функциональную схему системы безопасности «умного дома».
2. Определите, какие типы датчиков и устройств вам нужны и места их размещения в доме.
3. Создайте блок-схему, которая визуализирует логику работы системы.
4. Установите компоненты на макете дома (комнаты). Подключите контроллер к датчикам и исполнителям.
5. Напишите скрипт, основанный на алгоритме, который будет управлять системой безопасности.
6. Проверьте, насколько быстро система реагирует на движение или открытие двери.
7. Подведите итоги проведенной работы.

**Тема урока: «Групповой учебно-технический проект
по теме «Интернет вещей»: разработка проекта»**

Выполнение учебного проекта по темам (по выбору). Для ориентира можно использовать темы, предложенные в ФРП ООО по предмету «Труд (технология):

- Проект «Модель системы "Умный дом"».
- Проект «Модель "Умная школа"».
- Проект «Модель "Умный подъезд"».
- Проект «Выращивание микрозелени, рассады».
- Проект «Безопасность в доме».
- Проект «Умная теплица».
- Проект «Бизнес-план "Выращивание микрозелени"».
- Проект «Бизнес-план ИП «Установка "умного дома"».

Этапы работы над проектом:

- определение проблемы, цели, задач;
- обоснование проекта;
- анализ ресурсов;
- выполнение проекта;
- подготовка проекта к защите;
- самооценка результатов проектной деятельности;
- защита проекта.

**Тема урока: «Современные профессии в области робототехники,
искусственного интеллекта, интернета вещей: инженер-разработчик
в области интернета вещей, аналитик интернета вещей, проектировщик
инфраструктуры «умного дома» и другие»**

Предложите обучающимся:

1. Изучить функциональные обязанности специалистов: инженер-разработчик в области интернета вещей, аналитик интернета вещей, проектировщик инфраструктуры «умного дома» и др.

2. Найти вакансии в регионе, названия предприятий и узнать уровень оплаты труда.
3. Составить резюме специалиста на основе требований вакансии.
4. Составить список учебных дисциплин, в которых эти специалисты должны иметь высокую компетентность.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ – система взаимосвязанных устройств (сеть), которые собирают, обрабатывают и передают данные другим объектам без участия человека через централизованное управление и интернет. Выделяют классический или бытовой интернет вещей (например, «умный дом») и промышленный интернет вещей (для применения на производстве и подключения промышленных объектов в единую управляемую систему).

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ (ИИ) – направление научных исследований и разработок в сфере техники и технологий; это алгоритмы и модели, по которым работают управляющие программы и интеллектуальные системы, выполняя свои функции без прямого участия человека.

КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ – область применения искусственного интеллекта, связанная с анализом изображений и видео. Компьютерное зрение включает в себя технологии и методы, которые наделяют компьютер способностью «видеть» и извлекать информацию из увиденного.

МАШИННОЕ ЗРЕНИЕ (или техническое зрение) – область применения методов компьютерного зрения для решения производственных задач, в том числе в мобильной и промышленной робототехнике.

ЗАХВАТ (или захватное устройство) – рабочий орган робота, сконструированный для захватывания и удержания объектов.

НЕЙРОТЕХНОЛОГИЯ – широкий спектр исследований и технологий, которые используют понимание мыслительной деятельности человека и создания на этой основе специального программного и технического

обеспечения, которые могут работать с пользой для человека. Нейротехнологии рассматривают мозг человека как нейросеть, т. е. совокупность соединенных между собой нейронов.

НЕЙРОСЕТЬ (нейронная сеть) – компьютерная модель (программа), имитирующая поведение человеческого мозга при обработке данных (решении различных задач).

