

Департамент образования, науки и молодежной политики  
Воронежской области

Государственное бюджетное учреждение дополнительного образования  
Воронежской области «Центр инженерных компетенций детей и молодежи  
«Кванториум»

Принята на заседании  
Методического (педагогического) совета

от «08» 07 \_\_\_\_\_ 2021 г.  
Протокол № 3 \_\_\_\_\_

Утверждаю:  
Директор ГБУ ДО ВО «ЦИКДиМ  
«Кванториум»

  
\_\_\_\_\_ А.И.Фролов  
«08» 07 \_\_\_\_\_ 2021 г.

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа  
технической/естественнонаучной направленности  
«Гибридные электростанции и функционирование энергосистем»**

Возраст обучающихся: 12-17 лет  
Срок реализации: 124 часа

Авторы-составители: Молоторенко К.Д.,  
педагог дополнительного образования

г. Воронеж, 2021

## Оглавление

<b>Пояснительная записка .....</b>	<b>3</b>
<b>Формы учебной деятельности .....</b>	<b>7</b>
<b>Учебно-тематический план.....</b>	<b>12</b>
<b>Содержание учебно-тематического плана .....</b>	<b>13</b>
<b>Контрольно-измерительные процедуры.....</b>	<b>17</b>
<b>Материально-техническое обеспечение .....</b>	<b>23</b>
<b>Список литературы для педагогов: .....</b>	<b>25</b>
<b>Список литературы для обучающихся: .....</b>	<b>26</b>
<b><i>Приложение 1.....</i></b>	<b><i>27</i></b>
<b><i>Приложение 2.....</i></b>	<b><i>33</i></b>

## **Пояснительная записка**

Программа «Гибридные электростанции и функционирование энергосистем» направлена на изучение способов объединения различных типов электростанций в единые экологические энергосистемы с целью создания стабильной энергосети.

Участники программы познакомятся с особенностями ядерной, солнечной и ветроэнергетики, изучат устройство гибридных электростанций и характеристики солнечных панелей, ветрогенераторов, оборудование и принцип работы блоков атомной станции.

Данная программы разработана в соответствии со следующими нормативно-правовым требованиям законодательства в сфере образования:

1. Федеральный закон от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
2. Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 18.11.2015 г. № 09-3242 «Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)»;
3. Приказ Минобрнауки России № 845, Минпросвещения России № 369 от 30 июля 2020 г. «Об утверждении Порядка зачета организацией, осуществляющей образовательную деятельность, результатов освоения обучающимися учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, дополнительных образовательных программ в других организациях, осуществляющих образовательную деятельность»;
4. Устав государственного бюджетного учреждения дополнительного образования воронежской области «Центр инженерных компетенций детей и молодежи «Кванториум».

### **Характеристика, цель и задачи программы**

**Направленность программы:** техническая

**Возраст обучающихся:** 12-17

**Срок реализации образовательной программы: 124 ч.**

**Режим занятий: 2 занятия по 2 академических часа в неделю.**

## Актуальность и новизна программы

Актуальность данной программы обусловлена развитием традиционного и альтернативного подходов в формировании, проектировании и практической реализации современных энергетических систем с целью их оптимального функционирования не только в стандартной городской среде, а также технологическое применение методик энергоснабжения в условиях ограниченных энергоресурсов. Принципы получения электроэнергии находят разнообразное применение в различных областях человеческой деятельности, в частности, робототехнике, топливной промышленности, экологической безопасности.

В каждой из тем данной программы рассматривается взаимосвязь изучаемых физических или химических явлений и их свойств с реальными жизненными задачами и ситуациями, требующими комплексного подхода для нахождения наиболее выгодного технологического решения.

В ходе изучения программы формируются комплексные знания в областях физики, химии, математики с выходом за рамки привычного взгляда на получение и использование электричества. Таким образом, обучающиеся разберут стоящие перед энергетической отраслью задачи оптимального устройства энергосистемы, традиционного и альтернативного преобразования энергии с минимизацией экологических последствий, проблемы атомной промышленности: все «за» и «против». Программа сопровождается непрерывным определением сфер и областей практического применения материала.

**Цель программы:** развитие исследовательских, инженерных и проектных компетенций через изучение процессов генерации и распределения электроэнергии, способов объединения различных типов электростанций в единые экологические энергосистемы, познание особенностей ядерной, солнечной и ветроэнергетики, освоение простейших навыков схмотехники и формирование комплекса неспециализированных, надпрофессиональных навыков.

### **Задачи программы:**

#### Образовательные:

- создать условия для формирования профессиональной ориентации;
- ознакомить с технической терминологией, основными понятиями и сведениями в области генерации электроэнергии с помощью традиционных и альтернативных источников;
- способствовать развитию критического мышления при выявлении, постановке и выполнении задач;
- углубить, расширить, систематизировать имеющиеся знания и умения, приобретенные в условиях школы, а также вводного модуля.

#### Развивающие:

- развить самостоятельность в учебно-познавательной деятельности;
- расширить ассоциативные возможности мышления;
- сформировать способности к продуктивному общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе творческой деятельности, развить и расширить технический кругозор;
- развить познавательную потребность и интерес к устройству технических объектов, к истории альтернативной энергетики и к технике в целом;
- развить образное и пространственное мышление;
- развить конструкторские и инженерные способности;
- стимулировать творческую активность и инициативность;
- развить лидерские качества;
- развить активность и самостоятельность;
- развить навыки прикладного характера.

