

Автономная некоммерческая организация  
«Красноярский детский технопарк «Кванториум»

РЕКОМЕНДОВАНО  
методическим советом

Протокол № 9  
от «30» мая 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Генеральный директор  
Кениг С.Р.  
Протокол № 34  
от «30» мая 2022 г.



Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа  
технической направленности

«Энергетика 3»

Срок реализации:

1 год

Возраст:

14-18 лет

Составитель программы:

Шереметьева Ю.А.

г. Красноярск, 2022 г.

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Энергетика 3» (далее - программа) имеет техническую направленность, продвинутый уровень сложности и ориентирована на обучающихся 14-18 лет. Программа в объеме 144 часа рассчитана на 1 год обучения из расчета 4 часа в неделю.

### 1.1 АКТУАЛЬНОСТЬ

Актуальность и необходимость данной программы продиктована развитием современной энергетики, необходимостью широкого внедрения экологичных возобновляемых источников энергии, а также широким распространением индивидуального транспорта. Особенностью программы является то, что она, будучи междисциплинарной, направлена на формирование практических навыков в различных областях энергетики, актуальных в настоящее время: альтернативные источники энергии и их практическое применение, энергосберегающие технологии, новые источники энергии, проблемы построения закрытых и открытых энергосистем и другие.

Для развития энергетики в любых масштабах, будь то локальная система для одного дома или несколько станций для обеспечения целой страны, необходимы проекты с правильно поставленной целью. Важно не только уметь определять технологии будущего, разбираться в их устройстве, но также рассчитывать экономическую целесообразность строительства и эксплуатации тех или иных источников энергии в определенных условиях.

Нынешняя ситуация на рынке энергетики в Красноярском крае позволяет говорить о неэффективном использовании энергетических ресурсов. В крае остро стоят проблемы “чистой” энергии, связанной, прежде всего, с загрязнением окружающей среды при нынешних методах энергогенерации, что приводит к росту заболеваний и ухудшению общей экологической обстановки. К тому же, отсутствие новых технологий

в области получения и передачи энергии не позволяют эффективно использовать энергетический потенциал края, связанный с большим количеством природных ресурсов. Кроме того, по всей России уже встает вопрос о новой системе электроснабжения, где жители, использующие альтернативные источники энергии, могут не только снабжать свой дом, но также продавать лишнюю энергию городу.

Для развития новых технологий необходимо освоить проектную деятельность, которая позволит создавать новые источники энергии, улучшать и объединять уже существующие в эффективные системы.

## 1.2 ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ

В настоящий момент все чаще применяется проектный метод обучения для развития у детей навыков самостоятельной работы с информацией, критического мышления, применения знаний в практической деятельности.

Данная образовательная программа помогает в решении следующих актуальных педагогических задач, таких как:

- показать место и роль энергетики в структуре современных профессий;
- заинтересовать юношей и девушек проектированием жизненных и профессиональных планов, особенностями будущей профессии, возможными путями достижения высокой профессиональной квалификации;
- самостоятельно логично и последовательно организовать учебный процесс;
- развить навыки исследовательской, поисковой, творческой, ролевой, прикладной (практико-ориентированной) деятельности.

В процессе освоения программы, обучающиеся получают навыки по определению актуальных проблем, проектированию их решения, постановке цели и задач, теоретической и практической реализации решения. Кроме того, проектная деятельность предполагает общение со сторонними консультантами, получение новых междисциплинарных знаний, участие в грантовых конкурсах. Все это положительно влияет на умение правильно

излагать информацию и представлять работу. Такие навыки необходимы для дальнейшего развития и обучения в ВУЗах.

### 1.3 ЦЕЛЬ

Целью программы является развитие у обучающихся навыков разработки проектов по альтернативной энергетике, технологии приборостроения с использованием современных топливных элементов.

