

**Муниципальное общеобразовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа №30» г. Сыктывкара  
(МОУ «СОШ № 30» г. Сыктывкара)  
«30 №-а шөр школа»  
Сыктывкарса муниципальной велөдан учреждение  
(«30 №-а ШШ» МВУ»)**

**Рассмотрено:**

на заседании ШМО  
учителей математики, физики, информатики  
11.04.2024г., протокол №3

**Утверждено:**

приказом по школе  
от 18.04.2024 г. № 04/302

**Дополнительная образовательная программа по физике  
с использованием оборудования детского технопарка  
«Школьный Кванториум»  
7 - 9 классы**

**«Энергетика»**

Количество часов – 1ч/10ч



## Энергетика

Целью изучения данной программы является систематизация, обобщение и углубление знаний о способах получения и использования энергии; применение знаний в исследовательской и конструкторской деятельности.

### Планируемые результаты освоения программы

Для достижения поставленной цели планируется достижение личностных, метапредметных (познавательных, регулятивных, коммуникативных) и предметных результатов.

#### Личностные:

- формирование профессионального самоопределения, ознакомление с миром профессий, связанных с работой в энергетической сфере;
- формирование умения работать в команде;
- развитие внимательности, настойчивости, целеустремленности, умения преодолевать трудности;
- формирование навыков анализа и самоанализа.

#### Предметные:

- формирование основных понятий в сфере энергетики;
- формирование основных приемов решения задач энергетической сферы.

#### Метапредметные:

- освоение способов решения проблем творческого характера в жизненных ситуациях;
- формирование умений ставить цель — создание творческой работы, планирование достижения этой цели, создание вспомогательных эскизов в процессе работы;
- использование средств информационных и коммуникационных технологий для решения коммуникативных, познавательных и творческих задач;
- формирование умения аргументировать свою точку зрения на выбор способов решения поставленной задачи.



## Тематическое планирование с определением основных видов деятельности

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся на уроке/внеурочном занятии	Использование оборудования
1	Основы энергетики	Создание представления о производстве энергии; сравнение особенностей развития энергетики в экономически развитых и развивающихся странах; значение отрасли в жизни человека.	Формирование основных понятий в области энергетики	1	Слушают объяснения педагога. Наблюдают за работой педагога. Отвечают на контрольные вопросы	Атлас, тетрадь, дидактический материал (карточки с заданиями, таблицы, раздаточный материал, схемы)
2	Электротехника	Знакомство со значением электроэнергетики, энергосистемами, видами электростанций. Влияние энергетики на окружающую среду.	Формирование представлений о значении электроэнергетики, развитие умения работать с картами	1	Слушают объяснения педагога. Наблюдают за работой педагога. Отвечают на контрольные вопросы	Физическая карта России, карта энергетики России, атласы
3	Традиционная тепловая энергетика	Свойства угля как источника энергии, его плюсы и минусы, степень воздействия угольной промышленности на окружающую среду. Энергетические альтернативы. Нефть как источник энергии. Будущее этого источника, возможная альтернатива. Свойства природного газа в качестве источника энергии, будущее этого источника, возможные альтернативы. Методы энергосбережения, которые может использовать каждый.	Формирование представлений о традиционных источниках теплотехники	1	Слушают объяснения педагога. Наблюдают за работой педагога. Отвечают на контрольные вопросы	Древесный уголь, спиртовка, колба, известковая вода, растительное масло, вода, стакан, соль
4	Выработка тепловой и электрической энергии для ТЭС	Знакомство с видами тепловых электрических станций, оборудованием ТЭС. Сравнение ТЭС и АЭС.	Формирование представлений о видах тепловых электрических станций	1	Слушают объяснения педагога. Наблюдают за работой педагога. Отвечают на контрольные вопросы	Компьютер, проектор, презентация, карточки с заданиями, атлас



5	Источники света. Отражение света	Освещение как сфера энергопотребления. Использование новых технологий для экономии энергии, семейного бюджета и снижения воздействия на окружающую среду.	Формирование представлений об основных источниках света	1	Слушают объяснения педагога. Наблюдают за работой педагога. Отвечают на контрольные вопросы	Компьютер, проектор, интерактивная доска
6	Экология и энергосбережение	Развитие навыков энергосбережения. Знакомство с эффективными способами энергосбережения.	Формирование основных понятий в экологии и энергосбережении	1	Слушают объяснения педагога. Наблюдают за работой педагога. Отвечают на контрольные вопросы	Компьютер, проектор, презентация, карточки с заданиями
7	Топливные элементы	Основные топливные элементы, их плюсы и минусы.	Формирование основных понятий в сфере топливных элементов	1	Слушают объяснения педагога. Наблюдают за работой педагога. Отвечают на контрольные вопросы	Компьютер, проектор, интерактивная доска
8	Ветровая энергетика	Ветровая энергетика как источник возобновляемой энергии, её плюсы и минусы. Опыт, демонстрирующий принцип работы ветрогенератора (ветряка)	Формирование основных понятий в сфере ветровой энергетики	1	Слушают объяснения педагога. Наблюдают за работой педагога. Отвечают на контрольные вопросы	Бумага формата А4, тонкие гвоздики с широкой шляпкой, ножницы
9	Солнечная энергия	Солнце как источник энергии, опыт по использованию энергии солнца. Плюсы и минусы этого источника, его особенности	Формирование основных понятий в сфере солнечной энергии	1	Слушают объяснения педагога. Наблюдают за работой педагога. Отвечают на контрольные вопросы	Две пластиковые бутылки: черная и прозрачная (или белая), термометр, вода
10	Биоэнергетика	Биоэнергетика как источник возобновляемой энергии. Возможности использования биоэнергетики в регионе.	Формирование основных представлений о биоэнергетике	1	Слушают объяснения педагога. Наблюдают за работой педагога. Отвечают на контрольные вопросы	Две бутылки, дрожжи, сахар, воздушный шар, медицинская перчатка, теплая вода
Итого:				10		



## Формы контроля

Во время обучения по программе предполагается проведение текущего, промежуточного и итогового контроля.

Текущий контроль проводится на каждом занятии с целью выявления правильности применения теоретических знаний на практике. Текущий контроль может быть реализован посредством следующих форм: наблюдение, индивидуальные беседы, тестирование, творческие работы, практические работы, контрольные вопросы и т. д.

