

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Образовательно-научный Институт электроэнергетики
(ИНЭЛ)

Образовательно-научный институт ядерной энергетики и технической физики
им. академика Ф.М. Митенкова (ИЯЭиТФ)



УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе
Е.Г. Ивашкин

«26» августа 2019 г.

**ПРОГРАММА
специального курса
«ЭНЕРГЕТИКА»
для обучающихся 10-11 классов МАОУ «Лицей №38»**

Авторы программы:

д.т.н., доц., зав. кафедрой «Ядерные реакторы
и энергетические установки» ИЯЭиТФ
Андреев В.В.

ст. преподаватель кафедры «Ядерные
реакторы и энергетические установки»
Тарасова Н.П.

к.т.н., доцент каф. «Электроэнергетика,
электроснабжение и силовая электроника» ИНЭЛ
Шалухо А.В.
инженер ИНЭЛ
Ворошилов А.А.

Утверждена на заседании совета ИНЭЛ
«26» августа 2019 г.
Директор ИНЭЛ к.т.н., доцент
Дарьенков А.Б.

Утверждена на заседании совета ИЯЭиТФ
«27» августа 2019 г.
Директор ИЯЭиТФ к.т.н., доцент
Хробостов А.Е.

Согласовано:
Заместитель директора МАОУ «Лицей 38»
Лапшова О.В.

Нижегород
2019 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Пояснительная записка.....	3
2	Программа	5
3	Тематическое планирование курса.....	7
4	Структура деятельности.....	9
5	Контролирующие материалы.....	11
6	Список литературы.....	12

1 Пояснительная записка

Специальный заказ на образование лицеза включает запросы базовых вузов, к которым относится НГТУ им. Р.Е. Алексеева. Основой развития промышленности, транспорта, сельского хозяйства, как Нижегородской области, так и России в целом, является энергетика. В настоящее время, одна из важнейших проблем энергетической отрасли России - потребность в квалифицированных специалистах. Современная энергетика требует профессионалов высокой степени квалификации, образованных и обладающих широким спектром компетенций, умеющих ориентироваться в потоке поступающей информации, способных грамотно и мобильно решать сложные производственные задачи при постоянно изменяющихся условиях. Это делает необходимым взаимодействие учебных заведений для выстраивания эффективных образовательных траекторий.

Поэтому для выполнения учебного плана лицеза необходима разработка авторских программ для школьников старшего звена.

Для 10-11 классов разработана программа, включающая теоретические и практические разделы в области технологий современной энергетики.

Курс «Энергетика» для 10 классов состоит из двух частей: «Атомная энергетика» (32 часа) и «Умная электроэнергетика» (32 часа).

В «Атомной энергетике» рассматриваются:

- различные виды ядерных энергетических установок (ЯЭУ);
- ядерные топливные циклы;
- вопросы безопасности атомной энергетики.

В «Умной электроэнергетике» рассматриваются:

- особенности различных видов электростанций, технологии передачи и потребления электроэнергии, рынки электроэнергии;
- вопросы цифровизации электроэнергетической системы, в том числе понятие Smartgrid, возобновляемые источники энергии, активные потребители;
- основные аспекты энергосберегающих технологий: классы энергетической эффективности, качество электрической энергии, энергосберегающее освещение.

Для 11 класса разработан специальный блок (68 часов), являющийся продолжением программы 10 класса и состоящий из практических занятий в формате инженерного проектирования.

Программа содержит описание основных требований к знаниям и умениям обучающихся, перечень практических работ для каждого раздела. В конце программы приведен список рекомендуемой литературы для преподавателей, в которой раскрыты вопросы методики изложения отдельных разделов курса. В программе дано примерное распределение времени на изучение тем, которое преподаватель имеет право изменить в зависимости от методики преподавания и особенностей класса.

Основная цель изучения курсов – приобретение знаний и навыков для подготовки к решению задач в последующей профессиональной деятельности с учетом современных тенденций и направлений развития энергетической отрасли России.

1.1 Задачи курса

Курс «Энергетика» для 10 класса состоит из двух частей: «Атомная энергетика» (16 часов теоретических и 16 часов практических занятий) и «Умная электроэнергетика» (16 часов теоретических и 16 часов практических занятий), 4 часа составляют резерв. Для 11 класса курс «Энергетика» включает 68 часов практических занятий в формате инженерного проектирования (4 часа составляют резерв).

Задачами курса «Энергетика» являются:

- формирование у обучающихся общих представлений о ядерной энергетике, ядерном топливе, радиоактивном излучении, гидродинамике, процессах теплообмена.
- формирование навыков работы с приборами и оборудованием, используемыми для исследования и контроля радиоактивных излучений, гидродинамики и теплообмена потока теплоносителя в водо-водяных реакторах;
- ознакомление с принципами функционирования современной электроэнергетической системы России;
- ознакомление с основными понятиями и аспектами цифровизации электроэнергетической системы России;
- обучение основным принципам и возможностям энергосбережения и повышения энергетической эффективности объектов (на примере дома или квартиры);
- развитие умений и навыков работы с аппаратной и программной частью комплексов Arduino;
- развитие умений и навыков проведения экспериментальных исследований и анализа полученных результатов с помощью лабораторных стендов: «Электротехнический комплекс виртуальной электростанции с возобновляемыми источниками энергии», «ветроэлектрическая станция» и «солнечная фотоэлектрическая станция».

1.2 Ожидаемые результаты

В результате освоения курса «Энергетика»

обучающиеся должны знать:

- базовые термины и определения, используемые в физике ядерных реакторов, гидродинамике, теории теплопереноса;
- основы научной и экспериментальной деятельности;
- основы организации работы в проектной команде при проведении аудиторных занятий и самостоятельной работы;
- виды возобновляемых источников энергии, устройство линий электропередачи, трансформаторных подстанций;
- принципы функционирования рынка электроэнергии в России;
- основные направления интеллектуализации и цифровизации электроэнергетической системы России;

обучающиеся должны уметь:

- обобщать и анализировать научную информацию;
- читать электротехнические схемы и чертежи;
- выполнять подключение и управлять компонентами Arduino;

- анализировать и оценивать полученную в результате экспериментов информацию;

- пользоваться справочной литературой;

обучающиеся должны владеть:

- навыками публичной презентации результатов исследований и их оформлением в соответствии с требованиями нормативной документации;

- навыками проведения лабораторных измерений и исследований;

- навыками обработки и анализа экспериментальных данных.

