

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИНСТИТУТ РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ»

СОГЛАСОВАНО

Научно-методическим советом

ГАУ ДПО ИРО ОО

Протокол № 16 от 25.08. 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор ГАУ ДПО ИРО ОО

\_\_\_\_\_  
С.В. Крупина

Приказ № 248 от 25.08. 2025 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА

**«Проектная лаборатория: Энерджиквантум»**

Направленность программы: техническая

Уровень программы: продвинутый

Возраст обучающихся: 11-15 лет

Срок освоения программы: 1 год

Автор-составитель:

Спиридонов Евгений Владиславович,  
педагог дополнительного образования  
высшей квалификационной категории

Оренбург, 2025

## СОДЕРЖАНИЕ

|        |                                                |    |
|--------|------------------------------------------------|----|
| 1.     | КОМПЛЕКС ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОГРАММЫ      | 3  |
| 1.1.   | Пояснительная записка                          | 3  |
| 1.1.1. | Актуальность программы                         | 5  |
| 1.1.2. | Объем и сроки освоения программы               | 5  |
| 1.1.3. | Формы организации образовательного процесса    | 5  |
| 1.1.4. | Режим занятий                                  | 5  |
| 1.1.5. | Цель и задачи программы                        | 5  |
| 1.1.6. | Планируемые результаты освоения программы      | 6  |
| 2.     | КОМПЛЕКС ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ | 8  |
| 2.1.   | Календарный учебный график                     | 8  |
| 2.2.   | Условия формирования групп                     | 8  |
| 2.3.   | Материально-техническое обеспечение            | 8  |
| 2.4.   | Учебный план                                   | 9  |
| 2.4.1. | Содержание учебного плана                      | 9  |
| 2.5.   | Рабочая программа                              | 11 |
| 2.6.   | Рабочая программа воспитания                   | 16 |
| 2.6.1. | Календарный план воспитательной работы         | 16 |
| 2.7.   | Формы контроля и аттестации                    | 17 |
| 2.8.   | Оценочные материалы                            | 18 |
| 2.9.   | Методические материалы                         | 29 |

# **1. КОМПЛЕКС ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОГРАММЫ**

## **1.1. Пояснительная записка**

Программа разработана в соответствии со следующими нормативно-правовыми документами:

~ Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

~ Федеральный закон от 31.07.2020 № 304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся»;

~ Федеральный закон от 04.08.2023 года № 479-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации»;

~ Указ Президента РФ от 09.11.2022 № 809 «Об утверждении Основ государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей»;

~ Распоряжение Правительства РФ от 29.05.2015 № 996-р «Об утверждении Стратегии развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года»;

~ Распоряжение Правительства РФ от 31.03.2022 № 678-р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 г. и плана мероприятий по ее реализации»;

~ Распоряжение Правительства РФ от 01.07.2025 № 1745-р «О внесении изменений в распоряжение Правительства РФ от 31.03.2022 № 678-р и об утверждении Плана мероприятий по реализации Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года, II этап (2025 - 2030 годы)»;

~ Постановление Правительства Российской Федерации от 11.10.2023 № 1678 «Об утверждении Правил применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»;

~ Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27.07.2022 № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;

~ Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 03.09.2019 № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей»;

~ Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 18.05.2023 № 370 «Об утверждении федеральной образовательной программы основного общего образования»;

~ Приказ Министерства просвещения РФ от 31.05.2021 г. № 287 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования» (с изменениями и дополнениями);

~ Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 09.10.2024 № 704 «О внесении изменений в некоторые приказы

Министерства просвещения Российской Федерации, касающиеся федеральных образовательных программ начального общего образования, основного общего образования и среднего общего образования»;

~ Письмо Министерства образования и науки РФ от 18.11.2015 № 09-3242 «О направлении информации» (вместе с «Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)»);

~ Письмо Министерства образования и науки РФ от 28.04.2017 № ВК-1232/09 «О направлении методических рекомендаций» (вместе с «Методическими рекомендациями по организации независимой оценки качества дополнительного образования детей»);

~ Письмо Министерства просвещения РФ от 31.01.2022 № ДГ-245/06 «О направлении методических рекомендаций» (вместе с «Методическими рекомендациями по реализации дополнительных общеобразовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий»);

~ Письмо Министерства просвещения РФ от 29.09.2023 года № АБ-3935/06 «О методических рекомендациях» (вместе с «Методическими рекомендациями по формированию механизмов обновления содержания, методов и технологий обучения в системе дополнительного образования детей, направленных на повышение качества дополнительного образования детей, в том числе включение компонентов, обеспечивающих формирование функциональной грамотности и компетентностей, связанных с эмоциональным, физическим, интеллектуальным, духовным развитием человека, значимых для вхождения Российской Федерации в число десяти ведущих стран мира по качеству общего образования, для реализации приоритетных направлений научно-технологического и культурного развития страны»);

~ Постановление Правительства РФ от 26.12.2017 № 1642 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие образования»;

~ Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 № 28 «Об утверждении СанПиН 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;

~ Постановление Главного Государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (разд. VI. Гигиенические нормативы по устройству, содержанию и режиму работы организаций воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи);

~ Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 17.03.2025 № 2 «О внесении изменений в санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические

нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 2»;

~ Закон Оренбургской области от 06.09.2013 г. № 1698/506-V-ОЗ «Об образовании в Оренбургской области»;

~ Постановление Правительства Оренбургской области от 29.12.2018 № 921-пп «Об утверждении государственной программы Оренбургской области «Развитие системы образования Оренбургской области».

### **1.1.1. Актуальность программы**

Программа актуальна с точки зрения решения задач, поставленных государством в сфере технического образования, развития науки и техники. Программа предоставляет широкие возможности для реализации инженерно-исследовательских проектов и творческого потенциала обучающихся.

### **1.1.2. Объем и сроки освоения программы**

Дополнительная общеразвивающая программа «Проектная лаборатория: Энерджиквантум» рассчитана на один год обучения – 144 часа.

### **1.1.3. Формы организации образовательного процесса**

Форма обучения – очно-заочная.

### **1.1.4. Режим занятий**

Занятия проводятся 2 раза в неделю по 2 академических часа с перерывом 10 минут.

Еженедельная нагрузка на одного обучающегося составляет 4 часа.

### **1.1.5. Цель и задачи программы**

**Цель:** формирование основ инженерного мышления посредством включения в активную проектно-исследовательскую деятельность в области современной энергетики.

**Задачи:**

~ Воспитывающие:

~ формировать готовность к саморазвитию, самостоятельности и личностному самоопределению;

~ формировать российскую и гражданскую идентичность, чувство патриотизма, уважения к своему народу, чувства ответственности перед Родиной, гордости за свой край, свою Родину, свой язык и культуру, прошлое и настоящее многонационального народа России;

~ проявлять интерес к практическому изучению профессий и труда различного рода, в том числе на основе применения изучаемого предметного знания;

~ формировать готовность адаптироваться в профессиональной среде;

– формировать навык выявления и связывания образов, способность

формирования новых знаний, в том числе способность формулировать идеи, понятия, гипотезы.

Развивающие:

развивать умение выбирать, анализировать, систематизировать и интерпретировать информацию различных видов и форм представления;

развивать умение публично представлять результаты выполненного опыта (эксперимента, исследования, проекта);

развивать умение выполнять свою часть работы, достигать качественного результата по своему направлению и координировать свои действия с другими членами команды;

развивать умение сравнивать результаты с исходной задачей и вклад каждого члена команды в достижение результатов, разделять сферу ответственности и проявлять готовность к предоставлению отчета перед группой;

развивать умение в ходе диалога и (или) дискуссии задавать вопросы по существу обсуждаемой темы и высказывать идеи, нацеленные на решение задачи и поддержание благожелательности общения.

Обучающие:

формировать знания по альтернативным источникам электроэнергии, основным потребителям электроэнергии;

формировать знания методик расчета установок альтернативной энергетики, оценки их эффективности;

формировать систему физико-математических и экологических знаний как компонента целостности научной картины мира;

формировать навыки обращения со сложным высокотехнологичным оборудованием;

формировать умение проведения точных измерений и адекватной оценки полученных результатов;

формировать умение применять теоретические знания на практике.

#### **1.1.6. Планируемые результаты освоения программы**

Планируемые результаты освоения данной программы отслеживаются по трём компонентам: предметный, метапредметный и личностный, что позволяет определить динамическую картину развития обучающегося.