### 1.4 ЗАДАЧИ

- Развить практические навыки работы с высокотехнологичным оборудованием;
- Развить навык проектирования и построения энергосистем.
- Развить навыки сборки и работы с интерактивными стендами и моделями, топливными элементами, энергосистемами, лабораторными и промышленными образцами энергетических установок.
- Развить у обучающихся представление о работе с электронными компонентами и устройствами.
- Развить навыки сотрудничества: работа в коллективе, в команде, малой группе (в паре) при создании проекта по альтернативной энергетике.
- Развить навыки разработки концепции и идеи проектов; понимать структуру проекта; понимать систему организации человеческого труда в проектах.

### 1.5. ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММЫ

Программа авторская, разработана на основе методических материалов «Энерджи тулкит», представленным Фондом новых форм развития образования, г. Москвы, 2017 г. и программы «Энергетика 2».

Программа на основе реальной практической деятельности даёт возможность обучающимся почувствовать себя в роли инженера-проектировщика энергетических систем.

В рамках программы, обучающиеся произведут сборку существующих моделей популярных энергетических решений, а также разработают собственные проектные решения. Работа над проектами обучающихся по данной программе проходит в режиме, разработанном самими обучающимися. Обучающиеся приобретают ценные навыки командной работы, целеполагания и постановки задач, рассматривают данный процесс с точки зрения методологии SCRUM и Kanban, с заполнением плана реализации в программе Trello, реализуют решение проблемы и рассчитывают его экономическую целесообразность.

Все эти пункты позволяют подготовить обучающихся к работе над большими и локальными проектами для энергообеспечения.

## 1.6 ТРЕБОВАНИЯ К ОБУЧАЮЩИМСЯ

Набор обучающихся на Программу осуществляется в соответствии с Правилами приема и отчисления обучающихся в АНО «Красноярский детский технопарк «Кванториум».

### **Возраст обучающихся:**

Программа адресована подросткам 14-18 лет, прошедшим обучение по ДООП «Энергетика 2». В связи с ориентированностью программы на разработку индивидуальных (групповых) проектов максимальное количество обучающихся в группе не должно превышать 12 человек.

## 1.7 ФОРМЫ И РЕЖИМ ЗАНЯТИЙ

**Срок реализации программы:** 1 год. Объем учебной нагрузки -144 учебных часа.

**Режим занятий:** Занятия проводятся – 2 раза в неделю по 2 академических часа с десятиминутным перерывом, что определяется санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами СанПиН 2.4.4.3172-14.

**Формы занятий:** лекции, занятия по решению кейсов, семинары, работа над индивидуальным проектом, экскурсии.

В конце первого полугодия проводится промежуточный контроль (2 часа) в форме предзащиты проекта, в конце года проходит итоговый контроль (4 часа) в форме итоговой защиты проекта в рамках научно-практической конференции.

## 1.8 ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И СПОСОБЫ ИХ ПРОВЕРКИ

Особенностью программы является то, что она, будучи междисциплинарная, направлена на развитие у обучающихся навыков разработки проектов по альтернативной энергетике, технологии приборостроения с использованием современных топливных элементов.

В рамках программы развиваются следующие компетенции Soft и Hard skills:

### Кластер профильных soft skills

В данный кластер попадают те компетенции, которые необходимы для управления проектами и своей деятельностью в энерджиквантуме, как базовым предметом собственной «профессиональной» деятельности.

- Разработка проектов. Способность разрабатывать концепции и идеи проектов; понимать логику и методологию проектирования; разбираться в проектных подходах; осуществлять проектное описание; понимать структуру проекта; понимать систему организации человеческого труда в проектах.

- Работа с рисками. Способность прогнозировать риски; сценировать риски; вырабатывать пути предотвращения рисков; оценивать риски; описывать риски.

- Работа с экономическим планированием проекта. Способность рассчитать себестоимость, плановую цену на этапах реализации и т.д.

- Работа в команде. Способность организовывать и создавать человеческие кооперации; способность построить систему разделения труда; способность оценить человеческий потенциал.

