

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный технический
университет им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

 **УТВЕРЖДАЮ:**
Первый проректор – проректор по
образовательной деятельности
Е.Г. Ивашкин
(расшифровка подписи)
« *ЕГ* » *августа* 2023 г.

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая
программа
«Основы радиолокационных систем»**

**Реализуется в рамках СП5 программы стратегического развития
НГТУ ПРИОРИТЕТ 2030
(базовый модуль)**

Направленность: техническая
Возраст обучающихся: 15-17 лет
Длительность модуля: 36 часов
Длительность программы всего: 36 часов

Автор: Мякинников Александр Валерьевич,
профессор, Директор ИРИТ

Нижний Новгород, 2023

ИНФОРМАЦИОННАЯ КАРТА ПРОГРАММЫ

1	Полное название программы	Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Основы радиолокационных систем»
2	Авторы программы	Мякинцов Александр Валерьевич, профессор, Директор ИРИТ
3	Название образовательной организации	ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р. Е. Алексеева», структурное подразделение «Центр системных технологий открытого образования», Нижний Новгород
4	Адрес организации	603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24, к.т. +7 (831) 436-63-07
5	Форма проведения	Групповые и индивидуальные занятия
6	Вид программы по уровню усвоения содержания программы	Развивающая, практико-деятельностная, проектная. Линия 0 – Вводный модуль
7	Цель программы	Формирование компетентности школьников в сфере разработки радиоэлектронных средств, их компоновки разработки аппаратно-программных комплексов систем управления
8	Специализация программы	Радиоэлектронные системы и комплексы
9	Направленность программы	Техническая
10	Сроки реализации	36 часов
11	Соответствие программы Стратегическому проекту НГТУ	СП 5 «Радиоэлектронные системы и комплексы»
12	Условия участия в программе	Обучающиеся 15-17 лет
13	Условия размещения участников программы	Образовательная аудитория центра ЦСТО; оборудованные лаборатории кафедр ИРИТ, ИПТМ НГТУ.
14	Ожидаемый результат	В процессе освоения программы обучающиеся познакомятся с классификацией датчиковых и информационных систем, применяемых в радиолокационных комплексах. В ходе занятий обучающиеся будут вовлечены в проектную деятельность, которая позволит им в малых группах разрабатывать и представлять проекты, обучающиеся научатся обосновывать

		свою точку зрения и решать конструкторские задачи.
--	--	--

Содержание

1 Пояснительная записка.....	4
2 Основные характеристики программы.....	4
3 Учебно-тематический план.....	11
4 Содержание учебно-тематического плана.....	13
5 Учебно-методическое обеспечение программы.....	16
6 Организационно-педагогические условия.....	20
6.1 Материально-техническое обеспечение.....	20
6.2 Кадровое обеспечение.....	21
6.3 Воспитательная работа и досуговая деятельность.....	21
6.4 Список рекомендованных источников.....	22

1 Пояснительная записка

Интенсивность технического прогресса в современном мире присутствует во всех технологических и информационно-коммуникационных сферах. Сейчас практически невозможно найти сферу деятельности, где бы ни применялись радиотехника и электроника. Трудно представить какую-либо отрасль промышленности, строительства, транспорта, а также торговлю и сферу обслуживания без надежной связи и систем управления, без компьютерной техники и радиотехнической охраны. Радиоэлектроника и радиотехника окружают нас повсюду. Это не только всевозможные аудио и видеосистемы, но также холодильники с электронным управлением, швейные и стиральные машины с программным управлением, электронные средства связи, защиты и сигнализации. Столь плотное окружение электроникой требует знаний потребительских качеств используемой радиотехнической аппаратуры и электронного оборудования, а также даёт возможность понять и изучить принцип действия различных радиоэлектронных устройств. И как следствие открывает перспективу найти себе место либо как специалиста эксплуатационника всевозможных радиотехнических средств, либо как специалиста-разработчика радиоэлектронной аппаратуры, либо как специалиста, осуществляющего проверку, ремонт и восстановление радиоэлектронной и радиолокационной техники.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Основы радиолокационных систем» имеет техническую направленность.

2 Основные характеристики программы

Направленность программы: техническая.

Актуальность программы. Технический прогресс неразрывно связан с высокими темпами интенсификации внедрения средств радиоэлектроники в народное хозяйство. Аппаратура связи, дистанционное и телеметрическое управление технологическими процессами, внедрение компьютерной техники во всех ее приложениях делают современное производство более совершенным и высокопроизводительным. Внедрение новейшей радиоэлектроники обеспечивает конкурентоспособность выпускаемой продукции, снижает себестоимость ее изготовления за счет автоматизации производственных технологических процессов. Исключительно высокие темпы развития радиоэлектроники и активное внедрение ее в производство и быт выдвигают задачу обучения детей элементарным основам электроники со школьного возраста. Это должно способствовать зарождению у них интереса к электронике, техническому творчеству, расширению политехнического кругозора.

Данная программа обучения предполагает дать обучающимся начальные теоретические знания в области радиотехники и электроники, первоначальные профессиональные навыки в монтаже и отладке несложных электронных схем, навыки по ремонту бытовой радиотехнической и вычислительной аппаратуры,

а также выявить и развить их творческие способности в области радиотехнического конструирования.