#### Воспитательные:

- научить грамотно воспринимать, анализировать и транслировать информацию;
- сформировать ответственное отношение к совершаемым действиям;
- научить своевременно и адекватно реагировать на изменения в окружающем мире;
- развивать коммуникативные навыки;
- создать условия для творческого развития;
- научить бережно относиться к материальным и духовным ценностям.

## Формы учебной деятельности

**Форма организации занятий:** индивидуально-групповая, работа по подгруппам, индивидуальная, групповая.

**Форма проведения занятий:** семинар, лабораторное занятие, беседа, эвристическая лекция, мастер-класс, соревнование, «мозговой штурм», наблюдение, открытое занятие, дискуссия, обсуждение, занятие-игра, практическое занятие, игра деловая, презентация, игровая программа, экскурсия, конкурс, эксперимент, консультация.

### **Ожидаемые результаты освоения программы:**

#### Личностные результаты:

- представление о правах и обязанностях;
- позитивный опыт соблюдения правил повседневного этикета, поддержания дисциплины в образовательном учреждении;
- готовность к повышению своего образовательного уровня и продолжению обучения;
- способность и готовность к общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе образовательной, общественно-полезной, учебно-исследовательской, творческой деятельности;
- воспитание российской гражданской идентичности: патриотизма, уважения к Отечеству;
- формирование ответственного отношения к готовности и способности обучающихся к саморазвитию и самообразованию;
- формирование целостного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития;
- формирование осознанного, уважительного и доброжелательного отношения к другому человеку, его мнению, мировоззрению;
- освоение социальных норм, правил поведения, ролей и форм социальной жизни в группах и обществах;
- развитие морального сознания и компетентности в решении моральных проблем на основе личностного выбора;
- формирование коммуникативной компетентности в общении и сотрудничестве со сверстниками, детьми старшего и младшего возраста;
- формирование ценности здорового и безопасного образа жизни;
- формирование основ экологической культуры;
- формирование чувства личной ответственности за качество окружающей информационной среды;
- способность к взаимопомощи;
- формирование ценностного отношения к окружающему миру и человеку.

### Метапредметные результаты:

- формирование комплексных знаний в области физики, химии, математики, информатики, черчения при изучении процессов генерации и распределения энергии;
- умение применять междисциплинарные теоретические знания на практике;
- углубление, расширение, систематизация имеющихся знаний и умений, приобретенных в условиях школы.
- умение самостоятельно определять цели своего обучения, ставить и формулировать для себя новые задачи познавательной деятельности;
- умение самостоятельно планировать пути достижения целей, в том числе альтернативные, осознанно выбирать наиболее эффективные способы решения познавательных задач;
- владение первичными навыками анализа и критичной оценки получаемой информации;
- владение навыками публичной презентации;
- умение вступать в коммуникацию с целью быть понятым, владение коммуникативными умениями;
- умения соотносить свои действия с планируемым результатом, осуществлять контроль своей деятельности в процессе достижения результата;
- владение основами самоконтроля, самооценки, принятия решений и осуществления осознанного выбора в познавательной деятельности;
- умения определять понятия, создавать обобщения, устанавливать аналоги, классифицировать, самостоятельно выбирать основания и критерии для классификации, строить логические рассуждения;
- смысловое чтение;
- умение организовывать сотрудничество и совместную деятельность с наставником и сверстниками; работать индивидуально и в группе; находить общее решение и разрешать конфликты;
- формирование и развитие компетентности в области использования информационно-коммуникационных технологий (далее ИКТ-компетенции); формирование и развитие экологического мышления;
- безопасное поведение в информационной среде;
- развитие памяти и воображения;
- развитие образного, логического и технического мышления;
- умение участвовать в совместной деятельности включает:
  - понимание и принятие цели совместной деятельности, обсуждение и согласование способов достижения общего результата;
  - распределение ролей в совместной деятельности, проявление готовности руководить и выполнять поручения;
  - осуществление взаимного контроля в совместной деятельности, оценивать собственное поведение и поведение окружающих, свой вклад в общее дело;



- проявление готовности конструктивно и толерантно разрешать конфликты.
- формулировать собственные ценностные ориентиры по отношению к изучаемым учебным предметам и сферам деятельности;
- владеть способами самоопределения в ситуациях выбора на основе позиций;
- уметь принимать решения, брать на себя ответственность за их последствия, осуществлять действия и поступки на основе выбранных целевых и смысловых установок;
- ставить цель и организовывать её достижение, уметь пояснить свою правоту;
- задавать вопросы к наблюдаемым фактам, отыскивать причины явлений, обозначать свое понимание или непонимание по отношению к изучаемой проблеме;
- ставить познавательные задачи и выдвигать гипотезы; выбирать условия проведения наблюдения или опыта; выбирать необходимые приборы оборудование, владеть измерительными навыками, работать с инструкциями;
- выступать устно и письменно о результатах своего исследования с использованием компьютерных средств и технологий (текстовые и графические редакторы, презентации);
- владеть эффективными способами организации свободного времени;
- уметь представить себя устно и письменно;
- владеть способами взаимодействия с окружающими и удаленными людьми, и событиями; выступать с устным сообщением, уметь задать вопрос, корректно вести учебный диалог;
- иметь позитивные навыки общения в поликультурном, полиэтничном и многоконфессиональном обществе;
- владеть навыками работы с различными источниками информации: книгами, учебниками, справочниками, Интернет;
- самостоятельно искать, извлекать, систематизировать, анализировать отбирать необходимую для решения учебных задач информацию, организовывать, преобразовывать, сохранять и передавать ее.

