

Комитет образования и науки администрации города Новокузнецка
Муниципальное бюджетное учреждение
дополнительного образования
«Центр детского (юношеского) технического творчества «Меридиан»

РАССМОТРЕНО:
на заседании
методического совета
Протокол № 04
«26» мая 2021 г.

СОГЛАСОВАНО:
на заседании
педагогического совета
Протокол № 03
«04» июня 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ:
директор МБУ ДО
Центра «Меридиан»
О.Ю.Попов
Приказ № 111
«28» июня 2021 г.



Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа

«Альтернативная энергетика и схемотехника»

технической направленности базового уровня

Линия 2

Возраст учащихся: 12-18 лет

Срок реализации: 1 год (144 часа)

Разработчики: Агеев П.В., Шевченко Р.А.,
педагоги дополнительного образования

Новокузнецкий городской округ

2021 год

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Альтернативная энергетика и схемотехника» относится к программам **технической направленности базового уровня**.

Нормативные документы, на основании которых разработана программа:

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Распоряжение Правительства РФ от 4 сентября 2014 г. № 1726-р «Концепция развития дополнительного образования детей»;
- Приказ Министерства просвещения РФ от 9 ноября 2018 г. № 196 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Приказ Министерства просвещения РФ от 30 сентября 2020 г. № 533 «О внесении изменений в Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам, утвержденный приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 9 ноября 2018 г. № 196»;
- Распоряжение Министерства просвещения РФ от 17 декабря 2019 г. № Р-139 «Об утверждении методических рекомендаций по созданию детских технопарков «Кванториум» в рамках региональных проектов, обеспечивающих достижение целей, показателей и результатов федерального проекта «Успех каждого ребенка» национального проекта «Образование»;
- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;
- Приказ Департамента образования и науки Кемеровской области от 05.05.2019 г. № 740 «Об утверждении Правил персонифицированного финансирования дополнительного образования детей»;
- Устав МБУ ДО «Центр детского (юношеского) технического творчества «Меридиан».

Актуальность данной программы продиктована развитием современной энергетике, внедрением экологичных возобновляемых источников энергии. Поиску эффективного применения альтернативных источников энергии, кардинального повышения энергоэффективности в настоящее время уделяется большое внимание как российских, так и зарубежных ученых. Повышенный интерес связан с проблемой ограниченности природных ресурсов традиционных источников энергии: нефти, газа, угля и т.д. Помимо истощаемости, традиционная энергетика наносит заметный вред экологии планеты из-за выбросов парниковых газов в атмосферу, а использование «зеленой» энергии позволит снизить риски. Актуальность программы обусловлена необходимостью повышения интереса подрастающего поколения в этом направлении.

Программа составлена по учебным материалам, предоставленным федеральными тьюторами детских технопарков «Кванториум» по направлению «Энерджи», на основе сборника «Энерджиквантум тулкит» Ларькина Андрея Владимировича (М.: Фонд новых форм развития образования, 2017. – 120 с.).

Педагогическая целесообразность программы заключается в возможности организовать образовательный процесс и проектную работу среди учащихся разных возрастов и с разным уровнем подготовки; осуществлении компетентного подхода – формирование как личностных, так и профессионально-ориентированных компетенций учащегося через используемые формы и методы обучения и нацеленность на

практические результаты по завершении программы, выявление и дальнейшее сопровождение одаренных в инженерных науках детей. Кроме того, участники получают важные навыки командной и проектной работы, в том числе, через организацию активной и интерактивной деятельности учащихся во время занятий и при подготовке к конкурсам и соревнованиям.

Цель программы: формирование устойчивого интереса к инженерно-техническому направлению через проектно-исследовательскую деятельность учащихся в области энергетики.

Задачи:

образовательные

- систематизировать знания о различных видах энергии, основных направлениях альтернативной энергетики, экономике энергетического рынка, перспективах развития энергетической отрасли;
- формировать представления о схемотехнике как прикладной науке в современной энергетике;
- научить различным приемам и правилам выполнения электротехнических работ, основам проектирования, создания и отладки электронных схем и устройств различного назначения на основе электроконструирования;
- формировать инженерно-технические способности через схемотехнику, электроконструирование, проектирование и разработку систем энергоснабжения, освоение умений работы на современном оборудовании исследовательского класса;

развивающие

- развивать интеллектуально-познавательную активность, творческие способности;
- развивать у учащихся логическое и техническое мышление;
- способствовать развитию интереса к инженерно-технической деятельности и техническим исследованиям;

воспитательные

- способствовать воспитанию экологической и энергосберегающей культуры учащихся, как составной части общей культуры;
- воспитывать качества личности, обеспечивающие социальную мобильность и адаптацию в современном информационно-технологическом обществе, способность принимать самостоятельные решения и работать в команде;
- приобщать учащихся к научным ценностям и достижениям современной техники.

Обучение по данной программе основано на следующих **принципах:** научности, сознательности, доступности, наглядности, последовательности, связи теории с практикой, вариативности.

Отличительная особенность программы. В качестве ведущей технологии является использование кейс-технологии и нацеленность на получение учащимися необходимых знаний посредством изучения теоретических законов через практическое применение при работе над кейсами или проектами. Программа направлена на изучение основных направлений альтернативной энергетики, практических навыков в этих областях, изучения принципов создания современных транспортных средств на ее основе, приобретения знаний по кинематической физике, физике химических источников тока, материаловедению, освоение основ гидродинамики, электротехники, фотоники.

Адресат программы. Данная программа предназначена для обучающихся 12-18 лет, которые успешно освоили вводный курс по направлению «Энерджи». Количество детей в группе от 7 до 15 человек. Реализация программы допускает разновозрастной состав учащихся, что способствует социальному развитию детей, формированию умения работать в разновозрастном коллективе.

Объем и срок освоения программы. Программа «Альтернативная энергетика и схемотехника» рассчитана на 1 год, объем программы 144 часа, реализуется как **углубленный модуль** по направлению Энерджиквантума на базе Кванториума в учебном кабинете с необходимым оборудованием, техническим и ресурсным обеспечением в соответствии с перечнем, указанным в учебно-методическом пособии «Энерджиквантум: тулжит».

