



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Н.П. ОГАРЁВА»
(ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва»)



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
ЕСТЕСТВЕСТВОНАУЧНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

«Нейротехнологии»

Форма обучения – очная
Нормативный срок освоения программы – 9 месяцев
Объем – 144 академических часа

САРАНСК 2022

Разработчик ОП:

Педагог
дополнительного
образования

Я.А. Зазулин

Согласовано:

Директор института
корпоративного
обучения и
непрерывного
образования

к.ф.н.,
доцент

Н.В. Жадунова

«30» октября 2022 г.

Эксперт:

к.т.н.,
доцент

Д.В. Пьянзин

«29» октября 2022 г.

Содержание

	Стр.
1. Пояснительная записка	2
2. Учебно-тематический план	15
3. Содержание учебно-тематического плана	16
4. Содержание тем программы	21
5. Материально-технические условия реализации программы	25
6. Примерный календарный учебный график на 2019/2020 учебный год	36
7. Список литературы и методического материала	39

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Вводная часть

Интерфейс человека и машины – активно развивающиеся отрасли современной научной мысли. Разработки в данных областях позволяют решать широкий круг вопросов, связанных с охраной здоровья человека, повышением эффективности промышленного.

Актуальность программы состоит в тесной связи современной медицины с математикой, физикой, техникой; сочетание общефизических сведений с биологической направленностью. Приобретение инженерных навыков предполагает определенные требования к уровню математической подготовки обучающихся. Содержание программы отражает состояние науки (биологии, физики, медицины, математики, программирования) и решения современных проблем в обществе в области биологии и техники.

Современные биологические знания и уровень развития микроэлектроники позволяют создавать методики, направленные на конструирование механизмов, имеющих управление нового типа; позволяет вывести на новый уровень протезирование и расширить функциональные возможности человека; проектировать и внедрять в производство различные интерфейсы взаимодействия человека и электронных устройств.

Дополнительная общеразвивающая образовательная программа «Основы биоэлектроники и комплексов нейроинтерфейсов» естественнонаучной направленности, ориентирована на формирование и развитие научного мировоззрения, инженерного мышления, освоение методов научного познания мира и развитие исследовательских способностей учащихся в области естественных и инженерных наук.

Данная программа разработана в соответствии с «Комплексной программой развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года», разработанной правительством Российской Федерации и

утверждённой председателем правительства РФ В.В. Путиным 24 апреля 2012 г. и ФГОС.

Одной из приоритетных задач, данной программы правительства, является создание современных образовательных программ и системы подготовки высококвалифицированных кадров в области биотехнологии. В решении этой задачи значительная роль отводится дополнительному образованию, так как в школьный период осуществляется выбор будущей профессии и закладывается база для будущей профессиональной карьеры. Обучающиеся познакомятся с биологическими профессиями из Атласа профессий будущего. Наличие в штате преподавателей ВУЗов профессионалов в биотехнологической области создает условия для профессионального самоопределения обучающихся в области научной биологии и инженерно-биотехнологической области. Этим подтверждается актуальность программы.

Отличительной особенностью программы «Основы биоэлектроники и комплексов нейроинтерфейсов» является то, что программа курса позволит повысить интерес учащихся к изучению предметов инженерно-биологического профиля через освоение межпредметных дисциплин, не рассматриваемых в базовом школьном курсе (бюоинженерия, медицина, электроника, радиотехника) а также через введение учебно-исследовательской и проектно-исследовательской деятельности в рамках этих дисциплин. В процессе проведения занятий, учащиеся получат передовые знания в области биотехнологии, медицины и инженерных направлениях науки и техники, практические навыки работы на различных видах современного научного лабораторного оборудования.

Программа, с одной стороны, решает задачи популяризации науки среди учащихся, с другой, показывает возможность реализации полного цикла исследований на базе ДНК им. Е.М. Дианова (от кейсов по проекту до представления работ на конференциях и конкурсах различных уровней). В основе обучения лежит метод управления проектами – Scrum (Джефф

Сазерленд и Кен Швабер), ТРИЗ- технологии (Г.С. Альтшуллер).

Адресат программы: набор в группу осуществляется на основе письменного заявления родителей. Программа ориентирована на дополнительное образование учащихся среднего и старшего школьного возраста (14-18 лет) при предъявлении медицинского заключения об отсутствии противопоказаний для занятий по биологии и инженерии.

Объем программы и режим занятий:

Год обучения		Кол-во детей в группе	Продолжительность одного занятия в академических часах	Всего часов в неделю	Кол-во часов в год
I	Вводный	10-12	40 минут	6	144
Итого:					144

Формы организации образовательного процесса: групповые, в основе процесса деятельности – индивидуальный подход к ученику.

Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий: занятия состоят из теоретической, практической и проектной части. Теоретический материал дается в том объеме, который необходим для осмысленного выполнения практической работы. При этом учащиеся постоянно побуждаются к самостоятельному поиску дополнительной информации, используя возможности современных информационных компьютерных технологий, научную и техническую литературы и т.д.

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.

Цель и задачи программы:

Цель – освоение Hard- и Soft-компетенций обучающимися в области радиотехники, программирования и биологии через использование кейс-технологий.

Задачи программы:

Обучающие:

- изучить базовые понятия: человеко-машинный интерфейс, электромиография, радиотехническое устройство, печатная плата, алгоритмы программирования, блок-схема, аппаратная и программная фильтрация сигналов;
- сформировать навыки выполнения технологической цепочки разработки и создания радиотехнического устройства;
- изучить основные конструкции детекторов электрических сигналов человека;
- изучить основные специализированные термины на английском языке;
- научить применять навыки работы в программных средах Multisim, Sprint-Layout, DipTrace на конкретной учебной ситуации;
- развить навык изготовления печатных плат на практике;
- привить навыки проектной деятельности.
- формирование навыков технического инженерного творчества;

Развивающие:

- способствовать расширению словарного запаса;
- способствовать развитию памяти, внимания, технического мышления, изобретательности;
- способствовать развитию алгоритмического мышления;
- способствовать формированию интереса к техническим знаниям;

- способствовать формированию умения практического применения полученных знаний;

-сформировать умение формулировать, аргументировать и отстаивать своё мнение;

-сформировать умение выступать публично с докладами, презентациями и т. п.