Промежуточный контроль проводится в рамках промежуточной аттестации после изучения нескольких модулей в виде подготовки и защиты творческих (проектных) работ, соревнований и состязаний.

Каждый ученик получает индивидуальное задание.

- Тепловые двигатели на Земле.
- Использование двигателей в космосе.
- Геотермальная энергия и её использование.
- Энергия ядерного деления и её использование.
- Водородная энергетика и перспективы её использования.

## Планы учебных занятий

### Урок 1 «Основы энергетики»

**Тип урока:** комбинированный.

**Цель урока:** формирование основных понятий в области энергетики.

**Планируемые результаты:**

- формирование представления о производстве энергии;
- формирование умения сравнивать особенности развития энергетики в экономически развитых и развивающихся странах;
- умение объяснять значение отрасли в жизни человека;
- формирование аналитических способностей учащихся через работу с дидактическим материалом;
- воспитание бережного отношения к окружающей среде.

**Время реализации:** 1 академический час.

**Средства обучения:** атлас, тетрадь, дидактический материал (карточки с заданиями, таблицы, раздаточный материал, схемы).

**Основные понятия:** энергетика, энергетические ресурсы, теплоэнергетика, электроэнергетика

#### Ход урока

I. Этап постановки проблемы — 2 мин.

*Постановка проблемы.*

Что такое энергетика и какие виды деятельности она включает? Как производится тепловая и электрическая энергия и какие типы электростанций существуют? Особенности размещения тепловой, атомной и гидроэнергетики. Какое воздействие оказывает энергетика на окружающую среду?

II. Этап изучения нового материала — 18 мин.

*Деятельность учителя:* знакомит обучающихся с новым материалом с использованием презентационных материалов.

*Деятельность учащихся:* слушают объяснение учителя, выполняют задания.



### Дидактические материалы

Энергетика — ведущая отрасль мирового хозяйства, так как она снабжает все остальные отрасли топливом и энергией. От уровня развития энергетики во многом зависит уровень развития хозяйства любого государства. Энергетика — это целый комплекс разных отраслей. Страны, которые добывают и поставляют топливные ресурсы на мировой рынок, получают большие экономические выгоды, денежную прибыль.

Состав энергетики.

Энергетика — основа современного хозяйства. С развитием промышленности, сельского хозяйства, транспорта и строительства растёт потребность в энергии. Обеспечение энергией является важнейшим фактором, который определяет экономическое и социальное развитие любой страны.

Любая хозяйственная деятельность человека основана на использовании двух основных видов энергии: тепловой и электрической. Производством этих видов энергии для нужд общества и занимается энергетика.

Энергетика — это совокупность видов хозяйственной деятельности, которые обеспечивают производство, преобразование и доставку потребителю разных видов энергии.

Производство тепловой и электрической энергии основано на использовании различных видов природной энергии, которые называются первичными источниками энергии. Это может быть энергия Солнца, ветра, движущейся воды, энергия химических связей различных органических (углеводородных) соединений: угля, нефти, природного газа, древесины. Задача энергетики состоит в том, чтобы преобразовать энергию, сосредоточенную в природных источниках, в необходимую обществу тепловую (горячая вода, пар) и электрическую энергию.

В составе современной энергетики обычно выделяют две основные отрасли.

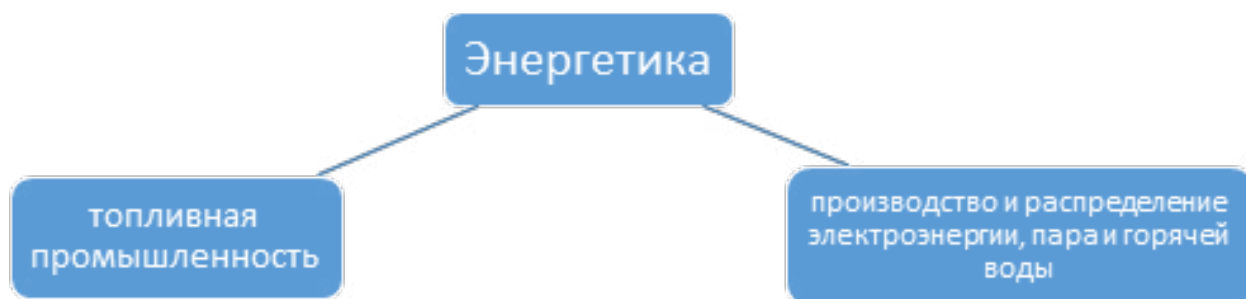


Рис. 114. Опорная схема. Состав энергетики

Топливная промышленность занимается производством нефтепродуктов, кокса, ядерных материалов. Продукция топливной промышленности (бензин, дизельное топливо, керосин) используется в дальнейшем в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания, а также в теплоэнергетике (топочный мазут), атомной энергетике (ядерные материалы) и металлургии (кокс).

Основные виды минерального топлива, которые используются современным обществом, — уголь, нефть и природный газ. Уголь и природный газ могут использоваться в качестве топлива сразу после добычи без специальной переработки. Нефть же непосредственно в качестве топлива не используется. На нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) из неё сначала получают бензин, дизельное топливо, керосин, топочный мазут, которые используются в качестве топлива. Точно также из урановых руд сначала получают ядерные материалы, которые в дальнейшем могут использоваться в качестве топлива на атомных электростанциях.



Вторая отрасль в составе энергетики — производство и распределение электроэнергии, пара и горячей воды. Она объединяет различные типы предприятий, которые на основе использования продукции топливной промышленности, а также различных природных источников энергии производят и распределяют тепловую (горячую воду, пар) и электрическую энергию.

Производство электроэнергии. Типы электростанций.

Электроэнергетика — эта отрасль тяжёлой промышленности, которая объединяет производство электроэнергии на электростанциях разных типов и передачу её потребителям.

В настоящее время существуют разные технологии получения электрической энергии. Тип электростанций, на которых её производят, зависит от того, какой источник энергии используется для получения электрической энергии. Самыми распространёнными в мире являются тепловые электростанции, на которых вырабатывается более 60% всей электроэнергии

На гидроэлектростанциях (ГЭС) для производства электрической энергии используется энергия движущейся воды. Большинство ГЭС строится на крупных реках. На ГЭС в современном мире вырабатывается около 16% всей электроэнергии.

