

Министерство образования, науки и молодежной политики  
Нижегородской области

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



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор-  
проректор по образовательной  
деятельности  
Е.Г. Ивашкин

\_\_\_\_\_ 2021 г.

**ДНК**

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа  
«Возобновляемая энергетика»**

**Направленность:** техническая

**Возраст обучающихся:** 15-17 лет

**Длительность вводного модуля:** 36 часов

**Длительность базового модуля:** 36 часов

**Всего:** 72 часа

**Авторы:** Шалухо Андрей Владимирович,  
доцент

Эрдили Наталья Игоревна,  
ассистент

Ворошилов Александр Андреевич,  
аспирант

## ИНФОРМАЦИОННАЯ КАРТА ПРОГРАММЫ

1	<b>Полное название программы</b>	Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Возобновляемая энергетика»
2	<b>Авторы программы</b>	Шалухо Андрей Владимирович, к.т.н., доцент Эрдили Наталья Игоревна, педагог дополнительного образования, аспирант Ворошилов Александр Андреевич, аспирант
3	<b>Название образовательной организации</b>	ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р. Е. Алексеева», структурное подразделение «Дом научной коллаборации им. И.П. Кулибина», Нижний Новгород
4	<b>Адрес организации</b>	г. Н. Новгород, ул. Минина, д. 24
5	<b>Форма проведения</b>	Групповые и индивидуальные занятия
6	<b>Вид программы по уровню усвоения содержания программы</b>	Развивающая, практико-деятельностная, проектная. Линия 0 – Вводный модуль Линия 1 – Базовый модуль
7	<b>Цель программы</b>	Формирование компетентности школьников в сфере технологий возобновляемых источников энергии; содействие в приобретении обучающимися начальных навыков профессий, связанных с проектированием и эксплуатацией энергоустановок на основе возобновляемых источников энергии, приобретение опыта использования технологий возобновляемой энергетике в индивидуальной и коллективной учебной и познавательной (в том числе проектной) деятельности.
8	<b>Специализация программы</b>	Электроэнергетика и электротехника
9	<b>Направленность программы</b>	Техническая
10	<b>Сроки реализации</b>	Вводный модуль - 36 часов Базовый модуль – 36 часов
11	<b>География участников программы</b>	г. Нижний Новгород
12	<b>Условия участия в программе</b>	Обучающиеся 15-17 лет
13	<b>Условия размещения участников программы</b>	Образовательная аудитория центра ДНК; оборудованные лаборатории кафедр «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника» и «Электрооборудование, электропривод и автоматика» Института электроэнергетики НГТУ.
14	<b>Ожидаемый результат</b>	В процессе освоения программы, обучающиеся приобретут знания: - об энергоустановках на основе возобновляемых источниках энергии и принципах работы таких

	<p>энергоустановок;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- об основных стадиях проектирования систем с использованием возобновляемых источников энергии;</li><li>- о принципах повышения эффективности использования возобновляемых источников энергии.</li></ul> <p>В ходе занятий обучающиеся будут вовлечены в проектную деятельность, которая позволит им в малых группах разрабатывать и представлять проекты, обучающиеся научатся обосновывать свою точку зрения и решать конструкторские задачи проектирования электротехнических комплексов и устройств.</p>
--	--

## Содержание

1. Пояснительная записка.....	5
2. Цель и задачи программы.....	7
3. Планируемые результаты.....	8
4. Учебно-тематический план.....	11
5. Организационно-педагогические условия.....	13
6. Формы аттестации и оценочные материалы.....	14
7. Учебно-методическое обеспечение программы.....	15
8. Тематическое содержание программы.....	20
9. Список рекомендованной литературы.....	24
Приложение 1. Нормативно-правовая база.....	26
Приложение 2. Кейсы.....	28

## **1. Пояснительная записка**

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Возобновляемая энергетика» имеет техническую направленность.

**Актуальность** программы заключается в соответствии одному из глобальных направлений развития электроэнергетической отрасли – возобновляемым источникам энергии (ВИЭ).

Возобновляемая энергетика характеризуется высокими темпами роста благодаря повышению технологической и экономической эффективности. В мире масштабы использования ВИЭ медленно, но неуклонно растут. Вклад ВИЭ в мировое производство энергии оценивается около 14%.

Развитие ВИЭ является одним из актуальных направлений в энергетике России. Доля ВИЭ в энергобалансе страны оценивается около 2%. Развитие возобновляемой энергетике по экономическим, социальным и экологическим условиям, в первую очередь, целесообразно для удаленных и труднодоступных территорий России. В этой сфере энергоустановки на основе ВИЭ оказываются конкурентоспособными и могут обеспечить положительные эффекты.

В России в соответствии с Федеральным законом от 4 ноября 2007 г. № 250-ФЗ к ВИЭ относятся - энергия солнца, энергия ветра, энергия вод (за исключением гидроаккумулирующих электростанций), энергия приливов, энергия волн водных объектов, геотермальная энергия, низкопотенциальная тепловая энергия, биомасса.

В настоящее время для устойчивого развития возобновляемой энергетики в России основной задачей является подготовка квалифицированных кадров для проектирования и эксплуатации систем с ВИЭ. Знакомство с особенностями возобновляемой энергетики может способствовать потенциальному росту профессиональных компетенций, востребованных на данный момент.

Таким образом, назначение программы соответствует государственному социальному заказу, направленному на подготовку подрастающего поко-

ления к работе в условиях увеличения доли возобновляемых источников в электроэнергетической отрасли.

**Отличительные особенности** программы и новизна заключаются в изучении технологий возобновляемой энергетики, которая только начинает развиваться в России:

- конкретизированы виды возобновляемых источников энергии, перспективные для развития в России и в Нижегородской области;
- расширенно представлены вопросы эксплуатации солнечных и ветровых станций;
- углубленно изучаются принципы построения суточных графиков генерации солнечных и ветровых станций.