Предметные результаты (знания, умения, навыки, компетенции):

### **1 год обучения**

Знать:

- технику безопасности по поведению в технопарке;
- технику безопасности по работе с персональным компьютером;
- технику безопасности при работе с электроприборами и электрооборудовании;
- физические величины, измерения физических величин;

- основные виды традиционной энергетики;
- основные виды альтернативной энергетики;
- основы механики;
- основы кинематики: кинематические точки, кинематика твёрдого тела;
- основы динамики: законы Ньютона, гравитационные силы, силу упругости, силы трения;
- законы сохранения в механике: закон сохранения импульса, закон сохранения энергии;
- основы молекулярной физики, тепловых явлений;
- основы электродинамики: электростатика, закон постоянного тока, электрический ток в различных средах;
- основы механических колебаний;
- основы электромагнитных колебаний;
- основы передачи и использования электрической энергии
- основы световых волн;
- элементы теории относительности;
- основы излучения и спектров;
- основы световых квантов;
- основы атомной физики;
- основы физики атомного ядра и элементарных частиц.

Уметь:

- применять теоретические знания на практике;
- производить анализ технических неисправностей электроприборов;
- применять понятия и принципы физики в практической деятельности;
- работать с измерительными приборами;
- работать с электроприборами и электрооборудованием;
- работать с простейшими источниками электроэнергии;
- работать с альтернативными источниками энергии;
- обрабатывать экспериментальные данные;
- использовать программное обеспечение Microsoft Office, Microsoft Excel, Microsoft PowerPoint;
- использовать новейшие достижения в области компьютерной техники.

Технологические компетенции:

- сборка моделей электростанций;
- чтение электрических схем и простых чертежей;
- безопасное и эффективное использование лабораторного оборудования;
- проведение точных измерений и оценки полученных результатов;
- представление научно обоснованных аргументов своих действий, основанных на межпредметном анализе учебных задач;
- 3D-моделирование объектов для их изготовления с помощью 3D-принтеров и станков с ЧПУ;

- пайки электросхем;
- работы с измерительными приборами;
- работа с альтернативными источниками энергии.

**Учебно-тематический план  
1 год обучения**

№ п/п	Тема	Всего	Теория	Практика	Форма контроля
<b>Вводный модуль 12 часов</b>					
1	<b>Раздел 1.</b> Устройство городской энергосети	12	4	8	Кейс «Умный город»
<b>Углубленный модуль 112 часов</b>					
1	<b>Раздел 1.</b> Традиционная энергетика	12	4	8	Сборка установки для экспериментов на тему гибридной энергетика
2	<b>Раздел 2.</b> Топливо: традиционный и альтернативный подход	18	4	14	Сборка установок по получению биотоплива
3	<b>Раздел 3.</b> Альтернативная энергетика	38	14	24	Сборка моделей ветряных и солнечных электростанций
4	<b>Раздел 4.</b> Атомная энергетика	44	20	24	Сборка камеры Вильсона

## Содержание учебно-тематического плана

### 1 год обучения

#### Вводный модуль (12 часов)

##### Раздел 1. Устройство городской энергосети 12 часов

**Теория:** Получение базовых знания об устройстве энергетической системы города и анализе его энергопотребления. Изучение устройства и принципа работы энергетического стенда СТИЭС-1. Обзор задач энергетики в настоящее время, методы оптимизации энергопотребления в городской системе и в индивидуально домашней среде.

**Практика:** Анализ, планирование и расчет объемов энергопотребления города. Расчёт и создание собственных вариантов построение сети города на стенде СТИЭС-1. Разработка индивидуальных методов

### 1 год обучения

#### Углубленный модуль ( 112 часов)

##### Раздел 1. Традиционная энергетика 12 часов

**Теория:** Тепловые электростанции. Преобразования энергии в тепловых машинах. КПД тепловой машины. Тепловая электростанция и принцип ее работы.

Гидроэнергетика. Основные характеристики и элементы гидроэлектростанции (ГЭС). История: водяное колесо, турбина поперечного потока, турбина Пэлтона. Экономические и экологические особенности размещения гидроэлектростанций.

**Практика:** Анализ принципов работы ТЭЦ, расчет КПД электростанций. Проведение опытов и расчеты на изучение зависимости силы и скорости потока от высоты падения воды, зависимость скорости потока от диаметра трубы, эксперименты с различными типами турбин. Анализ работы различных типов турбин: водяного колеса, турбины поперечного потока и турбины Пелтона. Расчет мощности для трех типов турбин, работающих с различными энергопотребителями и анализ результатов.

##### Раздел 2. Топливо: традиционный и альтернативный подход 18 часов

**Теория:** Топливо. Виды биотоплива: твердое, жидкое, газообразное. Три поколения биотоплива. Использование биотоплива в России. Экономические и экологические особенности применения биотоплив. Перспектива перехода человечества на биоэнергетическое топливо.

Водородная энергетика. Понятие электролиза. Основные вехи в истории водородной энергетике. Способы хранения, получения и транспортировки водорода. Экономические и экологические особенности водородной энергетике.

**Практика:** Решение задач из разделов: молекулярная физика, законы термодинамики. Реализация экспериментов с помощью набора «Биотопливо» по производству биодизеля из жиров и масел, эксперименты по перегонке сула брожения. Анализ принципов работы топливной ячейки и расчет мощности. Анализ, расчет и построение кривой зависимости мощности от температуры, мощности от концентрации. Эксперименты по получению водорода. Анализ и использование генератора водорода.

### **Раздел 3. Альтернативная энергетика 38 часов**

**Теория:** Ветряные электростанции. Ветер. Механизмы образования и основные характеристики воздушных потоков. Критерии эффективности ветряной электростанции. Знакомство с оборудованием: принципы работы, типы креплений.