Третьим основным типом электростанций являются атомные электростанции. На АЭС используется специальное ядерное топливо, которое получают на основе обогащённого урана. АЭС, наряду с ГЭС, также относятся к числу наиболее мощных электростанций. Удельный вес АЭС в производстве электроэнергии в мире примерно такой же, как и у ГЭС — около 16%.

III. Этап проверки понимания и первичного закрепления — 15 мин.

Учитель предлагает учащимся ответить на вопрос.

Как вы думаете, что является недостатком электрической энергии как продукции?

*Ответ.* Наиболее существенным недостатком электрической энергии как продукции является невозможность производить её в больших объёмах про запас. Вся произведённая электрическая энергия должна быть потреблена.

Работа в группах. Класс делится на четыре группы, каждая получает задание.

Группа, используя предложенный текст, изучает новый материал и на основе анализа материала, готовит сообщение по вопросам.

География тепловой (атомной, гидроэнергетики). Воздействие данного вида энергетики на окружающую среду.

### Группа 1

1. Факторы размещения тепловых электростанций.
2. Воздействие тепловой энергетики на окружающую среду.
3. Какие возможны негативные последствия строительства и эксплуатации ТЭС?

Текст. Наиболее распространённым типом электростанций является ТЭС. Наиболее крупные ТЭС построены в районах добычи угля (Китай, США, Россия, Индия, Польша), а также в основных районах потребления энергии (в крупных населённых пунктах, промышленных центрах). Самая крупная ТЭС в мире Tuoketuo находится в Китае.

Тепловую энергетику считают одним из основных загрязнителей атмосферного воздуха. Для выработки электроэнергии на ТЭС сжигается минеральное топливо — уголь, природный газ, мазут. В результате сжигания образуются различные газы, которые, попадая в атмосферу, загрязняют её.





## Группа 2

1. Факторы размещения гидроэлектростанций.
2. Воздействие гидроэнергетики на окружающую среду.
3. Какие возможны негативные последствия строительства и эксплуатации ГЭС?

Текст. Наибольшим гидроэнергетическим потенциалом обладают горные и крупные полноводные реки. Поэтому крупнейшие ГЭС построены в тех странах, которые обладают такими условиями: Китай, Россия, США, Бразилия, Уругвай, Норвегия. В некоторых из этих стран (Норвегия, Бразилия) на ГЭС производится большая часть электроэнергии. ГЭС относятся к числу самых мощных электростанций мира. Крупнейшая ГЭС мира — «Санься» (Три ущелья) — расположена в живописном районе трех ущелий на третьей по длине в мире реке Янцзы (Китай).

Воздействие гидроэнергетики на окружающую среду связано со строительством плотин и созданием перед плотинами крупных водохранилищ. При этом происходит затопление больших территорий, что приводит к уничтожению существующих там растений и животных.

## Группа 3

1. Факторы размещения атомных электростанций.
2. Воздействие атомной энергетики на окружающую среду.
3. Какие возможны негативные последствия строительства и эксплуатации АЭС?

Текст. Атомная энергетика является высокотехнологичным производством. Только страны с высоким уровнем развития науки и технологий способны осуществлять обогащение урана (производить ядерное топливо), строить ядерные реакторы, утилизировать отходы ядерной энергетики. Поэтому большинство АЭС построено в странах с высоким уровнем экономического развития: США, Япония, Франция. Значительное развитие получила атомная энергетика в России и Китае. Самая крупная АЭС в мире — Касивадзаски-Карива (Япония).

Главной опасностью развития атомной энергетики для окружающей среды является её радиационное загрязнение. Оно может происходить в случае аварий на АЭС, а также при утилизации и захоронении отходов атомной энергетики. Результатом воздействия радиации на живые организмы является возникновение различных заболеваний и гибель. Поэтому основной задачей в развитии атомной энергетики является обеспечение безопасности функционирования АЭС. Из-за ряда аварий, произошедших на АЭС в последние десятилетия, многие страны мира отказываются от развития атомной энергетики.

## Группа 4.

1. В чём различие между традиционной и альтернативной энергетикой? Чем обусловлена необходимость развития альтернативной энергетики?
2. Факторы размещения альтернативной энергетики.
3. Воздействие альтернативной энергетики на окружающую среду.

Текст. В настоящее время, с целью уменьшения отрицательного воздействия традиционной энергетики на окружающую среду, развивается альтернативная энергетика. Она основана на использовании для производства электроэнергии возобновляемых природных источников энергии — энергии Солнца и энергии ветра. Наиболее значительных масштабов альтернативная энергетика достигла в высокоразвитых в экономическом отношении странах. Например, в Германии ветроэнергетика в 2018 г. произвела столько же электроэнергии, сколько ТЭС, работающие на угле.

Отчет работы групп (выступление учеников).





IV. Этап контроля усвоения и коррекции ошибок — 5 мин.

*Контрольные вопросы.*

1. Что такое энергетика?

*Ответ.* Энергетика — это совокупность видов деятельности, которые обеспечивают производство (генерирование), преобразование (трансформацию) и доставку разных видов энергии потребителю.

2. В чем заключается задача энергетики?

*Ответ.* Задача энергетики состоит в том, чтобы преобразовать энергию, сосредоточенную в природных источниках, в необходимую обществу тепловую (горячая вода, пар) и электрическую энергию.

3. Какие основные отрасли выделяют в составе современной энергетики?

*Ответ.* Основу энергетики составляют топливная промышленность и электроэнергетика, производящие тепловую и электрическую энергию.

4. Какие существуют технологии получения электрической энергии в настоящее время?

*Ответ.* Большая часть электрической энергии в настоящее время производится на ТЭС, ГЭС и АЭС.

V. Этап рефлексии деятельности на уроке — 2 мин.

Учитель спрашивает учащихся об их впечатлениях от урока, что понравилось, а что осталось непонятно.

VI. Информация о домашнем задании, инструктаж по его выполнению — 3 мин.

*Задание 1.*

*Творческое задание.* Где в России наиболее благоприятные условия для развития солнечной и ветровой энергетики?