- сформировать умение критически относится к полученному результату и его интерпретации;

Воспитательные:

- воспитывать аккуратность и дисциплинированность при выполнении работы;

- способствовать формированию положительной мотивации к трудовой деятельности;

- способствовать формированию опыта совместного и индивидуального творчества при выполнении командных заданий;

- воспитывать трудолюбие, уважение к труду;

-формировать чувство коллективизма и взаимопомощи;

-воспитывать чувство патриотизма, гражданственности, гордости за достижения отечественной науки и техники.

- воспитывать информационную культуру личности.

Прогнозируемые результаты и способы их проверки

Личностные результаты:

- критическое отношение к информации и избирательность её восприятия;

- осмысление мотивов своих действий при выполнении заданий;

- развитие любознательности, сообразительности при выполнении разнообразных заданий проблемного и эвристического характера;

- развитие внимательности, настойчивости, целеустремлённости, умения преодолевать трудности;

- развитие самостоятельности суждений, независимости и нестандартности мышления;
- освоение социальных норм, правил поведения, ролей и форм социальной жизни в группах и сообществах;
- формирование коммуникативной компетентности в общении и сотрудничестве с другими обучающимися.

Метапредметные результаты:

Регулятивные универсальные учебные действия:

- умение принимать и сохранять учебную задачу;
- умение планировать последовательность шагов алгоритма для достижения цели;
- умение ставить цель (создание творческой работы), планировать достижение этой цели;
- умение осуществлять итоговый и пошаговый контроль по результату;
- способность адекватно воспринимать оценку наставника и других обучающихся;
- умение различать способ и результат действия;
- умение вносить корректиды в действия в случае расхождения результата решения задачи на основе её оценки и учёта характера сделанных ошибок;
- умение в сотрудничестве ставить новые учебные задачи;
- способность проявлять познавательную инициативу в учебном сотрудничестве;
- умение осваивать способы решения проблем творческого характера в жизненных ситуациях;
- умение оценивать получающийся творческий продукт и соотносить его с изначальным замыслом, выполнять по необходимости коррекции либо продукта, либо замысла.

Познавательные универсальные учебные действия:

- умение осуществлять поиск информации в индивидуальных информационных архивах обучающегося, информационной среде образовательного учреждения, федеральных хранилищах информационных образовательных ресурсов;
- умение использовать средства информационных и коммуникационных технологий для решения коммуникативных, познавательных и творческих задач;
- умение ориентироваться в разнообразии способов решения задач;
- умение осуществлять анализ объектов с выделением существенных и несущественных признаков;
- умение проводить сравнение, классификацию по заданным критериям;
- умение строить логические рассуждения в форме связи простых суждений об объекте;
- умение устанавливать аналогии, причинно-следственные связи;
- умение моделировать, преобразовывать объект из чувственной формы в модель, где выделены существенные характеристики объекта (пространственно-графическая или знаково-символическая);
- умение синтезировать, составлять целое из частей, в том числе самостоятельно достраивать с восполнением недостающих компонентов.

Коммуникативные универсальные учебные действия:

- умение аргументировать свою точку зрения на выбор оснований и критериев при выделении признаков, сравнении и классификации объектов;
- умение выслушивать собеседника и вести диалог;
- способность признавать возможность существования различных точек зрения и права каждого иметь свою;
- умение планировать учебное сотрудничество с наставником и другими обучающимися: определять цели, функции участников, способы взаимодействия;
- умение осуществлять постановку вопросов; инициативное сотрудничество в поиске и сборе информации;

- умение разрешать конфликты: выявление, идентификация проблемы, поиск и оценка альтернативных способов разрешения конфликта, принятие решения и его реализация;
- умение с достаточной полнотой и точностью выражать свои мысли в соответствии с задачами и условиями коммуникации;
- владение монологической и диалогической формами речи.

Предметные результаты

В результате освоения программы, обучающиеся должны

занять:

- основные алгоритмические конструкции;
- принципы построения блок-схем;
- принципы структурного программирования на языке C++;
- что такое печатная плата и их предназначение.

уметь:

- составлять алгоритмы для решения прикладных задач;
- реализовывать алгоритмы на компьютере в виде программ, написанных на языке C++;
- производить эксперимент по заданному алгоритму;
- отлаживать и тестировать программы, написанные на языке C++;
- представлять свой проект.

владеть:

- основной терминологией в области алгоритмизации и программирования;
- основными навыками программирования на языке C++;
- знаниями по устройству и применению человеко-машинных интерфейсов

Формы подведения итогов реализации дополнительной программы

Подведение итогов реализуется в рамках следующих мероприятий: тестирование по программированию на языке С++, защита результатов выполнения кейса № 6, групповые соревнования.

Формы демонстрации результатов обучения

Представление результатов образовательной деятельности пройдет в форме публичной презентации решений кейсов командами и последующих ответов, выступающих на вопросы наставника и других команд.

Формы диагностики результатов обучения

Беседа, тестирование, опрос.

Вводный уровень – изучение основ выбранного направления, работа над кейсами, выполнение реальных научно-исследовательских проектов и инженерных кейсов. Подготовка к участию во внутренних конкурсах и выступлению.

«Вводный уровень» предполагает организацию обеспечивающего доступ к сложным (возможно специфическим) знаниям и навыкам в рамках содержательно-тематического направления программы, а также предполагает около профессионального знания в данном виде деятельности.