Данная программа дает базовые представления об альтернативной энергетике, По итогам освоения данной программы у школьников формируются базовые знания и навыки для дальнейшего обучения по другим программам углубленного уровня в Энерджиквантуме и других квантумах.

Занятия проводятся по 6 часов в неделю: 2 раза в неделю по 3 академических часа.

Форма обучения – очная. Особенностью организации образовательной деятельности является возможность проведения занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, что обеспечивает освоение учащимися образовательной программы в полном объеме независимо от места их нахождения. При проведении занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий используются официальный сайт МБУ ДО «Центр «Меридиан», платформы для дистанционного онлайн обучения, социальные сети.

Формы и методы работы: объяснение, демонстрация, интерактивные лекции, решение кейсов, дискуссии, мозговой штурм, групповые обсуждения, круглый стол, работа в группах, лабораторно-практическая работа с элементами проектной деятельности, эксперимент, дата скаутинг, практические упражнения, практикумы, интеллектуальные и деловые игры, анализ практических ситуаций, создание проблемных ситуаций, экскурсии, мероприятия, творческая мастерская, работа с различными источниками информации, выставки, творческие отчеты, разработка и защита проектов, индивидуальные консультации и др.

В ходе обучения активно используются занимательные примеры, практико-ориентированные кейсы, разработка и реализация проектов, ориентированных на решение проблемных задач города и региона (изобретение, макетирование, создание полезной модели, производство), участие в профильных мероприятиях и соревнованиях. Для решения проблемы кейса и погружения в его тематику учащиеся выполняют лабораторно-практические работы, физические эксперименты и учебные исследования с использованием высокотехнологичного оборудования и обучающих наборов Энерджиквантума.

В каждом из кейсов содержится «Руководство для учащегося», «Руководство для педагога», список вопросов для обсуждения и тем для докладов по темам кейсов. Разделы кейса легко масштабируются во времени (можно без каких-либо сложностей увеличить или уменьшить время на обсуждение этих вопросов), и позволяют скорректировать фактическое время под запланированное.

Обобщающие занятия по каждому разделу и по программе проводятся в форме обсуждения вопросов по тематике кейсов, имеющих актуальное прикладное или теоретическое значение, в форме презентации проектов и работы команды над кейсами и проектами.

Реализация программы предполагает использование здоровьесберегающих технологий. Здоровьесберегающая деятельность реализуется:

- через создание безопасных материально-технических условий;
- включением в занятие динамических пауз, периодической смены деятельности учащихся;
- контролем соблюдения учащимися правил безопасной работы с оборудованием;
- через создание благоприятного психологического климата в учебной группе в целом.

Планируемые результаты

Предметные и предпрофессиональные результаты (hard компетенции)

В результате освоения программы учащиеся

будут знать:

- технику безопасности при выполнении практико-ориентированных заданий с оборудованием Энерджиквантума;
- основные сведения о физической природе энергии, основные направления альтернативной энергетики, перспективы развития энергетической отрасли;
- основные классификации альтернативных источников;
- методы теоретического и экспериментального исследования альтернативных источников;
- основные технологии и способы эксплуатации альтернативных источников энергии;
- методы определения рисков при использовании альтернативных источников энергии;
- базовые показатели экономики энергетической отрасли;
- основные методики расчета экономической эффективности использования нетрадиционных источников энергии;
- способы энергосбережения;
- экологические аспекты применения альтернативных источников энергии;
- особенности применения нетрадиционных источников энергии;
- общие сведения о схемотехнике, электронике, электротехнике;
- основные элементы электрических схем и способы их обозначения;
- различные приемы и правила выполнения электротехнических работ, работ при сборке простейших и среднего уровня сложности электрических схем;
- основы и правила пайки;
- основы проектирования, создания и отладки электронных схем и устройств различного назначения на основе электроконструирования;
- принципы создания современных транспортных средств на основе альтернативной энергетики;
- основные приемы выполнения работ при сборке схем электронных устройств;
- принципы получения электроэнергии из энергии ветра, солнца, химической связи (молекул водорода или водного раствора поваренной соли), механического движения;
- базовые методы поиска инженерных решений, методы решения изобретательских задач;

будут уметь:

- организовывать рабочее место;
- соблюдать технику безопасности при выполнении практико-ориентированных заданий;
- технологически правильно обращаться с оборудованием и инструментами Энерджиквантума, в том числе, с лабораторным оборудованием;
- работать с устройствами: 1) генераторами (механический (ручной) генератор; ветрогенератор; солнечные панели; термоэлектрический модуль); 2) топливными элементами (водородный; солевой; этаноловый); 3) устройствами хранения (металлогидридный аккумулятор); 4) устройствами использования: (электродвигатель; светодиод (освещение); реостат (отопление); электролизер); 5) измерительными приборами;
- собирать электрические схемы простого и среднего уровня сложности;
- давать числовую оценку источникам, преобразователям и приборам-потребителям энергии, устройствам и проектам: в единицах измерения

- энергии/работы; в денежной валюте стоимости; в значении коэффициента полезного действия;
- проводить экспериментальную, исследовательскую работу с наборами «Водородная школа», «Биотопливо», «Гидроэлектростанция», «Стенд Город» и др.;
 - проводить опыты и эксперименты в области энергетики и электроники; физические эксперименты и учебные исследования;
 - обрабатывать полученные данные, анализировать результаты опытов;
 - создавать модели и макеты по заданной теме;
 - оценивать риск и экологические последствия применения альтернативных источников энергии;
 - проектировать и создавать электрические двигатели (преобразование электрической энергии в механическую);
 - проектировать и создавать электрические генераторы (преобразование механической энергии в электрическую);
 - проектировать и создавать электромагнитные устройства (преобразование электрической энергии в магнитную и механическую);
 - определять достоинства и недостатки устройств, формулировать задачи, искать решения, анализировать информацию;
 - создавать презентации, отчёты, аналитические записки, рефераты, визуальные графические схемы и видеоматериалы.

Личностные и метапредметные результаты (soft компетенции)

Личностные

- интерес к инженерно-техническому направлению и профессиональному самоопределению;
- критическое мышление и умение объективно оценивать результаты своей работы;
- умение аргументированно отстаивать свою точку зрения;
- умение генерировать идеи, комбинировать, видоизменять и улучшать их.