2 Программа

2.1 Теоретические занятия 10 класс

Раздел «Атомная энергетика»

(16 ч., по 2 ч. один раз в 2 недели)

I. Энергетика в современном мире (2 ч).

Народонаселение и энергопотребление. Традиционные, альтернативные, возобновляемые, невозобновляемые источники энергии.

II. Ядерная энергетика в современном мире и в России (3 ч).

История развития ядерной энергетики. Место ядерной энергетики в современном мире и в России. Роль атомной энергии в сохранении ресурсов и охране окружающей среды.

III. Ядерные энергетические установки (4 ч).

Классификация ядерных энергетических установок. Атомные электрические станции. Ядерные энергетические установки транспортного назначения. Малая ядерная энергетика.

IV. Ядерный топливный цикл (3 ч).

Ядерное топливо, особенности и основные характеристики. Замкнутый и незамкнутый топливные циклы, достоинства, недостатки.

V. Безопасность ядерных энергетических установок (2 ч).

Анализ безопасности ЯЭУ. Критерии и принципы обеспечения безопасности.

VI. Ядерный реактор (ЯР) (4 ч).

Классификация ЯР. Конструкция. Назначение. Достоинства и недостатки ядерных реакторов различного типа.

Раздел «Умная электроэнергетика»

(16 ч., по 2 ч. один раз в 2 недели)

I. Введение в электроэнергетику (2 ч.)

История российской электроэнергетики и устройство современной электроэнергетической системы России.

II. Генерация электрической энергии и виды электростанций (3 ч.)

Принципы работы тепловых электростанций. Гидроэлектростанции. Электростанции на основе возобновляемых источников энергии (общие положения, ветровые электростанции, солнечные электростанции, использование биотоплива).

III. Технологии передачи и потребления электроэнергии (3 ч.)

Линии электропередачи. Трансформаторные подстанции. Принципы функционирования рынков электроэнергии в России. Понятие качества электроэнергии.

IV. Вопросы повышения энергетической эффективности объектов (3 ч.)

Энергосберегающее освещение. Класс энергетической эффективности приборов и объектов. Использование собственной генерации.

V. Аспекты интеллектуализации и цифровизации электроэнергетики России (5 ч.)

Понятие Smartgrid («интеллектуальная сеть»). Активные потребители электроэнергии. Системы управления в электроэнергетике. Переход к цифровой электроэнергетике.

2.2 Практические занятия 10 класс

Раздел «Атомная энергетика» (16 ч., по 2 ч. один раз в 2 недели)...

№ п/п	Название работы	Количество часов	Примечание
1	Практическая работа №1. Виды радиоактивного излучения.	2	Что такое α -излучение, β -излучение, γ -излучение, нейтронное излучение, рентгеновское излучение
2	Практическая работа №2. Воздействие нейтронного излучения на различные материалы.	4	Воздействие нейтронного излучения на биологические объекты, микроэлектронное оборудование, оптоволокно, использование нейтронного излучения для оценки содержания примесей различных материалов
3	Практическая работа №3. Приборы дозиметрического контроля.	2	Дозиметры рентгеновского, нейтронного, гамма-излучения. Конструкция, принципы работы. Обработка результатов измерений.
4	Практическая работа №4. Лаборатория теплофизики.	2	Знакомство с лабораторией теплофизики, ее основным оборудованием и стендами.
5	Практическая работа №5. Методы и приборы измерения температур.	2	Виды приборов измеряющих температуру. Методики измерения температур.
6	Практическая работа №6. Методы и приборы измерения давления.	2	Виды приборов измеряющих температуру. Методики измерения температур

**Раздел «Умная электроэнергетика»
(16 ч., по 2 ч. один раз в 2 недели)**

№ п/п	Название работы	Количество часов	Примечание
1	Практическая работа №1. Знакомство с аппаратной и программной частью Arduino	2	Что такое Arduino? Возможности и цели платформы. Состав стартового набора. Язык программирования, используемый в Arduino. Изучение среды программирования ArduinoIDE / ArduBlock
2	Практическая работа №2. Схема датчика освещенности	2	Создание датчика освещенности, регулирующего световой поток светодиода
3	Практическая работа №3. Подключение сервопривода	2	Управление сервоприводом при помощи контроллера Arduino
4	Практическая работа №4. Подключение шагового двигателя	2	Управление шаговым двигателем при помощи контроллера Arduino
5	Практическая работа №5. Экспериментальные исследования ветроэнергетической установки	2	Изучение устройства лабораторного стенда «ветроэлектрическая станция»
6	Практическая работа №6. Экспериментальные исследования солнечной фотоэлектрической станции	2	Изучение устройства лабораторного стенда «солнечная фотоэлектрическая станция»
7	Практическая работа №7. Создание системы «Умный дом»	2	Управление жалюзи при помощи шагового двигателя (автоматическое закрытие/открытие отстраивается по времени)
8	Практическая работа №8. Создание системы «Умный дом»	2	Управление климатической системой (включение кондиционера на охлаждение/отопление по данным с датчика температуры)

2.3 Практические занятия 11 класс (68 ч., по 2 ч. один раз в неделю)

Практические занятия для 11 классов подразумевают разработку и реализацию инженерного проекта по актуальным направлениям исследований в сфере энергетики.