Источник: <https://infourok.ru/uchebniy-urok-po-temeenergetika-3667018.html>

## Урок 2 «Электроэнергетика»

**Тип урока:** комбинированный.

**Цель урока:** формирование представлений о значении электроэнергетики, развитие умения работать с картами.

**Планируемые результаты:**

- знакомство со значением электроэнергетики, энергосистемами, видами электростанций;
- развитие умения работать с картами и делать выводы, выявлять закономерности;
- влияние энергетики на окружающую среду.

**Время реализации:** 1 академический час.

**Средства обучения:** физическая карта России, карта энергетика России, атласы.

**Основные понятия:** электроэнергетика, электростанция, ЛЭП, ТЭС, ГЭС, АЭС.

Ход урока

I. Этап постановки проблемы — 2 мин.

*Постановка проблемы.*

Перечислите, что (кто) не может существовать или функционировать без электроэнергетики? Где производится электроэнергия?

II. Этап изучения нового материала — 23 мин.

*Деятельность учителя:* знакомит обучающихся с новым материалом с использованием презентационных материалов.

*Деятельность учащихся:* слушают объяснение учителя, выполняют задания.



### *Дидактические материалы*

Электроэнергетика — отрасль, которая производит электроэнергию на электростанциях, и передаёт её на расстояние по линиям электропередач (ЛЭП).

Без электроэнергии жизнь современного общества невозможна. Электроэнергетика относится к числу отраслей, от которых зависит развитие научно-технической революции, поэтому по темпам развития она должна опережать всё хозяйство.

Производство электроэнергии в России пока не достигло уровня 1990г. Сейчас оно составляет чуть более 900 млрд кВт.ч (4 место в мире). Это связано с падением потребления электроэнергии, вызванным социально-экономическим кризисом.

Электроэнергия производится на электростанциях различных типов. Каждый из них имеет свои технико-экономические особенности и факторы размещения. Ведущими являются ТЭС, ГЭС, АЭС.

Виды электростанций.

*Тепловые электростанции и их недостатки.*

Тепловые электростанции работают на угле, газе, мазуте, торфе, поэтому их можно строить в разных районах страны. ТЭС строят быстро, и обходится строительство дешевле, чем строительство АЭС и ГЭС. Их мощность может быть очень большой. Это позволяет получать дешёвую электроэнергию. Крупнейшая по мощности ТЭС страны — Сургутская (4,8 млн. кВт).

Размещение ТЭС зависит от качества топлива, на котором они работают. Топливо низкого качества (торф, сланцы, бурый уголь) перевозить на большие расстояния не выгодно. В этих случаях ТЭС создают непосредственно в районах его добычи (Кузбасс, Канско-Ачинский бассейн). Высококачественное топливо (природный газ, мазут) можно транспортировать достаточно далеко. Поэтому его используют на ТЭС, построенных в районах с большим потреблением электроэнергии, но бедных собственными ресурсами (Европейский Центр и др.).

Разновидностью тепловых станций являются теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), которые кроме электроэнергии вырабатывают тепло. ТЭЦ строят в городах, так как горячий пар и вода передаются на расстояние не более 20-30 км (горячая вода остывает).

Работа с картой.

Найдите на карте атласа не менее 5 крупных ТЭС России.

Недостатки ТЭС:

- Работают на невозобновляемых ресурсах.
- Дают много отходов (самые чистые ТЭС на газе).
- Режим работы меняется медленно (для разогрева котла необходимо 2-3 суток).
- Энергия дорогая, т. к. для эксплуатации станции, добычи и транспортировки топлива требуется много людей (затраты на зарплату).

*Гидроэнергетика и её недостатки.*

По величине гидроэнергетического потенциала, который может быть использован в энергетике, Россия занимает 2-е место после Китая — 850 млрд. кВт ч в год. Но он сейчас используется только на 18%. Подавляющая его часть сосредоточена в Восточной Сибири (41%) и на Дальнем Востоке (35%). В других странах уровень использования гидроэнергетического потенциала гораздо выше: во Франции — 90%, Германии, Швеции — 65%, Китае, Индии — 20 — 45%.

ГЭС выгоднее строить на реках с большим падением и расходом воды. Главное достоинство ГЭС — использование возобновляемого вида энергоресурсов, поэтому они производят самую дешёвую электроэнергию. Работа ГЭС позволяет экономить 60 млн. т



топлива в год. Она снижает выбросы в атмосферу. Мощность ГЭС больше, чем у ТЭС (Саянская — 6,4 млн. кВт, Красноярская — 6 млн. кВт).

Недостатки ГЭС:

- Длительное и дорогое строительство (крупные ГЭС строят 15–20 лет).
- Строительство ГЭС сопровождается затоплением огромных площадей и плодородных земель. В зоне затопления оказываются сотни деревень и даже городов.
- Водохранилища изменяют режим рек (регулируют сток), влияют на климат.
- Плотины преграждают путь естественным миграциям рыб. Вода, прошедшая через турбину гидроэлектростанции, становится «мертвой», так как в ней погибают все микроорганизмы.
- Вода в водохранилище быстро загрязняется, так как идет накопление отходов.
- Работа с картой.
- Найдите на карте и назовите ГЭС на Волге.
- Найдите на карте ГЭС на реке Енисей и Ангаре.

*Атомная энергетика и её недостатки.*

Мощность атомных электростанций (АЭС) и производство электроэнергии на них постоянно растут. АЭС строят там, где нет традиционных видов топлива, гидроэнергоресурсов, нет дорог, а энергия нужна (европейская часть России, Чукотка). АЭС работают на ядерном топливе (уран, плутоний). Из 1 кг ядерного топлива выделяется столько же энергии, сколько образуется при сжигании 3000 т каменного угля. Для работы ядерного реактора в течение нескольких лет достаточно загрузить в него 20–30 т ядерного топлива.

Недостатки АЭС.

- Риск экологических катастроф от аварий на АЭС очень велик. Примером может служить авария на Чернобыльской АЭС в 1986г.
- Проблемы переработки и хранения радиоактивных отходов.

Работа с картой.

Найдите на карте АЭС России.