##### ***Личностные результаты***

В результате обучения по программе обучающийся в соответствии с ФГОС ООО:

готов к саморазвитию, самостоятельности и личностному самоопределению;

проявляет сформированность российской и гражданской идентичности, патриотизма, уважения к своему народу, чувства ответственности перед Родиной, гордости за свой край, свою Родину, свой язык и культуру, прошлое и настоящее многонационального народа России;

проявляет интерес к практическому изучению профессий и труда различного рода, в том числе на основе применения изучаемого предметного

знания;

- ~ проявляет способность адаптироваться в профессиональной среде;
- ~ имеет навык выявления и связывания образов, способность формирования новых знаний, в том числе способность формулировать идеи, понятия, гипотезы.

### ***Метапредметные результаты***

В результате обучения по программе обучающийся в соответствии с ФГОС ООО:

- ~ способен выбирать, анализировать, систематизировать и интерпретировать информацию различных видов и форм представления;

- ~ способен публично представлять результаты выполненного опыта (эксперимента, исследования, проекта);

- ~ готов выполнять свою часть работы, достигать качественного результата по своему направлению и координировать свои действия с другими членами команды;

- ~ умеет сравнивать результаты с исходной задачей и вклад каждого члена команды в достижение результатов, разделять сферу ответственности и проявлять готовность к предоставлению отчета перед группой;

- ~ умеет в ходе диалога и (или) дискуссии задавать вопросы по существу обсуждаемой темы и высказывать идеи, нацеленные на решение задачи и поддержание благожелательности общения.

### ***Предметные результаты***

В результате обучения по программе обучающийся:

- ~ знает:

- ~ об альтернативных источниках электроэнергии, основных потребителях электроэнергии;

- ~ методики расчета установок альтернативной энергетики, оценки их эффективности;

- ~ о системе физико-математических и экологических знаний как компоненте целостности научной картины мира;

- ~ умеет:

- ~ обращаться со сложным высокотехнологичным оборудованием;

- ~ проводить точные измерения и давать адекватную оценку полученным результатам;

- ~ применять теоретические знания на практике.

## **2. КОМПЛЕКС ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ**

### **2.1. Календарный учебный график**

Начало занятий – 15 сентября.

Окончание занятий – 30 мая.

Праздничные неучебные дни – 4 ноября, 31 декабря, 1-8 января, 22-23 февраля, 8-9 марта, 1 мая, 9-10 мая.

Каникулы – 1 июня-31 августа.

Срок проведения промежуточной аттестации – 22-30 декабря.

Срок проведения итоговой аттестации – 23-30 мая.

## 2.2. Условия формирования групп

Занятия по программе проводятся в разновозрастных группах. В группы принимаются обучающиеся в возрасте от 11 до 15 лет.

## 2.3. Материально-техническое обеспечение

Для эффективности образовательного процесса необходимы:

Помещения, площадки: кабинет.

Оснащение кабинета: мебель – стол для педагога, шкафы, стеллажи; ученические парты и стулья из расчета на каждого обучающегося; комплект лабораторной мебели, из расчета на каждого обучающегося; магнитно-маркерная доска и пр.

Техническое оборудование: для педагога – моноблок, колонки, принтер, мультимедийная панель, 3D-принтер; для обучающихся – ноутбуки, тележка для ноутбуков, паяльные станции, вытяжка.

Специальное оборудование:

1. расширенный набор «Energy Box»;
2. набор «Гидроэнергетика»;
3. набор «Биоэнергетика»;
4. набор «Солнечная энергетика»;
5. набор «Сохранение и распределение энергии»;
6. научно-методический стенд по водородной энергетике с двумя топливными элементами;
7. электронный конструктор (профессиональная схемотехника);
8. набор водородной энергетике без генератора водорода.

Инструменты и материалы для занятий: канцелярские принадлежности, материалы: водород (дистиллированная вода), элементы питания (батарейки) типа АА, ААА, и Крона.

9. набор Arduino Uno;
10. набор «Схемотехника и электроника».

## 2.4. Учебный план

| Название раздела                     | Всего часов | Теория | Практика | Формы контроля и аттестации                                                              |
|--------------------------------------|-------------|--------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Вводное занятие                      | 2           | 1      | 1        | Входной контроль (контрольные задания)                                                   |
| 1. Введение в проектную деятельность | 28          | 10     | 18       | Творческое задание                                                                       |
| 2. Исследовательское проектирование  | 46          | 6      | 40       | Промежуточная аттестация (презентация результатов работы команды над групповым проектом) |
| 3. Дизайн-мышление                   | 18          | 4      | 14       | Творческое задание                                                                       |
| 4. Инженерное                        | 48          | 6      | 42       | Презентация проекта                                                                      |

|                  |            |           |            |                                             |
|------------------|------------|-----------|------------|---------------------------------------------|
| проектирование   |            |           |            |                                             |
| Итоговое занятие | 2          | 1         | 1          | Итоговая аттестация<br>(фестиваль проектов) |
| <b>ИТОГО:</b>    | <b>144</b> | <b>28</b> | <b>116</b> |                                             |

### 2.4.1. Содержание учебного плана

#### **Вводное занятие (2 часа)**

Теория (1 час): организационные вопросы. Инструктаж по вопросам комплексной безопасности (антитеррористической и противопожарной направленностей, о порядке действий населения при звучании сигнала «Воздушная тревога», о правилах поведения вблизи водоемов, железнодорожного полотна, автодороги, в местах массового пребывания). Техника безопасности.

Задачи и перспективные направления современной энергетики. Виды энергии. Традиционные источники энергии. Альтернативные источники энергии. Техника безопасности.

Практика (1 час): входная диагностика (контрольные задания).

### **РАЗДЕЛ 1. ВВЕДЕНИЕ В ПРОЕКТНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (28 ЧАСОВ)**

#### **Тема 1.1. Основы проектной деятельности (14 часов)**

Теория (6 часов): 4К компетенции. Проект. Жизненный цикл проекта. Типы проектов. Стейкхолдеры.

Практика (8 часов): игровой практикум на знакомство с группой и командообразование. Анализ лучших практик, проектов и стартапов по направлению. Скрам-игра «Новогодняя игрушка», «Упаковка», «Интервью».

#### **Тема 1.2. Генерация идей (14 часов)**

Теория (4 часа): методы генерации идей и кластеризация. Планирование работы.

Практика (10 часов): выполнение творческих заданий с применением методов генерации идей. Решение ТРИЗ-задач. Игровой практикум с элементами тренинга «Публичное выступление».

### **РАЗДЕЛ 2. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ (46 ЧАСОВ)**

#### **Тема 2.1. Основы исследовательского проектирования (24 часа)**

Теория (4 часа): актуальные проблемные области в рамках направления. Обзор достижений и новейшие изобретения. Постановка проблемного поля.

Практика (20 часов): планирование и реализация группового проекта. Проверка цели по smart. Подбор необходимого оборудования и расходных материалов.

## **Тема 2.2. Экспериментальная и исследовательская деятельность (22 часа)**

Теория (2 часа): планирование задач и схем экспериментов.

Практика (20 часов): реализация исследовательских проектов. Финализация проектов. Промежуточная аттестация (презентация результатов работы команды над групповым проектом).

## **РАЗДЕЛ 3. ДИЗАЙН-МЫШЛЕНИЕ (18 ЧАСОВ)**

### **Тема 3.1. Принципы дизайн-мышления (18 часов)**

Теория (4 часа): дизайн-мышление. Основные этапы дизайн-мышления. Генерация идей. Типы интервью. Критерии наблюдения. Наблюдение. Критерии наблюдения за объектом. Фокус наблюдения. Перспектива развития проекта.

Практика (14 часов): анализ успешных проектов, реализованных методом генерации идей. Практикум по проведению интервью. Разбор кейс-ситуаций. Тренинговые упражнения по развитию речи. Создание карты эмпатий.

## **РАЗДЕЛ 4. ИНЖЕНЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ (48 ЧАСОВ)**

### **Тема 4.1. Основы инженерного проектирования (24 часа)**

Теория (4 часа): планирование проекта. Критерии выбора идеи. Критерии оценки проекта. Аналоги. Паспорт проекта.

Практика (20 часов): постановка и реализация командного проекта. Итерации и их анализ.

### **Тема 4.2. Прототипирование и финализация проекта (24 часа)**

Теория (2 часа): прототипирование, тестирование продукта. Финализация проекта. Культура публичного выступления. Культура ведения диалога. Аргументация точки зрения.

Практика (22 часа): подготовка презентации проекта. Оформление презентации. Подготовка к публичной защите. Тренинг по защите проектов. Презентация результатов работы команды над групповым проектом.

### **Итоговое занятие (2 часа)**

Теория (1 час): подведение итогов работы группы, команды, квартала.

Практика (1 час): итоговая аттестация (фестиваль проектов).