№ п/п	Название работы	Количество часов	Примечание
1	Актуальные проблемы энергетики России	4	Исследование актуальных направлений для выбора тематики проекта
2	Введение в исследуемую проблему	4	Презентация проблемы, знакомство с основными аспектами.
3	Анализ существующего состояния. Постановка задач исследования.	4	Выполняется анализ актуального материала по теме исследования
4	Поиск возможных путей решения поставленных задач	4	Рассматриваются методы математического и компьютерного моделирования и их применимость для решения задач проекта
5	Управление рисками проекта	4	Производится анализ рисков и методы их минимизации
6	Теоретическое исследование	8	Выполняется теоретическое исследование по теме проекта
7	Разработка и создание модели исследования	10	Создается модель исследования
8	Экспериментальные исследования	8	При помощи разработанной модели проводятся экспериментальные исследования
9	Экономическая часть проекта	4	Выполняется расчет основных экономических показателей проекта
10	Анализ полученных результатов	4	Выполняется анализ результатов проекта
11	Подготовка презентации	8	Создается презентация для защиты проекта
12	Защита проекта	2	Выполняется командная защита проекта для подготовки к деловой игре

3 Тематическое планирование курса

3.1 Тематическое планирование курса 10 класс

Раздел «Атомная энергетика»

...

Содержание занятий	Кол-во часов
Раздел I. Энергетика в современном мире.	2
Народонаселение и энергопотребление. Традиционные, альтернативные, возобновляемые, невозобновляемые источники энергии.	2
Раздел II. Ядерная энергетика в современном мире и в России.	3
История развития ядерной энергетики. Место ядерной энергетики в современном мире и в России. Роль атомной энергии в сохранении ресурсов и охране окружающей среды.	3
Раздел III. Ядерные энергетические установки.	10
Классификация ядерных энергетических установок. Атомные электрические станции. Ядерные энергетические установки транспортного назначения. Малая ядерная энергетика.	4
Практическая работа №1. Виды радиоактивного излучения.	2
Практическая работа №2. Воздействие нейтронного излучения на различные материалы.	2
Раздел IV. Ядерный топливный цикл.	3
Ядерное топливо, особенности и основные характеристики. Замкнутый и незамкнутый топливные циклы, достоинства, недостатки.	3
Раздел V. Безопасность ядерных энергетических установок.	4
Анализ безопасности ЯЭУ. Критерии и принципы обеспечения безопасности.	2
Практическая работа №3. Приборы дозиметрического контроля.	2
Раздел VI. Ядерный реактор (ЯР) (4 ч).	10
Классификация ЯР. Конструкция. Назначение. Достоинства и недостатки ядерных реакторов различного типа	4
Практическая работа №4. Лаборатория теплофизики.	2
Практическая работа №5. Методы и приборы измерения температур.	2
Практическая работа №6. Методы и приборы измерения давления..	2
Резерв	2
Итого	34

Раздел «Умная электроэнергетика»

Содержание занятий	Кол-во часов
Раздел I. Введение в электроэнергетику	4
История российской электроэнергетики и устройство современной электроэнергетической системы России	2
Практическая работа №1. Знакомство с аппаратной и программной частью Arduino	2
Раздел II. Генерация электрической энергии и виды электростанций	5
Принципы работы тепловых электростанций	1
Гидроэлектростанции	1
Практическая работа №2. Схема датчика освещенности	2
Электростанции на основе возобновляемых источников энергии	1
Раздел III. Технологии передачи и потребления электроэнергии	7
Линии электропередачи	1
Практическая работа №3. Подключение сервопривода	2
Трансформаторные подстанции и понятие качества электроэнергии	1
Принципы функционирования рынков электроэнергии в России	1
Практическая работа №4. Подключение шагового двигателя	2
Раздел IV. Вопросы повышения энергетической эффективности объектов	5
Энергосберегающее освещение	1
Класс энергетической эффективности приборов и объектов	1
Практическая работа №5. Экспериментальные исследования ветроэнергетической установки	2
Использование собственной генерации	1
Раздел V. Аспекты интеллектуализации и цифровизации электроэнергетики России	11
Понятие Smartgrid («интеллектуальная сеть»)	2
Практическая работа №6. Экспериментальные исследования солнечной фотоэлектрической станции	2
Активные потребители электроэнергии	1
Практическая работа №7. Создание системы «Умный дом»	2
Системы управления в электроэнергетике	1
Практическая работа №8. Создание системы «Умный дом»	2
Переход к цифровой электроэнергетике	1

Резерв	2
Итого	34

3.2 Тематическое планирование курса 11 класс

Содержание занятий	Кол-во часов
Актуальные проблемы энергетики России	4
Введение в исследуемую проблему	4
Анализ существующего состояния. Постановка задач исследования.	4
Поиск возможных путей решения поставленных задач	4
Управление рисками проекта	4
Теоретическое исследование	8
Разработка модели исследования	10
Экспериментальные исследования	8
Экономическая часть проекта	4
Анализ полученных результатов	4
Подготовка презентации	8
Защита проекта	2
Резерв	4
Итого	68

4 Структура деятельности

Формы занятий:

- виды занятий: лекция, практическая работа, инженерное проектирование;
- организационная деятельность учащихся: парами, группами, индивидуальная.

Технические и печатные средства обучения:

- демонстрационное оборудование;
- мультимедийная техника;
- компьютерный класс;
- лабораторные стенды;
- наборы Arduino;
- раздаточный материал.

5 Контролирующие материалы

Для своевременной проверки полученных знаний, умений и навыков с целью последующей коррекции на основе личностно ориентированного педагогического взаимодействия учителя и обучающегося предлагаются следующие **контрольные материалы**:

- входной контроль;
- практические работы.

Виды контроля знаний:

- практические работы;
- устные и письменные опросы;
- тесты.