Метапредметные

регулятивные универсальные учебные действия:

- способность правильно организовывать рабочее место и время для достижения поставленных целей;
- умение определять цель практико-ориентированного задания, предвидеть результат своих действий и планировать его;
- умение принимать и сохранять учебную задачу;
- умение планировать последовательность этапов проектирования для достижения цели;
- умение осуществлять итоговый и пошаговый контроль по результату;
- умение эффективно использовать имеющиеся ресурсы;

познавательные универсальные учебные действия:

- умение использовать в учебном процессе знаково-символические средства и обозначения;
- умение находить, анализировать и использовать релевантную информацию;
- продуктивное использование технической литературы для поиска решений;
- изложение мысли в четкой логической последовательности, анализ ситуации и самостоятельный выбор ответа на вопросы путем логических рассуждений;
- умение устанавливать аналогии, причинно-следственные связи;

коммуникативные универсальные учебные действия:

- умение работать в команде (работа в общем ритме, эффективное распределение задач, работа в условиях ограничений, стрессоустойчивость и др.);

- умение слушать и слышать собеседника, взаимодействовать с другими членами учебной группы;
- навыки публичного выступления и презентации результатов.

Формы контроля и подведения итогов реализации программы

На занятиях используются: входной и текущий контроль, промежуточная и итоговая аттестация.

Входной контроль предполагает собеседование, в ходе которого определяется наличие у учащегося минимального необходимого уровня входных компетенций, опыт выполнения лабораторных работ по физике и химии, умения работы с измерительными инструментами.

Текущий контроль осуществляется посредством наблюдения за деятельностью учащихся, анализа результатов деятельности, индивидуального устного опроса, практических работ. Отмечается активность участия учащихся в профильных мероприятиях, степень самостоятельности при работе над творческими заданиями, самостоятельный поиск и разработка интересных тем для доклада (или мини-проекта), имеющих отношение к энергетике.

Промежуточная и итоговая аттестация предполагает публичное представление результатов работы над проблемой кейса, презентацию и защиту проектов, экспертную оценку финальных публичных выступлений участников команд с последующим обсуждением результатов их работы, участие в профильных мероприятиях.

Оценочные материалы даны в Приложении.

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№	Название раздела/темы	Количество часов			Формы контроля/ аттестации
		всего	теория	практика	
1.	Вводное занятие	3	1	2	Собеседование
2.	Современная энергетика, ее проблемы и перспективы	69	22	47	Опрос, практические работы, решение кейса
	2.1. Альтернативные источники энергии	6	2	4	
	2.2. Химическая энергия	9	3	6	
	2.3. Механическая энергия	9	3	6	
	2.4. Энергия воды	9	3	6	
	2.5. Энергия ветра	9	3	6	
	2.6. Тепловая энергия	6	2	4	
	2.7. Биологическая энергия	9	3	6	
	2.8. Солнечная энергия	9	3	6	
	2.9. Обобщающее занятие	3	-	3	
3.	Оптимальные системы энергопитания машин	12	3	9	Решение кейса, проекты
4.	Схемотехника	54	16	38	Решение кейса,

	4.1. Введение в схемотехнику	3	1	2	защита проектов, соревнования
	4.2. Решение технических задач в электроконструировании	6	2	4	
	4.3. Основы электроконструирования	9	4	5	
	4.4. Сборка основных электронных схем на базе электроконструктора	6	2	4	
	4.5. Имитация процессов управления различными устройствами на основе электроконструирования	3	1	2	
	4.6. Проектирование электрических схем	6	2	4	
	4.7. Работа с кейсом «Электронное устройство»	18	3	15	
	4.8. Обобщающее занятие	3	1	2	
5.	Заключительное занятие	6	-	6	Презентация
	Всего:	144	42	102	

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Раздел 1. Вводное занятие – 3 часа.

Представление программы, ожиданий участников, правил работы. Вводный инструктаж по технике безопасности в Энерджиквантуме. Традиционные и нетрадиционные источники энергии. Динамика роста энергопотребления в мире и в России. Запасы и ресурсы источников энергии. Базовые показатели экономики энергетической отрасли.

Практическая работа. Экскурсия по Кванториуму. Коммуникативные игры на командообразование, знакомство участников (индивидуальная презентация, знакомство в малых группах, игры и др.). Организация и проведение мастер-классов по направлению Энерджиквантума. Интеллектуальная игра «Источники энергии».

Раздел 2. Современная энергетика, ее проблемы и перспективы – 69 часов.

Тема 2.1. Альтернативные источники энергии – 6 часа.

Проблема энергосбережения и поиск альтернативных способов получения энергии. Четыре способа энергосбережения: организационные мероприятия, модернизация оборудования, вторичное использование ресурсов, альтернативная энергетика. Направления альтернативной энергетике. Виды энергетического топлива. Возобновляемые и не возобновляемые источники энергии. Физическая природа альтернативных источников энергии. Перспективы использования альтернативной энергетике в России и за рубежом. Экологические проблемы энергетике.

Практическая работа. Работа с кейсом «Альтернативные источники энергии» (сравнение достоинств и недостатков различных видов энергии на примере различных источников альтернативной энергии; сравнение перспектив использования альтернативной энергетике в России и за рубежом и т.д.). Расчет потребления электроэнергии (квартиры, школы, Кванториума и др.). Проведение акции по энергосбережению «Энергопатруль» (выявить места бесполезной траты электроэнергии, предотвратить и проконтролировать энергопотери, разработать и распространить памятки, буклеты на энергосберегающую тематику, маркировать наклейки на места наибольшего

потребления энергии и т.д.). Самостоятельный поиск и разработка интересных тем для доклада (или мини-проекта).

Тема 2.2. Химическая энергия – 6 часов.

Гальванические элементы и переключатели, их эволюция. Энергия соленой воды. Физические принципы электролиза. Электролиз и гальваника.