Новизна программы заключается в том, что в содержание введено сочетание разделов: классическая физика, механика, звукотехника и видео- и аудиоконструирование. Обучение идет по основам радиомоделирования с основами механизированного конструирования. Техническое радиоконструирование не только знакомит с рабочими профессиями, но и способствует приобретению навыков работы. Учащиеся знакомятся с такими профессией радиотехника и понятием «радиолюбитель».

Новизну программы определяет комплектность решения личностных, предметных и метапредметных задач при ее реализации. Это знание о методах и видах радиоконструирования и проектирования радиоэлектронных устройств; умение использовать методы научного познания физических процессов; умение выдвигать, доказывать гипотезы и использовать теоретические знания по радиотехнике в современной жизни; умение определять ценностные ориентиры в области технического направления, отстаивать свою позицию; умение планировать и грамотно осуществлять учебные действия в соответствии с задачами и находить альтернативные варианты решения технических и радиотехнических задач.

Отличительная особенность программы «Основы радиолокационных систем» заключается в том, что процесс обучения осуществляется на дифференцированном подходе, в основе которого заложены задания различной степени сложности в соответствии с психофизическими особенностями и индивидуальными запросами каждого учащегося. Это способствует развитию творческого потенциала детей, а также помогает в профессиональном самоопределении. Программа ориентирована на формирование знаний по радиоэлектронике, дополнительных к тем, которые обучаемые приобретают в процессе обязательного школьного образования по физике. Кроме теоретических знаний в программе значительное внимание уделяется практической подготовке воспитанников, где они приобретают практический опыт или совершенствуют практические навыки по конструированию, монтажу, наладке и ремонту относительно несложных радиоэлектронных устройств, в которых, как и в сложной профессиональной аппаратуре, протекают те же электрические процессы - не моделируемые, а реальные, подчиняющиеся единым законам естествознания.

Педагогическая целесообразность данной программы состоит в том, чтобы на различном материале, доступном обучающимся, раскрывать возможности преобразования их собственного и окружающего мира, формировать навыки изобретательского мышления с помощью различных методов и создавать мотивацию к техническому творчеству. Обучение в 1 год разовьет мелкую моторику, активизирует внимание, нагляднодейственное мышление. Радиомоделирование усиливает развитие пространственного мышления и дает простор для воображения. Освоение радиомоделирования закладывает основы технического мышления, дает опыт работы. Приобретение практико-ориентированных технических знаний, умений и навыков (работа по схемам, паяльником,

припоем, флюсом и т.д.) способствует развитию технического мышления и создает предпосылки для выбора будущей профессии. Использование интеграции различных видов деятельности развивает проблемно-поисковые способности. Программа составлена по принципу от простого к сложному с постепенным нарастанием сложностей и применяемым для этого материалов и инструментов (индуктивный метод).

Реализация программы позволяет школьникам:

- ✓ грамотно работать с информацией (собирать необходимые для решения определенной проблемы факты, анализировать их, делать необходимые обобщения, сопоставления с аналогичными вариантами решения проблем, делать аргументированные выводы, применять полученный опыт для выявления и решения новых проблем);
- ✓ быть коммуникабельными, контактными в различных социальных группах при выполнении проектов, уметь работать сообща в различных областях, в различных ситуациях, выходя из любых конфликтных ситуаций;
- ✓ самостоятельно работать над развитием собственных нравственных ценностей, интеллекта, культурного уровня.

Цель программы - начальное теоретическое и практическое освоение будущими специалистами методологических основ радиолокации, применяемых при разработке радиолокационных систем и комплексов.

Целью является развитие технических способностей обучающихся через радиоконструирование. Под техническими способностями понимается умение работать на оборудовании, механизировать изделие, владение графической грамотой.

В программе изучаются принципы построения радиолокационных систем и их характеристик. Рассматриваются цели и задачи радиолокационных систем, принципы получения радиолокационной информации.

Задачи программы

Задачи обучающие:

- формирование системы начальных знаний в области радиолокационных методов обнаружения атмосферных и космических объектов, измерения координат и параметров их движения;
- освоение принципов построения современных и перспективных радиолокационных систем и комплексов различного назначения;
- развития физических представлений процессов обработки радиолокационной информации на основе использования аппаратно-программных методов их моделирования;
- привитие практических навыков системного подхода и комплексного использования различных методов обработки информации (аналоговых и цифровых) при проектировании радиолокационных систем и комплексов.

Задачи развивающие:

- развивать познавательные способности обучающегося, память, внимание, пространственное мышление;
- сформировать у обучающихся навыки творческого подхода к поставленной задаче, командной работе и публичных выступлений по тематике кур-

са;

- способствовать развитию алгоритмического мышления;
- способствовать развитию и совершенствованию навыков работы со специальной литературой;
- сформировать умение формулировать, аргументировать и отстаивать своё мнение;
- сформировать умение выступать публично с докладами, презентациями и т. п.
- сформировать умение критически относиться к полученному результату и его интерпретации;
- развивать логическое мышление, творчество и любознательность.