Энергосистема — группа электростанций разных типов, объединённых линиями электропередачи (ЛЭП) и управляемых из одного центра. В России существует несколько крупных энергосистем: Центральная, Уральская, Сибирская и др. Большая их часть входит в состав Единой энергосистемы России (ЕЭС).

Цель энергосистем:

- надёжное обеспечение энергией;
- покрытие пиковых нагрузок;
- можно использовать разницу во времени на территории России (на одной территории ночь и минимум потребления электроэнергии, а на другой вечер и пик потребления).

III. Этап проверки понимания и первичного закрепления — 5 мин.

*Контрольные вопросы.*

- Каковы перспективы развития энергетики?

*Ответ.*

1. Необходимо шире использовать неисчерпаемые источники энергии.
  2. Строить мини ГЭС на притоках крупных рек.
  3. Применять энергосберегающие технологии в экономике.
- Что может считаться самым негативным последствием добычи и использования нефти?



*Ответ.* И добыча, и транспортировка, и переработка нефти сопряжены с вредными воздействиями на окружающую среду. Часто происходят разливы в результате её утечки из скважин или транспортировке. Время от времени мы видим, какой вред наносят окружающей среде аварии нефтяных танкеров.

IV. Этап контроля усвоения и коррекции ошибок — 10 мин.

Учитель задаёт вопросы ученикам.

*Пример контрольных вопросов.*

- Какой тип электростанций в России преобладает?
- В чем отличие ТЭС от ТЭЦ?
- Каков принцип размещения ТЭС?
- В чём преимущества и недостатки ТЭС?
- Где можно строить ГЭС?
- В чём преимущества и недостатки ГЭС?
- В чём преимущества АЭС?
- Что называется энергосистемой?

V. Этап рефлексии деятельности на уроке — 2 мин.

Учитель спрашивает учащихся об их впечатлениях от урока, что понравилось, а что осталось непонятно.

VI. Информация о домашнем задании, инструктаж по его выполнению — 3 мин.

*Задание.*

Подготовить ответы на вопросы.

- Какие электростанции работают в нашем городе?
- Какие экологические проблемы характерны для нашего города?
- Каковы перспективы развития энергетики в городе?

Источник: <https://nsportal.ru/shkola/geografiya/library/2015/08/26/elektroenergetika>

### Урок 3. Традиционная теплоэнергетика

**Тип урока:** комбинированный.

**Цель урока:** формирование представления о традиционных источниках теплоэнергии.

**Планируемые результаты:**

- познакомить со свойствами угля как источника энергии, рассмотреть его плюсы и минусы;
- рассмотреть степень воздействия угольной промышленности на окружающую среду, а также энергетические альтернативы;
- рассмотреть нефть как источник энергии, будущее этого источника, возможные альтернативы;
- рассмотреть свойства природного газа в качестве источника энергии, будущее этого источника, возможные альтернативы;
- познакомить с методами энергосбережения, которые может использовать каждый.

**Время реализации:** 1 академический час.

**Средства обучения:** древесный уголь, спиртовка, колба, известковая вода, растительное масло, вода, стакан, соль.

**Основные понятия:** теплоэнергетика.

Ход урока

I. Этап постановки проблемы — 2 мин.

*Постановка проблемы.*

Как образуются уголь, газ и нефть в природе? Расскажите, где можно использовать данное топливо и с какой целью?



II. Этап изучения нового материала — 18 мин.

*Деятельность учителя:* знакомит обучающихся с новым материалом с использованием презентационных материалов.

*Деятельность учащихся:* слушают объяснение учителя, выполняют задания.

### **Дидактические материалы**

Природный уголь представляет собой продукт разложения болотных растений (их возраст — до 300 млн. лет). Растения отмирали, погружались в болото и были погребены под слоями песка.

Еще 50 лет назад уголь был самым важным энергоисточником в мире. В 1985 году уголь давал 31% производимой человечеством энергии. Уголь удобен для производства электричества и других промышленных процессов. Он даёт относительно дешёвую энергию в странах, где этот энергоисточник доступен.

Нефть — уникальное творение природы. Это сложная смесь углеводородов, представляющая собой продукт разложения одноклеточных растений и организмов, живших сотни миллионов лет назад.

Погибая, они формировали отложения на глубинах от 30 метров до 8 километров. Нефть не только источник энергии, но и сырьё для нефтехимической промышленности, производства пластмасс и даже лекарств. Однако около 90% добываемой нефти используют в качестве топлива.

Природный газ, как нефть и уголь, образовался в земле из останков растений и мелких животных. Содержание энергии в природном газе почти такое же высокое, как в нефти. 25% энергии в мире вырабатывается из природного газа.

III. Этап проверки понимания и первичного закрепления — 15 мин.

*Практическое задание 1.* «Ловцы CO<sub>2</sub>».

Предлагаем провести опыт со сжиганием угля.

Для этого надо раскалить кусочек древесного угля на пламени спиртовки. На воздухе уголь едва тлеет, потому что кислорода в атмосфере всего 20%. В колбе с кислородом уголь раскаляется, и при сгорании углерода образуется углекислый газ. Добавим в колбу с газом известковую воду. Вода мутнеет.

*Вопрос:* почему это происходит?

Объяснение опыта. Известковая вода (Ca(OH)<sub>2</sub>) используется для обнаружения углекислого газа (CO<sub>2</sub>). При взаимодействии известковой воды с углекислым газом происходит реакция:

$CO_2 + Ca(OH)_2 = CaCO_3 + H_2O$ . Карбонат кальция (CaCO<sub>3</sub>) выпадает в осадок (белый), происходит качественная реакция: помутнение известковой воды.

Обсуждение опыта с учащимися.

Нужно обратить внимание на то, что эта реакция демонстрирует одно из самых негативных последствий использования угля — выбросы CO<sub>2</sub>. Уголь отличается от природного газа и нефтепродуктов более низкой удельной теплотой сгорания, при этом выделяя большее количество углекислого газа. К тому же при сгорании угля в атмосферу выбрасывается огромное количество вредных веществ.

*Практическое задание 2.* «Нефтяные загрязнения».

Сначала можно задать вопрос: что может считаться самым негативным последствием добычи и использования нефти?