## **2.5. Рабочая программа**

## **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

|                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Наименование дополнительной общеразвивающей программы, к которой составлена рабочая программа                                                                                      | Рабочая программа составлена на основе дополнительной общеразвивающей программы «Проектная лаборатория: Энерджиквантум» (144 часа), автор-составитель: Спиридонов Евгений Владиславович, педагог дополнительного образования                          |
| Форма обучения                                                                                                                                                                     | Очно-заочная                                                                                                                                                                                                                                          |
| Место реализации                                                                                                                                                                   | Программа реализуется на базе ГАУ ДПО ИРО ОО ДТ «Кванториум»                                                                                                                                                                                          |
| Перечень значимых мероприятий муниципального, регионального, всероссийского уровня, международного уровня, где обучающиеся смогут продемонстрировать результаты освоения программы | 1. Всероссийский конкурс Всероссийской конференции «Юные техники и изобретатели»<br>2. Всероссийский конкурс «Первый элемент»<br>3. Всероссийский конкурс научно-технологических проектов «Технологии Первых»<br>4. Всероссийский Форум кванторианцев |

### Тематический план

| № п/п                                              | Тема занятия                            | Кол-во часов по программе | Форма проведения занятия | Планируемые результаты                                                            |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|                                                    |                                         |                           |                          | Обучающийся будет:                                                                |
| <b>1.</b>                                          | <b>Вводное занятие</b>                  | <b>2</b>                  | Комбинированное занятие  | - знать правила комплексной безопасности;<br>- знать правила техники безопасности |
| <b>Раздел 1. Введение в проектную деятельность</b> |                                         | <b>28</b>                 |                          | Обучающийся будет:                                                                |
| <b>2.</b>                                          | Тема 1.1. Основы проектной деятельности | 2                         | Теоретическое занятие    | - знать современные компетенции                                                   |
| <b>3.</b>                                          | Тема 1.1. Основы проектной деятельности | 2                         | Теоретическое занятие    | - знать понятие «проект», типы проектов                                           |
| <b>4.</b>                                          | Тема 1.1. Основы проектной деятельности | 2                         | Теоретическое занятие    | - знать принципы командообразования                                               |
| <b>5.</b>                                          | Тема 1.1. Основы проектной деятельности | 2                         | Практическое занятие     | - знать понятие «стейхолдеры»                                                     |
| <b>6.</b>                                          | Тема 1.1. Основы проектной деятельности | 2                         | Практическое занятие     | - знать принципы командообразования                                               |
| <b>7.</b>                                          | Тема 1.1. Основы проектной деятельности | 2                         | Практическое занятие     | - знать основы проектной деятельности                                             |
| <b>8.</b>                                          | Тема 1.1. Основы проектной деятельности | 2                         | Практическое занятие     | - знать принципы SCRAM                                                            |
| <b>9.</b>                                          | Тема 1.2. Генерация идей                | 2                         | Теоретическое занятие    | - знать основные методы генерации идей                                            |
| <b>10.</b>                                         | Тема 1.2. Генерация идей                | 2                         | Теоретическое занятие    | - знать, как решать творческие задачи                                             |
| <b>11.</b>                                         | Тема 1.2. Генерация идей                | 2                         | Практическое занятие     | - иметь практический опыт в решении творческих задач                              |
| <b>12.</b>                                         | Тема 1.2. Генерация идей                | 2                         | Практическое занятие     | - уметь планировать работу                                                        |
| <b>13.</b>                                         | Тема 1.2. Генерация                     | 2                         | Практическое             | - знать методы мозгового                                                          |

|                                                   |                                                    |           |                       |                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | идей                                               |           | занятие               | штурма и синектики (сравнение и нахождение сходства в предметах и явлениях)                                                                                      |
| 14.                                               | Тема 1.2. Генерация идей                           | 2         | Практическое занятие  | - знать морфологический анализ (выявление всех возможных способов решения) и метод фокальных объектов (установление ассоциативных связей с различными объектами) |
| 15.                                               | Тема 1.2. Генерация идей                           | 2         | Практическое занятие  | - знать принципы публичного выступления                                                                                                                          |
| <b>Раздел 2. Исследовательское проектирование</b> |                                                    | <b>46</b> |                       | Обучающийся будет:                                                                                                                                               |
| 16.                                               | Тема 2.1. Основы исследовательского проектирования | 2         | Теоретическое занятие | - знать достижения и новейшие изобретения                                                                                                                        |
| 17.                                               | Тема 2.1. Основы исследовательского проектирования | 2         | Теоретическое занятие | - знать понятие «проблемное поле»                                                                                                                                |
| 18.                                               | Тема 2.1. Основы исследовательского проектирования | 2         | Практическое занятие  | - уметь планировать цели и содержание проекта;<br>- знать календарное планирование работ проекта                                                                 |
| 19.                                               | Тема 2.1. Основы исследовательского проектирования | 2         | Практическое занятие  | - знать планирование затрат и финансирования проекта                                                                                                             |
| 20.                                               | Тема 2.1. Основы исследовательского проектирования | 2         | Практическое занятие  | - знать планирование коммуникаций                                                                                                                                |
| 21.                                               | Тема 2.1. Основы исследовательского проектирования | 2         | Практическое занятие  | - знать планирование управления рисками                                                                                                                          |
| 22.                                               | Тема 2.1. Основы исследовательского проектирования | 2         | Практическое занятие  | - уметь проверять цель по SMART (проведение исследования, формулирование цели)                                                                                   |
| 23.                                               | Тема 2.1. Основы исследовательского проектирования | 2         | Практическое занятие  | - уметь проверять цель по SMART (разбор конкретики, измеримости)                                                                                                 |
| 24.                                               | Тема 2.1. Основы исследовательского проектирования | 2         | Практическое занятие  | - уметь проверять цель по SMART (достижения, значимости, ограничения по времени)                                                                                 |
| 25.                                               | Тема 2.1. Основы исследовательского проектирования | 2         | Практическое занятие  | - уметь подбирать оборудование и материалы (расстановка приоритетов и подбор необходимого в Интернете)                                                           |
| 26.                                               | Тема 2.1. Основы исследовательского проектирования | 2         | Практическое занятие  | - уметь подбирать оборудование и материалы (изучение склада)                                                                                                     |
| 27.                                               | Тема 2.1. Основы исследовательского                | 2         | Практическое занятие  | - уметь подбирать оборудование и материалы                                                                                                                       |

|                                  |                                                                                         |           |                       |                                                                                                 |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                  | проектирования                                                                          |           |                       |                                                                                                 |
| 28.                              | Тема 2.2.<br>Экспериментальная и исследовательская деятельность                         | 2         | Теоретическое занятие | - знать планирование задач и схем экспериментов                                                 |
| 29.                              | Тема 2.2.<br>Экспериментальная и исследовательская деятельность                         | 2         | Практическое занятие  | - уметь реализовывать исследовательские проекты (инициация проекта)                             |
| 30.                              | Тема 2.2.<br>Экспериментальная и исследовательская деятельность                         | 2         | Практическое занятие  | - уметь реализовывать исследовательские проекты (планирование проекта)                          |
| 31.                              | Тема 2.2.<br>Экспериментальная и исследовательская деятельность                         | 2         | Практическое занятие  | - уметь реализовывать исследовательские проекты (создание конечного продукта)                   |
| 32.                              | Тема 2.2.<br>Экспериментальная и исследовательская деятельность                         | 2         | Практическое занятие  | - уметь реализовывать исследовательские проекты (отслеживание продвижения проекта)              |
| 33.                              | Тема 2.2.<br>Экспериментальная и исследовательская деятельность                         | 2         | Практическое занятие  | - уметь реализовывать исследовательские проекты (решение возникающих проблем)                   |
| 34.                              | Тема 2.2.<br>Экспериментальная и исследовательская деятельность                         | 2         | Практическое занятие  | - уметь реализовывать исследовательские проекты (информирование участников о ходе проекта)      |
| 35.                              | Тема 2.2.<br>Экспериментальная и исследовательская деятельность                         | 2         | Практическое занятие  | - уметь финализировать проекты (оценка удовлетворенности клиентов, оценка приобретенного опыта) |
| 36.                              | Тема 2.2.<br>Экспериментальная и исследовательская деятельность                         | 2         | Практическое занятие  | - уметь презентовать результаты работы                                                          |
| 37.                              | Тема 2.2.<br>Экспериментальная и исследовательская деятельность                         | 2         | Практическое занятие  | - уметь презентовать результаты работы                                                          |
| 38.                              | Тема 2.2.<br>Экспериментальная и исследовательская деятельность<br>Презентация проектов | 2         | Практическое занятие  | - уметь презентовать результаты работы                                                          |
| <b>Раздел 3. Дизайн-мышление</b> |                                                                                         | <b>18</b> |                       | Обучающийся будет:                                                                              |
| 39.                              | Тема 3.1. Принципы дизайн-мышления                                                      | 2         | Теоретическое занятие | - знать принципы дизайн-мышления                                                                |
| 40.                              | Тема 3.1. Принципы дизайн-мышления                                                      | 2         | Теоретическое занятие | - знать принципы интервьюирования                                                               |
| 41.                              | Тема 3.1. Принципы дизайн-мышления                                                      | 2         | Практическое занятие  | - знать принципы анализа проектов                                                               |
| 42.                              | Тема 3.1. Принципы дизайн-мышления                                                      | 2         | Практическое занятие  | - знать принципы создания карты эмпатий                                                         |