#### Кластер личностных soft skills

В данный кластер попадают те компетенции, которые необходимы для управления возникающими ситуациями социального характера.

- Переговороспособность и убедительность. Способность вести переговоры с разными субъектами деятельности и оказывать влияние в процессе реализации деятельности и при проведении переговоров.

- Лидерство. Способность создать команду высокой продуктивности; создать и поддерживать эффективные отношения беря на себя ответственность за достижение целей.

- Креативность. Умение видеть и создавать композиционные элементы в любом аспекте жизни; способность к абстрактному творчеству.

- Рефлексивность. Способность производить оценку совершенным действиям.

#### Кластер контекстуальных soft skills

В данный кластер попадают те компетенции, которые необходимы для обеспечения деятельности:

- Стратегическое и тактическое мышление. Способность удерживать аспект стратегирования и тактики в работе.

#### Кластер Hard skills

В рамках программы развиваются следующие профессиональные навыки и знания:

- Знания основных понятий электроники.
- Знания работы электронных компонентов.
- Знания элементов электронного взаимодействия узлов радиоэлектронных устройств.
- Знания основных принципов и приемов проектирования электронных систем;
- Навыки самостоятельного решения технических задач в процессе конструирования энергетических систем.
- Навыки изложения логически правильных действий модели (проекта).
- Навыки моделирования технических устройств, энергоузлов, энергосистем.
- Навыки работы с дополнительной литературой, с журналами, с каталогами, в интернете (изучение и обработка информации).
- Навыки демонстрации технических возможностей созданных проектов.
- Навыки подготовки и форматирования текста в MS Word, создания презентаций в MS Powerpoint.

Оценка уровня владения проводится преподавателем в процессе выполнения обучающимися плана разработки (целевых параметров) собственного итогового проекта / участия в отборочных соревнованиях к международному конкурсу детских инженерных команд ICET, всероссийским конкурсам «Проект АШ», «Первый элемент», «Юниквант», межрегиональному конкурсу юных техников-изобретателей Енисейской Сибири.

Текущий контроль освоения программного материала проводится во время занятий при помощи опросов и наблюдений за выполнением работы.



## 1.9 ФОРМЫ ПОДВЕДЕНИЯ ИТОГОВ ОБУЧЕНИЯ

Итоговый контроль освоения образовательной программы осуществляется через защиту индивидуального (группового) научно-практического проекта по разработке и реализации моделей устройств и систем резервного или постоянного электропитания в энергетике (Energy-Net) или теоретических проектов перспективной направленности (Приложение 1).

Технология проведения итогового контроля - экспертная оценка в рамках НПК (научно-практической конференции) с привлечением представителей компаний и экспертов в данной области.

Экспертная оценка. В ней принимает участие преподавательский состав и представители организаций-партнеров Кванториума. Конкретный пул экспертов формируется в ходе прохождения этапа подготовки проекта к презентации. Данный уровень позволяет участникам получить экспертную обратную связь относительно представленного проекта, а также понять, через комментарии экспертов, перспективы развития проекта.

Механизмы экспертной оценки представлены в приложениях 2,3 и 4.

## 2. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование разделов и тем	Общее количество часов	В том числе:	
			теорети- ческих	практи- ческих
1	Соблюдение правил техники безопасности и санитарно-гигиенических норм при работе с электрооборудованием и учебно-методическими материалами	2	2	
	<b>Раздел 1. «Программирование на платформе Arduino»</b>	<b>38</b>	<b>19</b>	<b>19</b>
2	Arduino Nano Brick- основные операции.	8	4	4
3	Аналого/цифровой преобразователь	8	4	4
4	Шина I2C	6	3	3
5	Реле	2	1	1
6	Поворотный энкодер	2	1	1
7	OLED-дисплей	6	3	3
8	Цифро-аналоговый преобразователь	6	3	3
	<b>Раздел 2. «Интернет вещей»</b>	<b>16</b>	<b>7</b>	<b>9</b>
9	Основа работы IoT	6	3	3
10	Установка библиотек	4	2	2
11	Схемы IoT	6	2	4
	<b>Раздел 3. Проект.</b>	<b>88</b>	<b>13</b>	<b>75</b>
12	Командообразование	2	0	2
13	Методология управления проектом.	2	1	1
14	Реализация учебного творческого проекта (по выбору)	76	12	64
15	Подготовка к защите проекта.	4	0	4
16	Итоговый контроль.	4	0	4
<b>ИТОГО часов:</b>		<b>144</b>	<b>41</b>	<b>103</b>