Задачи воспитательные:

- воспитывать аккуратность и дисциплинированность при выполнении работы;
- сформировать коммуникативные умения;
- формировать чувство коллективизма и взаимопомощи;
- сформировать информационную культуру;
- сформировать потребность в дополнительной информации;
- развивать мотивацию личности к познанию;

Задачи гражданско-патриотические:

- Развивать гражданское и национальное самосознание школьников, патриотическую направленность личности, обладающей качествами гражданина - патриота Родины и способной успешно выполнять гражданские обязанности в мирное и военное время;
- Формировать патриотическое мировоззрение, направленное на сохранение окружающей среды и достижений предшествующих поколений, воспитание гражданина, ответственного за свою малую родину и стремящегося к созиданию на ней;
- Воспитывать чувство патриотизма, гражданственности, гордости за достижения отечественной науки и техники;
- Воспитывать правильные представления о Родине, уважение к ее атрибуте, традициям, истории, культурным ценностям многонационального государства;
- Сформировать устойчивую гражданскую позицию, вовлечение интересов в решение приоритетных задач современного российского общества.

Предметные задачи:

формировать у учащихся знания:

- в области радиотехники и электроники;
- о видах радиоэлектронных устройств;
- о методах радиоконструирования и проектирования;
- об условных обозначениях и терминологии радиотехники;
- о технике безопасности при работе с электрооборудованием.

формировать у учащихся умения:

- работать с информационными ресурсами (Интернет, компьютер, радиоаппаратура, техническая и справочная литература);

- проводить анализ работы радио аппаратуры, определение их назначения и свойства;

- наблюдать технологические процессы, проектировать технические устройства, выполнять опыты и производить экспериментальные работы с использованием контрольно-измерительных приборов;

- проектировать исследовательскую деятельность (изготавливать технические устройства и приборы);

- пользоваться методами научного познания природы, физических процессов, наблюдать явления, строить модели, формулировать проблемы, выдвигать и доказывать гипотезы;

- читать радиосхемы;

- оценивать качество выполненных работ;

- применять теоретические знания радиотехники на практике, в повседневной жизни

Личностные задачи:

Сформировать у обучающихся

- ценностные ориентиры в области научно-технической направленности;
- познавательные интересы, техническое мышление, пространственное воображение, интеллектуальные, творческие, коммуникативные и организаторские способности; умение работать с информацией;
- культуру общения;
- потребность самостоятельно вести поиск решения различных технических задач; готовность к отстаиванию своей позиции;
- навыки самостоятельной и групповой работы;
- уважительное отношение к своему и чужому творчеству;
- умение сотрудничать с товарищами в процессе совместной деятельности, соотносить свою часть работы с общим замыслом;
- умение обсуждать и анализировать собственную и работу сверстников с научной точки зрения.

Метапредметные задачи:

Сформировать у обучающихся умения:

- сравнивать, анализировать, выделять главное, обобщать в период выполнения работы, полученные знания;
 - наблюдать технологические процессы, проектировать технические устройства, выполнять опыты и производить экспериментальные работы с использованием контрольно-измерительных приборов;
 - объяснять такие физические явления как электризация, электрическое и магнитное поле, электромагнитные колебания, электромагнитные, радиоволны;
 - вести диалог, распределять функции и роли в процессе выполнения коллективной творческой работы;
- планировать и грамотно осуществлять учебные действия в соответствии с поставленной задачей, находить варианты решения различных технических, радиотехнических задач;

- рационально строить самостоятельную научно-техническую деятельность, умение организовать место занятий.

Способы достижения поставленных целей и задач:

- личностная ориентация образовательного процесса;
- оптимальное сочетание теоретических и практических занятий;
- закрепление изученного материала с использованием радиопередающей аппаратуры;
- широкое использование технических средств обучения при проведении как теоретических, так и практических занятий;
- привлечение к участию в образовательном процессе специалистов;
- участие в выставках, конкурсах различного уровня;
- воспитание целеустремленности, работоспособности, воли к победе, индивидуальной и коллективной ответственности и дисциплины

Количественные характеристики программы

Категория обучающихся (адресат программы):

- программа рассчитана на обучающихся в возрасте 15 – 17 лет;
- при наборе в группы принимаются все желающие;
- обучение по программе актуально для обучающихся, занимающихся по школьным программам с углубленным изучением технических дисциплин.

Сроки реализации программы:

- вводный модуль – 18 часов;

Режим занятий: 1 раз в неделю по 2 академических часа.

Формы организации образовательного процесса

Занятия проводятся в очной форме, но также применяются и дистанционные технологии обучения. При проведении занятий применяются следующие формы обучения:

- демонстрационная (учащиеся слушают объяснение педагога и наблюдают за демонстрационным экраном);
- фронтальная (учащиеся синхронно работают под управлением педагога);
- индивидуальная и групповая работа (учащиеся выполняют задания индивидуально или в малых группах (парная), в течение части занятия или одного-двух занятий);
- проектная деятельность.