|                                            |                                             |           |                       |                                                                                                             |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 43.                                        | Тема 3.1. Принципы дизайн-мышления          | 2         | Практическое занятие  | - уметь брать интервью                                                                                      |
| 44.                                        | Тема 3.1. Принципы дизайн-мышления          | 2         | Практическое занятие  | - уметь брать интервью                                                                                      |
| 45.                                        | Тема 3.1. Принципы дизайн-мышления          | 2         | Практическое занятие  | - знать основы разбора                                                                                      |
| 46.                                        | Тема 3.1. Принципы дизайн-мышления          | 2         | Практическое занятие  | - уметь развивать речь                                                                                      |
| 47.                                        | Тема 3.1. Принципы дизайн-мышления          | 2         | Практическое занятие  | - уметь развивать речь                                                                                      |
| <b>Раздел 4. Инженерное проектирование</b> |                                             | <b>48</b> |                       | Обучающийся будет:                                                                                          |
| 48.                                        | Тема 4.1. Основы инженерного проектирования | 2         | Теоретическое занятие | - знать принципы планирования                                                                               |
| 49.                                        | Тема 4.1. Основы инженерного проектирования | 2         | Теоретическое занятие | - знать принципы анализа аналогов                                                                           |
| 50.                                        | Тема 4.1. Основы инженерного проектирования | 2         | Практическое занятие  | - знать принципы постановки и реализации командного проекта (формирование целей)                            |
| 51.                                        | Тема 4.1. Основы инженерного проектирования | 2         | Практическое занятие  | - знать принципы постановки и реализации командного проекта (командное выполнение задачи)                   |
| 52.                                        | Тема 4.1. Основы инженерного проектирования | 2         | Практическое занятие  | - знать принципы постановки и реализации командного проекта (индивидуальная ответственность перед командой) |
| 53.                                        | Тема 4.1. Основы инженерного проектирования | 2         | Практическое занятие  | - знать принципы постановки и реализации командного проекта (стимуляция)                                    |
| 54.                                        | Тема 4.1. Основы инженерного проектирования | 2         | Практическое занятие  | - знать принципы постановки и реализации командного проекта (профессиональный рост)                         |
| 55.                                        | Тема 4.1. Основы инженерного проектирования | 2         | Практическое занятие  | - знать принципы постановки и реализации командного проекта (креативность)                                  |
| 56.                                        | Тема 4.1. Основы инженерного проектирования | 2         | Практическое занятие  | - знать принципы постановки и реализации командного проекта (продуктивность)                                |
| 57.                                        | Тема 4.1. Основы инженерного проектирования | 2         | Практическое занятие  | - знать понятие «итерации и их анализ» (раннее обнаружение конфликтов в проекте)                            |
| 58.                                        | Тема 4.1. Основы инженерного проектирования | 2         | Практическое занятие  | - знать понятие «итерации и их анализ» (организация эффективной обратной связи)                             |
| 59.                                        | Тема 4.1. Основы инженерного проектирования | 2         | Практическое занятие  | - знать понятие «итерации и их анализ» (быстрый выпуск минимально ценного                                   |

|                     |                                                        |            |                            |                                                                |
|---------------------|--------------------------------------------------------|------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------|
|                     |                                                        |            |                            | продукта)                                                      |
| 60.                 | Тема 4.2.<br>Прототипирование и<br>финализация проекта | 2          | Теоретическое<br>занятие   | - уметь тестировать проект<br>(удовлетворенность клиента)      |
| 61.                 | Тема 4.2.<br>Прототипирование и<br>финализация проекта | 2          | Практическое<br>занятие    | - уметь тестировать проект<br>(анализ приобретенного<br>опыта) |
| 62.                 | Тема 4.2.<br>Прототипирование и<br>финализация проекта | 2          | Практическое<br>занятие    | - уметь защищать групповой<br>проект                           |
| 63.                 | Тема 4.2.<br>Прототипирование и<br>финализация проекта | 2          | Практическое<br>занятие    | - уметь защищать групповой<br>проект                           |
| 64.                 | Тема 4.2.<br>Прототипирование и<br>финализация проекта | 2          | Практическое<br>занятие    | - уметь защищать групповой<br>проект                           |
| 65.                 | Тема 4.2.<br>Прототипирование и<br>финализация проекта | 2          | Практическое<br>занятие    | - уметь защищать групповой<br>проект                           |
| 66.                 | Тема 4.2.<br>Прототипирование и<br>финализация проекта | 2          | Практическое<br>занятие    | - уметь защищать групповой<br>проект                           |
| 67.                 | Тема 4.2.<br>Прототипирование и<br>финализация проекта | 2          | Практическое<br>занятие    | - уметь защищать групповой<br>проект                           |
| 68.                 | Тема 4.2.<br>Прототипирование и<br>финализация проекта | 2          | Практическое<br>занятие    | - уметь презентовать<br>групповой проект                       |
| 69.                 | Тема 4.2.<br>Прототипирование и<br>финализация проекта | 2          | Практическое<br>занятие    | - уметь презентовать<br>групповой проект                       |
| 70.                 | Тема 4.2.<br>Прототипирование и<br>финализация проекта | 2          | Практическое<br>занятие    | - уметь презентовать<br>групповой проект                       |
| 71.                 | Тема 4.2.<br>Прототипирование и<br>финализация проекта | 2          | Практическое<br>занятие    | - уметь презентовать<br>групповой проект                       |
|                     |                                                        |            |                            | Обучающийся будет:                                             |
| 72.                 | <b>Итоговое занятие</b>                                | <b>2</b>   | Комбинированное<br>занятие | - уметь представлять и<br>защищать проект                      |
| <b>Всего часов:</b> |                                                        | <b>144</b> |                            |                                                                |

## 2.6. Рабочая программа воспитания

**1. Цель воспитания** – создание условий для формирования творческой, активной личности, способной к самостоятельному принятию решений, саморазвитию и самосовершенствованию.

**Особенности организуемого воспитательного процесса:** активизация познавательных и творческих способностей обучающихся на основе методических подходов, лежащих в основе деятельности детских технопарков «Кванториум», обеспечивающих гармоничное развитие soft- и

hard-компетенций.

## **2. Виды, формы и содержание деятельности**

Работа с коллективом обучающихся:

~ обучение умениям и навыкам организаторской деятельности, самоорганизации, формированию ответственности за себя и других;  
~ содействие формированию активной гражданской позиции;  
~ воспитание сознательного отношения к труду, к природе, к своему городу.

Работа с родителями:

~ организация системы индивидуальной и коллективной работы с родителями (тематические беседы, собрания, индивидуальные консультации);

~ содействие сплочению родительского коллектива и вовлечение в жизнедеятельность творческого объединения (организация и проведение открытых занятий для родителей в течение года, проведение совместных мастер-классов, приглашение на соревнования и т.д.).