В основе методики обучения лежат кейсовый и проектный методы, разработанные с учетом подходов и технологий, применяемых в реальных проектах с использованием ВИЭ, но адаптированных с учетом возраста обучающихся. В основу вводного модуля положен кейсовый метод. В базовом модуле есть возможность использования как кейсового, так и проектного метода. Тематика проекта формируется с учетом направлений диссертационных работ ВУЗа и приводится к потребностям потребителей и предприятий электроэнергетической отрасли.

**Категория обучающихся (адресат программы):**

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

**Сроки реализации программы:**

- вводный модуль – 36 часов;
- базовый модуль – 36 часов.

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

**Формы организации образовательного процесса:** групповая, индивидуальная, парная.

## **2. Цель и задачи программы**

**Цель** - формирование компетенций школьников в сфере технологий возобновляемых источников энергии; содействие в приобретении обучающимися начальных навыков профессий, связанных с проектированием и эксплуатацией энергоустановок на основе возобновляемых источников энергии, приобретение опыта использования технологий возобновляемой энергетики в индивидуальной и коллективной учебной и познавательной (в том числе проектной) деятельности, формирование потребности школьника к самообразованию.

### **Задачи обучающие:**

- сформировать представление о типах и принципах функционирования энергоустановок на основе возобновляемых источников энергии;
- познакомить с основными принципами проектирования систем с использованием возобновляемых источников энергии;
- дать систему знаний в области разработки проектов, направленных на эффективное использование возобновляемых источников энергии;
- сформировать навыки использования компьютерной техники как практического инструмента для работы с информацией в учебной деятельности и повседневной жизни.

### **Задачи развивающие:**

- развивать познавательные способности обучающегося, память, внимание, пространственное мышление;
- сформировать у обучающихся навыки творческого подхода к поставленной задаче, командной работе и публичных выступлений по тематике курса;
- способствовать развитию алгоритмического мышления;
- способствовать развитию и совершенствованию навыков работы со

специальной литературой;

- сформировать умение формулировать, аргументировать и отстаивать своё мнение;

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

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

- развивать логическое мышление, творчество и любознательность.

#### **Задачи воспитательные:**

- воспитывать аккуратность и дисциплинированность при выполнении работы;

- сформировать коммуникативные умения;

- формировать чувство коллективизма и взаимопомощи;

- воспитывать бережное отношение к окружающей среде;

- сформировать информационную культуру;

- сформировать потребность в дополнительной информации;

- развивать мотивацию личности к познанию;

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

### **3. Планируемые результаты**

**Продуктовыми результатами** практической деятельности обучающихся являются:

- проект системы электроснабжения дома (квартиры, школы и т.д.) с использованием возобновляемых источников энергии: мой дом – микро электростанция на основе ВИЭ;

- прототип устройства повышения эффективности работы фотоэлектрических панелей, собранный с помощью электронного конструктора.

**Образовательными результатами** педагогической деятельности являются:

- описывает основные типы энергоустановок на основе возобновляемых источников энергии и формулирует принципы их функционирования;
- обосновывает основные принципы использования возобновляемых источников энергии в системах электроснабжения;
- предлагает мероприятия по повышению эффективности использования возобновляемой энергии.

Образовательная программа призвана расширить культурное пространство для самореализации, самоактуализации и саморазвития личности, стимулировать обучающегося к творчеству, создать каждому ребенку благоприятную почву для профессиональной ориентации, развития личностных качеств, становлению его как субъекта собственной жизни.

#### **Личностные результаты:**

- критическое отношение к информации и избирательность её восприятия;
- осмысление мотивов своих действий при выполнении заданий;
- развитие внимательности, настойчивости, целеустремлённости, умения преодолевать трудности;
- развитие самостоятельности суждений, независимости и нестандартности мышления;
- формирование коммуникативной компетентности в общении и сотрудничестве с другими обучающимися.

#### **Метапредметные результаты:**

Регулятивные универсальные учебные действия:

- умение принимать и сохранять учебную задачу;
- умение планировать последовательность шагов алгоритма для достижения цели;
- умение ставить цель (создание творческой работы), планировать достижение этой цели;
- умение осуществлять итоговый и пошаговый контроль по результату;

- способность адекватно воспринимать оценку наставника и других обучающихся;

- умение вносить коррективы в действия в случае расхождения результата решения задачи на основе её оценки и учёта характера сделанных ошибок;

- умение в сотрудничестве ставить новые учебные задачи;

- способность проявлять познавательную инициативу в учебном сотрудничестве;

- умение оценивать получающийся творческий продукт и соотносить его с изначальным замыслом, выполнять по необходимости коррекции либо продукта, либо замысла.

#### **Познавательные универсальные учебные действия:**

- умение осуществлять поиск информации в индивидуальных информационных архивах обучающегося, информационной среде образовательного учреждения, федеральных хранилищах информационных образовательных ресурсов;

- умение использовать средства информационных и коммуникационных технологий для решения коммуникативных, познавательных и творческих задач;

- умение осуществлять анализ объектов с выделением существенных и несущественных признаков;

- умение проводить сравнение, классификацию по заданным критериям;

- умение строить логические рассуждения в форме связи простых суждений об объекте;

- умение устанавливать аналогии, причинно-следственные связи;

#### **Коммуникативные универсальные учебные действия:**

- умение аргументировать свою точку зрения на выбор оснований и критериев при выделении признаков, сравнении и классификации объектов;

- умение выслушивать собеседника и вести диалог;

- умение планировать учебное сотрудничество с наставником и другими обучающимися: определять цели, функции участников, способы взаимодействия;

- умение осуществлять постановку вопросов: инициативное сотрудничество в поиске и сборе информации;

- умение с достаточной полнотой и точностью выражать свои мысли в соответствии с задачами и условиями коммуникации;

- владение монологической и диалогической формами речи.