Практическая работа. Практическая работа по исследованию солевого топливного элемента: получение электроэнергии из водного солевого раствора, способы повышения производительности топливного элемента. Исследование реле. Проведение экспериментов по распаду H_2O на водород и кислород. Работа с кейсом «Гремучий газ» (проектирование и изготовление электролизёра, сбор гремучего газа, демонстрация свойств его горения (взрыва)). Самостоятельный поиск и разработка интересных тем для доклада (или мини-проекта).

Тема 2.3. Механическая энергия – 9 часа.

Электродинамика, ее основные понятия и величины. Электрические генераторы и двигатели. Классификация источников механической энергии для электрогенераторов. Электромагнитная индукция. Обратимость электрических машин.

Практическая работа. Исследование ручного механического генератора; сохранение энергии: генерирование и сохранение электроэнергии; изучение принципа работы ручного генератора; сохранение энергии с помощью суперконденсатора. Самостоятельный поиск и разработка интересных тем для доклада (или мини-проекта).

Тема 2.4. Энергия воды – 9 часа.

Энергия, скрытая в воде, работа водяного потока. Использование энергии приливов, океанских течений. Гидроэнергоресурсы. Гидродинамика. Кинетическая и потенциальная энергия воды. Конструктивные особенности ГЭС. Активные и реактивные турбины. Экономика и экология малых ГЭС.

Практическая работа. Работа с кейсом «Энергия воды» (сборка модели ГЭС на примере альтернативных источников энергии, анализ возможностей и типов ГЭС для региона). Определение основных энергетических параметров минигидроэлектростанций. Самостоятельный поиск и разработка интересных тем для доклада (или мини-проекта).

Тема 2.5. Энергия ветра – 9 часов.

Потенциал энергии ветра и возможности его использования. Кинетическая энергия и кинетическая энергия потоков воздуха. Величины, определяющие запас энергии (например, плотностью воздуха и скоростью потока). Производство электроэнергии с помощью ветрогенератора. Ветрогенераторы, виды и особенности конструкции ветроустановок. Модульные ветроэнергетические установки. Экономика и экология ветроэнергетики.

Практическая работа. Работа с кейсом «Проектирование эффективной ветроустановки» (проектирование, создание устройства, преобразующего движение воздуха в электрическую энергию; совершенствование конструкции ветроустановки, исследование её эффективности с помощью изменения набора параметров; анализ возможных конструкций лопастей ветрогенератора и т.д.). Расчет параметров ветродвигательных установок. Самостоятельный поиск и разработка интересных тем для доклада (или мини-проекта).

Тема 2.6. Тепловая энергия – 6 часов.

Теплоэнергетика как отрасль. Тепловые электростанции (ТЭС). Тепловое действие тока. Закон Джоуля – Ленца. Термоэлектрические элементы. Эффект Пельтье и эффект Зеебека. Тепловизор.

Практическая работа. Исследование термоэлектрического элемента: получение электроэнергии с использованием двух различных источников тепла; изучение принципа работы термоэлектрического генератора и элемента Пельтье. Проектирование, создание устройства преобразующего движение воздуха в электрическую энергию. Работа с кейсом «Тепловизор-ревизор» (теповизионное обследование для выявления инженерных

ошибок, дефектов материалов, недостатков в теплоизоляции, отопительных системах и конструкциях, брака после ремонта и т.д. с помощью специальных приборов тепловизоров). Самостоятельный поиск и разработка интересных тем для доклада (или мини-проекта).

Тема 2.7. Биологическая энергия – 9 часов.

Фотосинтез. Биомасса. Биотопливо. Классификация процессов производства биотоплива. Мембранные и безмембранные биологические топливные элементы. Сырье для биологических топливных элементов. БиоТЭЦ. Технологии обезвреживания твердых бытовых и промышленных отходов: складирование на полигонах, сжигание с утилизацией тепла, компостирование, глубокая высокотемпературная переработка в высокотемпературных шахтно-доменных печах, комплексная переработка. Экология биоэнергетики. Перспективы использования биотоплива в регионе.

Практическая работа. Исследование биологического элемента: производство электроэнергии из этанолсодержащих жидкостей; изучение принципа работы биологического топливного элемента. Расчет основных параметров биогазовых установок. Самостоятельный поиск и разработка интересных тем для доклада (или мини-проекта).

Тема 2.8. Солнечная энергия – 9 часов.

Промышленное и хозяйственное использование солнечной энергии для получения тепла. Нагревание воды и воздуха. Солнечные пруды. Другие применения солнечной энергии: получение холода, сушка, опреснение воды. Преобразование световой энергии в электрическую. Фотоэлектрический эффект. Полупроводниковые фотоэлементы, их особенности и эффективность. Солнечные системы для получения электроэнергии. Солнечные батареи и их применение.

Практическая работа. Работа с кейсом «Солнечный свет как источник энергии». Обсуждение проблемы, затронутой в кейсе. Отбор оборудования, которое учащиеся реально планируют использовать в своей работе для решения проблемы, предложенной в кейсе. Сборка модели солнечной электростанции. Подбор максимально эффективного режима работы солнечной электростанции посредством изменения набора параметров. Анализ возможных конструкций солнечных батарей и параметров зданий. Упражнения на овладение навыками работы в группе, навыками ведения дискуссии и выдвижения гипотез, поиска и анализа информации, проведению физического эксперимента и обработке полученных данных. Подготовка выводов и публичного представления результатов работы в кейсе. Презентация работы команды в кейсе. Самостоятельный поиск и разработка интересных тем для доклада (или мини-проекта), имеющих отношение к тематике кейса.

Тема 2.9. Обобщающее занятие– 3 часов.

Обобщение знаний и умений по теме. Аккумулирование и передача энергии. Специфические проблемы аккумулирования и передачи энергии от возобновляемых источников. Классификация типов передачи энергии. Экономика энергетической отрасли.

Практическая работа. Работа с кейсом «Энергия=деньги» (произведение расчетов в рублях и других денежных валютах различных видов энергии, потребляемых и вырабатываемых разными устройствами и объектами; расчетов различных параметров энергии, оценивание эквивалента стоимости в денежных единицах).

Раздел 3. Оптимальные системы энергопитания машин – 12 часов.