Прогнозируемые результаты:

Продуктовые результаты практической деятельности обучающихся:

В процессе освоения программы обучающиеся познакомятся с классификацией интеллектуальных транспортных средств, их принципами движения и управления, с многообразием датчиковых и информационных систем, применяемых в интеллектуальных транспортных средствах. Изучат принципы проектирования систем управления, ознакомятся с иерархической структурой системы управления интеллектуального беспилотного

транспортного средства. Изучат методы и алгоритмы управления беспилотным транспортным средством, а также способы их программной реализации в виде управляющих программ для контроллера. Изучат методы быстрого прототипирования отдельных элементов конструкции интеллектуальных транспортных средств.

В ходе занятий обучающиеся будут вовлечены в проектную деятельность, которая позволит им в малых группах разрабатывать и представлять проекты, научатся обосновывать свою точку зрения и решать исследовательские задачи.

Обучающиеся научатся создавать:

- макеты беспилотных транспортных средств, оснащенные мехатронными модулями и устройствами автоматизации органов управления;
- алгоритмы управления, обеспечивающие автономное движение макета в условиях дорожной ситуации.

Предметные результаты:

В процессе освоения программы, обучающиеся приобретут знания о существующих принципах построения кибернетических систем, современной элементной базе для построения роботов, навыках проектирования кибернетических систем на примере учебного робота; проектировании и сборки моделей роботов на основе контроллера Arduino. В ходе занятий обучающиеся будут вовлечены в проектную деятельность, которая позволит им в малых группах разрабатывать и представлять проекты, они научатся обосновывать свою точку зрения и решать исследовательские задачи.

После прохождения программы обучающиеся получают:

- ✓ навыки анализа инженерных задач;
- ✓ навыки работы с интеллектуальными датчиками и исполнительными механизмами;
- ✓ навыки алгоритмизации и программирования;
- ✓ навыки применения основных законов механики;
- ✓ навыки работы с прикладными программными продуктами проектирования и средствами прототипирования.
- ✓ навыки проектирования кибернетических систем;
- ✓ навыки сборки схем, роботов, на основе контроллера Arduino;
- ✓ навыки программирования в среде ArduinoIDE;

Обучающиеся научатся создавать:

- ✓ проекты кибернетических систем;
- ✓ модели роботов на основе контроллера Arduino;

Формы подведения итогов реализации дополнительной общеразвивающей программы:

Формы диагностики образовательных результатов:

Формы диагностики образовательных результатов:

а) входной контроль (педагогическое наблюдение, опрос, анкеты);

В результате определяются знания по технике безопасности, интересы ребенка, его ожидания.

б) промежуточная аттестация (опрос на основе полученных знаний на текущий момент времени, выполнение элементов проектных задач);

в) итоговая аттестация (опрос на основе полученных знаний в форме защиты проектов)

Для отслеживания результативности на протяжении всего процесса обучения осуществляются:

Входная диагностика (входной контроль) – в форме собеседования, позволяющего выявить уровень подготовленности и возможности детей для занятия данным видом деятельности. Проводится на первых занятиях вводного модуля программы.

Текущий контроль (промежуточная аттестация) - осуществляется по итогам проведения занятий (в конце каждой темы) для определения знаний обучающегося по пройденной теме, интересов ребенка и его ожиданий. Заканчивается коррекцией усвоенного материала. Форма проведения – устный опрос и выполнение практических заданий.

Промежуточный контроль осуществляется по итогам освоения вводного модуля при помощи разработанного кейса (Приложение 1, 2). Промежуточный контроль предусматривает теоретическую и практическую подготовку обучающихся в соответствии с требованиями программы.

Формы демонстрации результатов обучения выставка, внутригрупповой конкурс (соревнования), презентация (самопрезентация) проектов обучающихся, выступление на конференции/форуме и др.

Итоговая аттестация осуществляется по итогам освоения всей программы (базового модуля) в формате защиты проектов. Результаты защиты проектов позволяют оценить уровень результативности освоения программы за весь период обучения.

3 Учебно-тематический план

№ п/п	№ Название раздела, темы	Кол-во часов			Кейсы, раскрывающие содержание темы	Формы контроля (аттестации)
		Всего	теория	практика		
1.0	Вводное занятие. Введение в предмет, техника безопасности	1	1			
1	Введение в аналоговую/цифровую схемотехнику	9				Устный опрос
1.1	Понятие аналогово-цифрового представления информации	1	1			
1.2	Особенности цифровой схемотехники	2	2			Устный опрос
1.3	Преобразование аналогового сигнала в цифровой и обратно	2	2			Устный опрос
1.4	Формирование временных интервалов (широтно-импульсная модуляция)	2	1	1		Устный опрос
1.5	Собеседование, зачёт	2	1	1		