## **3. Планируемые результаты и формы их демонстрации**

**Результат воспитания** – обучающиеся проявляют интерес к саморазвитию, самостоятельности и самообразованию.

### **2.6.1. Календарный план воспитательной работы**

| № п/п | Направление воспитательной работы | Наименование мероприятия                                  | Срок выполнения  | Планируемый результат                                                                                                                                                                                                  |
|-------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | Ценности научного познания        | 1. Участие в проведении Дня открытых дверей (День знаний) | сентябрь         | Привлечение внимания обучающихся и их родителей к деятельности учреждения и творческого объединения                                                                                                                    |
|       |                                   | 2. Всероссийский конкурс «Первый элемент»                 | сентябрь-декабрь | Привлечение обучающихся к инженерно-инновационным областям деятельности; выявление и продвижение разработок в области повышения эффективности систем с топливными элементами, использующими водород в качестве топлива |
|       |                                   | 3. День российской науки                                  | февраль          | Повышение информированности обучающихся об успехах современной науки                                                                                                                                                   |
| 2.    | Гражданское                       | 1. Всемирный день учителя                                 | октябрь          | Воспитание уважения к учителю и учительскому труду                                                                                                                                                                     |
|       |                                   | 2. День Конституции Российской Федерации                  | декабрь          | Воспитание уважения к основному закону РФ                                                                                                                                                                              |
| 3.    | Духовно-нравственное              | 1. День матери                                            | ноябрь           | Формирование семейных ценностей                                                                                                                                                                                        |
| 4.    | Экологическое                     | 2. День энергетика                                        | декабрь          | Привлечение внимания обучающихся к проблемам использования энергии, экономии                                                                                                                                           |

|    |                |                                                                                                     |              |                                                                                                                                                                  |
|----|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                |                                                                                                     |              | энергии и энергоресурсов                                                                                                                                         |
| 5. | Патриотическое | 1. Создание интерактивных поздравлений в рамках Акции «#Наши защитники», «#Победа в сердце каждого» | февраль, май | Воспитание патриотизма и гражданской ответственности, чувства благодарности к защитникам Родины, а также развитие интереса к историческому прошлому своей страны |

## 2.7. Формы контроля и аттестации

Для отслеживания результативности образовательной деятельности по программе проводятся: входной и текущий контроль, промежуточная и итоговая аттестация.

Входной контроль проводится с целью выявления первоначального уровня знаний, умений и возможностей обучающихся.

Форма:

~ контрольные задания.

Текущий контроль осуществляется для отслеживания уровня освоения учебного материала программы и развития личностных качеств обучающихся.

Формы:

~ творческое задание;

~ презентация проекта.

Промежуточная аттестация проводится с целью выявления уровня освоения программы обучающимися и корректировки процесса обучения.

Форма:

~ презентация результатов работы команды над групповым проектом.

Итоговая аттестация проводится с целью оценки уровня и качества освоения обучающимися программы (всего периода обучения по программе).

~ фестиваль проектов.

Для отслеживания и фиксации образовательных результатов используются:

~ для текущего контроля:

~ материалы творческих заданий;

~ для промежуточной и итоговой аттестации:

~ протоколы аттестации.

## 2.8. Оценочные материалы

### Входной контроль

Форма: контрольные задания.

Описание, требования к выполнению: входной контроль направлен на определение уровня знаний в сфере энергетики.

### 1. Что такое альтернативная энергетика?

Варианты ответа:

1. Совокупность перспективных способов получения, передачи и использования энергии, которые распространены не так широко, как традиционные, однако представляют интерес из-за выгоды их использования и, как правило, при низком риске причинения вреда окружающей среде.

2. Отрасль энергетики, специализирующаяся на преобразовании кинетической энергии воздушных масс в атмосфере в электрическую.

3. Топливо из растительного или животного сырья, из продуктов жизнедеятельности организмов или органических промышленных отходов.

4. Направление альтернативной энергетики, основанное на непосредственном использовании солнечного излучения для получения энергии в каком-либо виде.

5. Область хозяйственно-экономической деятельности человека, совокупность больших естественных и искусственных подсистем, служащих для преобразования энергии водного потока в электрическую энергию.

## **2. Что такое ветроэнергетика?**

Варианты ответа:

1. Отрасль энергетики, специализирующаяся на преобразовании кинетической энергии воздушных масс в атмосфере в электрическую.

2. Совокупность перспективных способов получения, передачи и использования энергии, которые распространены не так широко, как традиционные, однако представляют интерес из-за выгоды их использования и, как правило, при низком риске причинения вреда окружающей среде.

3. Топливо из растительного или животного сырья, из продуктов жизнедеятельности организмов или органических промышленных отходов.

4. Направление альтернативной энергетики, основанное на непосредственном использовании солнечного излучения для получения энергии в каком-либо виде.

5. Область хозяйственно-экономической деятельности человека, совокупность больших естественных и искусственных подсистем, служащих для преобразования энергии водного потока в электрическую энергию.

## **3. Что такое биотопливо?**

Варианты ответа:

1. Совокупность перспективных способов получения, передачи и использования энергии, которые распространены не так широко, как традиционные, однако представляют интерес из-за выгоды их использования и, как правило, при низком риске причинения вреда окружающей среде.

2. Отрасль энергетики, специализирующаяся на преобразовании кинетической энергии воздушных масс в атмосфере в электрическую.

3. Направление альтернативной энергетики, основанное на непосредственном использовании солнечного излучения для получения энергии в каком-либо виде.

4. Область хозяйственно-экономической деятельности человека, совокупность больших естественных и искусственных подсистем, служащих для преобразования энергии водного потока в электрическую энергию.

5. Топливо из растительного или животного сырья, из продуктов жизнедеятельности организмов или органических промышленных отходов.

#### **4. Что такое геотермальная энергетика?**

Варианты ответа:

1. Способ получения энергии путём поимки и перенаправления энергии молний в электросеть.

2. Синтез более тяжёлых атомных ядер из более лёгких с целью получения энергии, который носит управляемый характер

3. Направление энергетики, основанное на производстве электрической энергии за счёт энергии, содержащейся в недрах земли, на геотермальных станциях.

4. Новая тенденция в энергетике, связанная с производством тепловой и электрической энергии.

5. Отрасль энергетики, основанная на использовании водорода в качестве средства для аккумулирования, транспортировки и потребления энергии людьми.

#### **5. Укажите определение ветрогенератор.**

Варианты ответа:

1. Тип ветряных электростанций, ветрогенераторы которых устанавливаются на холмах или возвышенностях.

2. Несколько ВЭУ, собранных в одном или нескольких местах и объединённых в единую сеть.

3. Тип ветряных электростанций, ветрогенераторы которых устанавливаются на небольшом удалении от берега моря или океана.

4. Устройство для преобразования кинетической энергии ветрового потока в механическую энергию вращения ротора с последующим ее преобразованием в электрическую энергию.

5. Тип ветряных электростанций, ветрогенераторы которых устанавливаются в море, 10-60 километров от берега.

#### **6. Что такое ветровой потенциал?**

Варианты ответа:

1. Полная энергия ветрового потока какой-либо местности на определенной высоте над поверхностью земли.

2. Энергетический эквивалент ветрового потока какой-либо местности на определенной высоте над поверхностью земли.

3. Часть валового потенциала, которая может быть полезно использована с помощью современного ветроэнергетического оборудования с учетом требований социально-экологического характера.

4. Часть технического потенциала, использование которого экономически эффективно в современных условиях с учетом требований социально-экономического характера.

5. Систематизированный свод сведений, характеризующий ветровые условия местности и дающий возможность количественной оценки энергии ветра и расчета ожидаемой выработки ветроэнергетическими установками.

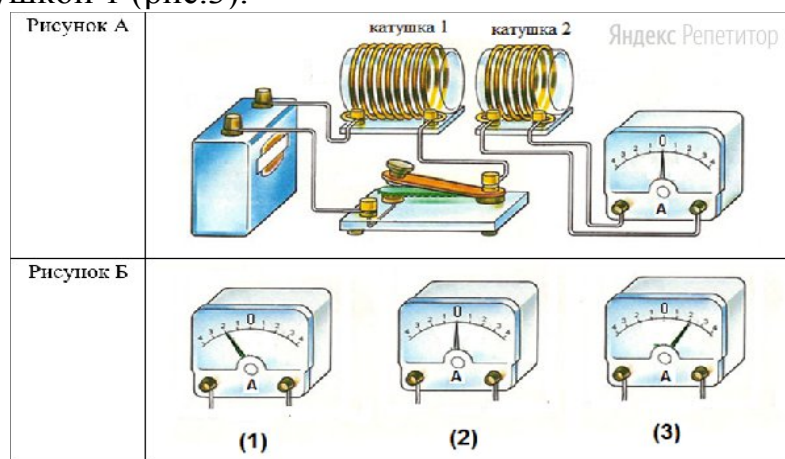
### 7. Что такое солнечный элемент?

Варианты ответа:

1. Солнечный элемент на основе фотоэффекта.
2. Преобразователь энергии солнечного излучения в электрическую энергию, выполненный на основе различных физических принципов прямого преобразования.
3. Солнечный элемент с двусторонней фоточувствительностью.
4. Солнечный элемент на основе термоэлектрических явлений, в котором источником тепла является энергия солнечного излучения.
5. Солнечный преобразователь на основе явления термоэлектронной эмиссии, в котором источником тепла является энергия солнечного излучения.

### 8. Решите задачу.

Используя две катушки, одна из которых подсоединена к источнику тока, а другая замкнута на амперметр, ученик изучал явление электромагнитной индукции. На рисунке А представлена схема эксперимента, а на рисунке Б – показания амперметра для момента замыкания цепи с катушкой 1 (рис.1), для установившегося постоянного тока, протекающего через катушку 1 (рис.2), и для момента размыкания цепи с катушкой 1 (рис.3).