Транспортное средство. Пути и опыт использования альтернативной энергии в транспортных средствах. Общий принцип автомобиля на топливном элементе. Различные компоненты и область их применения. Альтернативные виды топлива для питания автомобилей. Автомобили будущего. Водородный топливный элемент. Физические принципы преобразования водорода в электричество. Водород как топливо будущего. Топливные элементы на базе протонно-обменной мембраны. Гальваническая ячейка. Гальваническая ячейка против водородного топливного элемента. Солевой топливный

элемент. Гальванический топливный элемент. Этаноловый топливный элемент. Аккумулятор.

Практическая работа. Практическое исследование топливных элементов: движение, скорость, потребление энергии – измерение этих величин с помощью бортовой системы; описание движения и движущегося объекта; резервируемая мощность на борту устройства, обеспечение системы топливного элемента достаточным количеством мощности при одновременном обеспечении окружающей среды. Разработка и реализация групповых проектов по альтернативной энергетике: проектирование системы питания автомобиля; использование альтернативных источников энергии в системе питания машин, сборка 2-3 моделей машин с различными энергоустановками, проведение поиска оптимальных условий при их эксплуатации, проведение поиска оптимальной системы зарядки машин). Самостоятельный поиск и разработка интересных тем для доклада (или мини-проекта).

Раздел 4. Схемотехника – 54 часа.

Тема 4.1. Введение в схемотехнику – 3 часа.

Проблемы энергосбережения и их решение за счет использования «умных» устройств. Общая информация о схемотехнике и электронике. Основы и правила пайки.

Практическая работа. Лабораторно-практические работы для знакомства с компонентами электронного конструктора. Самостоятельный поиск и разработка интересных тем для доклада (или мини-проекта).

Тема 4.2. Решение технических задач в электроконструировании – 6 часов.

Постановка технической задачи и ее решение. Анализ исходных данных. Логика при решении технических задач. Аргументация в обсуждении путей решения.

Практическая работа. Отработка этапов решения технических задач: установление последовательности решения технического задания по усовершенствованию схемы; установление последовательности решения технического задания по усовершенствованию схемы повышенного уровня сложности. Самостоятельный поиск и разработка интересных тем для доклада (или мини-проекта).

Тема 4.3. Основы электроконструирования – 9 часов.

Виды электроконструкторов. Правила безопасности при сборке схем на базе электроконструкторов. Использование электроизмерительных приборов при сборке схем на электроконструкторе. Основные компоненты электроконструкторов и их параметры. Условное обозначение элементов конструктора на схемах. Расчет параметров электрической схемы. Выбор элементов схем.

Практическая работа. Упражнения по отработке навыков безопасной сборки схем на электроконструкторе с использованием мультиметров. Проверка соответствия основных характеристик компонентов конструктора и параметров электрической цепи: особенности сборки схем на электроконструкторе; сравнение расчетных и фактических значений параметров в собранных электрических схемах; особенности сборки схем на электронном конструкторе; сравнение расчетных и фактических значений параметров в электрических схемах повышенного уровня сложности. Самостоятельный поиск и разработка интересных тем для доклада (или мини-проекта).

Тема 4.4. Сборка основных электронных схем на базе электроконструктора – 6 часов.

Чтение электросхем. Приемы проверки исправности элементов электроконструктора. Технология сборки схем на электроконструкторе. Правила сборки типовых электронных схем и проверки схемы перед включением питания. Возможные неисправности в схемах и их устранение.

Практическая работа. Упражнение по отработке методики сборки схем из элементов конструктора в соответствии с заданием: из элементов электроконструктора. Самостоятельный поиск и разработка интересных тем для доклада (или мини-проекта).

Тема 4.5. Имитация процессов управления различными устройствами на основе электроконструирования – 3 часа.

Общие принципы управления устройствами. Датчики и реле. Сигнализаторы и индикаторы. Исполнительные механизмы. Имитаторы и устройства на микросхемах.

Практическая работа. Сборка схем автоматического управления на основе электроконструктора «Схема автоматического включения уличного освещения», «Схема автоматического контроля за уровнем и температурой различных продуктов» (из элементов конструктора). Самостоятельный поиск и разработка интересных тем для доклада (или мини-проекта).

Тема 4.6. Проектирование электрических схем – 6 часов.

Постановка задачи проектирования. Поиск идеи. От идеи к чертежу и прототипу на основе электроконструктора.

Практическая работа. Практикум по изучению компонентов (блоки и провода) электрической схемы: сборка схем устройств различного назначения, анализ режима их работы, отладка схемы. Тренинг по решению конструкторских задач в небольших группах по 2-3 человека. Самостоятельный поиск и разработка интересных тем для доклада (или мини-проекта).

Тема 4.7. Работа с кейсом «Электронное устройство» - 18 часов.

Погружение в тему кейса. Оборудование квантума, необходимое для решения кейса. Постановка проблемы. Планирование работы над решением кейса. Технологическая карта. Работоспособность изделия. Правила оформления, доработки и презентации решения кейса и работы команды над кейсом. Публичное представление результатов работы в кейсе и проектной деятельности. Продвижение и развитие.

Практическая работа. Экскурсия на предприятие. Постановка и обсуждение проблемы. Хакатон идей. Исследование аналогов. Разработка макета изделия. Разработка электронной схемы. Выбор оборудования для решения кейса/задачи. Разработка прототипа и его презентация. Моделирование элементов. Сборка действующей модели и ее испытание. Доработка и тестирование. Доработка и формулировка выводов.

Тема 4.8. Обобщающее занятие – 3 часа.

Обобщение знаний и умений по теме «Схемотехника». Правила конструктивного диалога. Представление результатов. Практическое воплощение решения технической задачи. Эстетическое оформление результатов работы над техническими задачами. Правила публичного представления (презентации) результатов работы.

Практическая работа. Аргументированная защита результатов усовершенствования схемы на основе электроконструктора с целью отработки навыков публичного представления результатов работы. Защита проекта/ решения кейса.

Раздел 5. Заключительное занятие – 6 часов.

Обобщение изученного материала. Подведение итогов.

Практическая работа. Публичное выступление участников с представлением своей работы в кейсе с последующей дискуссией. Совместное обсуждение итогов. Организация и проведение мастер-классов по тематике кванта.

КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

Количество учебных недель – 24.

Количество учебных дней – 48.

Продолжительность каникул – нет.

Даты начала и окончания учебных периодов – 15 сентября – 25 мая.

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Раздел программы	Формы занятий	Приёмы и методы организации образовательного процесса	Дидактический материал	Техническое оснащение занятий	Формы подведения итогов
Вводное занятие	Инструктаж, интерактивная лекция, мастер-классы, знакомство с квантумом и его оборудованием, экскурсия, инструктаж	Словесно-наглядный, приучение к выполнению требований, дискуссии.	Презентации и обучающие видеоматериалы, комплект технологических инструкций, инструкции по технике безопасности	Стенды с оборудованием, учебно-лабораторное оборудование, ПК, мультимедийное оборудование	Собеседование
Современная энергетика, ее проблемы и перспективы	Фронтальная и индивидуальная работа, интерактивная лекция, сообщения детей, самостоятельная работа, лабораторная работа, учебные исследования	Частично-поисковый, проектный, метод контрольных вопросов	Кейсы тематические, мультимедийные обучающие презентации, база данных тренировочных и проверочных материалов для организации фронтальной и индивидуальной работы учащихся, тематические подборки, инструкции, ссылки на веб-ресурсы	Учебно-лабораторное оборудование, оборудование Энерджиквантума, ПК, мультимедийное оборудование	Опрос, практические работы, решение кейса
Оптимальные системы энергопитания машин	Работа в командах, интерактивная лекция, сообщения детей, самостоятельная работа, лабораторная работа, учебные исследования	Частично-поисковый, проектный, метод контрольных вопросов	Практико-ориентированные задания	ПК, мультимедийное оборудование Набор «Водородная школа», суперконденсаторы, стенд «Водородная энергетика», модели автомобилей на различных источниках энергии, набор «Собери свой топливный элемент», «Виды электробатарей» и др.	Решение кейса, проекты
Схемотехника	Фронтальная и индивидуальная работа, интерактивная лекция, сообщения детей,	Частично-поисковый, проектный, практический, метод контрольных вопросов	готовые и измененные образцы схем, подборка заданий,	Учебно-лабораторное оборудование, электронные конструкторы в зависимости от комплектации	Решение кейса, защита проектов, соревнования

	самостоятельная работа, лабораторная работа, учебные исследования			Энерджиквантума, оборудование Энерджиквантума, ПК, мультимедийное оборудование	
Заключительное занятие	Выставка, презентация, демонстрация	Частично-поисковый, проектный, метод контрольных вопросов	Образцы работ, готовые изделия, готовые проекты, тематические подборки. Портфолио детей	ПК, мультимедийное оборудование	Презентация

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБЪЕДИНЕНИЯ

№ п/п	Содержание, виды, формы деятельности	Сроки проведения
Модуль «Воспитываем и познаём»		
1.	Интеллектуальная игра «Источники энергии»	сентябрь
2.	Акция по энергосбережению «Энергопатруль»	октябрь
3.	Мини-исследования «Виды энергии и их особенности»	ноябрь
4.	Презентация проектных работ с последующей дискуссией - «Круглый стол»	декабрь
5.	Проведение экспериментов	февраль
6.	Игра «Элементы электроконструктора»	март
7.	Хакатон идей	апрель
8.	Презентация «Мои идеи»	май
Модуль «Воспитываем, создавая и сохраняя традиции»		
1.	Участие в мероприятии «НАНОвый год» в рамках событий общероссийской образовательной программы «Школьная лига РОСНАНО»	сентябрь
2.	Участие в мероприятии «Инженерные каникулы» в рамках национального проекта «Образование»	октябрь
3.	Участие во Всероссийском конкурсе по направлению «Альтернативная энергетика»	апрель-октябрь
4.	Участие в Международном конкурсе детских инженерных команд «Кванториада»	в течение года
5.	Участие в большой проектной неделе Центра «Меридиан»	декабрь
6.	Участие в мероприятии «Инженерные каникулы» в рамках национального проекта «Образование»	январь
7.	Участие во Всероссийской неделе высоких технологий и технопредпринимательства в рамках событий общероссийской образовательной программы «Школьная лига РОСНАНО»	март
8.	Участие в мероприятии «Инженерные каникулы» в рамках национального проекта «Образование»	март
9.	Участие в мероприятии «Инженерные каникулы» в рамках национального проекта «Образование»	июнь
Модуль «Профориентация»		
1.	Беседа «Профессии в области энергетики»	сентябрь
2.	Мини-исследование «Профориентация в программировании»	ноябрь
3.	Презентация «Профессии, связанные с энергетикой в Кузбассе»	январь

4.	Кинопаказ «Энергетика. Перспективы»	апрель-май
Модуль «Воспитываем вместе»		
1.	«Дни открытых дверей» в ДТ Кванториум.	сентябрь
2.	Родительское собрание «Энерджиквантум и деятельность».	октябрь
3.	Индивидуальные консультации для родителей (дистанционный и очный формат общения).	в течение года
4.	Родительское собрание «Наши достижения.»	май
Модуль «Российское движение школьников (РДШ)»		
1.	Знакомство с сайтом РДШ. Обзор мероприятий на новый учебный год	сентябрь
2.	Участие в мероприятиях РДШ по выбору в соответствии с направлением учебного объединения	в течение года

МАТЕРИАЛЬНО – ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Условия реализации программы: учебный кабинет, оснащенный оборудованием (стандарт): расширенный набор «Energy Vox» - 5 шт., набор «Гидронергетика» - 5 шт., набор «Биотопливо» - 5 шт., набор «Сохранение и распределение энергии» - 5 шт., научно-методический стенд по Водородной энергетике с двумя топливными элементами – 3 шт., система практического использования топливных элементов: модель гибридного автомобиля – 2 шт., электронный конструктор (Профессиональная схемотехника) – 7 шт., набор водородной энергетике для класса робототехники без генератора водорода – 2 шт.; платформа штекерной-контактной системы для 1 группы; лабораторная Ветро-солнечная установка с вертикальной осью – 1 шт.; система для изучения и проектирования волновых электрогенерирующих установок в лабораторных условиях – 1 шт.; распределенная энергетическая система – 1 шт.