#### 4. Учебно-тематический план

##### Вводный модуль

п/п	Название раздела, темы	Кол-во часов		Кейсы, раскрывающие содержание темы	Формы контроля (аттестации)
		теория	практика		
1	Вводное занятие. Введение в предмет. Техника безопасности	2	0		Устный опрос
2	<b>Раздел «Основы возобновляемой энергетики»</b>	4	0		
	Тема 2.1 История развития возобновляемой энергетики	2	0		Устный опрос
	Тема 2.2 Возобновляемая энергетика в России и в Нижегородской области	2	0		Устный опрос
3	<b>Раздел «Солнечные фотоэлектрические станции»</b>	4	1		
	Тема 3.1 Принцип работы фотоэлектрической станции	2	0		Устный опрос
	Тема 3.2 Вопросы установки и эксплуатации фотоэлектрических модулей	2	1		Устный опрос Выполнение практических заданий
4	<b>Раздел «Ветроэнергетические установки»</b>	6	1		
	Тема 4.1 Принцип работы ветроэнергетической установки	2	0		Устный опрос
	Тема 4.2 Классификация ветроэнергетических установок	2	1		Устный опрос Выполнение практических заданий

	Тема 4.3 Вопросы размещения и эксплуатации ветро-энергетических установок	2	0		Устный опрос
5	<b>Раздел «Разработка проекта: мой дом – микро электростанция»</b>	<b>4</b>	<b>14</b>		
	Тема 5.1 Выбор типа возобновляемого источника энергии	1	2	1	Выполнение практических заданий
	Тема 5.2 Построение графиков нагрузки и генерации	1	4	1	Выполнение практических заданий
	Тема 5.3 Расчет параметров и выбор оборудования	1	4	1	Выполнение практических заданий
	Тема 5.4 Подготовка к публичному выступлению для защиты результатов	1	2		
	Тема 5.5 Защита проекта	0	2		Проект
	<b>ВСЕГО</b>	<b>20</b>	<b>16</b>		
		<b>36</b>			

### Базовый модуль

п/п	Название раздела, темы	Кол-во часов		Кейсы, раскрывающие содержание темы	Формы контроля (аттестации)
		теория	практика		
1	<b>Раздел «Предпроектный этап»</b>	<b>4</b>	<b>8</b>		
	Тема 1.1 Знакомство с конструктором Arduino и средой разработки ArduinoIDE	1	2		Устный опрос
	Тема 1.2 Оформление проектной идеи	1	2		Устный опрос
	Тема 1.3 Формирование программы работ	1	2		Устный опрос
	Тема 1.4 Подбор и освоение необходимых технических комплектующих	1	2		Устный опрос
2	<b>Раздел «Этап проектной работы»</b>	<b>2</b>	<b>18</b>		
	Тема 2.1 Создание схемы устройства	1	3	2	Выполнение практических заданий
	Тема 2.2 Сборка устройства	0	8	2	Выполнение практических заданий
	Тема 2.3 Отладка работы устройства	0	4	2	Выполнение практических заданий

	Тема 2.4 Разработка технической документации	1	3	2	Выполнение практических заданий
<b>3</b>	<b>Раздел «Отчетный этап»</b>	<b>1</b>	<b>3</b>		
	Тема 3.1 Подготовка презентации к защите проекта	1	1		
	Тема 3.2 Защита проекта	0	2		Проект
	<b>ВСЕГО</b>	<b>7</b>	<b>29</b>		
		<b>36</b>			

## **5. Организационно-педагогические условия**

### **Материально-техническое обеспечение:**

Занятия проводятся на базе образовательной аудитории центра ДНК, оборудованной:

- персональным компьютером (или ноутбуком) с видеокартой Nvidia не хуже 1050 и операционной системой Windows 10;

- доступом в интернет;

- офисным пакетом ПО Microsoft Office или аналогичным;

- установленным программным обеспечением ArduinoIDE;

с использованием:

- платы Arduino;

- Arduino набор Матрешка (производитель Амперка) или аналогичного набора;

и специализированной лаборатории института электроэнергетики НГТУ, имеющей в составе:

- лабораторные стенды, имитирующие работу ветровой и фотоэлектрической станции;

- фотоэлектрическую панель установленной мощности 200 Вт.

### **Информационное обеспечение**

При проведении занятий используются информационные ресурсы: видеолекции, аудио и видеоматериалы, платформа электронного обучения eLearning ([edu.nntu.ru](http://edu.nntu.ru)), ресурсы сайта НГТУ им. Р.Е. Алексева (<https://www.nntu.ru>), ресурсы интерактивных энциклопедий (<https://ru.wikipedia.org>), информационные площадки Министерства образо-

вания, науки и молодежной политики Нижегородской области (<https://vk.com/obrazovanienn>).

### **Кадровое обеспечение**

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

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

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

### **6. Формы аттестации и оценочные материалы**

Для отслеживания результативности на протяжении всего процесса обучения осуществляются:

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

Текущий контроль - осуществляется по итогам проведения занятий (в конце каждой темы) для определения знаний обучающегося по пройденной теме, интересов ребенка и его ожиданий. Заканчивается коррекцией усвоен-

ного материала. Форма проведения – устный опрос и выполнение практических заданий.

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

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

## **7. Учебно-методическое обеспечение программы**

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

При проведении занятий используются три формы работы:

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

- фронтальная, когда учащиеся синхронно работают под управлением педагога;

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

В процессе обучения применяются следующие методы: объяснительно-иллюстративный, репродуктивный метод, частично-поисковые методы, метод проектов. Проектная деятельность способствует повышению интереса

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

### Методическое обеспечение вводного модуля программы

№	Раздел или тема программы	Формы занятий	Прием и методы организации учебно-воспитательного процесса	Дидактический материал	Техническое оснащение занятий	Формы подведения итогов
1	Вводное занятие. Введение в предмет. Техника безопасности	Комбинированная: лекция, беседа	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации и видеоматериала)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
2	История развития возобновляемой энергетики	Комбинированная: лекция, беседа	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации и видеоматериала)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
3	Возобновляемая энергетика в России и в Нижегородской области	Комбинированная: лекция, беседа	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации и видеоматериала)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
4	Принцип работы фотоэлектрической станции	Комбинированная: лекция, беседа	Словесный (устное изложение), наглядный (показ пре-	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос

			зентации и видеоматериала)			
5	Вопросы установки и эксплуатации фотоэлектрических модулей	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, схемы, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Выполнение практических заданий
6	Принцип работы ветроэнергетической установки	Комбинированная: лекция, беседа	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации и видеоматериала)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
7	Классификация ветроэнергетических установок	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, схемы, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Выполнение практических заданий
8	Вопросы размещения и эксплуатации ветроэнергетических установок	Комбинированная: лекция, беседа	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации и видеоматериала)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
9	Выбор типа возобновляемого источника энергии	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, схемы, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Выполнение практических заданий
10	Построение графиков нагрузки и генерации	Комбинированная: лекция, практическое	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации),	Памятки, инструкции, схемы, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Выполнение практических заданий

		занятие	практический (работа по образцу)			
11	Расчет параметров и выбор оборудования	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, схемы, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Выполнение практических заданий
12	Подготовка к публичному выступлению для защиты результатов	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Памятки, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Самостоятельная работа, коллективная рефлексия, отзыв, самоанализ
13	Защита проекта	Соревнование	устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (тренинг)	Памятки, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Самостоятельная работа, коллективная рефлексия, отзыв, коллективный анализ работ

### Методическое обеспечение базового модуля программы

№	Раздел или тема программы	Формы занятий	Прием и методы организации учебно-воспитательного процесса	Дидактический материал	Техническое оснащение занятий	Формы подведения итогов
1	Знакомство с конструктором Arduino и средой разработки ArduinoIDE	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор, Arduino	Устный опрос
2	Оформление проектной идеи	Комбинированная	Словесный (устное из-	Памятки, инструкции,	Компьютер, мульт-	Устный опрос

		ванная: лекция, практическое занятие	ложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	мультимедийные материалы	тимедийный проектор, Arduino	
3	Формирование программы работ	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор, Arduino	Устный опрос
4	Подбор и освоение необходимых технических комплектов	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор, Arduino	Устный опрос
5	Создание схемы устройства	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, схемы, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор, Arduino	Выполнение практических заданий
6	Сборка устройства	Практическое занятие	Словесный (устное изложение), практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, схемы	Компьютер, Arduino	Выполнение практических заданий
7	Отладка работы устройства	Практическое занятие	Словесный (устное изложение), практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, схемы	Компьютер, Arduino	Выполнение практических заданий

8	Разработка технической документации	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, схемы, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор, Arduino	Выполнение практических заданий
9	Подготовка презентации к защите проекта	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Памятки, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Самостоятельная работа, коллективная рефлексия, отзыв, самоанализ
10	Защита проекта	Соревнование	устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (тренинг)	Памятки, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Самостоятельная работа, коллективная рефлексия, отзыв, коллективный анализ работ

## 8. Тематическое содержание программы

### Тематическое содержание вводного модуля

№	Тема занятия	Содержание занятия
1	Вводное занятие. Введение в предмет. Техника безопасности	<b>Теория (2 ч):</b> Вводный инструктаж «Охрана труда на занятиях. Правила поведения на занятиях». Перспективы применения приобретённых знаний. Знакомство с оборудованием лаборатории. Правила противопожарной безопасности. Санитарно-гигиенические правила в соответствии с требованиями СанПиН 2.4.4.1251 – 03. Правила грамотного выполнения операций на лабораторном оборудовании, правила пользования инструментами. Важность профессии энергетика в современном мире. Знакомство с образовательно-научным институтом электроэнергетики НГТУ.
2	История развития возобновляемой энергетики	<b>Теория (2 ч):</b> Знакомство с основными типами возобновляемых источников

		энергии и ключевыми этапами их развития (переход от ветряных мельниц к современным ветровым установкам). Описание существующего положения в развитии возобновляемой энергетики по различным странам мира.
3	Возобновляемая энергетика в России и в Нижегородской области	<b>Теория (2 ч):</b> Знакомство с основными типами возобновляемых источников энергии, которые развиваются в России – ветровые установки, солнечная энергетика, биоэнергетика. Знакомство с примерами использования возобновляемых источников энергии в Нижегородской области.
4	Принцип работы фотоэлектрической станции	<b>Теория (2 ч):</b> Знакомство с принципами генерации электрической энергии фотоэлектрическими модулями. Классификация, достоинства и недостатки фотоэлектрических модулей.
5	Вопросы установки и эксплуатации фотоэлектрических модулей	<b>Теория (2 ч):</b> Знакомство с основными требованиями при использовании фотоэлектрических модулей. Вопросы размещения на крыше и земле. Влияния на экологию. Обслуживание фотоэлектрических модулей в течение года.  <b>Практика (1 ч):</b> Измерение выходного напряжения на фотоэлектрическом модуле мощностью 200 Вт. Изучение зависимости выходного напряжения от освещенности.
6	Принцип работы ветроэнергетической установки	<b>Теория (2 ч):</b> Знакомство с принципами генерации электроэнергии ветровыми энергоустановками. Изучение характеристик установки, влияющих на величину генерации электроэнергии.
7	Классификация ветроэнергетических установок	<b>Теория (2 ч):</b> Знакомство с вертикальными и горизонтальными типами ветроустановок, преимущества и недостатки. Особенности использования ветроустановок в зависимости от их типа.  <b>Практика (1 ч):</b> Изучение работы горизонтальной ветроустановки на примере лабораторного стенда.
8	Вопросы размещения и эксплуатации ветроэнергетических установок	<b>Теория (2 ч):</b> Крупные ветропарки и автономные ветроустановки малой мощности. Влияние ветроустановок на экологию: шум и вибрация. Обслуживание ветроустановок в течение года.
9	Выбор типа возобновляемого источника энергии	<b>Теория (1 ч):</b> Знакомство с принципами выбора источника энергии в зависи-