Солнечные электростанции. Солнце – как источник энергии, физика солнечного потока излучения. Знакомство с оборудованием. Принципы работы солнечных панелей, критерии эффективности СЭС.

Электричество. Термоэлектричество. Термоэлектрические явления. Контактная разность потенциалов. Термоэлектрический ток. Термопара. Эффект Пельтье. Эффект Зеебека. Элемент Пельтье. Эффект Томсона. Принципы и устройство работы батареек, аккумуляторов, конденсаторов. Химическое электричество. Логические элементы и основные элементы схемотехники.

**Практика:** Сборка модели ветряной электростанции. Сборка и тестирование модели солнечной электростанции. Анализ, расчет и сравнение мощностей ВЭС и СЭС. Выявление оптимальных параметров для эффективной работы ВЭС и СЭС. Изучение и анализ электрического тока, напряжения, закона Ома в цепи. Анализ элементов в электрической схеме. Решение задач на электрические явления. Эксперименты на демонстрацию явления возникновения термоэлектричества: эффекты Пельтье и Зеебека. Решение задач с температурным коэффициентом сопротивления. Построение вольт-амперной характеристики. Изучение и сборка электрических цепей. Получение электричества с использованием фруктов и овощей: из лимонов, маринованных огурцов, сырого и вареного картофеля. Изучение, анализ и моделирование (например, в Multisim 12.0) схем с логическими элементами. Сборка логических схем.

#### **Раздел 4. Атомная энергетика 44 часа**

**Теория:** История изучения атома. Ядерная модель атома. Квантовые постулаты Н. Бора. Излучение и поглощение света атомами. Атомные и молекулярные спектры. Спектральный анализ и его приложения. Рентгеновское излучение. Атомное ядро. Протонно-нейтронная модель атомного ядра. Нуклоны. Ядерные силы и их особенности. Устойчивость ядер. Физические основы ядерной энергетике. Энергия связи атомного ядра. Способы высвобождения ядерной энергии: синтез легких и деление тяжелых ядер. Цепная реакция деления ядер урана. Ядерная энергетика и экология. Радиоактивность. Виды радиоактивного излучения. Период полураспада. Получение и применение радио нуклидов. Дозиметрия. Дозы излучения. Радиоактивная защита человека. Элементарные частицы. Общая характеристика элементарных частиц. Классификация элементарных частиц. Кварки. Космическое излучение. Корпускулярно-волновой дуализм в физике. История атомной промышленности в России и за рубежом. Настоящее атомной энергетике в России. Основы и устройство работы реактора. Замедлители нейтронов. Преобразование ядерной энергии в

электрическую. Основные элементы в устройстве АЭС. Управление и регулирование цепной реакции в реакторе. Принципы работы АЭС: одноконтурная, двухконтурная, трехконтурная. Коэффициент использования установленной мощности. Сравнительная стоимость электричества, вырабатываемого на АЭС. Общие подходы обеспечения безопасности на АЭС и других ядерных объектах. Многоуровневая система барьеров на АЭС. Система аварийного охлаждения реакторов. Способы добычи урана. Требования к твэлам и тепловыделяющим сборкам. Облученное ядерное топливо и ядерно-топливный цикл. Радиоактивные отходы и обращение с ними. Радиационно-опасные события, их классификация. Радиоэкология в современном мире. Перспективы развития атомной промышленности: термоядерный синтез. Плавающие атомные теплоэлектростанции.

**Практика:** Сборка камеры Вильсона. Решение задач на исследование активности радиоактивных препаратов. Анализ цепочек превращений. Задачи на интенсивность и поток излучения. Изучение устройства элементарных частиц. Наблюдение и анализ фотографий треков элементарных частиц, определение их массы, энергии и электрического заряда. Анализ применения радиоактивных изотопов в исследованиях и в ядерной энергетике. Оценка вклада российских и зарубежных ученых в исследование строения атомов и ядер атомов, изучение и анализ этапов становления атомной энергетике. Решение задач с применением формулы взаимосвязи массы и энергии. Получение навыков пользования бытовым дозиметром. Обзор решений задач радиометрии и практическое их применение в современном мире. Исследование и обобщение экологических проблем региона, связанных с природным и техногенным радиоактивным фоном, и применением радиоактивных изотопов и рентгеновского излучения в медицине, на производстве. Изучение устройства АЭС: симулятор строительства АЭС. Расчет КПД АЭС, сравнение мощности АЭС с другими электростанциями.



### Контрольно-измерительные процедуры

Форма контроля	Вид работы (фронтальной, групповой, индивидуальный)	Цель проведения	Критерии оценки результата	
			Базовый уровень	Продвинутый уровень
<b>1 год обучения</b>				
<b>Вводный модуль</b>				
<b>1 раздел</b>				
Практическая работа	Групповой	Итоговый контроль по итогам вводного модуля	Описание основных видов традиционных источников энергии (приведен и обоснован 1 пример) и альтернативных источников энергии (приведены и обоснованы 2 примера). Навыки проведения системного анализа в задаче энергоснабжения заданной территории и проектирования собственной энергосистемы.	Описание основных видов традиционных источников энергии (приведение и обоснование не менее 2 примеров) и альтернативных источников энергии (приведение и обоснование не менее 5 примеров). Навыки проведения системного анализа в задаче энергоснабжения заданной территории; разработки топологии сети для оптимального распределения нагрузки и ее диспетчеризации; самостоятельного тестирования созданной сети на устойчивость в условиях энергодефицита.
<b>1 год обучения</b>				
<b>1 раздел</b>				