Перечень необходимого оборудования и расходных материалов:

- ноутбук из расчета 1 шт. на команду из 3-х человек;
- проектор/«умная» доска – 1 шт.;
- электронные конструкторы – 10 шт.;
- комплект «Водородная школа» – 3 шт.;
- источник света – 3 шт.;
- вентилятор – 3 шт.;
- дистиллированная вода – 10 л;
- батарейки АА – 18 шт.;
- батарейки типа «Крона» (9В) – 6 шт.;
- лампы для источника света – 3 шт.;
- лопасти для ветрогенератора (комплект «Водородная школа») - 1 комплект;
- солевой топливный элемент (в первую очередь магниевая пластина, т.к. при выработке электроэнергии она необратимо расходуется) – 3 шт.;
- локальная сеть с доступом в Интернет.

К каждому кейсу прилагаются дидактические и методические материалы: «Руководство для учащегося» и «Памятка для педагога».

Необходимо техническое оснащение и ресурсное обеспечение проектной деятельности на одну группу в соответствии с перечнем, указанным в сборнике «Энерджиквантум тулкит».

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ ПЕДАГОГА

1. Аверченков, О. Е. Схемотехника: аппаратура и программы / О.Е. Аверченков. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 140 с.
2. Баскаков, А. П. Теплотехника: Учебное пособие для вузов / А.П.Баскаков, Б.В. Берг, О.К. Витт и др. – М.: ООО «ИД 112 Энерджиквантум тулкит 113 БАСТЕТ», 2010. – 56 с.
3. Браун. Источники питания / Браун. – Киев: МК-Пресс, 2007. – 76 с.
4. Водородная энергетика будущего и металлы платиновой группы в странах СНГ : учебное пособие. – М.: МИРЭА, 2004. -216 с.
5. Гилпин, Р. Большая книга занимательных опытов / Р. Гилпин, Л. Пратт. – Ярославль. – 2008.
6. Джоунс, Д. Изобретения Дедала / Д. Джоунс. – М.: Мир, 1985. – 87 с.
7. Котляр, Ю. А. Водородный всеобуч в России / Ю.А.Котляр, В.В. Шинкаренко. – М.: АСМИ, 2008. – 119 с.
8. Кун, Т. С. Структура научных революций / Т.С. Кун. Перевод с английского И.Э.Налетова. – М.: Мир, 1975. – 74 с.
9. Курс лекций: «Материалы для водородной энергетики» - Екатеринбург: ГОУ ВПО «Уральский государственный университет им. А.М. Горького», 2008. – 185 с.
10. Ларькин, А. В. Энерджиквантум тулкит / А.В. Ларькин. – М.: Фонд новых форм развития образования, 2017. – 120 с.
11. Леенсон, И. Удивительная химия / И. Леенсон. – М.: АСМИ, 2009. – 90 с.
12. Лунин, В. В. Энергия будущего. Бестселлер для избранных, или учебное пособие по водородной энергетике для подшефных школ МИРЭА / В.В.Лунин. – М., АСМИ, 2006.
13. Новая постиндустриальная волна на Западе. Антология / Под редакцией В. Л. Иноземцева. – М.: Academia, 1999. – 67 с.
14. Нурбей, Г. Удивительная механика / Г. Нурбей. – М.: АСМИ, 2006. – 80 с.
15. Нурбей, Г. Удивительная физика / Г. Нурбей – М.: АСМИ, 2005. – 67 с.
16. Платт, Ч. Электроника для начинающих / Ч. Платт. – СПб.: БХВ Петербург. – 2016. – 120 с.
17. Ткаченко, Ф. А. Электронные приборы и устройства Ф. А. Ткаченко. – Минск: Новое знание, 2011. – 84 с.
18. Тринг, М. Как изобретать / М. Тринг, Э. Лейтуэйт. – М.: Мир, 1980. – 98 с.
19. Холявко, В. Н. Лабораторный практикум по физике. Анализ, обработка и представление результатов измерений физических величин / В.Н. Холявко, В.Ф. Ким, И.Б. Формусатик, А.Б. – М.: Мир, 1980. – 98 с.
20. Фейнман, Р. Характер физических законов / Р.Фейнман. – М.: Наука, 1987. – 56 с.

ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. Австралийская компания будет добывать тепло из-под земли http://elementy.ru/novosti_nauki/164982/Avstraliyskaya_kompaniya_budet_dobyyvat_teplo_iz_pod_zemli
2. Анимация некоторых физических процессов <http://physics.nad.ru/>
3. Архив номеров журнала «Квант» <http://kvant.mccme.ru/>
4. Билюминесценция <https://chrnk.ru/tech/bioluminescence>
5. Ветряная ветряная энергетика http://elementy.ru/nauchnopolulyarnaya_biblioteka/432179/Vetrenaya_vetryanaya_energetika
6. Вечный двигатель <http://elementy.ru/posters/perpetuum>