Содержание программы:

Вводный уровень

№	Наименование раздела, темы	Количество часов			Формы аттестации/контроля
		Всего	Теория	Практика	
1	Введение в образовательную программу, техника безопасности	1	1		Тестирование
2	Основы электроники, радиотехники, робототехники	4	2	2	Собеседование, тестирование
3	Кейс 1 «Регистрация сигналов»	30			Демонстрация решения кейса
3.1	Измеряемые биосигналы и принципы работы датчиков,	6	2	4	
3.2	Регистрация электрических сигналов человека при помощи датчиков BiTronicsNeurolab - ЭМГ, ЭЭГ, пульс, КГР,	8	2	6	
3.3	Обработка сигналов, калибровка датчиков - на примере ЭМГ-сигнала.	6	1	5	
3.4	Построение системы человеко-машинного интерфейса. Управление светодиодом по средствам миографии	8	2	6	
3.5	Подготовка к публичному выступлению для защиты результатов, Демонстрация отчёта в группе и защита результатов работы	2	1	1	
4	Кейс 2 «Разработка детектора сигналов для человека-машинного интерфейса»	8			Демонстрация решения кейса
4.1	Анализ существующих систем детектирования мио-сигналов человека	4	1	1	
4.2	Постановка проблемы, генерация путей решения	2	1	1	
4.3	Создание модели электрической схемы детектора в программной среде Multisim	2		2	
4.4	Подготовка к публичному выступлению для защиты результатов, Демонстрация результатов работы	2	1	1	
5	Кейс 3 «Проектирование детектора сигналов для	26			Демонстрация решения кейса

	человеко-машинного интерфейса»				
5.1	Выбор элементной базы для проектирования детектора	2	2		
5.2	Разработка печатной платы детектора	10	1	9	
5.3	Тестирование разработанного устройства и доработка	12	3	9	
5.4	Подготовка к публичному выступлению для защиты результатов, Демонстрация результатов работы	2	1	1	
6	Кейс 4 «Прототипирование детектора сигналов для человека-машинного интерфейса»	26			Демонстрация решения кейса
6.1	Ознакомление с различными технологиями изготовления печатных плат	2	1	1	
6.2	Создание шаблона и изготовление печатной платы разработанного детектора	12		12	
6.3	Монтаж радиокомпонентов на печатную плату и настройка устройства	10	1	9	
6.4	Подготовка к публичному выступлению для защиты результатов. Демонстрация результатов работы	2	1	1	
7	Кейс 5 «Регистрация и интерпретация сигналов»	39			Демонстрация решения кейса
7.1	Визуализация программы в виде блок-схемы	3	1	2	
7.2	Составление программы в программной среде Arduino IDE	10		10	
7.3	Построение системы человека-машинного интерфейса, Управление светодиодом по средствам разработанного устройства	12		12	
7.4	Тестирование написанной программы и доработка	12		12	
7.5	Подготовка к публичному выступлению для защиты результатов. Демонстрация результатов работы.	2	1	1	
8	Кейс 6 «Заявка на грант»	10			Демонстрация решения кейса
8.1	Ознакомление с актуальными конкурсами и составление заявки для одного из	2		2	

	рассмотренных конкурсов				
8.2	Формализация результатов проведенных работ	6		6	
8.3	Подготовка к публичному выступлению для защиты результатов, Демонстрация результатов работы.	2	1	1	
	Итого	144			

Формы контроля:

Контроль выполнения программы проводится в следующих формах:

- собеседование
- тестирование
- практическое задание
- демонстрация решения кейса

2. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

1 год обучения

Структура программы разработана с учетом возрастных особенностей детей (14-15, 16-18 лет).

Постепенное усложнение программы зависит от выбранных объектов, их увеличением и увеличением числа различительных признаков в предметах сериации.

В группах (14-15 лет) при выполнении проектных занятий идет формирование или создание простых радиотехнических устройств. Материал не усложняется.

В группах (16-18 лет) в проектах усложняются не только объекты, но и увеличивается число различительных признаков при увеличении серийности опытов для моделирования, создания радиотехнических устройств.

Для каждой возрастной группы большое внимание уделяется проектной деятельностью и контролю полученных знаний.

3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОГО ПЛАНА

№	Темы занятий	Содержание занятий
1	Введение в образовательную программу, техника безопасности	Теория: введение в образовательную программу. Ознакомление обучающихся с программой, приёмами и формами работы. Вводный инструктаж по ТБ.
2	Основы электроники, радиотехники, робототехники	Теория: компонентная база радиоэлектроники, закон Ома, правила Кирхгофа, законы робототехники, история развития робототехники Практика: сборка простых электрических цепей, ознакомление и работа с измерительным радиотехническим оборудованием, подготовка публичных докладов по темам истории развития робототехники
3	Кейс 1 «Регистрация сигналов»	
3.1	Измеряемые биосигналы и принципы работы датчиков.	Теория: виды детекторов, информативные признаки биологических сигналов, принципы работы датчиков Практика: сбор и анализ материала по рассматриваемой теме
3.2	Регистрация электрических сигналов человека при помощи датчиков BiTronicsNeurolab - ЭМГ, ЭЭГ, пульс, КГР.	Теория: методика постановки эксперимента, рассматриваемого компанией BiTronicsNeurolab Практика: проведение ряда экспериментов по регистрации электрических сигналов человека при помощи датчиков BiTronicsNeurolab - ЭМГ, ЭЭГ, пульс, КГР.
3.3	Обработка сигналов, калибровка датчиков - на примере ЭМГ-сигнала.	Теория: аппаратная и программная фильтрация сигналов, фильтр Кальмана, фильтр усредненного значения выборки, нормировка экспериментальных данных Практика: проведение ряда экспериментов по регистрации и фильтрации сигнала электромиографии
3.4	Построение системы человеко-машинного интерфейса. Управление светодиодом по средствам миографии	Теория: дифференциальный усилитель, понятие человеко-машинный интерфейс, ШИМ Практика: сборка электрических схем, позволяющих управлять интенсивностью свечения светодиода в зависимости от информативных признаков ЭМГ
3.5	Подготовка к публичному выступлению для защиты результатов. Демонстрация отчёта в группе и защита результатов работы	Теория: работа с литературой, принципы сепарации информации Практика: представление материала на публичном выступлении, рефлексия
4	Кейс 2 «Разработка детектора сигналов для человеко-машинного интерфейса»	