№ п/п	Название раздела, темы	Кол-во часов			Кейсы, рас- крывающие содержание	Формы контроля (ат- тестации)
		Всего	теория	прак- тика		
2	Основы радиолокационных систем	16				
2.1	Базовые понятия радиолокации. Физические основы. Виды и назначение радиолокационных систем, применяемых на транспортных средствах.	1	1			Устный опрос Выполнение практических заданий
2.2	Способы определения координат объектов и их реализация радиолокационными методами.	2	2			Устный опрос Выполнение практических заданий
2.3	Понятие о технологиях построения автомобильных радаров: от миллиметровых волн к цифровым данным.	2	1	1		Устный опрос
2.4	Современные направления развития радиолокационных средств, применяемых на автотранспорте.	3	1	2	Кейсы реализации проектов по созданию перспективных систем для интеллектуальных автомобилей.	Устный опрос
2.5	Радары, которые видят «Стелс»: как рождалась технология обнаружения «невидимки».	2	2		Кейсы о создании самолетов-невидимок и радаров, которые видят невидимое.	Устный опрос
2.6	Математическое моделирование радиосистем: связь объективной реальности и образа.	1		1	Кейсы из области математического моделирования волновых процессов.	Устный опрос
2.7	Основы имитационного моделирования. Разработка моделей в Matlab.	3	1	2	Решение практической задачи по созданию простейшей цифровой имитационной модели обнаружителя радиосигнала	Устный опрос
2.6	Тест, зачёт	2	1	1		Выполнение практических заданий

п/п	№ Название раздела, темы	Кол-во часов			Кейсы, раскрывающие содержание	Формы контроля (аттестации)
		Всего	теория	практика		
3	Программирование микроконтроллеров Arduino	10				Выполнение практических заданий
3.1	Устройство и принцип работы МК Ардуино	2	1	1		Выполнение практических заданий
3.2	Работа портов ввода-вывода, последовательный интерфейс (ограничения, уровни напряжений, примеры программ)	2	2			
3.3	Сборка схемы «Светофор» и её программирование	2	0,5	1,5		Проект
3.4	Сборка схемы «Дальномер» и её программирование	2	0,5	1,5		
	Защита проекта	2				
	ВСЕГО	36	18	18		

4 Содержание учебно-тематического плана

№	Тема занятия	Содержание занятия
1.0	Вводное занятие. Введение в предмет, техника безопасности	Теория: Вводный инструктаж «Охрана труда на занятиях. Правила поведения на занятиях». Перспективы применения приобретённых знаний. Знакомство с оборудованием лаборатории. Правила противопожарной безопасности. Санитарно-гигиенические правила в соответствии с требованиями СанПиН 2.4.4.1251 – 03. Правила грамотного выполнения операций на оборудовании, правила пользования инструментами.
1	Введение в аналоговую/цифровую схемотехнику	
1.1	Понятие аналогово-цифрового представления информации	Теория (1 ч): Вводный инструктаж «Охрана труда на занятиях. Правила поведения на занятиях». Перспективы применения приобретённых знаний. Знакомство с оборудованием лаборатории. Правила противопожарной безопасности. Санитарно-гигиенические правила в соответствии с требованиями СанПиН 2.4.4.1251 – 03. Введение. Обзор разработок в области аналогово-цифрового представления информации
1.2	Особенности цифровой схемотехники	Теория (2 ч): Знакомство с правилами построения принципиальных, структурных электрических схем. Знакомство с возможными построениями схем
1.3	Преобразование аналогового сигнала в цифровой и обратно	Теория (2 ч): Преобразование аналогового сигнала в цифровой и обратно
1.4	Формирование временных интервалов (широтно-импульсная модуляция)	Теория (1 ч): Формирование временных интервалов (широтно-импульсная модуляция) Практика (1 ч): Легко: создание простых проектов 2-3 элементов в цепи с использованием конструктора «Матрешка Z».

№	Тема занятия	Содержание занятия
		Обычно: Сборка электрических схем с 1-2 параллельными ветвями. Сложно: Сборка полноценных схем сложных проектов.
2	Основы радиолокационных систем	
2.1	Базовые понятия радиолокации. Физические основы. Виды и назначение радиолокационных систем, применяемых на транспортных средствах.	Теория (1ч): Виды и назначение радиолокационных систем, применяемых на транспортных средствах.
2.2	Способы определения координат объектов и их реализация радиолокационными методами.	Теория (2 ч): Знакомство с принципами определения координат объектов и их реализация радиолокационными методами.
2.3	Понятие о технологиях построения автомобильных радаров: от миллиметровых волн к цифровым данным.	Теория (1 ч): Понятие о технологиях построения автомобильных радаров: от миллиметровых волн к цифровым данным. Практика (1 ч): Изучение вариантов программирования для создания электронных устройств. Логика программирования с использованием визуально-блочной среды.
2.4	Современные направления развития радиолокационных средств, применяемых на автотранспорте.	Теория (1 ч): Сборка устройства. Загрузка программы в микроконтроллер. Разработка собственных решений по совершенствованию работы устройства. Практика (2 ч): Сборка устройства. Загрузка программы в микроконтроллер. Разработка собственных решений по совершенствованию работы устройства.
2.5	Радары, которые видят «Стелс»: как рождалась технология обнаружения «невидимки».	Теория (2 ч): Понятие о создании самолетов-невидимок и радаров, которые видят невидимое.
2.6	Математическое моделирование радиосистем: связь объективной реальности и образа.	Практика (1 ч): Кейсы из области математического моделирования волновых процессов.
2.7	Основы имитационного моделирования. Разработка моделей в Matlab.	Теория (1 ч): Знакомство со средой Matlab. Основные функции, интерфейс системы. Решение практических задач с использованием возможностей Matlab. Практика (2 ч): Решение практической задачи по созданию простейшей цифровой имитационной модели обнаружителя радиосигнала.
3	Программирование микроконтроллеров Arduino	
3.1	Устройство и принцип работы МК Ардуино	Теория (1 ч): Знакомство с интеллектуальными датчиками, применяемыми в интеллектуальных транспортных средствах, их устройством и назначением. Практика (1 ч): Подключение датчиков на основе платформы Arduino
3.2	Работа портов ввода-вывода, последовательный интерфейс (ограничения, уровни напряжений, примеры программ)	Теория (2 ч): Описание устройства и принципа действия датчиков расстояния: ультразвуковых, электрооптических, инфракрасных.
3.3	Сборка схемы «Светофор» и её программирование	Теория (1 ч) Описание принципиальной электрической схемы светофора, программы для работы светофора. Практика (4 ч): Сборка и отладка схемы светофора на макетной плате, её программирование.