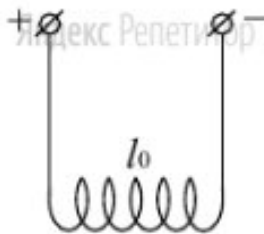
Выберите из предложенного перечня два утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений.

1. В катушке 1 электрический ток протекает только в момент замыкания и размыкания цепи.
2. Направление индукционного тока зависит от скорости изменения магнитного потока, пронизывающего катушку 2.
3. При изменении магнитного поля, создаваемого катушкой 1, в катушке 2 возникает индукционный ток.
4. Направление индукционного тока в катушке 2 зависит от того, увеличивается или уменьшается электрический ток в катушке 1.

5. Величина индукционного тока зависит от магнитных свойств среды.

### 9. Решите задачу

На длинных проводящих нитях (см. рисунок) подвешена упругая медная пружинка длиной  $l_0$ . Что произойдёт с длиной пружины, если её подключить к источнику постоянного тока? Изменением размера пружины при нагревании пренебречь.



Ответ поясните.

### 10. Прочитайте текст и выполните задание.

Термоэлементы как генераторы тока

Знаменитый итальянский физик Алессандро Вольта в конце 18-го века установил, что в электрической цепи, составленной только из металлических проводников (относящихся к так называемым проводникам первого рода, в которых электрический ток не вызывает химических превращений), электрический ток не возникает. Это верно, однако, только в том случае, если все спаи, то есть места соединения проводников, находятся при одинаковой температуре.

В 1821 году немецкий физик Томас Иоганн Зеебек, проводя опыты с металлическими проводниками, заметил, что в замкнутой цепи, составленной из двух разных металлов, возникает электрический ток всякий раз, когда места контакта проводников имеют различные температуры.

Так, если взять железную проволоку и к её концам в точках а и в прикрутить по куску медной проволоки, а свободные медные концы присоединить к чувствительному гальванометру, то в полученной замкнутой цепи, тока не будет (рис. 1).

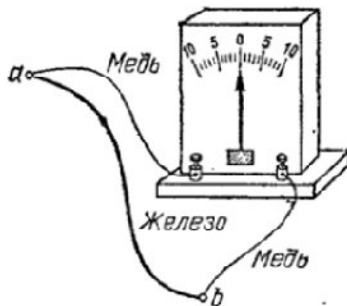


Рис. 1.

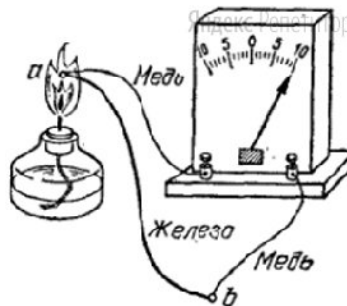


Рис. 2.

Совсем иная картина будет наблюдаться, если нагреть какое-нибудь место соединения проволок (например, точку а), поднеся к нему горелку (рис. 2). В этом случае амперметр фиксирует в цепи электрический ток, который протекает в цепи всё то время, пока существует разность температур

между точками а и b. Если переместить горелку так, чтобы нагревалась точка b, а точка а оставалась холодной, то амперметр тоже будет показывать ток, но обратного направления.

Описанное явление, открытое Зеебеком, получило название термоэлектричества, а всякую комбинацию разнородных проводников первого рода, образующих замкнутую цепь, называют термоэлементом.

Термоэлемент можно рассматривать как термоэлектрический генератор электрического тока, который, не имея движущихся частей превращает часть тепловой энергии, нагревающей место соединения проволок а, в электрическую энергию; при этом остальная часть теплоты отдаётся в окружающую среду через контакт b. Опыт показывает, что таким способом можно получить напряжение, не превышающее нескольких милливольт. При этом коэффициент полезного действия (КПД) термоэлементов, составленных из металлических проводников, не превышает 0,5%. Всё дело в том, что из-за большой теплопроводности металлов теплота, переходящая путём теплопроводности от горячего контакта к холодному, значительно больше, чем теплота, которая превращается в электрическую энергию. Кроме того, часть электрической энергии, создаваемой термоэлементом, превращается в теплоту внутри самого же термоэлемента, и она также не может быть использована. Эти бесполезные траты большей части теплоты, передаваемой горячему контакту, настолько велики, что термоэлементы, изготовленные из металлических проволок, совершенно не пригодны как технические генераторы электроэнергии.

Однако если в качестве термоэлементов использовать специально изготовленные полупроводники в контакте с металлами, то создаваемое ими напряжение в десятки раз превышает напряжение, которое создают чисто металлические термоэлементы. Кроме того, КПД полупроводниковых термоэлементов значительно выше. Поэтому полупроводники позволяют решить вопрос о непосредственном получении электроэнергии из тепловой энергии.

КПД термоэлементов, составленных только из металлических проволок, ничтожно мал

1. из-за малого напряжения, которое они могут создать
2. из-за того, что бóльшая часть теплоты, получаемой горячим контактом, бесполезно рассеивается термоэлементом в окружающую среду
3. из-за того, что бóльшая часть теплоты, получаемой горячим контактом, бесполезно тратится на преодоление сил электростатического отталкивания зарядов, собирающихся в местах контакта, проволок
4. из-за наличия в металлах массивной кристаллической решётки

В ответе укажите номер выбранного варианта.

**Ключ**

| вопрос | Правильный ответ | Балл |
|--------|------------------|------|
| 1      | 1                | 1    |
| 2      | 1                | 1    |
| 3      | 5                | 1    |
| 4      | 3                | 1    |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 5  | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1 |
| 6  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1 |
| 7  | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1 |
| 8  | 34                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 5 |
| 9  | Возможный вариант решения<br>1. Длина уменьшится.<br>2. По соседним виткам пружины токи текут в одном направлении. Проводники, по которым ток течёт в одном направлении, притягиваются, благодаря магнитному взаимодействию. Поэтому длина пружины при протекании в ней электрического тока уменьшается по сравнению с исходной длиной пружины. | 3 |
| 10 | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 5 |

### **Критерии оценивания:**

низкий уровень – 9 баллов и менее;

средний уровень – 10-13 баллов;

высокий уровень – 14-20 баллов.

### **Текущий контроль**

Текущий контроль проводится с целью объективной оценки качества освоения программы, а также стимулирования работы обучающихся, мониторинга результатов и подготовки к промежуточной аттестации. Текущий контроль осуществляется как в ходе теоретических занятий посредством введения в них элементов интерактива и беседы, так и в ходе выполнения практических работ. Во время практических работ педагог осуществляет наблюдение за правильностью выполнения обучающимися инструкций и технологических карт к ним, а также отслеживает активность обучающихся в выполнении частично регламентированных и творческих заданий. Кроме наблюдения в ходе занятий текущий контроль фактического усвоения материала проводится с использованием информационных технологий, что позволяет оценить уровень практических умений и навыков.

### **Список творческих работ:**

1. Действующая модель ветрогенератора.
2. Устройство под управлением Arduino.
3. Автомобиль на альтернативном источнике энергии.

### **Промежуточная аттестация**

Форма: презентация результатов работы команды над групповым проектом.

Описание: мероприятие, ориентированное на содействие развитию познавательных способностей, компетенции обучающихся в области проектных и информационно-коммуникационных технологий; становление активной личности, успешной в условиях изменяющегося социума, ранней профориентации и жизненного самоопределения, ее коммуникативного, когнитивного, креативного потенциала.

Формат: презентация проектов, выполненных обучающимися в ходе

освоения программы с ответами на вопросы других обучающихся.

**Примерный список проектов:**

1. Энергонезависимое хозяйство.
2. Водородный поезд, как шаг к экологической безопасности нашей планеты»
3. Энергия Усть-Авама.

**Презентация результатов проектов**

Критериями оценки выполненного проекта являются (каждый критерий 0-2 балла):

1. Теоретический уровень выполнения проекта и выступления.
2. Полнота решения проекта.
3. Степень творчества и самостоятельности в подходе к анализу проекта и его решению. Доказательность и убедительность.
4. Форма изложения материала (свободная; своими словами; грамотность устной или письменной речи) и качество презентации.
5. Культура речи, жестов, мимики при устной презентации.
6. Полнота и всесторонность выводов.
7. Наличие собственных взглядов на проблему.

**Критерии оценивания:**

низкий уровень – 7 баллов и менее;

средний уровень – 8-11 баллов;

высокий уровень – 12-14 баллов.

**Итоговая аттестация**

Форма: фестиваль проектов.