Примерный список вопросов для устных и письменных ответов:

Раздел «Атомная энергетика»

1. Место энергетики в современном мире и в России.
2. Традиционные, альтернативные, возобновляемые, невозобновляемые источники энергии.
3. Виды ядерных энергетических установок, их преимущества и недостатки.
4. Ядерное топливо, его достоинства и недостатки по сравнению с другими видами топлива.
5. Барьеры безопасности ядерной энергетической установки
6. Виды радиоактивных излучений и их свойства.
7. Единицы измерения ионизирующих излучений и радиоактивности
8. Назначение и физические принципы работы нейтронного конвертера
9. Назначение и физические принципы работы стенда «Трёхконтурная модель ядерной энергетической установки».
10. Двухфазные потоки
11. Применение вихревых трубок
12. Воздействие нейтронного излучения на биологические объекты.
13. Воздействие нейтронного излучения на микроэлектронное оборудование, Воздействие нейтронного излучения на оптоволокно,
14. Использование нейтронного излучения для оценки содержания примесей различных материалов
15. Приборы дозиметрического контроля
16. Приборы для измерения температуры
17. Приборы для измерения давления

Раздел «Умная электроэнергетика»

1. Назовите основные этапы становления и развития электроэнергетической системы России.
2. В чем заключался план ГОЭЛРО?
3. Какие электростанции относятся к группе тепловых электростанций?

4. В чем заключаются преимущества и недостатки атомных электростанций?
5. Опишите принцип работы гидроэлектростанции.
6. Какие электростанции относятся к возобновляемым источникам энергии?
7. Какой КПД солнечных фотоэлектрических станций?
8. В чем отличия горизонтальных и вертикальных ветровых энергоустановок?
9. Из каких компонентов состоит воздушная линия электропередачи?
10. Опишите принцип работы трансформатора.
11. Какие рынки электроэнергии существуют в России?
12. Что понимается под качеством электроэнергии?
13. Что такое класс энергетической эффективности?
14. Какие положительные эффекты и в чем заключаются проблемы использования собственной генерации?
15. Что понимается под Smartgrid?
16. В чем особенности «активных» потребителей?
17. В чем заключаются основные аспекты перехода к цифровой электроэнергетике?

6Список литературы

6.1 Для преподавателя

1. Возобновляемая энергетика: учеб.пособие / А.Б. Дарьенков [и др.]; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2017. – 214 с.
2. 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.
3. Концепция интеллектуальной электроэнергетической системы с активно-адаптивной сетью: ред. 5.0 / В.Е. Фортов [и др.]. – М.: ОАО «НТЦ Электроэнергетики», 2012. – 220 с.
4. Онищенко, Г.Б. Развитие энергетики России. Направления инновационно-технологического развития / Г.Б. Онищенко, Г.Б. Лазарев. –М.: РСА, 2008. – 200 с.
5. Федоров, О.В. Энергосберегающая политика. / О.В. Федоров, А.Б. Дарьенков. – М.: КНОРУС, 2015. – 294 с.
6. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года: утверждена Распоряжением Правительства РФ от 13 ноя. 2009 года №1715–р.
7. Назаров В.И. Теплотехнические измерения и приборы М.: Техноперспектива, 2008.
8. Медведева Р.В. Средства измерений. М.: Кнорус, 2011.
9. В.И. Бойко, Ф.П. Кошелев. Аргументы и проблемы атомной энергетики. Безопасность, экономика и экология ядерных технологий: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ООО «Компания Янсон», 2001. – 80с.

...

6.2 Для обучающихся

1. Возобновляемая энергетика: учеб.пособие / А.Б. Дарьенков [и др.]; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2017. – 214 с.
2. Энергетика России: проблемы и перспективы // Вестник РАН. -Дневник научной сессии общего собрания РАН. – 2006. – Т. 76. – №5. – С. 387-448.
3. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года: утверждена Распоряжением Правительства РФ от 13 ноя. 2009 года №1715–р.
4. Бруно Комби. Защитники природы за атомную энергию. Библиотека общественного совета Госкорпорации «Росатом». Москва, 2009 – 400 с.
5. Акатов А.А., Гаген-Торн В.К., Доильницын В.А., Коряковский Ю.С., Шашуков Е.А. Мой выбор – атомная наука и техника. Библиотека общественного совета Госкорпорации «Росатом», М. – 2009. – 156 с.
6. Образовательный сайт по атомной энергетике АО «Концерн Росэнергоатом» <http://www.education.rosenergoatom.ru/>.
7. Музей атомной энергетике <http://www.museum.rosenergoatom.ru/>.
8. Боровик А.С., Малышевский В.В., Янчевский С.Н. Знакомьтесь: атомная станция – эффективность, безопасность, надежность. <http://www.ecoatominf.ru/>.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Пояснительная записка.....	3
2	Программа	5
3	Тематическое планирование курса.....	7
4	Структура деятельности.....	9
5	Контролирующие материалы.....	11
6	Список литературы.....	12

СОДЕРЖАНИЕ

1	Пояснительная записка.....	3
2	Программа	5
3	Тематическое планирование курса.....	7
4	Структура деятельности.....	9
5	Контролирующие материалы.....	11
6	Список литературы.....	12

1 Пояснительная записка

Специальный заказ на образование лицеза включает запросы базовых вузов, к которым относится НГТУ им. Р.Е. Алексеева. Основой развития промышленности, транспорта, сельского хозяйства, как Нижегородской области, так и России в целом, является энергетика. В настоящее время, одна из важнейших проблем энергетической отрасли России - потребность в квалифицированных специалистах. Современная энергетика требует профессионалов высокой степени квалификации, образованных и обладающих широким спектром компетенций, умеющих ориентироваться в потоке поступающей информации, способных грамотно и мобильно решать сложные производственные задачи при постоянно изменяющихся условиях. Это делает необходимым взаимодействие учебных заведений для выстраивания эффективных образовательных траекторий.

Поэтому для выполнения учебного плана лицеза необходима разработка авторских программ для школьников старшего звена.

Для 10-11 классов разработана программа, включающая теоретические и практические разделы в области технологий современной энергетике.

Курс «Энергетика» для 10 классов состоит из двух частей: «Атомная энергетика» (32 часа) и «Умная электроэнергетика» (32 часа).

В «Атомной энергетике» рассматриваются:

- различные виды ядерных энергетических установок (ЯЭУ);
- ядерные топливные циклы;
- вопросы безопасности атомной энергетике.