4.1	Анализ существующих систем детектирования мио-сигналов человека	Теория: системы детектирования миосигналов, аппаратная фильтрация сигналов, активные фильтры. Практика: сбор и анализ материала по рассматриваемой теме
4.2	Постановка проблемы, генерация путей решения	Теория: SCRUM, ТРИЗ, Дизайн мышления Практика: выбор наиболее эффективной организации работы внутри группы
4.3	Создание модели электрической схемы детектора в программной среде Multisim	Теория: ознакомление с ПО Multisim, основные приемы программного моделирования электрических схем и их исследование программными средствами Практика: Создание модели электрической схемы детектора в программной среде Multisim
4.4	Подготовка к публичному выступлению для защиты результатов. Демонстрация результатов работы	Теория: работа с литературой, принципы сепарации информации Практика: представление материала на публичном выступлении, рефлексия
5	Кейс 3 «Проектирование детектора сигналов для человеко-машинного интерфейса»	
5.1	Выбор элементной базы для проектирования детектора	Теория: современная компонентная база радиоэлектроники, принципы выбора компонентов Практика: анализ доступной компонентной базы и выбор радиокомпонентов, необходимых для разрабатываемого устройства
5.2	Разработка печатной платы детектора	Теория: алгоритм разработки печатной платы, односторонние ПП, двусторонние ПП и многослойные ПП. Практика: создание прототипа ПП детектора в САПР Sprint-Layout или DipTrace
5.3	Тестирование разработанного устройства и доработка	Теория: Методы оптимизации топологии компонентов на ПП, исследование ПП программными средствами САПР Практика: тестирование разрабатываемого устройства, выявление возможных алгоритмов оптимизации
5.4	Подготовка к публичному выступлению для защиты результатов. Демонстрация результатов работы	Теория: работа с литературой, принципы сепарации информации Практика: представление материала на публичном выступлении, рефлексия
6	Кейс 4 «Прототипирование детектора сигналов для человеко-машинного интерфейса»	
6.1	Ознакомление с различными	Теория: технологии изготовления

	технологиями изготовления печатных плат	односторонних, двусторонних и многослойные ПП, фотолитография, ЛУТ, фрезерование и др. Практика: сбор, анализ материала и презентация доклада по рассматриваемой теме внутри группы
6.2	Создание шаблона и изготовление печатной платы разработанного детектора	Теория: составление технологического процесса создания ПП, ТБ при изготовлении ПП Практика: создание шаблона ПП, перенесение шаблона на стеклотекстолит, травление ПП, сверление отверстий
6.3	Монтаж радиокомпонентов на печатную плату и настройка устройства	Теория: различные способы монтажа радиокомпонентов на ПП, выводной монтаж, навесной монтаж, поверхностный монтаж, Практика: монтаж радиокомпонентов на печатную плату, отладка режимов работы устройства
6.4	Подготовка к публичному выступлению для защиты результатов. Демонстрация результатов работы	Теория: методы и особенности представления наглядного материала Практика: демонстрация разработанного устройства на публичном выступлении, рефлексия
7	Кейс 5 «Регистрация и интерпретация сигналов»	
7.1	Визуализация программы в виде блок-схемы	Теория: принципы построения программ для микроконтроллеров, блок-схема, циклы, условия, язык C++ Практика: составление блок-схемы программы для микроконтроллера
7.2	Составление программы в программной среде Arduino IDE	Теория: интерфейс и синтаксис программной среде Arduino IDE Практика: написание программного кода в программной среде Arduino IDE
7.3	Построение системы человека-машинного интерфейса. Управление светодиодом по средствам разработанного устройства	Теория: особенности построение сложных систем (ПК-МК-периферийное устройство), согласование сопротивлений, гальваническая развязка Практика: построение сложных систем (ПК-МК- периферийное устройство), эксперимент по управлению интенсивностью свечения светодиода в зависимости от информативных признаков ЭМГ
7.4	Тестирование написанной программы и доработка	Теория: оптимизация памяти МК, повышение быстродействия путем оптимизации программного кода Практика: оптимизация программного кода
7.5	Подготовка к публичному выступлению	Теория: методы и особенности

	для защиты результатов. Демонстрация результатов работы.	представления наглядного материала и программного кода Практика: демонстрация разработанного программного кода на публичном выступлении, рефлексия
8	Кейс 6 «Заявка на грант»	
8.1	Ознакомление с актуальными конкурсами и составление заявки для одного из рассмотренных конкурсов	Теория: виды конкурсов, формы грантовой поддержки, выбор тематики научно-практических конференций Практика: сбор, систематизация и анализ актуальных конкурсов по рассматриваемой теме
8.2	Формализация результатов проведенных работ	Теория: требования к оформлению заявки на грант, расстановка акцентов при заполнении заявки на соискание гранта Практика: заполнение формы заявки на грант по рассматриваемой теме
8.3	Подготовка к публичному выступлению для защиты результатов. Демонстрация результатов работы.	Теория: основы представления проектов, способы достижения наилучшего результата Практика: построение стратегии защиты проекта, подходящей для выбранного конкурса. рефлексия

4. СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ ПРОГРАММЫ

Раздел 1. Вводное занятие.

Правила поведения учащихся в учреждении. Правила техники безопасности и пожарной безопасности в учреждении. Вопросы охраны труда. Входной контроль (собеседование)

Содержание программы первого года обучения. План работы на учебный год.

Раздел 2. Основы электроники, радиотехники, робототехники

В рамках данного раздела обучающиеся ознакомливаются с компонентной базой радиоэлектроники, законы робототехники, история развития робототехники. Получают расширенный опыт экспериментального подтверждения закона Ома и правила Кирхгофа.

Обучающиеся получают навык сборки простых электрических цепей, и опыт работы с измерительным радиотехническим оборудованием.

Раздел 3. Кейс 1 «Регистрация сигналов»

При решении данного кейса обучающиеся осваивают принципы работы датчиков BiTronicsNeurolab - ЭМГ, ЭЭГ, пульс, КГР. Обучаются производить калибровку и нормировку датчиков.

Обучающиеся получают навык проведения экспериментов по методике, описанной в литературе.

Программа затрагивает много ключевых моментов программирования, построения простых электрических схем, обработка полученных данных и представление их в виде графиков.

Раздел 4. Кейс 2 «Разработка детектора сигналов для человеко-машинного интерфейса»

Кейс позволяет обучающимся ознакомиться с системами

детектирования мио-сигналов, аппаратной фильтрацией сигналов.

Обучающиеся получают навык построения активных фильтров в программной среде Multisim, работы по методикам SCRUM, ТРИЗ, Дизайн мышления

Кейс позволяет получить опыт создания модели электрической схемы детектора в программной среде Multisim.

Раздел 5. Кейс 3 «Проектирование детектора сигналов для человека-машинного интерфейса»

Кейс позволяет обучающимся ознакомиться с современной компонентной базой радиоэлектроники, принципы выбора компонентов

Обучающиеся получают навык создания прототипа ПП в САПР Sprint-Layout или DipTrace.