		<p>мости от характеристик потребителей и потенциала энергетических ресурсов местности.</p> <p><b>Практика (2 ч):</b> Выбор объекта исследования (дом, квартира, школа и т.д.). Задание исходных данных местности размещения объекта (потенциал солнечной и ветровой энергии). Выбор типа ВИЭ, предполагаемого к использованию в качестве основного источника энергии.</p>
10	Построение графиков нагрузки и генерации	<p><b>Теория (1 ч):</b> Знакомство с принципами построения суточных и годовых графиков электрических нагрузок. Знакомство с принципами построения суточных графиков генерации и годового графика производства электроэнергии для ветровых и солнечных энергетических установок.</p> <p><b>Практика (4 ч):</b> Для выбранного объекта формируется база данных по электроприемникам и их режимам работы, строятся суточные и годовой график электрических нагрузок. Формируется база метеоданных для выбранного типа ВИЭ. Строятся суточный график генерации и годовой график производства электроэнергии. Проводится анализ графиков нагрузки и генерации.</p>
11	Расчет параметров и выбор оборудования	<p><b>Теория (1 ч):</b> Знакомство с принципами выбора оптимальных параметров для ветровых и солнечных электростанций.</p> <p><b>Практика (4 ч):</b> Для выбранного типа ВИЭ (солнечной или ветровой электростанции) определяются оптимальные габариты и технические параметры (занимаемая площадь фотоэлектрическими модулями, количество модулей, количество ветроустановок, высота одной установки, диаметр ветроколеса и т.д.).</p>
12	Подготовка к публичному выступлению для защиты результатов	<p><b>Теория (1 ч):</b> Знакомство с принципами подготовки презентации и речи для защиты проекта.</p> <p><b>Практика (2 ч):</b> Подготовка презентации и речи</p>
13	Защита проекта	<p><b>Практика (2 ч):</b> Презентация результатов разработки проекта по повышению энергетической эффективности выбранного объекта</p>

## Тематическое содержание базового модуля

№	Тема занятия	Содержание занятия
1	Знакомство с конструктором Arduino и средой разработки ArduinoIDE	<p><b>Теория (1 ч):</b> Ознакомление учащихся со стартовым набором Arduino – Матрешка Z.</p> <p><b>Практика (2 ч):</b> Ознакомление учащихся с комплектацией Arduino и компьютерной средой Arduino IDE. Синтаксис программы на языке C/C++ в среде ArduinoIDE. Работа с переменными, работа с функциями.</p>
2	Оформление проектной идеи	<p><b>Теория (1 ч):</b> Знакомство с кейсом, представление поставленной проблемы. Обоснование актуальности работы над задачей кейса «Проекты на Ардуино. Трекер для повышения эффективности солнечной фотоэлектрической станции».</p> <p><b>Практика (2 ч):</b> Мозговой штурм. Анализ проблемы, генерация и обсуждение методов ее решения.</p>
3	Формирование программы работ	<p><b>Теория (1 ч):</b> Знакомство с этапами реализации проекта.</p> <p><b>Практика (2 ч):</b> Разработка программы работы над проектом</p>
4	Подбор и освоение необходимых технических комплектующих	<p><b>Теория (1 ч):</b> Изучение компонентов собираемой цепи и их роли в данном проекте. Ознакомление с принципом работы компонентов, необходимых для солнечного трекера.</p> <p><b>Практика (2 ч):</b> Выбор необходимых элементов для сборки устройства, проверка их работоспособности</p>
5	Создание схемы устройства	<p><b>Теория (1 ч):</b> Знакомство с принципами разработки и оформления схем</p> <p><b>Практика (3 ч):</b> Построение принципиальной схемы устройства, объяснение основных принципов работы его компонентов.</p>
6	Сборка устройства	<p><b>Практика (8 ч):</b> Сборка устройства. Загрузка программы в микроконтроллер. Разработка собственных решений по совершенствованию работы устройства.</p>
7	Отладка работы устройства	<p><b>Практика (4 ч):</b> Тестирование устройства. Разработка собственных предложений по совершенствованию работы устройства.</p>
8	Разработка технической документации	<p><b>Теория (1 ч):</b> Знакомство с принципами разработки и оформления технической документации</p>

		<b>Практика (3 ч):</b> Разработка и оформление технической документации
9	Подготовка презентации к защите проекта	<b>Теория (1 ч):</b> Знакомство с принципами подготовки презентации и речи для защиты проекта. <b>Практика (1 ч):</b> Подготовка презентации и речи
10	Защита проекта	<b>Практика (2 ч):</b> Презентация результатов разработки проекта по созданию трекера для повышения эффективности солнечной фотоэлектрической станции и собственных решений по совершенствованию работы устройства

## 9. Список рекомендованной литературы

### Для преподавателя:

Дарьенков А.Б., Соснина Е.Н., Серебряков А.В., Шалухо А.В., Возобновляемая энергетика: учебное пособие / Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2017. – 214 с.

Да Роза, А. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы: учеб. пособие: [пер. с англ.] / А. Роза; под ред. С.П. Малышенко и О.С. Попеля -М.: МЭИ, 2010. – 704 с.

Онищенко, Г.Б. Развитие энергетики России. Направления инновационно-технологического развития / Г.Б. Онищенко, Г.Б. Лазарев. – М.: РСА, 2008. – 200 с.

Велькин В. И. Методология расчета комплексных систем ВИЭ для использования на автономных объектах: монография / В. И. Велькин. – Екатеринбург: УрФУ, 2015. – 226 с.

<https://www.arduino.cc/>- официальный сайт Arduino

### Для обучающихся:

Дарьенков А.Б., Соснина Е.Н., Серебряков А.В., Шалухо А.В., Возобновляемая энергетика: учебное пособие / Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2017. – 214 с.

Да Роза, А. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические

основы: учеб. пособие: [пер. с англ.] / А. Роза; под ред. С.П. Малышенко и О.С. Попеля -М.: МЭИ, 2010. – 704 с.