Демонстрация результатов	Индивидуальный	Итоговый контроль по итогам 1 раздела углубленного модуля	Знание терминов: энергия, тепловая машина, работа, полезная работа, коэффициент полезного действия. Верный расчет величин по шаблону с использованием формул: энергия, работа, мощность, КПД. Способность в общих чертах изложить принципы работы ТЭЦ, ГЭС.	Знание терминов: энергия, мощность, работа, полезная работа, коэффициент полезного действия, преобразование энергии в тепловой машине. Верный расчет величин: энергия, работа, мощность для трех типов турбин, КПД электростанции, сила и скорость потока в зависимости от высоты падения воды. Знание не менее 3 типов турбин на ГЭС.
--------------------------	----------------	---	---	--

## 2 раздел

Практическая работа	Индивидуальный	Итоговый контроль по итогам 2 раздела вводного модуля	Навыки сборки установки для получения биотоплива с использованием шаблонной схемы. Приведение не менее 2 примеров энергоносителей для твердого, жидкого и газообразного биотоплива. Описание 1 способа получения водорода. Расчет и построение по методическому шаблону кривой зависимости мощности топливной ячейки от температуры, мощности от концентрации.	Навыки самостоятельной сборки установки для получения биотоплива. Приведение не менее 3 примеров энергоносителей для твердого, жидкого и газообразного биотоплива, и обоснованное сравнение их практического применения. Описание методов транспортировки и хранения водорода, приведение не менее 2
---------------------	----------------	---	--	--

				способов его получения. Расчет и построение кривой зависимости мощности топливной ячейки от температуры, мощности от концентрации.
<b>3 раздел</b>				
Демонстрация практически всех навыков	Индивидуальный	Итоговый контроль по итогам раздела углубленного модуля	3	<p>Навыки сборки моделей ВЭС, СЭС с обращением к шаблонной схеме более 5 раз. Умение снятия показаний величины эл. тока с помощью мультиметра. Сборка простейших последовательной и параллельной эл. цепи (2 резистора, 1 источник тока, 1 источник напряжения) и верный расчет неизвестной характеристики. Демонстрация эксперимента по получению термоэлектричества.</p> <p>Навыки сборки моделей ВЭС, СЭС с обращением к шаблонной схеме не более 8 раз. Экспериментальная разработка не менее 2 критериев эффективности работы ВЭС, СЭС. Умение снятия показаний величины эл. тока и напряжения с помощью мультиметра. Самостоятельная сборка эл. цепи из не менее чем 6 элементов (1 резистор, 1 источник тока, 1 источник напряжения, 1 конденсатор, 1 катушка, 1 диод) и верное нахождение неизвестного параметра. Демонстрация возникновения эффектов</p>

				Пельтье и Зеебека, обоснование наблюдений.
<b>4 раздел</b>				
Демонстрация результатов	Индивидуальный	Итоговый контроль по итогам 5 раздела углубленного модуля	Знание терминов: атомное ядро, ядерные силы, активность, элементарная частица, период полураспада, нуклон, цепочка превращений, реактор. Создание визуальной схемы строения атома в моделях Томсона, Резерфорда. Перечисление и общее описание видов радиоактивного излучения. Успешное решение не менее 2 задач на нахождение каждой из величин: период полураспада, активность препарата, число распавшихся ядер, масса частицы, заряд частицы, энергия частицы, восстановление цепочки превращений, КПД АЭС. Умение сборки камеры Вильсона с использованием вспомогательного материала. Общие навыки пользования бытовым дозиметром. Понимание устройства АЭС с допущением 2-3	Знание терминов: атомное ядро, ядерные силы, энергия связи, атомный номер, излучение, активность, элементарная частица, период полураспада, нуклон, цепочка превращений, корпускулярно-волновой дуализм, спектр, реактор, цепная реакция, ТВЭЛ. Изображение схем модели строения ядра (1 пример), схем структуры атома в моделях Томсона, Резерфорда. Перечисление видов радиоактивного излучения, их классификация по частотам (длинам волн). Успешное решение не менее 3 задач на нахождение каждой из величин: период полураспада, активность препарата, число распавшихся ядер, масса частицы, заряд

			<p>ошибок (неточностей):          поэлементная сборка электростанции в симуляторе строительства АЭС. Приведение не менее 3 примеров открытых элементарных частиц.</p>	<p>частицы, энергия частицы, восстановление цепочки превращений, КПД АЭС. Умение самостоятельно й сборки камеры Вильсона с обоснованием наблюдений. Навыки пользования бытовым дозиметром: примеры методов обработки показаний, численное нахождение безопасного значения мощности фонового излучения. Понимание устройства АЭС с допущением не более 1 ошибки: поэлементная сборка электростанции в симуляторе строительства АЭС. Приведение не менее 5 примеров открытых элементарных частиц.</p>
--	--	--	---	---

**Критерии и показатели оценки освоения программы**

№	Уровень	Содержание	Критерии
---	---------	------------	----------

1	Базовый	Совершение 30-50% теоретических, 30-50% практических ошибок на изученный в разделе материал.	Знает: ключевые термины, формулы, существующие методы решения расчетных задач; умеет: устно (либо наглядно) моделировать физическое явление, решать вычислительные физические задачи с обращением к вспомогательным формулам, осуществлять последовательную сборку установок с помощью методических схем, проводить обработку результатов наблюдений по методическому шаблону, использовать существующие методы для решения задач.
2	Продвинутый	Совершение менее 30% теоретических, 30% практических ошибок на изученный в разделе материал.	Знает ключевые термины с приведением актуальных примеров, формулы, существующие методы постановки, исследования, решения расчетных и практических задач; умеет: устно и наглядно моделировать физическое явление, самостоятельно решать вычислительные физические задачи, осуществлять последовательную сборку установок, проводить обработку результатов наблюдений, использовать существующие методы для решения задач, выявлять наиболее оптимальную методику и модернизировать ее для повышения эффективности.