№	Тема занятия	Содержание занятия
3.4	Сборка схемы «Дальномер» и её программирование	<p>Теория (0,5 ч): Принципиальная электрическая схема дальномера, программа для работы дальномера.</p> <p>Практика (1,5 ч): Сборка и отладка схемы дальномера на макетной плате, её программирование.</p>
	Защита проекта	<p>Теория (0,5 ч): Знакомство с принципами подготовки презентации и речи для защиты проекта.</p> <p>Практика (1,5 ч): Презентация результатов разработки проекта и собственных решений по совершенствованию работы устройства</p>

5 Учебно-методическое обеспечение программы

5.1 Организационно-педагогические основы программы

При наборе детей в группы принимаются все желающие, на первых занятиях проводится собеседование с целью выявления уровня компьютерной грамотности, а так же проводится мотивационная образовательная экскурсия по практико-ориентированным инженерным проектам на базе НГТУ им. Р.Е. Алексеева.

5.2 Формы организации образовательного процесса

Вся учебная деятельность представляет собой синтез различных видов образовательной деятельности:

- ✓ получение знаний в области трехмерного моделирования
- ✓ получение теоретических и прикладных знания в области трехмерной печати;
- ✓ проектно-исследовательская и практикоориентированная деятельность

Формы проведения занятий: лекция, объяснение материала с привлечением обучающихся, самостоятельная исследовательская работа, эвристическая беседа, практическое учебное занятие, самостоятельная работа, проектная деятельность.

На занятиях предусматриваются следующие формы организации учебной деятельности: индивидуальная (обучающемуся дается самостоятельное задание с учетом его возможностей), фронтальная (работа со всеми одновременно, например, при объяснении нового материала или отработке определённого технологического приёма), групповая (разделение обучающихся на группы для выполнения определённой работы).

Современные педагогические технологии, такие как: технология проектного обучения, здоровьесберегающие технологии и другие в сочетании с современными информационными технологиями могут существенно повысить эффективность образовательного процесса, решить стоящие перед наставником задачи воспитания всесторонне развитой, творчески свободной личности.

При реализации программы используются современные педагогические технологии, обеспечивающие личностное развитие ребенка: личностно-ориентированное обучение, проблемное обучение, обучение в сотрудничестве (командная, групповая работа), информационно-коммуникационные технологии.

При проведении занятий используются три формы работы:

- демонстрационная, когда учащиеся слушают объяснения педагога и наблюдают за демонстрационным экраном или экранами компьютеров на ученических рабочих местах;

- фронтальная, когда учащиеся синхронно работают под управлением педагога;

- самостоятельная, когда учащиеся выполняют индивидуальные или командные задания в течение части занятия или нескольких занятий, а также организационно-деятельные игры, которые предполагают интенсивные формы решения междисциплинарных комплексных проблем.

В процессе обучения применяются следующие методы: объяснительно-

иллюстративный, репродуктивный метод, частично-поисковые методы, метод проектов. Проектная деятельность способствует повышению интереса обучающихся к работе по данной программе, способствует расширению кругозора, формированию навыков самостоятельной работы. При объяснении нового материала используются компьютерные презентации, видеофрагменты. Во время практической части ребята работают со схемами, инструкциями, таблицами. На занятиях используется дифференцированный подход, учитываются интересы и возможности обучающихся. Предусмотрено выполнение заданий разной степени сложности. Таким образом, создаются оптимальные условия для активной деятельности всех обучающихся.

В конце каждого занятия подводятся итоги, строятся планы на следующие занятия.