<https://www.arduino.cc/>- официальный сайт Arduino

Нормативно-правовая база приведена в Приложении 1.

## Приложения

### Приложение 1

#### Нормативно-правовая база

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (принят ГД ФС РФ 21.12.2012) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://static.kremlin.ru/media/acts/files/0001201212300007.pdf>
2. Стратегия Научно-технологического развития Российской Федерации Указ Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. №642 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://static.kremlin.ru/media/acts/files/0001201612010007.pdf>
3. О Национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. №204 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://static.kremlin.ru/media/acts/files/0001201805070038.pdf>
4. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 9 ноября 2018 г. N 196 г. Москва «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам» [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=349174>
5. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 4 июля 2014 г. N 41 «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420207400>
6. Распоряжение Правительства РФ от 4 сентября 2014 г. N 1726-р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru/docs/14644/>
7. Концепция развития дополнительного образования детей (утв. распоряжением Правительства РФ от 4 сентября 2014 г. N 1726-р) [Электронный

ресурс]. – Режим доступа: <http://gov.garant.ru/SESSION/PILOT/main.htm>

8. Распоряжение Правительства РФ от 29 мая 2015 г. № 996-р «Об утверждении Стратегии развития воспитания на период до 2025 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru/docs/18312/>

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

## **Кейс «Разработка проекта: мой дом – микроэлектростанция на основе ВИЭ»**

### **Структура кейса**

- Вводный кейс «Разработка проекта: мой дом – микроэлектростанция на основе ВИЭ»
- При выборе данной линии для деятельности обучающиеся изучают основы выбора возобновляемых источников энергии и знакомятся с принципами их интеграции в системы электроснабжения на примере выбранного объекта (дома, школы).
- Возобновляемые источники энергии являются одной из основ энергетики будущего. В данном кейсе предполагается выполнить анализ внедрения одного или нескольких типов возобновляемых источников энергии (ветроустановка, фотоэлектрические модули) в систему электроснабжения выбранного объекта (дом, школа). Анализ должен быть осуществлен на основе перечня реального бытового оборудования, используемых на изучаемом объекте, и на основе паспортных характеристик реальных энергоустановок.
- Категория кейса – вводный.
- Место кейса в структуре модуля: вводный кейс;

Количество учебных часов/занятий, на которые рассчитан кейс (может варьироваться в зависимости от уровня подготовки, условий, и т.д.) – 20 часов / 10 занятий.

### **ЭТАПЫ РЕАЛИЗАЦИИ**

#### **1. Введение.**

Ознакомление обучающихся с задачами расширения использования возобновляемых источников энергии.

#### **2. Подготовительный этап.**

**1-Й ПОДЭТАП.** Постановка задачи исследования. Выбор объекта исследования: дом, школа. Описание объекта исследования. (Учебная деятельность).

### 3. Реализационный этап.

1-Й ПОДЭТАП. Анализ потенциала возобновляемой энергии в месте расположения объекта и выбор соответствующего типа возобновляемого источника энергии. (Исследовательская деятельность).

2-Й ПОДЭТАП. Построение графиков электрических нагрузок изучаемого объекта. (Исследовательская деятельность).

3-Й ПОДЭТАП. Построение графиков генерации для выбранного типа возобновляемого источника энергии в месте размещения объекта. (Исследовательская деятельность).

4-Й ПОДЭТАП. Расчет параметров и выбор оборудования для модернизации системы электроснабжения. (Исследовательская деятельность).

5-Й ПОДЭТАП. Подготовка отчета по результатам исследований в форме презентации. (Творческая деятельность).

### 4. Экспертный этап.

Анализ результатов исследований, способов их представления и способов достижения результатов.

### 5. Финализация кейса.

Формулирование выводов о результатах внедрения возобновляемых источников энергии в систему электроснабжения выбранного объекта.

## ДОРОЖНАЯ КАРТА КЕЙСА

Этап работы	Цель	Описание	Планируемый результат продуктовый	Планируемый результат образовательный
Введение	Обоснование актуальности работы над задачей кейса "Разработка проекта: мой дом - микроэлектростанция на основе ВИЭ"	1. Беседа о необходимости расширения использования возобновляемых источников энергии. 2. Обзор типов возобновляемых источников энергии.	Погружение учащихся в проблематику использования возобновляемых источников энергии.	Актуализация знаний по вопросам использования возобновляемых источников энергии в системах электроснабжения малой мощности.
Подготовительный	Постановка задачи. Выбор и описание объекта исследования.	Общая характеристика и описание режима работы выбранного объекта.	Описание места расположения объекта исследования и перечень его электроприемников.	Умение декомпозировать задачи. Определение сути проблемной ситуации, которую предлагается использовать как основу создания кейса; Знание, как определить установленную мощность электроприемника.
Реализационный	Анализ потенциала возобновляемой энергии в месте расположения объекта и выбор соответствующего типа возобновляемого источника энергии.	Исследование данных	Энергоустановка на основе возобновляемых источников энергии	Получение навыков выбора наиболее оптимального типа возобновляемого источника энергии на основе анализа энергопотенциала местности.
	Построение графиков электрических нагрузок изучаемого объекта.	Исследование данных	Суточные и годовой график электрических нагрузок	Получение навыков построения суточных и годовых графиков нагрузок.
	Построение графиков генерации для выбранно-	Исследование данных	Суточные и годовой график генерации электро-	Получение навыков построения суточных и годового графика

	го типа возобновляемого источника энергии в месте размещения объекта.		энергии	генерации электроэнергии с учетом вероятности поступления энергии.
	Расчет параметров и выбор оборудования для модернизации системы электроснабжения.	Исследование данных	Параметры основного и вспомогательного оборудования системы электроснабжения.	Получение навыков расчета оптимальных параметров электрооборудования.
	Подготовка отчёта по результатам исследований в форме презентации.	Исследование данных	Презентация	Получение навыков представления результатов.
Экспертный	Коммуникация с экспертным сообществом	Обсуждение результатов работы над задачей кейса, рефлексия результатов, постановка последующих целей	Получена экспертная оценка, разработан план-график дальнейшей реализации	

**ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ**  
**Основное оборудование и материалы**

№	Название	Характеристики (если необходимо)	Кол-во	Краткое описание назначения в проекте	Цена за ед., руб. (если необходимо)	Сумма, руб. (если необходимо)
1	Стол компьютерный для обучающихся	-	14 шт.	размер - достаточный для размещения за одним столом двоих обучающихся	-	-
2	Стол компьютерный для преподавателя	-	1 шт.		-	-
3	Стул офисный	-	15 шт.	на колесиках с регулируемой высотой сиденья и наклоном спинки	-	-
4	Стационарные персональные компьютеры (или ноутбуки)	-	15 шт.	системный блок, монитор, клавиатура USB, мышь USB, с доступом в интернет	-	-
5	Проектор с проекционным экраном	-	1 шт.	-	-	-
6	Пульт для дистанционного переключения слайдов	-	1 шт.	-	-	-

## **Кейс «Проекты на Ардуино. Одноосевой солнечный трекер»**

### **Структура кейса**

- Углубленный кейс «Проекты на Ардуино. Одноосевой солнечный трекер»
- При выборе данной линии для деятельности обучающиеся знакомятся с электронным конструктором Arduino и реализуют проект на его основе.
- Мощность, вырабатываемая солнечной панелью, зависит от угла падения солнечных лучей на ее поверхность. Солнечные панели наиболее эффективно работают при падении светового потока перпендикулярно поверхности фотоэлектрических преобразователей (ФЭП). Однако изменение угла падения солнечного света не позволяет обеспечить постоянный уровень генерации в течение дня. Для повышения КПД использования солнечных панелей существует устройство, отслеживающее положение солнца и ориентирующее несущую конструкцию – солнечный трекер. В данном кейсе предполагается реализация проекта «Одноосевой солнечный трекер» на Arduino.
- Категория кейса – углубленный.
- Место кейса в структуре модуля: углубленный кейс;
- Количество учебных часов/занятий, на которые рассчитан кейс (может варьироваться в зависимости от уровня подготовки, условий, и т.д.) – 20 часов / 10 занятий.

### **ЭТАПЫ РЕАЛИЗАЦИИ**

#### **1. Введение.**

Ознакомление обучающихся с понятием солнечного трекера. Классификация трекера по осям вращения.

#### **2. Подготовительный этап.**

Ознакомление обучающихся со стартовым набором Arduino – Матрешка Z, его комплектацией и компьютерной средой Arduino IDE. (Учебная деятельность)

#### **3. Реализационный этап.**

1-Й ПОДЭТАП. Закрепление полученной информации на элементарном проекте. (Исследовательская деятельность)

2-Й ПОДЭТАП. Сборка одноосевого солнечного трекера на Arduino с использованием конструктора. (Исследовательская деятельность)

3-Й ПОДЭТАП. Исследование работы одноосевого солнечного трекера на основе собранной модели. (Исследовательская деятельность)

4. Экспертный этап.

Изучение работы собранной конструкции.

5. Финализация кейса.

Закрепление информации о солнечном трекере, получение информации о возможности реализации проектов на Arduino.

## ДОРОЖНАЯ КАРТА КЕЙСА

Этап работы	Цель	Описание	Планируемый результат продуктовый	Планируемый результат образовательный
Введение	Обоснование актуальности работы над задачей кейса «Проекты на Ардуино. Одноосевой солнечный трекер»	Знакомство с солнечным трекером. Классификация трекера по осям вращения.	Получение первоначальных знаний о возможности повышения КПД фотоэлектрических панелей.	Актуализация знаний по вопросам конструкции солнечного трекера и его применении.
Подготовительный	Знакомство со стартовым набором Arduino – Матрешка Z.	Изучение комплектации конструктора, знакомство с компьютерной средой Arduino IDE.	Знакомство со стартовым набором Arduino – Матрешка Z.	Знание об устройстве используемого набора. Определение сути проблемной ситуации, которую предлагается использовать как основу создания кейса.
Реализационный	Закрепление полученной информации об Arduino	Исследовательская деятельность	Сборка элементарного проекта.	Первая практическая работа с платформой.
	Сборка одноосевого солнечного трекера на Arduino с использованием конструктора.	Исследовательская деятельность	Работающая конструкция солнечного трекера.	Закрепление навыков работы с Arduino.
	Исследование работы одноосевого солнечного трекера на основе собранной модели.	Исследовательская деятельность	Знание о практической работе одноосевого солнечного трекера на основе собранной конструкции.	Получение знаний о возможности реализации и изучении проектов.
Экспертный	Коммуникация с экспертным сообществом	Обсуждение результатов работы над задачей кейса, рефлексия результатов, по-	Получена экспертная оценка, разработан план-график дальнейшей реали-	

		становка последующих целей	защиты	
--	--	----------------------------	--------	--

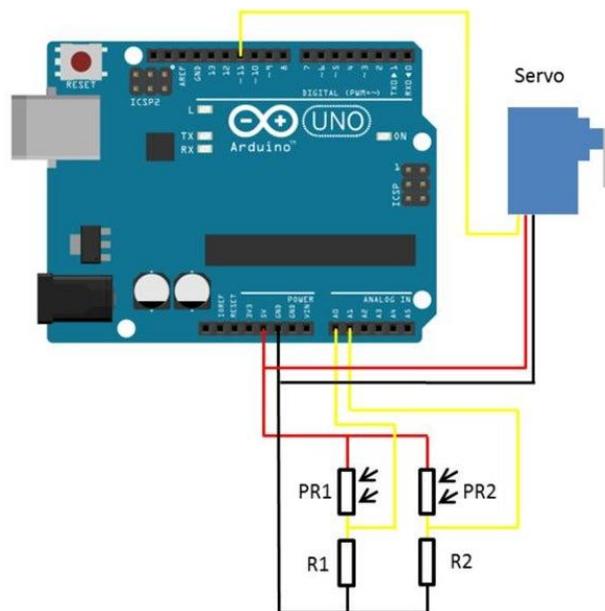
## ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