В «Умной электроэнергетике» рассматриваются:

- особенности различных видов электростанций, технологии передачи и потребления электроэнергии, рынки электроэнергии;
- вопросы цифровизации электроэнергетической системы, в том числе понятие Smartgrid, возобновляемые источники энергии, активные потребители;
- основные аспекты энергосберегающих технологий: классы энергетической эффективности, качество электрической энергии, энергосберегающее освещение.

Для 11 класса разработан специальный блок (68 часов), являющийся продолжением программы 10 класса и состоящий из практических занятий в формате инженерного проектирования.

Программа содержит описание основных требований к знаниям и умениям обучающихся, перечень практических работ для каждого раздела. В конце программы приведен список рекомендуемой литературы для преподавателей, в которой раскрыты вопросы методики изложения отдельных разделов курса. В программе дано примерное распределение времени на изучение тем, которое преподаватель имеет право изменить в зависимости от методики преподавания и особенностей класса.

Основная цель изучения курсов – приобретение знаний и навыков для подготовки к решению задач в последующей профессиональной деятельности с учетом современных тенденций и направлений развития энергетической отрасли России.

1.1 Задачи курса

Курс «Энергетика» для 10 класса состоит из двух частей: «Атомная энергетика» (16 часов теоретических и 16 часов практических занятий) и «Умная электроэнергетика» (16 часов теоретических и 16 часов практических занятий), 4 часа составляют резерв. Для 11 класса курс «Энергетика» включает 68 часов практических занятий в формате инженерного проектирования (4 часа составляют резерв).

Задачами курса «Энергетика» являются:

- формирование у обучающихся общих представлений о ядерной энергетике, ядерном топливе, радиоактивном излучении, гидродинамике, процессах теплообмена.
- формирование навыков работы с приборами и оборудованием, используемыми для исследования и контроля радиоактивных излучений, гидродинамики и теплообмена потока теплоносителя в водо-водяных реакторах;
- ознакомление с принципами функционирования современной электроэнергетической системы России;
- ознакомление с основными понятиями и аспектами цифровизации электроэнергетической системы России;
- обучение основным принципам и возможностям энергосбережения и повышения энергетической эффективности объектов (на примере дома или квартиры);
- развитие умений и навыков работы с аппаратной и программной частью комплексов Arduino;
- развитие умений и навыков проведения экспериментальных исследований и анализа полученных результатов с помощью лабораторных стендов: «Электротехнический комплекс виртуальной электростанции с возобновляемыми источниками энергии», «ветроэлектрическая станция» и «солнечная фотоэлектрическая станция».

1.2 Ожидаемые результаты

В результате освоения курса «Энергетика»

обучающиеся должны знать:

- базовые термины и определения, используемые в физике ядерных реакторов, гидродинамике, теории теплопереноса;
- основы научной и экспериментальной деятельности;
- основы организации работы в проектной команде при проведении аудиторных занятий и самостоятельной работы;
- виды возобновляемых источников энергии, устройство линий электропередачи, трансформаторных подстанций;
- принципы функционирования рынка электроэнергии в России;
- основные направления интеллектуализации и цифровизации электроэнергетической системы России;

обучающиеся должны уметь:

- обобщать и анализировать научную информацию;
- читать электротехнические схемы и чертежи;
- выполнять подключение и управлять компонентами Arduino;

- анализировать и оценивать полученную в результате экспериментов информацию;
- пользоваться справочной литературой;
- обучающиеся должны владеть:
- навыками публичной презентации результатов исследований и их оформлением в соответствии с требованиями нормативной документации;
- навыками проведения лабораторных измерений и исследований;
- навыками обработки и анализа экспериментальных данных.

2 Программа

2.1 Теоретические занятия 10 класс

Раздел «Атомная энергетика»

(16 ч., по 2 ч. один раз в 2 недели)

I. Энергетика в современном мире (2 ч).

Народонаселение и энергопотребление. Традиционные, альтернативные, возобновляемые, невозобновляемые источники энергии.

II. Ядерная энергетика в современном мире и в России (3 ч).

История развития ядерной энергетики. Место ядерной энергетики в современном мире и в России. Роль атомной энергии в сохранении ресурсов и охране окружающей среды.

III. Ядерные энергетические установки (4 ч).

Классификация ядерных энергетических установок. Атомные электрические станции. Ядерные энергетические установки транспортного назначения. Малая ядерная энергетика.

IV. Ядерный топливный цикл (3 ч).

Ядерное топливо, особенности и основные характеристики. Замкнутый и незамкнутый топливные циклы, достоинства, недостатки.

V. Безопасность ядерных энергетических установок (2 ч).

Анализ безопасности ЯЭУ. Критерии и принципы обеспечения безопасности.

VI. Ядерный реактор (ЯР) (4 ч).

Классификация ЯР. Конструкция. Назначение. Достоинства и недостатки ядерных реакторов различного типа.

Раздел «Умная электроэнергетика»

(16 ч., по 2 ч. один раз в 2 недели)

I. Введение в электроэнергетику (2 ч.)

История российской электроэнергетики и устройство современной электроэнергетической системы России.

II. Генерация электрической энергии и виды электростанций (3 ч.)

Принципы работы тепловых электростанций. Гидроэлектростанции. Электростанции на основе возобновляемых источников энергии (общие положения, ветровые электростанции, солнечные электростанции, использование биотоплива).

III. Технологии передачи и потребления электроэнергии (3 ч.)

Линии электропередачи. Трансформаторные подстанции. Принципы функционирования рынков электроэнергии в России. Понятие качества электроэнергии.

IV. Вопросы повышения энергетической эффективности объектов (3 ч.)

Энергосберегающее освещение. Класс энергетической эффективности приборов и объектов. Использование собственной генерации.

V. Аспекты интеллектуализации и цифровизации электроэнергетики России (5 ч.)

Понятие Smartgrid («интеллектуальная сеть»). Активные потребители электроэнергии. Системы управления в электроэнергетике. Переход к цифровой электроэнергетике.

2.2 Практические занятия 10 класс

Раздел «Атомная энергетика» (16 ч., по 2 ч. один раз в 2 недели)...