5.3 Методическое обеспечение вводного модуля программы

№	Раздел или тема программы	Формы занятий	Прием и методы организации учебно-воспитательного процесса	Дидактический материал	Техническое оснащение занятий	Формы подведения итогов
1.0	Вводное занятие. Техника безопасности. История электричества и выдающиеся ученые	Комбинированная: лекция, беседа	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации и видеоматериала)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
1.1	Понятие аналогово-цифрового представления информации	Комбинированная: лекция, беседа	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации и видеоматериала)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
1.2	Особенности цифровой схмотехники	Комбинированная: лекция, беседа	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации и видеоматериала)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
1.3	Преобразование аналогового сигнала в цифровой и обратно	Комбинированная: лекция, беседа	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации и видеоматериала)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
1.4	Формирование временных интервалов (широкоимпульсная модуляция)	Комбинированная: лекция, беседа	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации и видеоматериала)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
2.1	Базовые понятия радиолока-	Комбинированная:	Словесный (устное изложение),	Памятки, инструкции,	Компьютер,	Выполнение прак-

№	Раздел или тема программы	Формы занятий	Прием и методы организации учебно-воспитательного процесса	Дидактический материал	Техническое оснащение занятий	Формы подведения итогов
	Физические основы. Виды и назначение радиолокационных систем, применяемых на транспортных средствах.	лекция, практическое занятие	наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	схемы, мультимедийные материалы	мультимедийный проектор	тестовых заданий
2.2	Способы определения координат объектов и их реализация радиолокационными методами.	Комбинированная: лекция, беседа	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации и видеоматериала)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
2.3	Понятие о технологиях построения автомобильных радаров: от миллиметровых волн к цифровым данным.	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, схемы, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Выполнение практических заданий
2.4	Современные направления развития радиолокационных средств, применяемых на автотранспорте.	Комбинированная: лекция, беседа	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации и видеоматериала)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
2.5	Радары, которые видят «Стелс»: как рождалась технология обнаружения «невидимки».	Комбинированная: лекция, беседа	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации и видеоматериала)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
2.6	Математическое моделирование радиосистем: связь объективной реальности и образа.	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, схемы, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Выполнение практических заданий
2.7	Основы имитационного моделирования. Раз-	Комбинированная:	Словесный (устное изложение),	Памятки, инструкции,	Компьютер,	Выполнение прак-

№	Раздел или тема программы	Формы занятий	Прием и методы организации учебно-воспитательного процесса	Дидактический материал	Техническое оснащение занятий	Формы подведения итогов
	работка моделей в Matlab.	лекция, практическое занятие	наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	схемы, мультимедийные материалы	мультимедийный проектор	тических заданий
3.1	Устройство и принцип работы МК Ардуино	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, схемы, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Выполнение практических заданий
3.2	Работа портов ввода-вывода, последовательный интерфейс (ограничения, уровни напряжений, примеры программ)	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, схемы, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Выполнение практических заданий
3.3	Сборка схемы «Светофор» и её программирование	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, схемы, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Выполнение практических заданий
3.4	Сборка схемы «Дальномер» и её программирование	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Памятки, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Самостоятельная работа, коллективная рефлексия, отзыв, самоанализ

5.4 Основные методы обучения

Основной метод: проектный, кейсовый.

Метод эвристических вопросов предполагает для отыскания сведений о каком-либо событии или объекте задавать следующие семь ключевых вопросов: Кто? Что? Зачем? Чем? Где? Когда? Как?

Метод сравнения применяется для сравнения разных версий моделей обучающихся с созданными аналогами.

Метод эвристического наблюдения ставит целью научить детей добывать и конструировать знания с помощью наблюдений. Одновременно с получением заданной педагогом информации многие обучающиеся видят и другие особенности объекта, т.е. добывают новую информацию и конструируют новые знания.

Метод фактов учит отличать то, что видят, слышат, чувствуют обу-

чающиеся, от того, что они думают.

Метод конструирования понятий начинается с актуализации уже имеющихся представлений обучающихся.

Метод прогнозирования применяется к реальному или планируемому процессу. Спустя заданное время прогноз сравнивается с реальностью. Проводится обсуждение результатов, делаются выводы.

Метод ошибок предполагает изменение устоявшегося негативного отношения к ошибкам, замену его на конструктивное использование ошибок. Ошибка рассматривается как источник противоречий, феноменов, исключений из правил, новых знаний, которые рождаются на противопоставлении общепринятым.

Креативные методы обучения ориентированы на создание обучающимися личного образовательного продукта путем накопленных знаний и поиском оптимального решения проблемы.

«*Мозговой штурм*» ставит основной задачей сбор как можно большего числа идей в результате освобождения участников обсуждения от инерции мышления и стереотипов.

Метод планирования предполагает планирование образовательной деятельности на определенный период - занятие, неделю, тему, творческую работу.

Метод рефлексии помогает обучающимся формулировать способы своей деятельности, возникающие проблемы, пути их решения и полученные результаты, что приводит к осознанному образовательному процессу.

Метод самооценки вытекают из методов рефлексии, носят количественный и качественный характер, отражают полноту достижения обучающимся цели.

Создание ситуаций успеха на занятиях является одним из основных методов эмоционального стимулирования и представляет собой специально созданные педагогом цепочки таких ситуаций, в которых обучающийся добивается хороших результатов, что ведёт к возникновению у него чувства уверенности в своих силах и «лёгкости» процесса обучения.