## 3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1. Соблюдение правил техники безопасности и санитарно-гигиенических норм при работе с электрооборудованием и учебно-методическими материалами.

Общие правила безопасности в образовательном учреждении. Основы техники безопасности при работе с электрическими приборами. Техника безопасности при работе в лаборатории. Общие положения техники безопасности при работе с химическими реактивами. Техника безопасности при работе с лабораторными установками.

## **Раздел 1 «Программирование на платформе Arduino»**

### **2. Arduino Nano Brick- основные операции.**

Теория: Электроника. Техника безопасности при работе с электрическими схемами. Блоки набора Arduino. Arduino Nano. Светодиоды и кнопки. Простейшие электрические цепи.

Практика: Сборка простейших электрических цепей.

### **3. Аналого/цифровой преобразователь.**

Теория: АЦП - принцип действия. Потенциометр. АЦП с фоторезистором LDR. Измерение температуры терморезистором.

Практика: Сборка электрических цепей. Вольтметр на АЦП и с подключением к ПК.

### **4. Шина I2C.**

Теория: Принцип работы и команды шины I2C. Шина I2C и порт ввода-вывода. 7-сегментный дисплей - принцип действия. 7-сегментный дисплей на шине I2C - принцип действия.

Практика: Сборка электрических цепей. 7-сегментный дисплей - простой счётчик.

### **5. Реле.**

Теория: Принцип работы герконового реле. Герконовое реле для управления дисплеем.

Практика: Сборка электрических цепей. Таймер со срабатыванием от герконового реле.

### **6. Поворотный энкодер.**

Теория: Блок поворотного энкодера. Поворотный энкодер с отображением значений. Поворотный энкодер с 7-сегментным дисплеем на выходе.

Практика: Сборка электрических цепей. Поворотный энкодер с отображением значений.

## 7. OLED-дисплей

Теория: Принцип работы графического дисплея. Библиотека блока OLED. Блок OLED с шиной I2C. Блок OLED и набор символов. OLED-дисплей с АЦП для измерения напряжения.

Практика: Сборка электрических цепей. OLED дисплей с АЦП в сборке мини-осциллографа. OLED-дисплей с блоком АЦП в сборке двойного вольтметра.

## 8. Цифро-аналоговый преобразователь

Теория: Принцип работы цифро-аналогового преобразователя. Простой ЦАП на принципе Широтно-Импульсной Модуляции(ШИМ). ЦАП с управлением по шине I2C.

Практика: Сборка электрических цепей. Блок ЦАП с потенциометром. Блок OLED и ЦАП с АЦП. Блок OLED и ЦАП с АЦП с отображением синусоиды.

## **Раздел 2 «Интернет вещей»**

### 9. Основа работы IoT

Теория: Блок заземления. Блок питания. Блок IoT и среда разработки Arduino. Основа набора IoT. Характеристики блока IoT. Контакты GPIO. Среда разработки Arduino.

Практика: Сборка простейших электрических цепей из блоков IoT.

### 10. Установка библиотек.

Теория: Установка библиотек Arduino. Драйвер виртуального COM-порта. Монитор последовательного интерфейса.

Практика: Сборка ночника с детектором движения. Установка соединения. Компиляция и загрузка программ. Режим программирования.

## 11. Схемы IoT.

Теория: OLED-дисплей – вывод текста. Фактор коррекции.