**Материально-техническое обеспечение**  
Оборудование, необходимое для реализации программы

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование</b>	<b>Цена, руб.</b>	<b>Кол-во, шт.</b>	<b>Амортизация, лет</b>	<b>Ст-ть, руб.</b>
1	Ноутбук	50 000	12	5	600 000
2	Сетевой фильтр	700	5	5	700
3	Проектор	100 000	1	5	20000
4	Интерактивный экран с проектором	492,000	1	5	492000
5	Набор ручных инструментов	5000	1	5	5000
6	Набор «Гидронергетика»	242,000	6	5	1452000
7	Расширенный набор «Energy Vox»	140,000	6	5	840000
8	Набор «Сохранение и распределение энергии»	121,000	6	5	726000
9	Электронный конструктор Z-Volt	90,000	4	5	360000
10	Электронный конструктор ALL Brick «R»	80,000	4	5	320000
11	Лазерный гравер учебный с рамой на колесах	600,000	1	5	600000
12	3D-принтер учебный с принадлежностями + расход. Мат	50,000	10	5	500000
13	Компактный мультиметр	1,000	10	5	10000
14	Паяльная станция	8,000	10	5	80000
15	Лабораторный источник питания, 30В, 5А. Точность рег. 0.1В	5,000	1	5	5000

16	Сверлильный настольный станок	15,000	1	5	15000
17	Верстак ученический для слесарных работ шириной 1200 мм	10,000	4	5	40000
18	Набор UKing ZQ-15B Blue Beam Zoomable 5- in-1 от WDLasers	12500	1	5	12500
19	Защитные очки EaglePair, 190- 400 и 560-640 нм	3700	10	5	37000
20	Цифровой датчик альфа/бета/гамма радиации PASCO	29000	1	5	29000
21	Сухой лед (диоксид углерода), 1 кг	80	5	5	400
22	Универсальный вольфрамовый электрод WL-20, 2 мм	135	20	5	2700
	Стекланный аквариум, 5 л	350	1	5	350
	Чистый этанол, 1 л	80	5	5	400
	Набор губок поролоновых, 10 шт	40	5	5	200
	Клей универсальный Момент-1, 125 мл	200	1	5	200
<b>Итого стоимость реализации программы на 12 человек</b>					<b>6148450</b>

**ИТОГО: стоимость реализации программы на основное оборудование  
на 1 человека составит рублей**



### Список литературы для педагогов:

1. Перельман, Я.И. Занимательная физика. Книга 1 / Я.И. Перельман М.: Центрполиграф, 2016. – 256 с.
2. Перельман, Я.И. Занимательная физика. Книга 2 / Я.И. Перельман М.: Центрполиграф, 2013. – 288 с.
3. Перельман, М.Е. А почему это так? Книга 1. Физика вокруг нас в занимательных беседах, вопросах и ответах/ М.Е. Перельман М.: Ленанд, 2014. – 224 с.
4. Перельман, М.Е. А почему это так? Книга 2. Физика в гостях у других наук в занимательных беседах, вопросах и ответах/ М.Е. Перельман М.: Ленанд, 2014. – 208 с.
5. Кашкаров, А.П. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции / А.П. Кашкаров М.: ДМК Пресс, 2011. – 144 с.
6. Рюмин, В.В. Занимательная электротехника на дому / В.В. Рюмин М.: .: Центрполиграф, 2016. – 160 с.
7. Быстрицкий, Г.Ф. Основы энергетики. Учебник / Г.Ф. Быстрицкий М.: КноРус, 2017. – 350 с.
8. Онлайн энциклопедия Wikipedia. ru.wikipedia.org
9. Карабчевский, Г.А. Начальный курс электрика: Учебное пособие: интернет издание:.
10. <http://polyus-nt.ru/assets/энергостенд-буклет.pdf>.
11. В.Е. Фортов, О.С. Попель, «Энергетика в современном мире», ИД Интеллект, 2011;
12. В.Е. Форотов, О.С. Попель, «Возобновляемая энергетика в современном мире», МЭИ, 2015;
13. А. да Роза, «Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы», ИД Интеллект, 2010;
14. Б. Соренсен, «Преобразование, передача и аккумуляирование энергии», ИД Интеллект, 2011;
15. Даффи Дж., Основы солнечной теплоэнергетики ИД Интеллект, 2013;
16. В.К. Власов, «Полезный ветер. От паруса до...», ИД Интеллект, 2017;
17. Ю.А.Котляр, В.В.Шинкаренко, «Водородный всеобуч в России. К истории вопроса. Документы. Материалы. Комментарий», АСМИ, 2008.