Кейс позволяет получить опыт оптимизации топологии компонентов на ПП, исследование ПП программными средствами САПР.

Раздел 6. Кейс 4 «Прототипирование детектора сигналов для человека-машинного интерфейса»

Кейс позволяет обучающимся ознакомиться с технологиями изготовления односторонних, двусторонних и многослойные ПП, фотолитография, ЛУТ, фрезерование и др.

Обучающиеся получают навык создание шаблона ПП, перенесение шаблона на стеклотекстолит, травление ПП

Кейс позволяет получить опыт монтажа радиокомпонентов на печатную плату, отладки режимов работы устройства

Раздел 7. Кейс 5 «Регистрация и интерпретация сигналов»

Кейс позволяет обучающимся ознакомиться с принципами построения программ для микроконтроллеров, получают представление о блок-схемах,

циклах, условиях, действиях.

Обучающиеся получают навык написания программного кода в программной среде Arduino IDE.

Кейс позволяет получить опыт построения сложных систем (ПК-МК-периферийное устройство)

В рамках кейса обучающиеся проводят эксперимент по управлению интенсивностью свечения светодиода в зависимости от информативных признаков ЭМГ

Раздел 8. Кейс 6 «Заявка на грант»

Кейс позволяет обучающимся ознакомиться с различными формами грантовой поддержки, требованиями к оформлению заявки на грант.

Обучающиеся получают навык демонстрация разработанного устройства на публичном выступлении, проведения рефлексии.

Кейс позволяет получить опыт выбора тематики научно-практических конференций, построения стратегии защиты проекта, подходящей для выбранного конкурса.

Кадровые условия реализации программы

Комплектование образовательной организации педагогическими, руководящими и иными работниками, соответствующими квалификационным характеристикам по соответствующей должности.

Требования к кадровым ресурсам:

- укомплектованность образовательного учреждения педагогическими, руководящими и иными работниками;
- уровень квалификации педагогических, руководящих и иных работников образовательного учреждения;
- непрерывность профессионального развития педагогических и руководящих работников образовательного учреждения, реализующего основную образовательную программу.

Компетенции педагогического работника, реализующего основную образовательную программу:

- обеспечивать условия для успешной деятельности, позитивной мотивации, а также самомотивирования обучающихся;
- осуществлять самостоятельный поиск и анализ информации с помощью современных информационно-поисковых технологий;
- организовывать и сопровождать учебно-исследовательскую и проектную деятельность обучающихся, выполнение ими индивидуального проекта;
- интерпретировать результаты достижений обучающихся;
- навык программирования на языке C++;
- навык создания печатных плат;
- навык проектирования радиотехнических устройств;
- поиск и интеграция библиотек программного кода с открытых источников типа GitHub в собственный проект;
- навык работы в специализированном ПО.

5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Комплекс организационно-педагогических условий:

Условия реализации программы:

Для успешного усвоения образовательной программы необходимо следующее: учебно-лабораторный комплекс, оборудованный рабочими местами. Кабинет должен иметь хорошее естественное и искусственное освещение, соответствующее санитарно-эпидемиологическим нормативам для данного вида деятельности: учебную доску, столы, стулья.

№ п/п	Наименование
Научное оборудование	
1.	Осциллограф
2.	Генератор сигналов специальной формы
3.	Мультиметр
4.	Паяльная станция
5.	Набор ручного инструмента
6.	Сверлильная станция
7.	ЧПУ- фрезерный станок
8.	Набор ARDUINO
9.	Набор радиодеталей (конденсаторы)
10.	Набор радиодеталей (резисторы)
11.	Набор радиодеталей (транзисторы)
12.	Набор радиодеталей (аналоговые микросхемы)
13.	Операционные усилители
14.	Набор для изготовления печатных плат
	Кюветы для травления печатных плат
Компьютерное оборудование	
15.	Ноутбук
16.	Мышь

17.	Сетевой удлинитель	
18.	Интернет	
Программное обеспечение		
19.	Multisim,	
20.	Sprint-Layout,	
21.	DipTrace	
22.	MathCad	
Демонстрационное оборудование		
23.	Проектор	Для подачи информационного материала
24.	Экран	
25.	Мобильный стенд	
Мебель		
26.	Стол для монтажа радиоэлектронных приборов	
27.	Вытяжка для пайки	
28.	Раковина	
29.	Стулья	
30.	Доска	
31.	Настольная лампа	

Собеседование по правилам поведения на занятиях.

1. Что сначала должен сделать обучающийся, приходя в ДНК?
2. Какие предметы нельзя приносить с собой?
3. Как должен вести себя обучающийся при работе в биотехнологической лаборатории?
4. Когда и где обучающийся может принимать пищу?
5. Когда обучающийся имеет право пользоваться мобильным телефоном в ДНК?
6. Что обучающийся должен делать на уроках?
7. Может ли обучающийся самостоятельно приглашать в школу посторонних лиц?

8. Что необходимо сделать, если Вам захотелось попить во время занятий?

9. Что сначала должен сделать обучающийся, чтобы начать лабораторную (практическую) работу?

10. Что необходимо сделать после окончания лабораторного (практического) занятия?

Выявление уровня развития проектных умений обучающихся

Метод проекта состоит из последовательных этапов:

– *формулирование цели.* Наличие значимой в исследовательском, творческом плане проблемы, требующей интегрированного знания, исследовательского поиска для её решения. Прогнозирование практической, теоретической и познавательной значимости предполагаемых результатов;

– *разработка или выбор путей выполнения проекта.* Использование исследовательских методов, предусматривающих определенную последовательность действий: определение проблематики и вытекающих из нее задач исследования, выдвижение гипотез их решения (на этом этапе можно использовать методы «мозговой атаки», «круглого стола» и т.д.), обсуждение методов исследования (статистических методов, экспериментальных, наблюдений, пр.) На этом этапе также нужно определить, сколько человек может быть задействовано в проекте;

– *работа над проектом.* Самостоятельная (индивидуальная, парная, групповая) деятельность обучающихся. Если проект лонгитюдный, то требуется структурирование его содержательной части – т.е. разбиение деятельности на значимые этапы, с указанием используемых методов, методик и результатов каждого этапа;

– *оформление результатов.* Обсуждение способов оформления конечных результатов (презентаций, защиты, творческих отчетов, просмотров, пр.), сбор, систематизация и анализ полученных данных;

– *обсуждение результатов работы.* Подведение итогов, оформление результатов, их презентация; выводы, выдвижение новых проблем исследования.