ЛИТЕРАТУРА

1. Атутов П.Р. Педагогика трудового становления учащихся: содержательно-процессуальные основы. Избранные труды в 2-х томах / Под ред. д-ра пед. наук, проф. Г.Н. Никольской. Т. 2. – М. : Изд-во «Кумир», 2001. – 368 с.
2. Логвинова О.Н. О подходах к оценке достижения обучающимися планируемых результатов по предмету «Технология» // Школа и производство. – 2024. – № 2. – С. 3–8.
3. Логвинова О.Н. Воспитательная работа на уроках технологии и в рабочей программе учителя // Школа и производство. – 2022. – № 2. – С. 3–7.
4. Логвинова О.Н., Махотин Д.А. Разработка и реализация вариативных модулей программы «Технология» // Школа и производство. – 2024. – № 1. – С. 4–9.
5. Логвинова О.Н. От метода проектов к учебному проекту на уроках технологии // Школа и производство. – 2024. – № 5. – С. 3–9.
6. Логвинова О.Н. Учебный проект на уроках учебного предмета «Труд (технология)» : учебно-методическое пособие. – М.: ООО «А-Приор», 2024. – 114 с.
7. Лысачев М.Н., Прохоров А.Н. Робототехника. Анализ, тренды, мировой опыт. Корпоративное издание. – М. ; Белгород; КОНСТАНТА. – 2024. – 466 с.
8. Мамичев Д. Роботы своими руками. Игрушечная электроника. – М. : СОЛОН-Пресс, 2015. – 160 с.
9. Махотин Д.А. Профориентационный потенциал уроков по технологии // Интерактивное образование. – 2024. – № 1. – С. 15–18.
10. Махотин Д.А. Система домашних заданий при реализации предмета «Технология» в основной школе // Школа и производство. – 2023. – № 5. – С. 8–12.

11. Махотин Д.А., Логвинова О.Н. Модульный подход в разработке рабочих программ по технологии // Школа и производство. – 2021. – № 7. – С. 57–62.
12. Поливанова К.Н. Проектная деятельность школьников : пособие для учителя. – М. : Просвещение, 2008. – 192 с.
13. Филиппов С.А. Робототехника для детей и родителей. – СПб. : Наука, 2013. – 319 с.
14. Хотунцев Ю.Л., Заенчик В.М., Шмелев В.Е. Учебное и творческое проектирование по технологии: теоретические основы и практические рекомендации учителям и обучающимся. – М. : Прометей, 2020. – 138 с.
15. Яценков В.С. Твой первый квадрокоптер: теория и практика. – СПб. : БХВ – Петербург, 2016. – 256 с.
16. ГОСТ 60.0.0.4–2023 / ИСО 8373:2021. Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения.
17. ГОСТ Р 59520-2021. Беспилотные авиационные системы. Функциональные свойства станции внешнего пилота.
18. ГОСТ Р 59517-2021 Беспилотные авиационные системы. Классификация и категоризация.
19. ГОСТ Р 59518-2021 Беспилотные авиационные системы. Порядок разработки».
20. Постановление Правительства РФ от 25 мая 2019 г. N 658 «Об утверждении Правил государственного учета беспилотных гражданских воздушных судов с максимальной взлетной массой от 0,15 килограмма до 30 килограммов, сверхлегких пилотируемых гражданских воздушных судов с массой конструкции 115 килограммов и менее, ввезенных в Российскую Федерацию или произведенных в Российской Федерации».

Научное издание

Логвинова Ольга Николаевна, **Махотин** Дмитрий Александрович,
Хузиахметов Рафаэль Рустамович, **Кремлев** Алексей Сергеевич

**РЕАЛИЗАЦИЯ ИНВАРИАНТНОГО МОДУЛЯ
«РОБОТОТЕХНИКА» УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА
«ТРУД (ТЕХНОЛОГИЯ)»**

ОСНОВНОЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Методические рекомендации

101000, г. Москва, ул. Жуковского, д. 16
ФГБНУ «Институт содержания и методов обучения»
Тел. +7(495)621-33-74
info@instrao.ru
<https://instrao.ru>

Подготовлено к изданию 23.12.2024.
Формат 60×90 1/8.
Усл. печ. л. 6,5.

ISBN 978-5-6053655-1-8