### Список литературы для обучающихся:

1. Кашкаров, А.П. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции / А.П. Кашкаров М.: ДМК Пресс, 2011. – 144 с.
2. Германович, В., Турилин, А. Альтернативные источники энергии и энергосбережение. Практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы / В. Германович, А. Турилин СПб.: Наука и техника, 2014. – 320 с.
3. Перельман, Я.И. Занимательная физика. Книга 1 / Я.И. Перельман М.: Центрполиграф, 2016. – 256 с.
4. Перельман, Я.И. Занимательная физика. Книга 2 / Я.И. Перельман М.: Центрполиграф, 2013. – 288 с.
5. Перельман, М.Е. А почему это так? Книга 1. Физика вокруг нас в занимательных беседах, вопросах и ответах/ М.Е. Перельман М.: Ленанд, 2014. – 224 с.
6. Перельман, М.Е. А почему это так? Книга 2. Физика в гостях у других наук в занимательных беседах, вопросах и ответах/ М.Е. Перельман М.: Ленанд, 2014. – 208 с.
7. Карабчевский, Г.А. Начальный курс электрика: Учебное пособие: интернет издание: <http://www.rtsh.ru/manual.electrician.htm>
8. Д. Джоунс, «Изобретения Дедала», Мир, 1985;
9. Р.Фейнман, «Характер физических законов», Наука, 1987;
10. Т.С.Кун, «Структура научных революций», Прогресс, 1975;
11. М. Тринг, Э. Лейтуэйт, «Как изобретать», Мир, 1980;
12. К. Пиквер, «Великая физика. От Большого взрыва до Квантового воскрешения. 250 основных вех в истории физики», Лаборатория знаний, 2015;
13. А. Куликов, «Тигриная алгебра или математика на человеческом языке (пересказ книги Р.М. Смаллиана «Принцесса или тигр»», Багира, 1994.
14. <http://polyus-nt.ru/assets/энергостенд-буклет.pdf>

### Контрольно-измерительные материалы

#### Опорные вопросы для беседы по итогам инструктажа о технике безопасности:

- Чем можно тушить начинающийся пожар?
  - а) Вода
  - б) Песок
  - с) Одеяло
  - д) Снег
  - е) Бумага
- Что ты должен сообщить, вызывая пожарных?

Ответ: Необходимо сообщить свой точный адрес, фамилию, имя и что горит.
- Что вы станете делать, если увидели, что нижние этажи дома охвачены пламенем?

Ответ: Смочить свою одежду и все вокруг себя, ждать помощи. Нельзя пытаться выбежать из дома, если живешь на верхних этажах. Пройдя два-три этажа, можно отравиться продуктами горения.

Задание: Прочитай и найди неверное утверждение!

1. Обрезки от проволоки можно бросать на пол;
  2. Ножницы хранить необходимо в определенном месте;
  3. Допускается передавать ножницы лезвиями вперед;
  4. В конце работы нужно убрать свое рабочее место;
  5. Можно резать ножницами на ходу.
- При появлении запаха гари или странного звука обучающимся необходимо
    - 1) продолжить работу за компьютером;
    - 2) **сообщить об этом учителю;**
    - 3) немедленно покинуть класс.
  - Какие действия **не запрещены** правилами поведения в кабинете?
    - 1) **пройти в кабинет без обуви;**
    - 2) работать с влажными или грязными руками;
    - 3) отключать и подключать кабели, трогать соединительные разъёмы проводов.

## Итоговый тест

---

(ФИО, № группы)

**Вопрос №1:** Сопротивление – это...

1. физическая величина, характеризующая свойство проводника препятствовать прохождению электрического тока
2. физическая величина, характеризующая свойство пространства и времени
3. физическая величина, равная отношению напряжения к силе тока
4. Закон Ома

**Вопрос №2:** Что такое электрический ток?

---

**Вопрос №3:** Что такое напряжение?

---

**Вопрос №4:** Как проходит ток через конденсатор? Какие свойства он имеет?

---

**Вопрос №5:** Как проходит ток через катушку индуктивности? Какие свойства он имеет?

---

**Вопрос №6:** Что такое проблема? Какими она обладает свойствами?

---

**Вопрос №7:** Опишите этапы жизненного цикла проекта:

---

**Вопрос №8:** Какой должна быть цель проекта?

---

**Вопрос №9:** Какие существуют типы проекта? Какие из них ближе всего к направлению «Энерджи»?

---

**Вопрос №10:** Выберите наиболее точное определение «Проект – это...»:

1. Ограниченный во времени процесс, направленный на создание нового или модернизацию существующего востребованного обществом продукта.
2. Создание прототипа уже существующего технического решения проблемы.
3. Создание презентации по тематике квантума.
4. Бесконечный процесс совершенствования вариантов решения проблем человечества

**Вопрос №11:** Какими свойствами в цепи обладает конденсатор?

1. Накопление заряда в виде электронов на обкладке
2. Усиливает напряжение
3. Проводит ток в цепи переменного тока
4. Проводит ток в цепи постоянного тока
5. Выполняет роль фильтра определенных частот
6. Быстро отдает "заряд"
7. Медленно отдает заряд
8. Накопление электронов в виде магнитного поля
9. Сглаживает помехи

**Вопрос №12:** Сколько кВт\*ч потребит чайник мощностью 750 Вт за 40 минут?

---

**Вопрос №13:** Какое количество теплоты выделится за 30 минут в проводе с поперечным сечением  $1,5 \text{ мм}^2$ , длиной 3 м, если сила тока 5 А?