Описание: мероприятие, ориентированное на содействие развитию познавательных способностей, компетенции обучающихся в области проектных и информационно-коммуникационных технологий; становление активной личности, успешной в условиях изменяющегося социума, ранней профориентации и жизненного самоопределения, ее коммуникативного, когнитивного, креативного потенциала.

Формат: защита самостоятельно выполненных индивидуальных или групповых проектов, выполненных обучающимися в ходе освоения программы с ответом на вопросы других участников фестиваля, в том числе приглашенных гостей.

**Презентация и защита проектов**

**ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТНОЙ РАБОТЫ**

**1 ЭТАП: подготовительный**

- направление темы проекта, его обоснование;
- определение совместно с педагогом необходимого объема знаний, умений и навыков для осуществления проекта;
- составление обучающимся с помощью педагога плана работы в

реализации проекта;

- определение необходимых материальных и финансовых затрат для изготовления проекта.

#### 2 ЭТАП: конструкторский

- рассмотрение нескольких возможных вариантов выполнения проекта, выбор из них оптимального;
- сбор и обработка требуемой информации по проделанной работе в ДО, литературным источникам;
- разработка соответствующей документации, подготовка необходимых материалов, оборудования, инструментов;

#### 3 ЭТАП: технологический

- выполнение обучающимися проекта с учетом требований технологии и дизайна, текущий контроль и корректировка его деятельности педагогом;
- соблюдение правил техники безопасности.

#### 4 ЭТАП: заключительный

- самооценка качества выполненной работы;
- оценка работы обучающимися и педагогом.

| Критерии оценки                                          | Показатели по 3-х балльной шкале                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Актуальность, проблематика                               | современность тематики проекта, востребованность проектируемого результата<br>(«Проект направлен на решение проблемы...»)                        |
| Содержательность, разработанность, завершенность         | информативность, смысловая емкость проекта, глубина проработки темы;<br>законченность работы, доведение до логического окончания                 |
| Наличие творческого компонента в процессе проектирования | вариативность первоначальных идей, их оригинальность; нестандартные исполнительские решения и т.д.                                               |
| Качество и эстетичность оформления                       | системность, композиционная целостность; полнота представления подходов к решению проблемы; четкость, ясность формулировок                       |
| Ответы на вопросы                                        | понимание сущности вопроса и адекватность ответов, полнота, содержательность, но при этом краткость ответов; аргументированность, убедительность |

#### Критерии оценивания:

низкий уровень – 7 баллов и менее;

средний уровень – 8-11 баллов;

высокий уровень – 12-15 баллов.

#### Диагностические материалы

Оценка уровня достижения результатов по программе обеспечивается комплексом согласованных между собой оценочных средств.

Оценка уровня освоения программы осуществляется по следующим показателям:

- личностное развитие;
- метапредметные умения и навыки;
- предметные умения и навыки;

теоретическая и практическая подготовка детей.

По каждому из показателей выделены критерии и определены уровни результативности: высокий, средний, низкий. Они занесены в таблицу ниже;

| Показатели<br>(оцениваемые<br>параметры)                                                                                              | Критерии                                                                       | Степень выраженности<br>оцениваемого качества                                                              | Методы диагностики                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Предметные результаты                                                                                                                 |                                                                                |                                                                                                            |                                                                    |
| 1. Теоретическая<br>подготовка:<br>1.1. Теоретические<br>знания (по основным<br>разделам учебно-<br>тематического плана<br>программы) | Соответствие<br>теоретических<br>знаний<br>программным<br>требованиям          | - низкий уровень(овладел<br>менее чем ½ объема знаний)                                                     | Творческое задание                                                 |
|                                                                                                                                       |                                                                                | - средний уровень (овладел<br>более ½ объема знаний)                                                       |                                                                    |
|                                                                                                                                       |                                                                                | - высокий уровень (освоил<br>практически весь объем<br>знаний данной программы)                            |                                                                    |
| 1.2. Владение<br>специальной<br>терминологией                                                                                         | Осмысленность и<br>правильность<br>использования                               | - низкий уровень (избегает<br>употреблять спец. термины)                                                   |                                                                    |
|                                                                                                                                       |                                                                                | - средний уровень (сочетает<br>специальную терминологию<br>с бытовой)                                      |                                                                    |
|                                                                                                                                       |                                                                                | - высокий уровень (термины<br>употребляет осознанно и в<br>полном соответствии с их<br>содержанием)        |                                                                    |
| 2. Практическая<br>подготовка:<br>2.1. Практические<br>умения и навыки,<br>предусмотренные<br>программой (по<br>основным разделам)    | Соответствие<br>практических<br>умений и навыков<br>программным<br>требованиям | - низкий уровень (овладел<br>менее чем ½<br>предусмотренных умений и<br>навыков);                          | Контрольные задания,<br>презентация проекта,<br>фестиваль проектов |
|                                                                                                                                       |                                                                                | - средний уровень (овладел<br>более ½ объема освоенных<br>умений и навыков);                               |                                                                    |
|                                                                                                                                       |                                                                                | - высокий уровень (овладел<br>практически всеми<br>умениями и навыками,<br>предусмотренными<br>программой) |                                                                    |
| 2.2. Владение<br>специальным<br>оборудованием и<br>оснащением                                                                         | Отсутствие<br>затруднений в<br>использовании                                   | - низкий уровень<br>(испытывает серьезные<br>затруднения при работе с<br>оборудованием)                    |                                                                    |
|                                                                                                                                       |                                                                                | - средний уровень (работает<br>с помощью педагога)                                                         |                                                                    |
|                                                                                                                                       |                                                                                | - высокий уровень (работает<br>самостоятельно)                                                             |                                                                    |
| 2.3. Творческие<br>навыки                                                                                                             | Креативность в<br>выполнении<br>практических<br>заданий                        | - низкий (начальный -<br>элементарный, выполняет<br>лишь простейшие<br>практические задания)               |                                                                    |
|                                                                                                                                       |                                                                                | - средний (репродуктивный -<br>задания выполняет на основе<br>образца)                                     |                                                                    |
|                                                                                                                                       |                                                                                | - высокий (творческий -<br>выполняет практические<br>задания с элементами<br>творчества)                   |                                                                    |
| Метапредметные результаты                                                                                                             |                                                                                |                                                                                                            |                                                                    |

|                                                                                                                                        |                                                                     |                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. Метапредметные умения и навыки:<br>3.1. Учебно-интеллектуальные умения:<br>3.1.1. Умение подбирать и анализировать спец. литературу | Самостоятельность в подборе и анализе литературы                    | - низкий (испытывает серьезные затруднения, нуждается в помощи и контроле педагога)   | Наблюдение<br><br>Методика<br>«Интеллектуальная лабильность»<br><a href="https://testoteka.narod.ru/int/1/02.html?ysclid=ljzk6uhucz366134099">https://testoteka.narod.ru/int/1/02.html?ysclid=ljzk6uhucz366134099</a> |
|                                                                                                                                        |                                                                     | - средний (работает с литературой с помощью педагога и родителей)                     |                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                        |                                                                     | - высокий (работает самостоятельно)                                                   |                                                                                                                                                                                                                       |
| 3.1.2. Умение пользоваться компьютерными источниками информации                                                                        | Самостоятельность в пользовании                                     | Уровни по аналогии с п. 3.1.1.<br>- низкий                                            |                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                        |                                                                     | -средний                                                                              |                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                        |                                                                     | -высокий                                                                              |                                                                                                                                                                                                                       |
| 3.1.3. Умение осуществлять учебно-исследовательскую работу (рефераты, исследования, проекты)                                           | Самостоятельность в учебно-исследовательской работе                 | Уровни по аналогии с п. 3.1.1.<br>- низкий                                            |                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                        |                                                                     | -средний                                                                              |                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                        |                                                                     | -высокий                                                                              |                                                                                                                                                                                                                       |
| 3.2. Учебно - коммуникативные умения:<br>3.2.1. Умение слушать и слышать педагога                                                      | Адекватность восприятия информации, идущей от педагога              | Уровни по аналогии п. 3.1.1.<br>- низкий                                              | Наблюдение                                                                                                                                                                                                            |
|                                                                                                                                        |                                                                     | -средний                                                                              |                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                        |                                                                     | -высокий                                                                              |                                                                                                                                                                                                                       |
| 3.2.2. Умение выступать перед аудиторией                                                                                               | Свобода владения и подачи подготовленной информации                 | Уровни по аналогии с п. 3.1.1.<br>- низкий                                            |                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                        |                                                                     | -средний                                                                              |                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                        |                                                                     | -высокий                                                                              |                                                                                                                                                                                                                       |
| 3.3. Учебно-организационные умения и навыки:<br>3.3.1. Умение организовать свое рабочее (учебное) место                                | Самостоятельная подготовка и уборка рабочего места                  | Уровни по аналогии с п. 3.1.1.<br>- низкий                                            | Наблюдение                                                                                                                                                                                                            |
|                                                                                                                                        |                                                                     | -средний                                                                              |                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                        |                                                                     | -высокий                                                                              |                                                                                                                                                                                                                       |
| 3.3.2. Навыки соблюдения ТБ в процессе деятельности                                                                                    | Соответствие реальных навыков соблюдения ТБ программным требованиям | - низкий уровень (овладел менее чем ½ объема навыков соблюдения ТБ);                  |                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                        |                                                                     | - средний уровень (овладел более ½ объема освоенных навыков)                          |                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                        |                                                                     | - высокий уровень (освоил практически весь объем навыков)                             |                                                                                                                                                                                                                       |
| 3.3.3. Умение аккуратно выполнять работу                                                                                               | Аккуратность и ответственность в работе                             | - низкий уровень<br>- средний уровень<br>- высокий уровень                            |                                                                                                                                                                                                                       |
| Личностные результаты                                                                                                                  |                                                                     |                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                       |
| 4. Личностное развитие<br>4.1. Организационно-волевые качества:                                                                        | Способность выдерживать нагрузки, преодолевать                      | - низкий (терпения хватает меньше чем на ½ занятия, волевые усилия побуждаются извне. | Методика изучения социализированности личности (разработана М.И.                                                                                                                                                      |