*Ответ.* И добыча, и транспортировка, и переработка нефти сопряжены с вредными воздействиями на окружающую среду. Часто происходят разливы в результате её утечки из скважин или транспортировке. Время от времени мы видим, какой вред наносят окружающей среде аварии нефтяных танкеров.



Предлагаем провести опыт.

### Инструкция

1. Заполните стакан до половины водой.
2. Налейте в стакан растительное масло, так чтобы заполнить стакан приблизительно на 2/3.
3. Обратите внимание на то, что масло и вода не смешиваются, и что масло всплывает на поверхность.
4. Добавьте примерно 2 столовые ложки соли.
5. Пронаблюдайте, что происходит.
6. Снова добавьте соли и понаблюдайте, что происходит.

Объяснение опыта. Вода и масло не смешиваются; их называют несмешивающиеся жидкости. Вода обладает большей плотностью по сравнению с маслом и поэтому она находится внизу, а масло всплывает наверх.

У соли плотность больше, чем у воды и масла. Поэтому, когда вы добавляете соль, она опускается на дно. К соли прилипают капельки масла и уносятся на частицах соли на дно. После растворения соли в воде капельки масла освобождаются и поднимаются наверх через воду. Соль может также захватить некоторые частицы воздуха, которые после растворения крупинок соли поднимутся наверх сквозь обе жидкости.

Обсуждение опыта с учащимися.

Этот опыт показывает, что, если жидкости не смешиваются, более лёгкая в конечном итоге плавает на поверхности, даже если она временно окажется на глубине. Это одна из причин, по которой урон от утечек нефти настолько серьезен, а последствия утечек так сложно ликвидировать. Нефть плавает на поверхности океана и пачкает всех животных, которые с ней соприкасаются. Она остается в перьях птиц, в результате чего те не могут летать. Птицы также отравляются нефтью, когда они пытаются клювом почистить свои перья.

IV. Этап контроля усвоения и коррекции ошибок — 5 мин.

Работа в группах. Класс делится на две группы, каждая получает задание.

Задание группам «Альтернатива ископаемому топливу». Придумать и записать, какими мерами можно снизить потребление нефти и какими источниками энергии можно заменить нефть, чтобы снизить выбросы  $\text{CO}_2$ .

*Ответы.*

Потребление нефти и нефтепродуктов можно снизить всеми мерами сбережения энергии и повышения энергоэффективности. Нефть нельзя заменить углём или дровами, потому что удельная теплота сгорания у них намного ниже, чем у нефти, и для получения того же количества энергии пришлось бы сжигать намного больше топлива. Газ и нефть сравнимы по выбросам  $\text{CO}_2$  на единицу вырабатываемой энергии, поэтому заменять нефть на газ тоже не имеет смысла. Нефть можно заменить на любой возобновляемый источник энергии.

V. Этап рефлексии деятельности на уроке — 2 мин.

Учитель спрашивает учащихся об их впечатлениях от урока, что понравилось, а что осталось непонятно.

VI. Информация о домашнем задании, инструктаж по его выполнению — 3 мин.

**Задание.** «Уголь и энергоэффективность»

Для отопления дома за год сжигается 1 т угля. При сгорании 1 кг угля в атмосферу выбрасывается 2,93 кг  $\text{CO}_2$ . Сколько  $\text{CO}_2$  образуется за год за счёт отопления дома? Какого количества выбросов  $\text{CO}_2$  можно было бы избежать, если утеплить дом и использовать угля меньше на 30 %?





*Решение.*

За год за счёт отопления дома образуется следующее количество  $\text{CO}_2$ :

$$1000 \text{ кг} \times 2,93 \text{ кг } \text{CO}_2/\text{кг} = 2930 \text{ кг } \text{CO}_2.$$

Можно избежать следующего количества выбросов  $\text{CO}_2$ :

$$2930 \text{ кг } \text{CO}_2 \times 0,35 = 1025,5 \text{ кг } \text{CO}_2.$$

#### Урок 4 «Выработка тепловой и электрической энергии для ТЭС»

**Тип урока:** комбинированный.

**Цель урока:** формирование представления о видах тепловых электрических станций.

**Планируемые результаты:**

- знакомство с видами тепловых электрических станций;
- знакомство с оборудованием ТЭС;
- составление сравнительной таблицы ТЭС и ТЭЦ.

**Время реализации:** 1 академический час.

**Средства обучения:** компьютер, проектор, презентация, карточки с заданиями, атлас.

**Основные понятия:** электрическая станция, топливо, котел, пар.

Ход урока

I. Этап постановки проблемы — 2 мин.

*Постановка проблемы.* Что вы знаете о тепловой энергии? С какими видами топлива знакомы? Откуда берётся горячая вода и отопление в зданиях?

II. Этап изучения нового материала — 38 мин.

*Деятельность учителя:* знакомит обучающихся с новым материалом с использованием презентационных материалов.

*Деятельность учащихся:* слушают объяснение учителя, выполняют задания.

#### Дидактические материалы

Производство (генерация) электроэнергии — это процесс преобразования различных видов энергии в электрическую на промышленных объектах, называемых электрическими станциями. В настоящее время существует несколько видов генерации

Тепловая электроэнергетика. В данном случае в электрическую энергию преобразуется тепловая энергия сгорания органических топлив. К тепловой электроэнергетике относятся тепловые электростанции (ТЭС), которые бывают двух основных видов.

Конденсационные (КЭС, также используется старая аббревиатура ГРЭС). Конденсационной называют не комбинированную выработку электрической энергии.

Теплофикационные (теплоэлектроцентрали, ТЭЦ). Теплофикацией называется комбинированная выработка электрической и тепловой энергии на одной и той же станции;

КЭС и ТЭЦ имеют схожие технологические процессы. В обоих случаях имеется котёл, в котором сжигается топливо, и за счёт выделяемого тепла нагревается пар под давлением. Далее нагретый пар подаётся в паровую турбину, где его тепловая энергия преобразуется в энергию вращения. Вал турбины вращает ротор электрогенератора — таким образом, энергия вращения преобразуется в электрическую энергию, которая подаётся в сеть. Принципиальным отличием ТЭЦ от КЭС является то, что часть нагретого в котле пара уходит на нужды теплоснабжения.