---

**Вопрос №14:** Какой максимальный ток выдержит алюминиевый провод с сечением  $3 \text{ мм}^2$ ?

---

**Вопрос №15:** Формула жидкого азота:

---

**Вопрос №16:** Какая температура жидкого азота?

---

**Вопрос №17:** Температура абсолютного нуля?

---

**Вопрос №18:** Что считается за ноль градусов в системе Кельвина?

1. Температура замерзания воды
2. Абсолютный ноль
3. Самоподдерживающейся температуре смеси воды, льда и хлорида аммония

**Вопрос №19:** Что считается за ноль градусов в системе Цельсия?

1. Температура замерзания воды
2. Абсолютный ноль
3. Самоподдерживающейся температуре смеси воды, льда и хлорида аммония

**Вопрос №20:** Что считается за ноль градусов в системе Фаренгейта?

1. Температура замерзания воды
2. Абсолютный ноль
3. Самоподдерживающейся температуре смеси воды, льда и хлорида аммония

**Вопрос №21:** Что такое сверхпроводимость?

---

**Вопрос №22:** Что такое левитация?

---

**Вопрос №23:** В чём отличие обычного магнита от неодимового?

---

**Вопрос №24:** В результате бомбардировки изотопа лития  ${}^7_3\text{Li}$   $\alpha$ -частицами образуется изотоп бора:  ${}^7_3\text{Li} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{10}_5\text{B} + X$ . Чему равно зарядовое число частицы X??

---

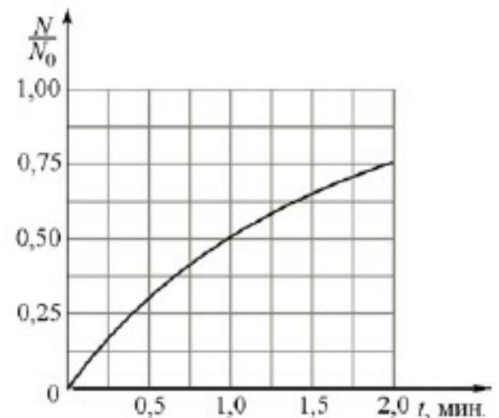
**Вопрос №25:** Ядро атома золота имеет электрический заряд, который в 79 раз превышает модуль заряда электрона. В настоящее время известны изотопы золота с числом нейтронов от 90 до 126. Определите для известных изотопов золота массовое число самого тяжёлого изотопа, а также отношение массы самого тяжёлого изотопа к массе самого лёгкого изотопа.

---

**Вопрос №26:** В результате распада элементарной частицы с некоторым зарядом  $q$  — пиона — рождаются электрон, электронное антинейтрино и электрон-позитронная пара. Найдите отношение  $\frac{q}{e}$ , где  $e$  — модуль заряда электрона.

---

**Вопрос №27:** На рисунке изображён фрагмент графика зависимости относительного числа  $N/N_0$  распавшихся ядер от времени  $t$  для некоторого изотопа ( $N_0$  — начальное число ядер,  $N$  — число ядер, распавшихся к моменту времени  $t$ ). Пользуясь графиком, определите период полураспада этого изотопа в секундах.



---

**Вопрос №28:** Медленные (нерелятивистские) электроны с энергией 270 эВ испытывают дифракцию на некоторой атомной структуре. Расстояние между

соседними атомами этой структуры  $d = 0,15$  нм. Во сколько раз  $d$  превышает длину волны электрона? Ответ округлите до целого числа.

---

**Вопрос №29:** Период полураспада изотопа натрия Na равен 2,6 года. Если изначально было 104 г этого изотопа, то сколько примерно его будет через 5,2 года?

---



## Кейсы

### Кейс № 1 «Умный город»

Задача- познакомится с устройством энергосети города и энергостенда в частности, с правилами пользования энергостенда, правилами “игры”, изучить возможные варианты развития событий «игры».

**Категория кейса:** углубленный.

**Место кейса в структуре модуля:** Раздел 1: Устройство городской энергосети.

<b>Занятия 1</b>	
<b>Цель:</b> Смоделировать план подачи электроэнергии определенным потребителям и применить его на энергостенде.	
<p><b>Что делаем:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Выбор оптимального решения энергообеспечения городской энергосистемы;</li> <li>2.Сборка энергосистемы;</li> <li>3.Тестирование энергосистемы;</li> <li>4.Внесение доработок и повторное тестирование;</li> <li>5.Оценка качества и точности полученных результатов;</li> <li>6.Добавление новых требований;</li> <li>7.Оценка качества и точности полученных результатов.</li> </ol>	<p><b>Компетенции:</b></p> <p><b>Hard Skills</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• умение моделировать энергосистему города</li> <li>• умение рационально распределять потоки энергии в различные учреждения</li> <li>• умение анализировать кол-во энергии поступающее от различных источников</li> <li>• знание устройства энергосети города</li> </ul> <p><b>Soft Skills</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• умение слушать и задавать вопросы;</li> <li>• осмысленное следование инструкциям;</li> <li>• внимательность;</li> <li>• аккуратность;</li> <li>• умение презентовать работу;</li> </ul> <p>ответственность за соблюдение правил.</p>

**Количество учебных часов/занятий:** 2 час.

**Метод работы с кейсом:** экспериментальный – проведение эксперимента и его анализ.

**Минимально необходимый уровень входных компетенций:** базовые знания устройства энергосети города.

**Предполагаемые образовательные результаты учащихся**

**Артефакты:** собранная рабочая автономная модель снабжения города электроэнергией.

**Формируемые навыки**

***Универсальные***

- решение изобретательских задач,
- свободное мышление,
- работа в команде,
- внимательность,
- аккуратность,
- соблюдение техники безопасности,
- ответственность за соблюдение правил,
- работа с взаимосвязанными параметрами.

***Предметные***

- умение моделировать энергосистему города и рассчитывать аварийные ситуации.

**Выявление образовательного результата**

Представление результатов образовательной деятельности пройдет в форме тестового испытания по результатам выполнения кейса и последующих ответов обучающихся на вопросы наставника и других команд.

**Материалы и оборудование:**

Ноутбук. Энергостенд СТИЭС-1.