За критерий результативности принимается психолого-педагогическая готовность обучающихся к проектированию самостоятельной исследовательской деятельности.

Структура психолого-педагогической готовности обучающихся к проектированию самостоятельной исследовательской деятельности может быть представлена в виде показателей, имеющих количественное выражение, а также различных уровней постижения культуры общения, подразумевающие комплексную диагностику.

В качестве показателей выступают:

– Наличие исследовательского интереса.

– Способность выявлять проблемы, требующие исследовательского подхода.

– Способность проектировать исследовательскую программу.

– Умения и навыки применения исследовательских методов.

– Оценка результатов и выбор оптимального решения.

Контрольно-диагностический компонент позволяет осуществлять как комплексный, так и поэлементный контроль за процессом готовности обучающихся к проектированию самостоятельной исследовательской деятельности.

Представленную модель следует рассматривать в единстве всех её элементов. Реализация на практике экспериментальной логико-содержательной модели приводит к достаточно глубоким и устойчивым изменениям в структуре личности обучающегося, в связи с чем управление,

коррекция и диагностирование должны осуществляться систематически в течение всего учебного проекта.

Уровни готовности к проектированию самостоятельной исследовательской деятельности: высокий, средний и низкий.

Низкий уровень готовности подразумевает, что обучающийся способен принимать участие в отдельных стадиях проектной работы, в групповой деятельности, или выполнять конкретные функции по указанию руководителя работ.

Средний уровень готовности – отвечает за способность обучающегося самостоятельно проектировать решения заданной руководителем или группой проблемы и воплощать их в жизнь в процессе групповой деятельности или под руководством руководителя.

Высокий уровень – это самостоятельное вычленение реальных проблем, требующих решения, построение гипотез, проектирование исследования, активное использование исследовательских методов и способность критически оценивать результаты работы, находя оптимальные решения.

Критерии оценки проектов:

1. Умение представить и защитить индивидуальную (парную, групповую) работу, умение отвечать на вопросы.
2. Самостоятельность выполнения работы, понимание темы исследования, степень владения материалом.
3. Уровень проработанности исследования.
4. Практическое использование результатов исследования.
5. Перспектива исследования результатов исследования.

Критерии и показатели оценки мультимедийных презентаций

Основная оценка мультимедийной презентации, выполненной обучающимся, складывается из оценки целевой, структурной,

содержательной и графической составляющих презентации, как продукта его самостоятельной работы и оценки процедуры защиты презентации.

Оценивание мультимедийной презентации происходит по следующим критериям и показателям:

Критерии оценки презентации	Оцениваемые показатели
Тема презентации	Соответствие темы презентации тематике семинарского занятия, программе дисциплины
Цели и задачи презентации	Соответствие целей и задач поставленной теме
Основные идеи презентации	Соответствие содержания основных идей презентации целям из задачам: <ul style="list-style-type: none">– Основные идеи вызывают ли интерес у аудитории– Количество (для запоминания аудиторией не более 4-5)
Структура	<ul style="list-style-type: none">– Правильное оформление титульного листа– Наличие последовательного плана работы– Наличие понятной навигации– Присутствует логическая последовательность информации на слайдах (вступление-основная часть-выводы)– Присутствуют гиперссылки на приложение к презентации– Обоснованные выводы и сделано заключение– Представлен список источников– Использован оптимальный объем слайдов для раскрытия темы
Содержание	<ul style="list-style-type: none">– Содержание соответствует теме, цели и задачам презентации и полностью раскрывает их– В презентации представлена достоверная информация– Все заключения подтверждены достоверными источниками– Язык изложения материала понятен аудитории– В содержании отсутствуют орфографические, грамматические, синтаксические и речевые ошибки– Актуальность, точность и полезность содержания– Соблюдение авторских прав при использовании источников
Подбор информации	Уместность использования: <ul style="list-style-type: none">– Графических иллюстраций– Статистических данных– Диаграмм и графиков– Экспертных оценок

	<ul style="list-style-type: none"> – Примеров – Сравнений – Художественной литературы: стихи, отрывки произведений, высказывания великих людей и т.п.
Защита презентации	<ul style="list-style-type: none"> – Соблюдение регламента выступления – Громкое, четкое объяснение содержания слайда – Поддержание зрительного контакта с аудиторией – Показан вклад каждого из членов группы (для групповых презентаций) – Доклад без речевых ошибок
Дизайн презентации	<ul style="list-style-type: none"> – Читаемость шрифтов презентации – Единый стиль оформления всех слайдов – Корректно ли выбран цвет фона, шрифта, заголовков (фон и цвет шрифта контрастируют, использовано не более трёх цветов в оформлении слайда) – Ключевые идеи выделены – Наличие элементов анимации – (не более трёх анимационных эффектов на слайде), – В оформлении презентации использованы фотографии, видеозаписи, звуковое сопровождение – На слайде представлено не более двух изображений

Этапы педагогического контроля по определению уровня обученности.

1 год обучения

Виды контроля:

- входящий, который проводится перед началом работы и предназначен для выявления знаний, умений и навыков по программе;
- промежуточный, проводимый в ходе учебного занятия и закрепляющий знания по данной теме;
- итоговый, проводимый после завершения всей учебной программы.

Формы проверки знаний:

- наблюдение за детьми в процессе работы;
- соревнования;
- индивидуальные и коллективные проекты.

Формы подведения итогов:

- творческое задание (реализация элементов проекта в поле и его презентация).

Методическое обеспечение программы:

Методы, приемы и принципы обучения

Методы и приемы обучения, используемые в работе с детьми, можно условно разделить по способу подачи учебного материала (К.Ю. Бабанский):

Наглядный метод:

- образный показ педагога;
- использование наглядных пособий.

Словесный метод:

- рассказ;
- объяснение;
- инструкция;

- беседа;
- анализ и обсуждение;
- словесный комментарий педагога по ходу выполнения модели.