7. Все до лампочки <https://chrchk.ru/tech/vse-do-lampochki>
8. Видео по физике (в т.ч. и энергетике) <https://postnauka.ru/themes/physics> бесплатные ресурсы для изучения физики <https://newtonew.com/app/horoshie-besplatnye-resursy-dlya-izucheniya-fiziki>
9. «Дефектные» нанотрубки облегчают добычу водорода http://elementy.ru/novosti_nauki/164856/Defektnye_nanotrubki_oblegchayut_dobychu_vodoroda
10. Доказана универсальность формулы для максимального КПД реальной тепловой машины http://elementy.ru/novosti_nauki/164948/Dokazana_universalnost_formuly_dlya_maksimalnogo_KPD_realnoy_teplovoymashiny
11. Колебания метана в атмосфере: человек или природа — кто кого http://elementy.ru/novosti_nauki/430350/Kolebaniya_metana_v_atmosfere_chelovek_ili_priroda_kto_kogo
12. Металлический водород — сверхпроводник с наибольшей критической температурой?» http://elementy.ru/novosti_nauki/430773/Metallicheskiy_vodorod_sverkhprovodnik_s_naibolshey_kriticheskoy_temperaturoy
13. Микробиологический топливный элемент стал в четыре раза эффективнее http://elementy.ru/novosti_nauki/25618/Mikrobiologicheskiy_toplivnyy_element_stal_v_chetyre_raza_effektivnee
14. Музей неработающих машин <http://www.lhup.edu/~dsimanek/museum/unwork.htm>
15. На смену гигантским электростанциям придут энергетические микроузлы http://elementy.ru/novosti_nauki/164839/Na_smenu_gigantskim_elektrstantsiyam_pridut_energeticheskie_mikrouzly
16. Нефть и будущее http://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/432391/Neft_i_budushchee
17. Нефтяные углеводороды в океане http://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/430582/Neftyanye_uglevodorody_v_okeane
18. Новый топливный элемент перенесет «водородный завод» на борт автомобиля http://elementy.ru/novosti_nauki/25544/Novyy_toplivnyy_element_pereneset_vodorodnyy_zavod_na_bort_avtomobilya
19. Опубликованы результаты реалистичного моделирования глобального потепления в ближайшие два века http://elementy.ru/novosti_nauki/430366/Opublikovany_rezultaty_realistichnogo_modelirovaniya_globalnogo_potepleniya_v_blizhayshie_dva_veka
20. От глобального потепления спасет закопаемое топливо http://elementy.ru/novosti_nauki/430473/Ot_globalnogo_potepleniya_spaset_zakopayemoe_toplivo
21. Повышение концентрации CO₂ в атмосфере стимулирует выделение из почвы других парниковых газов http://elementy.ru/novosti_nauki/431647/Povyshenie_kontsentratsii_CO_2_v_atmosfere_stimuliruet_vydelenie_iz_pochvy_drugikh_parnikovyykh_gazov
22. Разработан метод эффективного хранения солнечной энергии» http://elementy.ru/novosti_nauki/164547/Razrabotan_metod_effektivnogo_khraneniya_solnechnoy_energii
23. Сайт радиолюбителей <http://cxem.net/>
24. Самодельная сборка различных устройств <http://izobreteniya.net/>
25. Самозарядная электроника становится реальностью» http://elementy.ru/novosti_nauki/430951/Samozaryadnaya_elektronika_stanovitsya_realnostyu
26. Симуляция некоторых физических процессов <http://www.falstad.com/mathphysics.html>
27. Солнечный камень http://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/431162/Solnechnyy_kamen
28. Солнечные батареи https://chrchk.ru/tech/gratzel_interview
29. Тепло Земли http://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/432185/Teplo_Zemli
30. Человечество скоро столкнется с нехваткой ресурсов

- http://elementy.ru/novosti_nauki/431909/Chelovechestvo_skoro_stolknetsya_s_nekhvatkoy_resursov
31. Что такое алюмоэнергетика? http://elementy.ru/nauchnopolulyarnaya_biblioteka/431264/Chto_takoe_alymoenergetika
 32. Экологически безопасное биотопливо начинает угрожать дикой природе http://elementy.ru/novosti_nauki/430679/Ekologicheski_bezopasnoe_biotoplivo_nachinaet_ugrozhat_dikoy_prirode
 33. Энергию из градиента солености воды можно получать с помощью конденсатора» http://elementy.ru/novosti_nauki/431152/Energiyu_iz_gradienta_solnosti_vody_mozhno_poluchat_s_pomoshchyu_kondensatora
 34. Энергетика живой клетки http://elementy.ru/nauchnopolulyarnaya_biblioteka/430308/430309
 35. Графическое обозначение радиоэлементов на схеме [http:// www.meanders.ru/elements_1.shtml](http://www.meanders.ru/elements_1.shtml)

КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Педагог, реализующий данную дополнительную общеобразовательную общеразвивающую программу, должен иметь высшее профессиональное образование или среднее профессиональное образование по направлению подготовки «Образование и педагогика» или в области, соответствующей преподаваемому предмету, без предъявления требований к стажу работы; либо высшее профессиональное образование или среднее профессиональное образование по направлению деятельности в образовательном учреждении без предъявления требований к стажу работы.

При реализации программы педагоги проходят обучение на образовательных сессиях для наставников Детского технопарка «Кванториум».

Кейсы, которые входят в программу**Раздел «Современная энергетика, ее проблемы и перспективы»:****тема «Альтернативные источники энергии»**

- «Альтернативные источники энергии» (сравнение достоинств и недостатков различных видов энергии на примере различных источников альтернативной энергии; сравнение перспектив использования альтернативной энергетики в России и за рубежом и т.д.)

тема «Химическая энергия»

- «Гремучий газ» (проектирование и изготовление электролизёра, сбор гремучего газа, демонстрация свойств его горения (взрыва))

тема «Энергия воды»

- «Энергия воды» (сборка модели ГЭС на примере альтернативных источников энергии, анализ возможностей и типов ГЭС для региона)

тема «Энергия ветра»

- «Проектирование эффективной ветроустановки» (разработка и сборка установки для получения электроэнергии из движения воздушных потоков; совершенствование конструкции ветроустановки, исследование её эффективности с помощью изменения набора параметров; анализ возможных конструкций лопастей ветрогенератора и т.д.)

тема «Тепловая энергия»

- «Тепловизор-ревизор» (тепловизионное обследование для выявления инженерных ошибок, дефектов материалов, недостатков в теплоизоляции, отопительных системах и конструкциях, брака после ремонта и т.д. с помощью специальных приборов тепловизоров)

тема «Солнечная энергия»

- «Солнечный свет как источник энергии» (обсуждение проблемы, затронутой в кейсе; отбор оборудования, которое учащиеся реально планируют использовать в своей работе для решения проблемы; сборка модели солнечной электростанции и подбор максимально эффективного режима ее работы посредством изменения набора параметров; анализ возможных конструкций солнечных батарей и параметров зданий)

тема «Обобщающее занятие»

- «Энергия=деньги» (произведение расчетов в рублях и других денежных валютах различных видов энергии, потребляемых и вырабатываемых разными устройствами и объектами; расчетов различных параметров энергии, оценивание эквивалента стоимости в денежных единицах)

Раздел «Схемотехника»

- «Электронное устройство» (исследование аналогов, разработка макета, разработка электронной схемы)