Практика: Конфигурация блока IoT в роли WiFi-клиента. Получение времени по интернету. Измерение температуры и влажности. Курс валют из интернета.

### **Раздел 3. Проект.**

## 12. Командообразование.

Практика: Тест на определение роли в команде. Игра на командообразование.

## 13. Методология управления проектом.

Теория: Планирование проекта. Основы целеполагания. Методология SCRUM. Методология Kanban.

Практика: Заполнение плана реализации в программе Trello.

## 14. Реализация учебного творческого проекта (по выбору).

Теория: Основы экономического планирования. Определение целевой группы.

Практика: Выбор тематики и направлений развития в команде для решения проблем "рабочего" проекта. Определение проблемы, цели и задач. Определение целевой группы, актуальности проекта. Финансово-экономическое планирование. Определение рисков. Изготовление модели/макета/прототипа. Реализация проекта. Подготовка паспорта проекта (аннотация проекта, техническая значимость).

## 15. Подготовка к защите проекта.

Практика: Оформление презентационного материала.

## 16. Итоговый контроль.

Практика: Защита проектной идеи. Защита проекта.

**4. Информационно-методическое обеспечение и материально-техническое оснащение  
дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Энергетика 3»**

№ п/п	Название	Автор	Год издания (года или)	Вид (электронный, печатный)
1.	ADVANCED SET MANUAL	<a href="https://www.brickrknowledge.de/en/">https://www.brickrknowledge.de/en/</a>	2018	Электронный
2.	ARDUINO SET MANUAL	<a href="https://www.brickrknowledge.de/en/">https://www.brickrknowledge.de/en/</a>	2018	Электронный
3.	Теоретическая физика	Ландау, Л. Д., Лифшиц, Е. М. М. Физматлит.	2004	Электронный
4.	Journal of Power Sources	Elsevier	2017	Электронный
<b>Материально – техническое обеспечение</b>				
5.	Расширенный набор «Водородная школа»		5 шт	2016
6.	Учебно-методический стенд «Водородная энергетика»		5 шт	2016
7.	Напольная вентиляционная установка для имитации ветра в лаборатории		3 шт	2016
8.	Напольно-настольная установка для имитации солнечного света в лаборатории		4 шт	2016
9.	Стенд «Интеллектуальные энергетические системы»		1 шт	2016

10.	Система практического использования топливных элементов	2 шт	2016	
11.	Комплект водородной энергетики для класса робототехники, артикул ВЭКР-8	2 шт	2016	
12.	Генератор водорода повышенной мощности для школьной лаборатории	1 шт	2016	
13.	Генератор водорода малой мощности для школьной лаборатории	1 шт	2016	
14.	Учебный набор от Brick'R'knowledge Advanced Set	4 шт	2018	
15.	Учебный набор от Brick'R'knowledge SOLAR SET	4 шт	2018	
16.	Учебный набор от Brick'R'knowledge INTERNET OF THINGS SET	4 шт	2018	
17.	Учебный набор от Brick'R'knowledge ARDUINO CODING SET	4 шт	2018	
18.	Учебный набор от Brick'R'knowledge LOGIC SET	4 шт	2018	
19.	Ноутбуки	12 шт	2017	
20.	Проектор	1 шт	2016	
21.	Столпы, ступья, шкафы и стеллажи для хранения		2017	

## 5. ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

Примерный перечень тем для проектов:

- Энергия и ее виды.
- Развитие топливных систем.
- Технологии «зеленой энергетики» в России и мире.
- Топливные элементы и их виды.
- Использование жидкостномембранных топливных элементов в условиях Красноярского края.
- Методы генерации электричества.
- Анализ энергетических систем города Красноярска на примере Октябрьского района.
- Методы устройства энергетических систем.
- Альтернативные источники энергии.
- Изучение влияния годичных температурных колебаний в г. Красноярске на рабочие характеристики водородных топливных элементов.
- Обеспечение энергией удаленных районов Красноярского края.
- Методы хранения водорода.
- Топливные аккумуляторы и принципы их работы.
- Использование высокоэффективных конденсаторов в городских энергетических системах.
- Методы накопления энергии солнца и ветра.
- Исследование погодных условий для разработки эффективного ветряного генератора.
- Разработка ветряного генератора повышенной эффективности.
- Исследование систем энергообеспечения электромобилей.
- Изучение металлгидридных водородных аккумуляторов.
- Разработка универсального зарядного устройства на принципах альтернативной энергетики для гаджетов.
- Использование термоэлектрических генераторов в быту.



Оценочный лист освоения программы (итоговый контроль)

№		0 баллов	5 баллов	10 баллов	20 баллов
1	Аргументированность выбора темы, обоснование потребности, практическая направленность и значимость выполненной работы.				
2	Объем и полнота разработок, выполнение принятых этапов проектирования, самостоятельность, законченность, материальное воплощение проекта.				
3	Аргументированность предлагаемых решений, подходов, выводов, полнота библиографии.				
4	Уровень творчества, оригинальность темы, подходов, найденных решений, предлагаемых аргументов; оригинальность материального воплощения и представления проекта.				
5	Качество пояснительной записки: оформление, соответствие стандартным требованиям, рубрицирование и структура текста, качество схем, рисунков.				
	ИТОГО:				

Система оценивания: зачет 55 – 100 баллов; менее 55 баллов – не зачет.

Критерии оценивания проектов/работ

Баллы	Участники проекта:			
	Ставят цели	Планируют исследование	Решают проблему	Делают выводы
4	Ставят интересные, трудные, но достижимые цели. Идентифицируют ресурсы, необходимые для достижения целей и производят доступ к ним.	Четко определяют шаги, необходимые для достижения цели, и следуют им	Рассматривают проблему (задачу) со всех сторон, ищут различные способы ее решения, используя различные методики	Сравнивают и анализируют результаты, высказывают своё мнение по поводу решения данной проблемы, планируют дальнейшее исследование. Сделанные выводы соответствуют поставленным задачам.
3	Идентифицируют некоторые ресурсы, необходимые для достижения целей и производят доступ к ним. Ставят нереалистичные цели	Определяют почти все шаги для достижения целей, просматривается определенный план исследования	Рассматривают проблему широко, однако, имеются ошибки, неточности, погрешности в одном или нескольких из представленных способов её решения.	Делают неполный анализ результатов, однако, полученный вывод сформулирован грамотно и соответствует поставленной цели.
2	Идентифицируют некоторые ресурсы, необходимые для достижения целей, но не находят их.	Определяют некоторые шаги, но четкого плана исследования нет	Рассматривают проблему однобоко, имеются серьезные неточности, не соблюдены основные правила, неправильно трактованы понятия, имеются ошибки	Делают неполный анализ результатов
1	Начинают решение без постановки цели. Ресурсы не идентифицируют.	Шаги по достижению цели и планирование отсутствуют.	Рассматривают проблему лишь частично, имеются грубые ошибки	Анализ результатов и выводы отсутствуют
0	Работа сделана не обучающимся (взята из Интернета или сделана при помощи других людей).			

Формы контроля (экспертный лист защиты проекта)

ЛИСТ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ ПРОЕКТА

Наименование проекта \_\_\_\_\_

ФИО руководителя проекта \_\_\_\_\_

№	Критерий	Максимальный балл	Выставленный балл
1.	Актуальность идеи проекта, его направленность на решение актуальных проблем	10	
2.	Соответствие целям стратегии развития направления	5	
3.	Научно-техническая новизна проекта, преимущества перед известными аналогами	10	
4.	Динамика развития проекта данным автором (авторским коллективом)	9	
5.	Качество проработки этапов реализации проекта	5	
6.	Предложенный механизм финансового обеспечения реализации проекта	6	
7.	Оценка сложности внедрения инновационной разработки	5	
8.	Теоретическая проработка концепции проекта, опора на научные исследования	17	
9.	Четкость проработки характеристик целевой группы пользователей проекта	10	
10.	Самостоятельность предполагаемой работы над проектом, адекватность поставленных задач возможностям автора проекта (проектной команды)	8	
11.	Уровень предполагаемого кадрового обеспечения управления проектом и его реализации	5	
12.	Четкость изложения проекта, оформление, отсутствие избыточной информации	10	
	ИТОГО	Max - 100	