В традиционных теплоэлектростанциях топливо сжигается в топке парового котла (ранее также назывались парогенераторами), нагревая и превращая в пар питательную



воду, прокачиваемую внутри котла в специальных трубках (водотрубный котёл). Полученный перегретый пар с высокой температурой (до 400—650 градусов Цельсия) и давлением (от единиц до десятков МПа) подаётся через паропровод в турбогенератор — совмещённые паровую турбину и электрогенератор. В многоступенчатой паровой турбине тепловая энергия пара частично превращается в механическую энергию вращения вала, на котором установлен электрический генератор. В ТЭЦ часть тепловой энергии пара также используется в сетевых подогревателях.

В ряде теплоэлектростанций получила распространение газотурбинная схема, в которой полученная при сжигании газообразного или жидкого топлива смесь горячих газов непосредственно вращает турбину газотурбинной установки, ось которой соединяется с электрогенератором. После турбины газы остаются достаточно горячими для полезного использования в котле-утилизаторе для питания паросилового двигателя (парогазовая установка) или для целей теплоснабжения

Недостатки ТЭС.

Работают на не возобновляемых ресурсах; дают много отходов (самые чистые ТЭС на газе); режим работы меняется медленно (для разогрева котла необходимо 2—3 суток); энергия дорогая, т. к. для эксплуатации станции, добычи и транспортировки топлива требуется много людей (затраты на зарплату).

*Вопрос:* каким образом получается тепловая энергия?

*Ответ.* Тепловая энергия получается при сжигании топлива. Тепловая энергия — это форма энергии, которая связана с высокими температурами и теплом. Тепловая энергия образуется как следствие кинетической энергии (движения молекул и частиц данного тела — угля, газа, торфа, котла).

Демонстрация схемы ТЭС.

Рассмотрите схему, обратите внимание на стрелки.

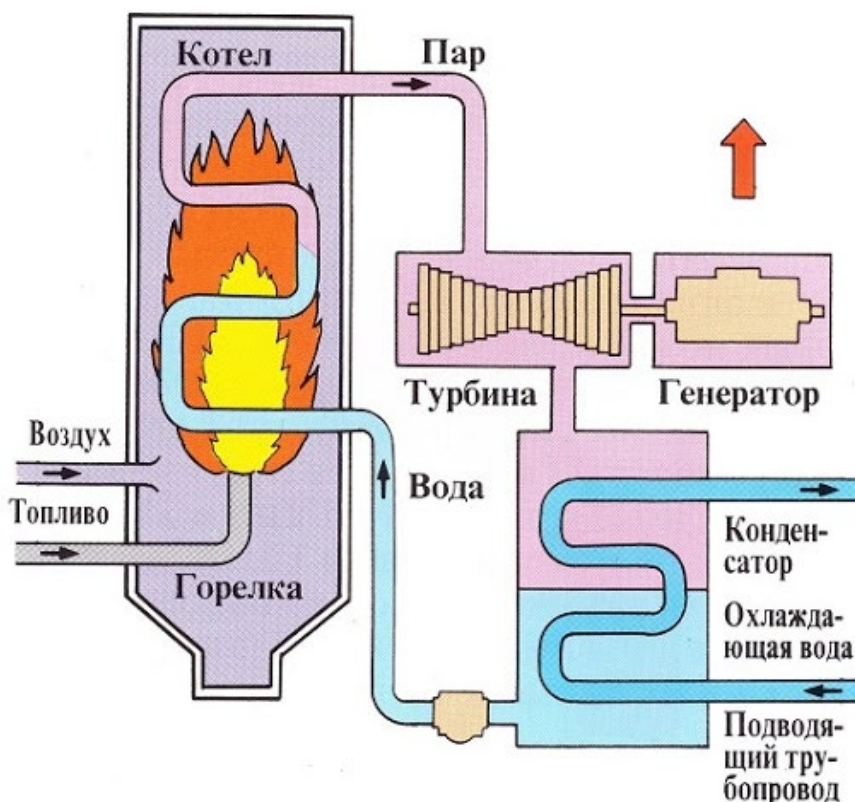


Рис. 115. Схема ТЭС



III. Этап рефлексии деятельности на уроке — 2 мин.

Учитель спрашивает учащихся об их впечатлениях от урока, что понравилось, а что осталось непонятно.

IV. Информация о домашнем задании, инструктаж по его выполнению — 3 мин.

*Задание 1.* Подготовить развёрнутый ответ на вопрос.

Каковы перспективы электроэнергетики?

*Задание 2.* Составить сравнительную таблицу ТЭС и ТЭЦ.

## Урок 5 «Источники света. Отражение света»

**Тип урока:** комбинированный.

**Цель урока:** формирование представлений об основных источниках света.

**Планируемые результаты:**

- анализ освещения как сферы энергопотребления;
- применение новых технологий с целью экономии энергии, семейного бюджета, снижения воздействия на окружающую среду;

**Время реализации:** 1 академический час.

**Средства обучения:** компьютер, проектор, интерактивная доска.

**Основные понятия:** освещение, энергосбережение, люминесцентная лампа, лампа накаливания

### Ход урока

I. Этап постановки проблемы — 2 мин.

*Постановка проблемы.* Какие источники света вы знаете? Что представляет собой отражение света?

II. Этап открытия нового материала — 38 мин.

*Деятельность учителя:* организует открытие нового материала.

*Деятельность учащихся:* слушают объяснение учителя, выполняют задания.

### **Дидактические материалы**

Люди не могут жить без света. Человек изначально приспособлен для того, чтобы вести активную жизнь в светлое время суток. На освещение затрачивается значительная часть энергии, потребляемой человеком. Именно поэтому появляются новые виды лампочек. Расскажите о них.

Работа по группам.

*Практическое задание* «Социологический опрос».

*Вопрос:* какие бывают лампочки? Составьте перечень разных типов ламп, запишите их.

Разбить учеников на четыре группы соответственно их ответам на вопрос «Есть ли энергосберегающие лампочки в вашей квартире?»

Возможные ответы учеников.

1. Да. Почти все или все.
2. Да. Есть одна или две
3. Нет.
4. А что такое энергосберегающая лампочка?

Можно предложить тем ребятам, у которых в домах есть энергосберегающие лампочки, рассказать другим, что они знают про эти лампочки (по одному высказыванию на каждого учащегося) и почему их родители используют такие лампочки.