№ п/п	Название работы	Количество часов	Примечание
1	Практическая работа №1. Виды радиоактивного излучения.	2	Что такое α -излучение, β -излучение, γ -излучение, нейтронное излучение, рентгеновское излучение
2	Практическая работа №2. Воздействие нейтронного излучения на различные материалы.	4	Воздействие нейтронного излучения на биологические объекты, микроэлектронное оборудование, оптоволокно, использование нейтронного излучения для оценки содержания примесей различных материалов
3	Практическая работа №3. Приборы дозиметрического контроля.	2	Дозиметры рентгеновского, нейтронного, гамма-излучения. Конструкция, принципы работы. Обработка результатов измерений.
4	Практическая работа №4. Лаборатория теплофизики.	2	Знакомство с лабораторией теплофизики, ее основным оборудованием и стендами.
5	Практическая работа №5. Методы и приборы измерения температур.	2	Виды приборов измеряющих температуру. Методики измерения температур.
6	Практическая работа №6. Методы и приборы измерения давления.	2	Виды приборов измеряющих температуру. Методики измерения температур

**Раздел «Умная электроэнергетика»
(16 ч., по 2 ч. один раз в 2 недели)**

№ п/п	Название работы	Количество часов	Примечание
1	Практическая работа №1. Знакомство с аппаратной и программной частью Arduino	2	Что такое Arduino? Возможности и цели платформы. Состав стартового набора. Язык программирования, используемый в Arduino. Изучение среды программирования ArduinoIDE / ArduBlock
2	Практическая работа №2. Схема датчика освещенности	2	Создание датчика освещенности, регулирующего световой поток светодиода
3	Практическая работа №3. Подключение сервопривода	2	Управление сервоприводом при помощи контроллера Arduino
4	Практическая работа №4. Подключение шагового двигателя	2	Управление шаговым двигателем при помощи контроллера Arduino
5	Практическая работа №5. Экспериментальные исследования ветроэнергетической установки	2	Изучение устройства лабораторного стенда «ветроэлектрическая станция»
6	Практическая работа №6. Экспериментальные исследования солнечной фотоэлектрической станции	2	Изучение устройства лабораторного стенда «солнечная фотоэлектрическая станция»
7	Практическая работа №7. Создание системы «Умный дом»	2	Управление жалюзи при помощи шагового двигателя (автоматическое закрытие/открытие отстраивается по времени)
8	Практическая работа №8. Создание системы «Умный дом»	2	Управление климатической системой (включение кондиционера на охлаждение/отопление по данным с датчика температуры)

2.3 Практические занятия 11 класс (68 ч., по 2 ч. один раз в неделю)

Практические занятия для 11 классов подразумевают разработку и реализацию инженерного проекта по актуальным направлениям исследований в сфере энергетики.

№ п/п	Название работы	Количество часов	Примечание
1	Актуальные проблемы энергетики России	4	Исследование актуальных направлений для выбора тематики проекта
2	Введение в исследуемую проблему	4	Презентация проблемы, знакомство с основными аспектами.
3	Анализ существующего состояния. Постановка задач исследования.	4	Выполняется анализ актуального материала по теме исследования
4	Поиск возможных путей решения поставленных задач	4	Рассматриваются методы математического и компьютерного моделирования и их применимость для решения задач проекта
5	Управление рисками проекта	4	Производится анализ рисков и методы их минимизации
6	Теоретическое исследование	8	Выполняется теоретическое исследование по теме проекта
7	Разработка и создание модели исследования	10	Создается модель исследования
8	Экспериментальные исследования	8	При помощи разработанной модели проводятся экспериментальные исследования
9	Экономическая часть проекта	4	Выполняется расчет основных экономических показателей проекта
10	Анализ полученных результатов	4	Выполняется анализ результатов проекта
11	Подготовка презентации	8	Создается презентация для защиты проекта
12	Защита проекта	2	Выполняется командная защита проекта для подготовки к деловой игре

3 Тематическое планирование курса

3.1 Тематическое планирование курса 10 класс

Раздел «Атомная энергетика»

...

Содержание занятий	Кол-во часов
Раздел I. Энергетика в современном мире.	2
Народонаселение и энергопотребление. Традиционные, альтернативные, возобновляемые, невозобновляемые источники энергии.	2
Раздел II. Ядерная энергетика в современном мире и в России.	3
История развития ядерной энергетики. Место ядерной энергетики в современном мире и в России. Роль атомной энергии в сохранении ресурсов и охране окружающей среды.	3
Раздел III. Ядерные энергетические установки.	10
Классификация ядерных энергетических установок. Атомные электрические станции. Ядерные энергетические установки транспортного назначения. Малая ядерная энергетика.	4
Практическая работа №1. Виды радиоактивного излучения.	2
Практическая работа №2. Воздействие нейтронного излучения на различные материалы.	2
Раздел IV. Ядерный топливный цикл.	3
Ядерное топливо, особенности и основные характеристики. Замкнутый и незамкнутый топливные циклы, достоинства, недостатки.	3
Раздел V. Безопасность ядерных энергетических установок.	4
Анализ безопасности ЯЭУ. Критерии и принципы обеспечения безопасности.	2
Практическая работа №3. Приборы дозиметрического контроля.	2
Раздел VI. Ядерный реактор (ЯР) (4 ч).	10
Классификация ЯР. Конструкция. Назначение. Достоинства и недостатки ядерных реакторов различного типа	4
Практическая работа №4. Лаборатория теплофизики.	2
Практическая работа №5. Методы и приборы измерения температур.	2
Практическая работа №6. Методы и приборы измерения давления..	2
Резерв	2
Итого	34

Раздел «Умная электроэнергетика»