6 Организационно-педагогические условия

6.1 Материально-техническое обеспечение

Занятия проводятся на базе образовательной аудитории центра ЦСТО, оборудованной:

- Персональный компьютер с операционной системой Windows 7 или Windows 10;
- Доступ в интернет;
- Мультимедиа-проектор;
- Программная среда ArduinoIDE;
- Набор ArduinoUNOR3 StarterKIT;

- Образовательный набор на универсальном контроллере типа Arduino (матрешка);
- Ресурсный набор для конструкторов на базе Arduino (интернет вещей);
- Набор датчиков и устройств для Arduino;
- Цифровой мультиметр Mastech M 830 B;
- Набор для конструирования роботов с одноплатным компьютером на уроках технологии (Эвольвектор) УТРТБ-48-2019;
- Образовательный робототехнический комплект "СТЕМ Мастерская".

Информационное обеспечение

При проведении занятий используются информационные ресурсы: видеолекции, аудио и видеоматериалы, платформа электронного обучения eLearning (edu.nntu.ru), ресурсы сайта НГТУ им. Р.Е. Алексеева (<https://www.nntu.ru>), информационные площадки Министерства образования, науки и молодежной политики Нижегородской области (<https://vk.com/obrazovanienn>).

6.2 Кадровое обеспечение

Образовательный процесс по модулям программы обеспечивается научно-педагогическими кадрами, имеющими педагогическое образование, высшее образование или профильную подготовку в области радиоэлектроники, и систематически занимающимися научно-методической деятельностью. К образовательному процессу по модулям программы также привлекаются преподаватели, находящиеся в стадии обучения не ниже бакалавра.

К педагогическому коллективу, реализующему программы, с учетом специфики поставленных задач и целевой аудитории, предъявляются специальные требования:

- способствовать формированию готовности у обучающихся самостоятельно осваивать методы и способы самообразования и саморазвития,
- способствовать раскрытию творческих, личностных и профессиональных потенциалов обучающихся,
- уметь организовывать процесс рефлексии и обратной связи с обучающимися,
- уметь корректировать свою работу с учетом обратной связи с обучающимися.

6.3 Воспитательная работа и досуговая деятельность

Воспитательная работа при реализации программы направлена на формирование личностных, познавательных и коммуникативных навыков, установление в группе обучающихся доброжелательной атмосферы, ориентирование учащихся на результативную работу, ответственность.

Кроме учебных занятий детям могут быть предложены досуговые мероприятия, проводящиеся для школьников во внеучебное время (см. Дополнительные материалы 2). К ним относятся соревнования по смежным направлениям программ ДО, инженерные квесты, викторины, мастер-классы, праздничные мероприятия и т.д., проводящиеся во время каникул для популяризации сфер технического творчества, повышения информированности детей и их родителей о деятельности центра ДНК.

6.4 Список рекомендованных источников

Нормативно-правовые документы

- ✓ Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (Редакция от 04.08.2023 — Действует с 01.09.2023);
- ✓ Приказ Минпросвещения России от 27.07.2022 № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- ✓ Национальный проект «Образование» (утвержден Президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 24.12.2018 г. № 16);
- ✓ Федеральные проекты «Успех каждого ребенка», «Цифровая образовательная среда», «Патриотическое воспитание» и др.;
- ✓ Распоряжение Правительства РФ от 31 марта 2022 г. N 678-р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 г. и плана мероприятий по ее реализации»;
- ✓ Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 03.09.2019 № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей» (Зарегистрирован 06.12.2019 № 56722).

Для педагогов:

- 1) Бачинин А., Панкратов В. Основы программирования микроконтроллеров / А. Бачинин, В. Панкратов, В. Накоряков – ООО «Амперка», 2013 – 207 с.
- 2) Керниган Б., Ритчи Д. Язык программирования C, 2-е издание.: Пер. с англ. — М.: Издательский дом "Вильямс", 2009. — 304 с.: ил. — Парал. тит. англ.
- 3) Павловская Т.А. C/C++. Программирование на языке высокого уровня. —СПб.: Питер, 2003. — 461 стр.
- 4) Цилькер Б.Я. Организация ЭВМ и систем: Учебник для вузов / Б.Я. Цилькер, С.А. Орлов. - 2-е изд. - СПб.: Питер, 2011. - 688 с.
<https://www.arduino.cc/>- официальный сайт Arduino
- 5) Денис Копосов. Первый шаг в робототехнику. Практикум для 5-6 классов М. Бином. Лаборатория знаний. 2012. 292 с. Босова Л.Л., Босова А.Ю., Коломенская Ю.Г. Занимательные задачи по информатике. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2007.
- 6) Улли Соммер. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino. – СПб. БХВ-Петербург. 2017. 256 с.
- 7) Ревич Юрий. Занимательная электроника– СПб. БХВ-Петербург. 2015. 156 с.
- 8) Виктор Петин. Проекты с использованием контроллера Arduino, 2-е издание. – СПб. БХВ-Петербург. 2015. 464 с.

Для обучающихся:

- 9) Платт Ч. Электроника для начинающих: Пер. с англ. — СПб.: БХВ-Петербург, 2012. — 480 с.: ил. — (Электроника)
- 10) Блум Джереми. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства: Пер. с англ. — СПб.: БХВ-Петербург, 2015. — 336 с.: ил.
- 11) Петин В. А. Проекты с использованием контроллера Arduino. — СПб.: БХВ-Петербург, 2014. — 400 с.: ил.