Практический метод:

- показ педагогом;
- отработка упражнений и этюдов.

По характеру деятельности обучающихся (М.Н. Скаткин):

- объяснительно-иллюстративные,
- репродуктивные,
- проблемные,
- частично-поисковые,
- исследовательские.

Кроме того, в работе с детьми очень эффективны и психолого-педагогические методы:

- наблюдение;
- индивидуальный и дифференцированный подход к каждому ребенку;
- прием контрастного чередования психофизических нагрузок и восстановительного отдыха (релаксация),

Здоровьесберегающие методы:

- метод формирования сознания по здоровьесбережению, который включает такие формы работы, как беседа, объяснение, демонстрация, внушение, приведение положительных примеров здорового образа жизни;
- метод разумной организации деятельности с предвидением результатов;
- метод формирования опыта поведения (практика);
- методы стимулирования должного поведения (поощрение, одобрение, осуждение, наказание).

Программа основана на следующих принципах:

- доступности;
- наглядности;
- системности;
- последовательности.

Принцип доступности требует постановки перед обучающимися задач, соответствующих их силам, постепенного повышения трудности осваиваемого учебного материала и соблюдение в обучении элементарных дидактических правил: от известного к неизвестному, от лёгкого к трудному, от простого к сложному.

Принцип системности предусматривает непрерывность процесса формирования технолого-конструкторских навыков, чередования работ и отдыха для поддержания работоспособности и активности обучающихся, определённую последовательность решения задачий.

Индивидуализация и дифференциация процессов работы с обучающимися, добровольность и доступность, творческое содружество и сотворчество детей и педагогов, сочетание индивидуальных, групповых и массовых форм работы, индивидуального и коллективного творчества, а также системный подход к постановке и решению задач образования и воспитания, развития личности и ее самоопределения.

Для выполнения поставленных программой учебно-воспитательных задач предусмотрены следующие **формы занятий**:

- практические и лабораторные занятия;
- занятия-соревнования;
- мастер-классы;
- занятия конференции;
- круглые столы;

- выставки;
- экскурсии в образовательные, научные учреждения и учреждения дополнительного образования.

Содержание занятий и практический материал подбирается с учетом возрастных особенностей и физических возможностей детей. Каждое занятие включает в себя теоретическую и практическую часть.

В процессе занятий педагог использует следующие педагогические технологии (классификация Г.Селевко):

- развивающего обучения с направленностью на развитие творческих качеств личности;
- проблемного обучения;
- ИКТ технологии
- элементы технологии здоровьесбережения.

Воспитательная работа и досуговая деятельность

Программа направлена на воспитание экологической грамотности, творческой личности:

работа с родителями (родительские собрания, индивидуальные беседы, консультации) предполагают взаимопомощь в формировании целостных личностных качеств у детей;

условием нравственного воспитания детей и молодежи в объединении является общение на доверительных началах;

создание дружеской атмосферы в коллективе;

участие в конференциях воспитывает ответственность перед коллективом, самостоятельность и веру в свои силы;

социально значимые мероприятия (проведение мастер-классов, организация выставок, конференций, показательных выступлений и др. коллективных мероприятий) прививают навыки общения друг с другом,

сплачивают коллектив, раскрывают творческие возможности ребят, идёт активная социализация, понимание ценности собственного «Я».

6. ПРИМЕРНЫЙ КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК НА 2022/2023 УЧЕБНЫЙ ГОД

Период обучения — сентябрь-май.

Количество учебных недель — 34.

Количество часов — 144.

Режим проведения занятий: 2 раза в неделю.

№	Месяц	Форма занятий	Кол-во часов	Тема занятий	Форма контроля
1	сентябрь		1	Введение в образовательную программу, техника безопасности	Тестирование
2	сентябрь		4	Основы электроники, радиотехники, робототехники	Собеседование, тестирование
3			30	Кейс 1 «Регистрация сигналов»	Демонстрация решения кейса
3.1	сентябрь		6	Измеряемые биосигналы и принципы работы датчиков.	
3.2	сентябрь		8	Регистрация электрических сигналов человека при помощи датчиков BiTronicsNeurolab - ЭМГ, ЭЭГ, пульс, КГР.	
3.3	октябрь		6	Обработка сигналов, калибровка датчиков - на примере ЭМГ-сигнала.	
3.4	октябрь		8	Построение системы человеко-машинного интерфейса. Управление светодиодом по средствам миографии	
3.5	октябрь		2	Подготовка к публичному выступлению для защиты результатов. Демонстрация отчёта в группе и защита результатов работы	
4			8	Кейс 2 «Разработка детектора сигналов для человека-машинного интерфейса»	Демонстрация решения кейса

4.1	ноябрь		4	Анализ существующих систем детектирования мио-сигналов человека	
4.2	ноябрь		2	Постановка проблемы, генерация путей решения	
4.3	ноябрь		2	Создание модели электрической схемы детектора в программной среде Multisim	
4.4	ноябрь		2	Подготовка к публичному выступлению для защиты результатов. Демонстрация результатов работы	
5			26	Кейс 3 «Проектирование детектора сигналов для человека-машинного интерфейса»	Демонстрация решения кейса
5.1	декабрь		2	Выбор элементной базы для проектирования детектора	
5.2	декабрь		10	Разработка печатной платы детектора	
5.3	декабрь		12	Тестирование разработанного устройства и доработка	
5.4	декабрь		2	Подготовка к публичному выступлению для защиты результатов. Демонстрация результатов работы	
6			26	Кейс 4 «Прототипирование детектора сигналов для человека-машинного интерфейса»	Демонстрация решения кейса
6.1	январь		2	Ознакомление с различными технологиями изготовления печатных плат	
6.2	январь		12	Создание шаблона и изготовление печатной платы разработанного детектора	
6.3	февраль		10	Монтаж радиокомпонентов на печатную плату и настройка устройства	
6.4	февраль		2	Подготовка к публичному выступлению для защиты результатов. Демонстрация результатов работы	
7			39	Кейс 5 «Регистрация и интерпритация сигналов»	Демонстрация решения кейса
7.1	март		3	Визуализация программы в виде блок-схемы	
7.2	март		10	Составление программы в программной среде Arduino IDE	

7.3	март		12	Построение системы человека-машинного интерфейса. Управление светодиодом по средствам разработанного устройства	
7.4	апрель		12	Тестирование написанной программы и доработка	
7.5	апрель		2	Подготовка к публичному выступлению для защиты результатов. Демонстрация результатов работы.	
8			10	Кейс 6 «Заявка на гранд»	Демонстрация решения кейса
8.1	май		2	Ознакомление с актуальными конкурсами и составление заявки для одного из рассмотренных конкурсов	
8.2	май		6	Формализация результатов проведенных работ	
8.3	май		2	Подготовка к публичному выступлению для защиты результатов. Демонстрация результатов работы.	

7. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И МЕТОДИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Нормативная база:

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-фз «Об образовании в Российской Федерации» (принят ГД ФС РФ 21.12.2012) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://graph-kremlin.consultant.ru/page.aspx?1646176>
2. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки России) от 29 августа 2013 г. N 1008 г. Москва «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rg.ru/2013/12/11/obr-dok.html>
3. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 4 июля 2014 г. N 41 «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей» [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<http://base.garant.ru/70731954/>
4. Распоряжение Правительства РФ от 4 сентября 2014 г. N 1726-р «Об утверждении концепции развития дополнительного образования детей» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru/docs/14644/>
5. Концепция развития дополнительного образования детей (утв. распоряжением Правительства РФ от 4 сентября 2014 г. N 1726-р)
[Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<http://gov.garant.ru/SESSION/PILOT/main.htm>
6. Распоряжение Правительства РФ от 29 мая 2015 г. № 996-р «Об утверждении стратегии развития воспитания на период до 2025 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru/docs/18312/>

7. Стратегия развития воспитания в РФ на период до 2025 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 29 мая 2015 года №996-р)
[Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<http://government.ru/media/files/f5Z8H9tgUK5Y9qtJ0tEFnyHlBitwN4gB.pdf>

Для учащихся:

Основная литература

1. Биология. Мустафин А.Г., Захаров В.Б. М.: 2016. 424 с.
2. Биология. Современная иллюстрированная энциклопедия. М.: Росмэн-Пресс, 2006. 560 с.
3. Биология. Весь курс школьной программы в схемах и таблицах. 2007, 126 с.
4. Общая биология. Колесников С.И. М.: 2015. 288 с.
5. Биотехнология. Теория и практика. Загоскина Н.В., Назаренко Л.В., Калашникова Е.А., Живухина Е.А. М.: Оникс., 2009, 496 с.
6. Основы биотехнологии. Егорова Т.А. М.: Издат. центр Академия, 2003. 208 с
7. Павлов В. Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учеб. для вузов / В. Н. Павлов – М.: Горячая линия-Телеком, 2003. – 320 с, ил.
8. Витковский О. П. Лабораторный практикум по схемотехнике аналоговых электронных устройств / О. П. Витковский – Саранск: Изд-во Мордовского университета, 2002. – 108 с.
9. Першин В. Т. Основы радиоэлектроники и схемотехники : учебное пособие / Першин В. Т. - Ростов н/Д : Феникс, 2006. - 542 с. : ил.
10. Титов В. С. Проектирование аналоговых и цифровых устройств: учеб. пособие для студ., обуч. по напр. "Прикл. информатика" и др. экон. спец. / Титов В. С. Иванов В. И., Бобырь М. В. - М.: ИНФРА-М, 2014. - 142 с. : ил.

Дополнительная литература

1. Аксиомы биологии. Медников Б.М. М.: Знание, 1982, 1986. 154 с.
2. Методы клеточной биологии, используемые в цитогенетике. Алиева И.Б., Киреев И.И., Курчашова С.Ю., Узбеков Р.Э. Учебное пособие для проведения практических занятий по курсу «Цитогенетика» для студентов 3 курса факультета биоинженерии и биоинформатики Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова. М.: 2010 г.
3. Анатомия человека. Мирер А.И. М.: 2008. 88 с.
4. Биология для поступающих в вузы. Билич Г.Л., Крыжановский В.А. 2008, 1088с.
5. Биология. Справочник школьника. Сост. Власова З. А. 1996, 576 с.
6. Введение в биологию. Попова Н.А. НГУ, 2012. 271 с.
7. Лаврентьев Б. Ф. Схемотехника электронных средств: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подгот. "Проектирование и технология электронных средств" / Лаврентьев Б. Ф. - М.: Академия, 2010. - 336 с. : ил.
8. Павлов В. Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учеб. для студ. вузов, обуч. по напр. "Радиотехника", "Электроника и микроэлектроника": Рек. М-вом общ. и проф. образования РФ / Павлов В. Н., Ногин В. Н. - М. : Горячая линия-Телеком, 2001. - 320с. : ил.

Для педагога:

Основная литература

1. Сазыкин Ю.О., Орехов С.Н., Чакалева И.И. Биотехнология. Учебное пособие. М.: Академия. 2008, 256 с.
2. Безуглов Д. А. Цифровые устройства и микропроцессоры. Учебное пособие для вузов / Безуглов Д. А. – Ростов н/Д: Феникс, 2006. – 480 с., ил.
3. Титов В. С. Проектирование аналоговых и цифровых устройств : учеб. пособие для студ., обуч. по напр. "Прикл. информатика" и др. экон. спец. / Титов, Виталий Семенович, Иванов, Владимир Ильич, Бобырь, Максим Владимирович. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 142 с. : ил.
4. Смирнов, Ю.А. Основы микроэлектроники и микропроцессорной

техники [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2013. – 496 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/12948>.

5. Пухальский, Г.И. Проектирование цифровых устройств [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.И. Пухальский, Т.Я. Новосельцева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 896 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/68474>. — Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Загоскина Н.В., Назаренко Л.В., Калашникова Е.А., Живухина Е.А. Биотехнология. Теория и практика. М.; Оникс., 2009, 496 с.

2. Шишов О. В. Аналого-цифровые каналы микропроцессорных систем управления : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подгот. 210700 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" квалификации (степени) "бакалавр" и "магистр" / Шишов, Олег Викторович ; Минобрнауки России, ФГБОУ ВПО "МГУ им. Н. П. Огарева". – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2013. – 188 с. : ил.