Содержание занятий	Кол-во часов
Раздел I. Введение в электроэнергетику	4
История российской электроэнергетики и устройство современной электроэнергетической системы России	2
Практическая работа №1. Знакомство с аппаратной и программной частью Arduino	2
Раздел II. Генерация электрической энергии и виды электростанций	5
Принципы работы тепловых электростанций	1
Гидроэлектростанции	1
Практическая работа №2. Схема датчика освещенности	2
Электростанции на основе возобновляемых источников энергии	1
Раздел III. Технологии передачи и потребления электроэнергии	7
Линии электропередачи	1
Практическая работа №3. Подключение сервопривода	2
Трансформаторные подстанции и понятие качества электроэнергии	1
Принципы функционирования рынков электроэнергии в России	1
Практическая работа №4. Подключение шагового двигателя	2
Раздел IV. Вопросы повышения энергетической эффективности объектов	5
Энергосберегающее освещение	1
Класс энергетической эффективности приборов и объектов	1
Практическая работа №5. Экспериментальные исследования ветроэнергетической установки	2
Использование собственной генерации	1
Раздел V. Аспекты интеллектуализации и цифровизации электроэнергетики России	11
Понятие Smartgrid («интеллектуальная сеть»)	2
Практическая работа №6. Экспериментальные исследования солнечной фотоэлектрической станции	2
Активные потребители электроэнергии	1
Практическая работа №7. Создание системы «Умный дом»	2
Системы управления в электроэнергетике	1
Практическая работа №8. Создание системы «Умный дом»	2
Переход к цифровой электроэнергетике	1

Резерв	2
Итого	34

3.2 Тематическое планирование курса 11 класс

Содержание занятий	Кол-во часов
Актуальные проблемы энергетики России	4
Введение в исследуемую проблему	4
Анализ существующего состояния. Постановка задач исследования.	4
Поиск возможных путей решения поставленных задач	4
Управление рисками проекта	4
Теоретическое исследование	8
Разработка модели исследования	10
Экспериментальные исследования	8
Экономическая часть проекта	4
Анализ полученных результатов	4
Подготовка презентации	8
Защита проекта	2
Резерв	4
Итого	68

4 Структура деятельности

Формы занятий:

- виды занятий: лекция, практическая работа, инженерное проектирование;
- организационная деятельность учащихся: парами, группами, индивидуальная.

Технические и печатные средства обучения:

- демонстрационное оборудование;
- мультимедийная техника;
- компьютерный класс;
- лабораторные стенды;
- наборы Arduino;
- раздаточный материал.

5 Контролирующие материалы

Для своевременной проверки полученных знаний, умений и навыков с целью последующей коррекции на основе лично ориентированного педагогического взаимодействия учителя и обучающегося предлагаются следующие **контрольные материалы**:

- входной контроль;
- практические работы.

Виды контроля знаний:

- практические работы;
- устные и письменные опросы;
- тесты.

Примерный список вопросов для устных и письменных ответов:

Раздел «Атомная энергетика»

1. Место энергетики в современном мире и в России.
2. Традиционные, альтернативные, возобновляемые, невозобновляемые источники энергии.
3. Виды ядерных энергетических установок, их преимущества и недостатки.
4. Ядерное топливо, его достоинства и недостатки по сравнению с другими видами топлива.
5. Барьеры безопасности ядерной энергетической установки
6. Виды радиоактивных излучений и их свойства.
7. Единицы измерения ионизирующих излучений и радиоактивности
8. Назначение и физические принципы работы нейтронного конвертера
9. Назначение и физические принципы работы стенда «Трёхконтурная модель ядерной энергетической установки».
10. Двухфазные потоки
11. Применение вихревых трубок
12. Воздействие нейтронного излучения на биологические объекты.
13. Воздействие нейтронного излучения на микроэлектронное оборудование, Воздействие нейтронного излучения на оптоволокно,
14. Использование нейтронного излучения для оценки содержания примесей различных материалов
15. Приборы дозиметрического контроля
16. Приборы для измерения температуры
17. Приборы для измерения давления

Раздел «Умная электроэнергетика»

1. Назовите основные этапы становления и развития электроэнергетической системы России.
2. В чем заключался план ГОЭЛРО?
3. Какие электростанции относятся к группе тепловых электростанций?

4. В чем заключаются преимущества и недостатки атомных электростанций?
5. Опишите принцип работы гидроэлектростанции.
6. Какие электростанции относятся к возобновляемым источникам энергии?
7. Какой КПД солнечных фотоэлектрических станций?
8. В чем отличия горизонтальных и вертикальных ветровых энергоустановок?
9. Из каких компонентов состоит воздушная линия электропередачи?
10. Опишите принцип работы трансформатора.
11. Какие рынки электроэнергии существуют в России?
12. Что понимается под качеством электроэнергии?
13. Что такое класс энергетической эффективности?
14. Какие положительные эффекты и в чем заключаются проблемы использования собственной генерации?
15. Что понимается под Smartgrid?
16. В чем особенности «активных» потребителей?
17. В чем заключаются основные аспекты перехода к цифровой электроэнергетике?

6Список литературы

6.1 Для преподавателя

1. Возобновляемая энергетика: учеб.пособие / А.Б. Дарьенков [и др.]; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2017. – 214 с.
2. 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.
3. Концепция интеллектуальной электроэнергетической системы с активно-адаптивной сетью: ред. 5.0 / В.Е. Фортов [и др.]. – М.: ОАО «НТЦ Электроэнергетики», 2012. – 220 с.
4. Онищенко, Г.Б. Развитие энергетики России. Направления инновационно-технологического развития / Г.Б. Онищенко, Г.Б. Лазарев. –М.: РСА, 2008. – 200 с.
5. Федоров, О.В. Энергосберегающая политика. / О.В. Федоров, А.Б. Дарьенков. – М.: КНОРУС, 2015. – 294 с.
6. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года: утверждена Распоряжением Правительства РФ от 13 ноя. 2009 года №1715–р.
7. Назаров В.И. Теплотехнические измерения и приборы М.: Техноперспектива, 2008.
8. Медведева Р.В. Средства измерений. М.: Кнорус, 2011.
9. В.И. Бойко, Ф.П. Кошелев. Аргументы и проблемы атомной энергетики. Безопасность, экономика и экология ядерных технологий: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ООО «Компания Янсон», 2001. – 80с.

...