### Основное оборудование и материалы

№	Название	Характеристики (если необходимо)	Кол-во	Краткое описание назначения в проекте	Цена за ед., руб. (если необходимо)	Сумма, руб. (если необходимо)
1	Стол компьютерный для обучающихся	-	14 шт.	размер - достаточный для размещения за одним столом двоих обучающихся	-	-
2	Стол компьютерный для преподавателя	-	1 шт.	размер - достаточный для размещения за одним столом двоих обучающихся	-	-
3	Стул офисный	-	15 шт.	на колесиках с регулируемой высотой сиденья и наклоном спинки	-	-
4	Стационарные персональные компьютеры (или ноутбуки)	-	15 шт.	системный блок, монитор, клавиатура USB, мышь USB, с доступом в интернет	-	-
5	Проектор с проекционным экраном	-	1 шт.	-	-	-
6	Пульт для дистанционного переключения слайдов	-	1 шт.	-	-	-
7	Arduino IDE версия 1.8.12	-		на 15 ПК	-	-
8	Набор конструктора «Матрешка Z»	-	14 шт.	Arduino, набор комплектующих	-	-
9	Конструктор для создания поворотной части трекера	-	14 шт.	Надо уточнить, какие части конструктора из центра можно будет использовать	-	-

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### Общая схема одноосевого солнечного трекера



Код программы:

```
#include <Servo.h>
```

```
Servo tracker; // create servo object to control a servo
int eastLDRPin = 0; //Assign analogue pins
int westLDRPin = 1;
int eastLDR = 0; //Create variables for the east and west sensor values
int westLDR = 0;
int error = 0;
int calibration = 204; //Calibration offset to set error to zero when both sensors receive an equal amount of light
int trackerPos = 90; //Create a variable to store the servo position

void setup()
{
  tracker.attach(11); // attaches the servo on pin 11 to the servo object
}

void loop()
{
  eastLDR = calibration + analogRead(eastLDRPin); //Read the value of each of the east and west sensors
  westLDR = analogRead(westLDRPin);
  if(eastLDR<350 && westLDR<350) //Check if both sensors detect very little light, night time
  {
    while(trackerPos<=160) //Move the tracker all the way back to face east for sunrise
    {
      trackerPos++;
      tracker.write(trackerPos);
    }
  }
}
```

```

        delay(100);
    }
}
error = eastLDR - westLDR;    //Determine the difference between the two sensors.
if(error>15)    //If the error is positive and greater than 15 then move the tracker in the east direction
{
    if(trackerPos<=160) //Check that the tracker is not at the end of its limit in the east direction
    {
        trackerPos++;
        tracker.write(trackerPos); //Move the tracker to the east
    }
}
else if(error<-15) //If the error is negative and less than -15 then move the tracker in the west direction
{
    if(trackerPos>20) //Check that the tracker is not at the end of its limit in the west direction
    {
        trackerPos--;
        tracker.write(trackerPos); //Move the tracker to the west
    }
}
delay(100);
}

```

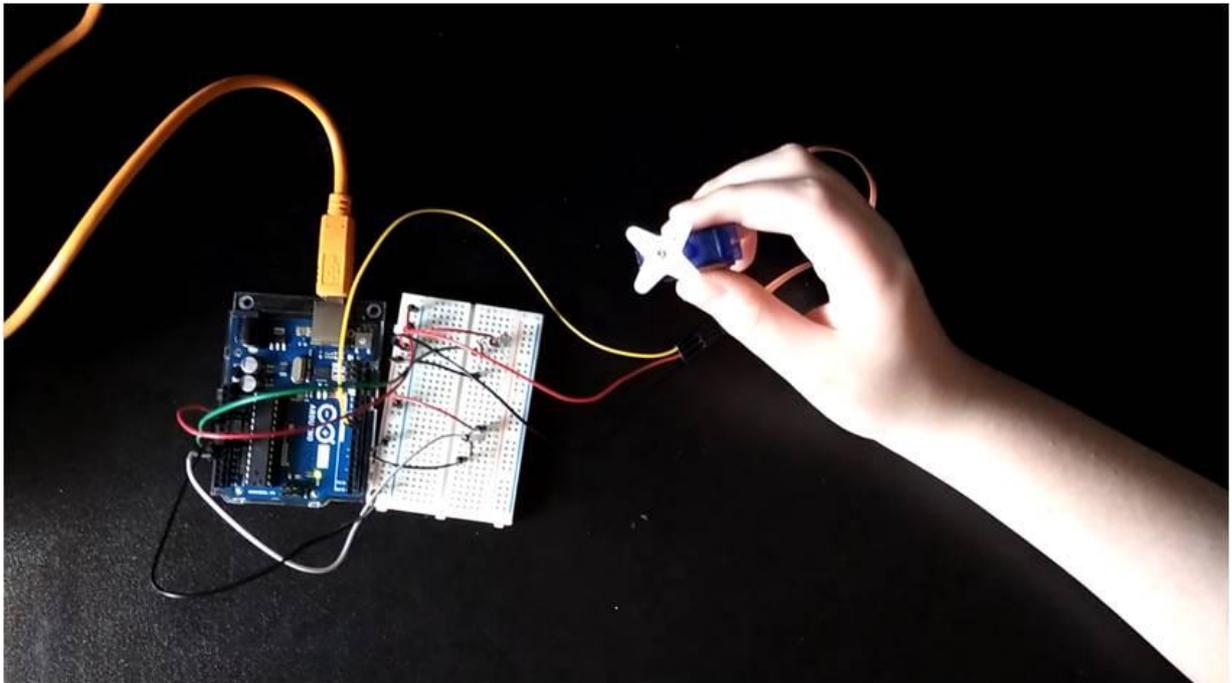


Рисунок 1 – Фото собранной модели проекта