|                                                               |                                                                            |                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Терпение, воля, самоконтроль                                  | трудности. Умение контролировать свои поступки                             | требуется постоянный контроль извне)                                                                                                 | <p>Рожковым)</p> <p><a href="https://nsportal.ru/shkola/sotsialnaya-pedagogika/library/2018/10/22/m-i-rozhkov-metodika-izucheniya">https://nsportal.ru/shkola/sotsialnaya-pedagogika/library/2018/10/22/m-i-rozhkov-metodika-izucheniya</a></p> <p>«Коммуникативные и организаторские склонности»<br/>В.В. Синаевский, В.А. Федорошин (КОС)<br/><a href="https://testoteka.narod.ru/1ichn/1/17.html?ysclid=ljzkb5pwwqe244651843">https://testoteka.narod.ru/1ichn/1/17.html?ysclid=ljzkb5pwwqe244651843</a></p> |
|                                                               |                                                                            | - средний (терпения хватает больше чем на ½ занятия, периодически контролирует себя сам)                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                               |                                                                            | - высокий (терпения хватает на все занятие, контролирует себя всегда сам)                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 4.2. Ориентационные качества:<br>4.2.1. Самооценка            | Способность оценивать себя адекватно реальным достижениям                  | - низкий уровень (не умеет оценивать свои способности в достижении поставленных целей и задач, преувеличивает или занижает их)       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                               |                                                                            | - средний уровень (умеет оценивать свои способности, но знает свои слабые стороны и стремится к самосовершенствованию, саморазвитию) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                               |                                                                            | - высокий уровень (адекватно оценивает свои способности и достижения)                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 4.2.2. Мотивация, интерес к занятиям в ТО                     | Осознанное участие детей в освоении программы                              | - низкий уровень (интерес продиктован извне)                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                               |                                                                            | - средний уровень (интерес периодически поддерживается самим)                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                               |                                                                            | - высокий уровень (интерес постоянно поддерживается самостоятельно)                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 4.3. Поведенческие качества:<br>4.3.1. Конфликтность          | Отношение детей к столкновению интересов (спору) в процессе взаимодействия | - низкий уровень (периодически провоцирует конфликты)                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                               |                                                                            | - средний уровень (в конфликтах не участвует, старается их избегать)                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                               |                                                                            | - высокий уровень (пытается самостоятельно уладить конфликты)                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 4.3.2. Тип сотрудничества (отношение детей к общим делам д/о) | Умение воспринимать общие дела, как свои собственные                       | - низкий уровень (избегает участия в общих делах)                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                               |                                                                            | - средний уровень (участвует при побуждении извне)                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                               |                                                                            | - высокий уровень (инициативен в общих делах)                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

## 2.9. Методические материалы

### Список основной литературы

1. Комиссаров, Ю.А., Гордеев, Л.С., Вент, Д.П., Бабокин, Г.И. Основы электротехники, микроэлектроники и управления: учебное пособие для

вузов / Ю.А. Комиссаров, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент, Г.И. Бабокин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 607 с.

2. Стребков, Д.С. Солнечные электростанции: концентраторы солнечного излучения: учебное пособие для вузов / Д.С. Стребков, Э.В. Тверьянович; под редакцией Д.С. Стребкова. – 2-е изд., испр. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 265 с.

### **Список дополнительной литературы**

1. А. да Роза Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы / А. да Роза. – М.: МЭИ, Интеллект, 2010. – 704 с.

2. Алхасов, А.Б. Возобновляемые источники энергии / А.Б. Алхасов. – М.: МЭИ, 2016. – 271 с.

3. Безруких, П.П. Ветроэнергетика / П.П. Безруких, (мл.) Безруких Безруких Грибков. – М.: Интехэнерго-Издат, Теплоэнергетик, 2014. – 304 с.

4. Безруких, П. П. Ветроэнергетика: моногр. / П.П. Безруких. – М.: Энергия, 2010. – 665 с.

5. Быстрицкий, Г.Ф. Справочная книга по энергетическому оборудованию предприятий и общественных зданий / Г.Ф. Быстрицкий, Э.А. Киреева. – М.: Машиностроение, 2012. – 592 с.

6. Вест, К. Источник энергии / К. Вест. – Москва: СПб. [и др.]: Питер, 2011. – 224 с.

7. Загрядцкий, В.И. К Вопросу Создания Автономного Энергосберегающего Источника Энергии / В.И. Загрядцкий, Л. Г. Харитонов. – Москва: ИЛ, 2008. – 957 с.

8. Земсков, В.И. Возобновляемые источники энергии в АПК. Учебное пособие / В.И. Земсков. – М.: Лань, 2014. – 368 с.

9. Зорин, В.М. Атомные электростанции. Вводный курс / В.М. Зорин. – М.: МЭИ, 2016. – 184 с.

10. Кашкаров, А.П. Автономное электроснабжение частного дома своими руками / А. П. Кашкаров. – М.: Феникс, 2015. – 140 с.

11. Кашкаров, А.П. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции / А.П. Кашкаров. – Саратов: Профобразование, 2017. – 144 с.

12. Методы расчета ресурсов возобновляемых источников энергии. – М.: МЭИ, 2009. – 144 с.

13. Никитенко, Г.В. Автономное электроснабжение потребителей с использованием энергии ветра / Г.В. Никитенко, П.В. Коноплев. – Ставрополь: «АГРУС», 2015. – 152 с.

14. Тихомиров, М.М. Приборы учета электрической энергии: учебное пособие для средних специальных учебных заведений / М.М. Тихомиров. – М.: Ин-Фолио, 2011. – 162 с.

15. Ярнудьд С. Arduino для начинающих. М: Эксмо, 2017. – 256 с.

### **Список цифровых ресурсов**

1. Архив номеров журнала «Квант» [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kvant.mccme.ru/> - (Дата обращения 27.07.2025 г.).
2. Видео по физике [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://postnauka.org/search?query=%D1%84%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0> - (Дата обращения 27.07.2025 г.).
2. «Дефектные» нанотрубки облегчают добычу водорода [электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://elementy.ru/novosti\\_nauki/164856/Defektnye\\_nanotrubki\\_oblegchayut\\_dobychu\\_vodoroda](https://elementy.ru/novosti_nauki/164856/Defektnye_nanotrubki_oblegchayut_dobychu_vodoroda) - (Дата обращения: 27.07.2025).
3. Новый топливный элемент перенесет «водородный завод» на борт автомобиля [электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://elementy.ru/novosti\\_nauki/25544/](http://elementy.ru/novosti_nauki/25544/) - (Дата обращения: 23.07.2025).
4. Разработан метод эффективного хранения солнечной энергии [электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://elementy.ru/novosti\\_nauki/164547/Razrabotan\\_metod](http://elementy.ru/novosti_nauki/164547/Razrabotan_metod) - (Дата обращения: 23.07.2025).
5. Симуляция некоторых физических процессов [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.falstad.com/mathphysics.html> - (Дата обращения 23.07.2025 г.).
6. Срок службы солнечных батарей: сколько живут солнечные панели [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://reenergo.ru/blog/srok-sluzhby-solnechnyh-batarey-i-drugih-komplektuyuschih-solnechnoy-elektrostantsii/>. - (Дата обращения: 27.07.2025).