6.2 Для обучающихся

1. Возобновляемая энергетика: учеб.пособие / А.Б. Дарьенков [и др.]; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2017. – 214 с.
2. Энергетика России: проблемы и перспективы // Вестник РАН. -Дневник научной сессии общего собрания РАН. – 2006. – Т. 76. – №5. – С. 387-448.
3. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года: утверждена Распоряжением Правительства РФ от 13 ноя. 2009 года №1715–р.
4. Бруно Комби. Защитники природы за атомную энергию. Библиотека общественного совета Госкорпорации «Росатом». Москва, 2009 – 400 с.
5. Акатов А.А., Гаген-Торн В.К., Доильницын В.А., Коряковский Ю.С., Шашуков Е.А. Мой выбор – атомная наука и техника. Библиотека общественного совета Госкорпорации «Росатом», М. – 2009. – 156 с.
6. Образовательный сайт по атомной энергетике АО «Концерн Росэнергоатом» <http://www.education.rosenergoatom.ru/>.
7. Музей атомной энергетике <http://www.museum.rosenergoatom.ru/>.
8. Боровик А.С., Малышевский В.В., Янчевский С.Н. Знакомьтесь: атомная станция – эффективность, безопасность, надежность. <http://www.ecoatominf.ru/>.

1 Пояснительная записка

Специальный заказ на образование лиц включает запросы базовых вузов, к которым относится НГТУ им. Р.Е. Алексеева. Основой развития промышленности, транспорта, сельского хозяйства, как Нижегородской области, так и России в целом, является энергетика. В настоящее время, одна из важнейших проблем энергетической отрасли России - потребность в квалифицированных специалистах. Современная энергетика требует профессионалов высокой степени квалификации, образованных и обладающих широким спектром компетенций, умеющих ориентироваться в потоке поступающей информации, способных грамотно и мобильно решать сложные производственные задачи при постоянно изменяющихся условиях. Это делает необходимым взаимодействие учебных заведений для выстраивания эффективных образовательных траекторий.

Поэтому для выполнения учебного плана лицей необходима разработка авторских программ для школьников старшего звена.

Для 10-11 классов разработана программа, включающая теоретические и практические разделы в области технологий современной энергетике.

Курс «Энергетика» для 10 классов состоит из двух частей: «Атомная энергетика» (32 часа) и «Умная электроэнергетика» (32 часа).

В «Атомной энергетике» рассматриваются:

- различные виды ядерных энергетических установок (ЯЭУ);
- ядерные топливные циклы;
- вопросы безопасности атомной энергетике.

В «Умной электроэнергетике» рассматриваются:

- особенности различных видов электростанций, технологии передачи и потребления электроэнергии, рынки электроэнергии;
- вопросы цифровизации электроэнергетической системы, в том числе понятие Smartgrid, возобновляемые источники энергии, активные потребители;
- основные аспекты энергосберегающих технологий: классы энергетической эффективности, качество электрической энергии, энергосберегающее освещение.

Для 11 класса разработан специальный блок (68 часов), являющийся продолжением программы 10 класса и состоящий из практических занятий в формате инженерного проектирования.

Программа содержит описание основных требований к знаниям и умениям обучающихся, перечень практических работ для каждого раздела. В конце программы приведен список рекомендуемой литературы для преподавателей, в которой раскрыты вопросы методики изложения отдельных разделов курса. В программе дано примерное распределение времени на изучение тем, которое преподаватель имеет право изменить в зависимости от методики преподавания и особенностей класса.

Основная цель изучения курсов – приобретение знаний и навыков для подготовки к решению задач в последующей профессиональной деятельности с учетом современных тенденций и направлений развития энергетической отрасли России.

1.1 Задачи курса

Курс «Энергетика» для 10 класса состоит из двух частей: «Атомная энергетика» (16 часов теоретических и 16 часов практических занятий) и «Умная электроэнергетика» (16 часов теоретических и 16 часов практических занятий), 4 часа составляют резерв. Для 11 класса курс «Энергетика» включает 68 часов практических занятий в формате инженерного проектирования (4 часа составляют резерв).

Задачами курса «Энергетика» являются:

- формирование у обучающихся общих представлений о ядерной энергетике, ядерном топливе, радиоактивном излучении, гидродинамике, процессах теплообмена.
- формирование навыков работы с приборами и оборудованием, используемыми для исследования и контроля радиоактивных излучений, гидродинамики и теплообмена потока теплоносителя в водо-водяных реакторах;
- ознакомление с принципами функционирования современной электроэнергетической системы России;
- ознакомление с основными понятиями и аспектами цифровизации электроэнергетической системы России;
- обучение основным принципам и возможностям энергосбережения и повышения энергетической эффективности объектов (на примере дома или квартиры);
- развитие умений и навыков работы с аппаратной и программной частью комплексов Arduino;
- развитие умений и навыков проведения экспериментальных исследований и анализа полученных результатов с помощью лабораторных стендов: «Электротехнический комплекс виртуальной электростанции с возобновляемыми источниками энергии», «ветроэлектрическая станция» и «солнечная фотоэлектрическая станция».

1.2 Ожидаемые результаты

В результате освоения курса «Энергетика»

обучающиеся должны знать:

- базовые термины и определения, используемые в физике ядерных реакторов, гидродинамике, теории теплопереноса;
- основы научной и экспериментальной деятельности;
- основы организации работы в проектной команде при проведении аудиторных занятий и самостоятельной работы;
- виды возобновляемых источников энергии, устройство линий электропередачи, трансформаторных подстанций;
- принципы функционирования рынка электроэнергии в России;
- основные направления интеллектуализации и цифровизации электроэнергетической системы России;

обучающиеся должны уметь:

- обобщать и анализировать научную информацию;
- читать электротехнические схемы и чертежи;
- выполнять подключение и управлять компонентами Arduino;

- анализировать и оценивать полученную в результате экспериментов информацию;
- пользоваться справочной литературой;
- обучающиеся должны владеть:
- навыками публичной презентации результатов исследований и их оформлением в соответствии с требованиями нормативной документации;
- навыками проведения лабораторных измерений и исследований;
- навыками обработки и анализа экспериментальных данных.

1. ww.ecoatominf.ru/.