Краткая рецензия

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Рекомендация эксперта: присвоить данному проекту статус:

«Проект победителя конкурса»

«Проект лауреата конкурса»

«Проект участника конкурса, не занявший призового места»

ФИО эксперта \_\_\_\_\_ / подпись \_\_\_\_\_ /

Список литературы

Для обучающихся:

Литература и периодические издания:

- Scientific American (периодическое издание);
- Р.Фейнман «Характер физических законов», М., «Наука», 1987;
- Удивительная механика, Нурбей Гулиа, 2006;
- Как изобретать, М. Тринг, Э. Лейтуэйт, издательство «Мир», Москва, 1980;
- Удивительная физика, Нурбей Гулиа, 2005;
- Удивительная химия, Илья Леенсон, 2009.

Ресурсы для самообразования: видеоуроки, онлайн-мастерские, онлайн-квесты, тесты и т.д.:

- Инженерия будущего <https://stepik.org/course/Инженерия-будущего-2213/> ;

- История изобретений и открытий <https://www.coursera.org/learn/istoriya-izobretenii-i-otkritii> .

Web-ресурсы по направлению: тематические сайты, видео каналы, видео-ролики, игры, симуляторы, цифровые лаборатории, онлайн конструкторы и.д.:

- Анимация некоторых физических процессов <http://physics.nad.ru/> ;

- Видео по физике (в т.ч. и энергетике) <https://postnauka.ru/themes/physics> ;

- Графическое обозначение радиоэлементов на схеме [http://www.meanders.ru/elements\\_1.shtml](http://www.meanders.ru/elements_1.shtml) ;

- Симуляция некоторых физических процессов <http://www.falstad.com/mathphysics.html> .

## Для преподавателей

Литература, периодические издания и методические материалы:

- Лабораторный практикум по физике. Анализ, обработка и представление результатов измерений физических величин В.Н. Холявко, В.Ф. Ким, И.Б. Формусатик, А.Б. Буриченко, И.И. Суханов, Новосибирск, издательство НГТУ, 2004;

-А. да Роза. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы. Долгопрудный – Москва. 2010;

-Аверченков О.Е.. Схемотехника: аппаратура и программы. М. ДМК Пресс, 2012.;

-В поисках «энергетической капсулы», Нурбей Гулиа, 2010.

Дистанционные и очные курсы для профессионального развития, MOOC, видео, вебинары, онлайн-мастерские и т.д.:

- Инженерная механика <https://openedu.ru/course/urfu/ENGM/> ;

-Теория решения изобретательских задач <https://openedu.ru/course/urfu/TRIZ/>;

-Основы электротехники и электроники <https://openedu.ru/course/urfu/ELB/>;

-Управление проектами <https://openedu.ru/course/hse/PRMN/> .

-Философия и история науки и техники <https://openedu.ru/course/urfu/PHILS/>.

Тематические web-ресурсы: сайты, группы в социальных сетях, видео каналы, симуляторы, цифровые лаборатории и т.д.:

- Анимация некоторых физических процессов <http://physics.nad.ru/> ;

- Видео по физике (в т.ч. и энергетике) <https://postnauka.ru/themes/physics> ;

- Графическое обозначение радиоэлементов на схеме [http://www.meanders.ru/elements\\_1.shtml](http://www.meanders.ru/elements_1.shtml) .

- Симуляция некоторых физических процессов <http://www.falstad.com/mathphysics.html> .