Можно учащимся, которые ответили «нет», задать вопрос — почему у них дома не используются энергосберегающие лампочки.

Обсудите теперь процентное соотношение численного состава групп в результате опроса, о чём свидетельствует получившаяся картина. Запишите на доске мнение учащихся. Являются ли высказанные утверждения причинами, тормозящими распространение энергосберегающих технологий?

*Практическое задание «Какую лампочку выбрать?»*

Раздайте четырём группам учащихся, получившихся в результате выполнения предыдущего задания, листы с копиями таблицы, приведённой ниже. Предложите учащимся заполнить таблицу до конца, производя расчёты с помощью формул, приведённых в колонке «Формулы».

*Замечание.*

Первые три строки таблицы могут быть заполнены заранее, но лучше использовать упаковочные коробки от ламп или их ксерокопии, которые содержат информацию о характеристиках ламп, чтобы школьники как потребители смогли самостоятельно с ней ознакомиться и заполнить таблицу. Это покажет пример изучения маркировки товаров.

Стоимость одного киловатт-часа в конкретном регионе учитель проставляет сам.

**Таблица.**

**Сравнение компактной люминесцентной лампы и лампы накаливания.**

	Параметры лампы	Формула	Тип лампы	
			Компактная люминесцентная лампа	Лампа накаливания
A	Розничная цена, руб.	-	150	15
B	Срок службы, ч	-	10000	1000
C	Потребление энергии, Вт	-	20	100
D	Средняя продолжительность работы за сутки, ч	-	5,5	5,5
E	Стоимость одного КВт×ч энергии, руб	-		
F	Средняя продолжительность работы за год, ч	$D \times 365$		
G	Средняя энергия, потребляемая за год, КВт×ч	$C \times F / 1000$		
H	Годовая стоимость потребленной энергии, руб.	$E \times G$		
I	Срок службы, лет	$B / F$		
J	Сколько ламп в среднем за год нужно покупать, шт	$I / B$		
K	Затраты на покупку ламп и на электроэнергию за год	$A \times J + H$		



Пример расчёта и заполнения таблицы.

	Параметры лампы	Формула	Тип лампы	
			Компактная люми- несцентная лампа	Лампа накалива- ния
A	Розничная цена, руб.	-	150	15
B	Срок службы, ч	-	10000	1000
C	Потребление энергии, Вт	-	20	100
D	Средняя продолжительность работы за сутки, ч	-	5,5	5,5
E	Стоимость одного кВт×ч энергии, руб	-	2	2
F	Средняя продолжительность работы за год, ч	$D \times 365$	2000	2000
G	Средняя энергия, потребляемая за год, кВт×ч	$C \times F / 1000$	40	200
H	Годовая стоимость потребленной энергии, руб.	$E \times G$	80	400
I	Срок службы, лет	$B / F$	5	0,5
J	Сколько ламп в среднем за год нужно покупать, шт	$I / B$	0,2	2
K	Затраты на покупку ламп и на электроэнергию за год	$A \times J + H$	110	430

*Обсуждение.*

Заслушайте результаты расчётов. В итоге можно задать вопрос: «Какой выбор бы они сделали, руководствуясь результатами этих расчетов?»

III. Этап рефлексии деятельности на уроке — 2 мин.

Учитель спрашивает учащихся об их впечатлениях от урока, что понравилось, а что осталось непонятно.

IV. Информация о домашнем задании, инструктаж по его выполнению — 3 мин.

*Практическое задание.* «Лампочки и выбросы двуокси углерода»

Решите задачи.

В доме живёт 50 семей. Они договорились, что каждая семья заменит одну лампу накаливания 100 ватт на 20-ваттную энергосберегающую лампочку. Каждая лампочка в среднем горит 5 часов в сутки.

*Вопросы к задаче.*

1. Сколько киловатт-часов сэкономят за год жители дома?
2. Сколько каменного угля будет сэкономлено за год, если удельная теплота сгорания каменного угля 31 МДж/кг, а КПД угольной электростанции составляет 40 %?
3. На сколько за год сократится количество выбросов CO<sub>2</sub>, если при сжигании 1 кг каменного угля образуется 2,9 кг CO<sub>2</sub>?»

*Решение.*

$$50 \text{ семей сэкономят за год: } 50 \cdot (100 - 20) \text{ Вт} \cdot 5 \text{ ч} \cdot 365 = 7300 \text{ кВт}\cdot\text{ч} = 7300 \cdot 3,6 \text{ МДж} = 26280 \text{ МДж.}$$

$$\text{Будет сэкономлено угля: } 26280 \text{ МДж} / 31 \text{ МДж/кг} = 848 \text{ кг.}$$

$$\text{Будет предотвращено выбросов CO}_2: 848 \cdot 2,9 = 2460 \text{ кг.}$$



## Урок 6 «Экология и энергосбережение»

**Тип урока:** комбинированный.

**Цель урока:** формирование основных понятий в экологии и энергосбережении.

**Планируемые результаты:**

- развитие навыков энергосбережения;
- знакомство с наиболее эффективными способами энергосбережения.

**Время реализации:** 1 академический час.

**Средства обучения:** компьютер, проектор, презентация, карточки с заданиями.

**Основные понятия:** энергосбережение, экология

Ход урока

I. Этап постановки проблемы — 2 мин.

*Постановка проблемы.* Что вы знаете об экологии и энергосбережении?

II. Этап решения проблемы и первичного закрепления — 38 мин.

Работа в группах.

1) Придумать 5 способов сбережения энергии (лайфхаки)

Возможно, что ребята перечислят следующие способы.

- Выключайте свет, когда он не нужен.
- Используйте энергосберегающие лампы.
- Протирайте плафон.
- Дайте доступ дневному свету, раздвиньте занавески.
- Выключай зарядное устройство из розетки.

После этого можно попросить их сделать вывод. Потребляй, а не распыляй энергию!

2) *Ответьте на вопрос:* на какие цели в вашей семье используется энергия?

Возможные варианты ответов.



Как видно из схемы, большая часть энергии тратится на нагревательные и охлаждающие приборы: холодильник, сплитсистема, далее идёт стиральная машина, телевизоры, светильники и т. д.



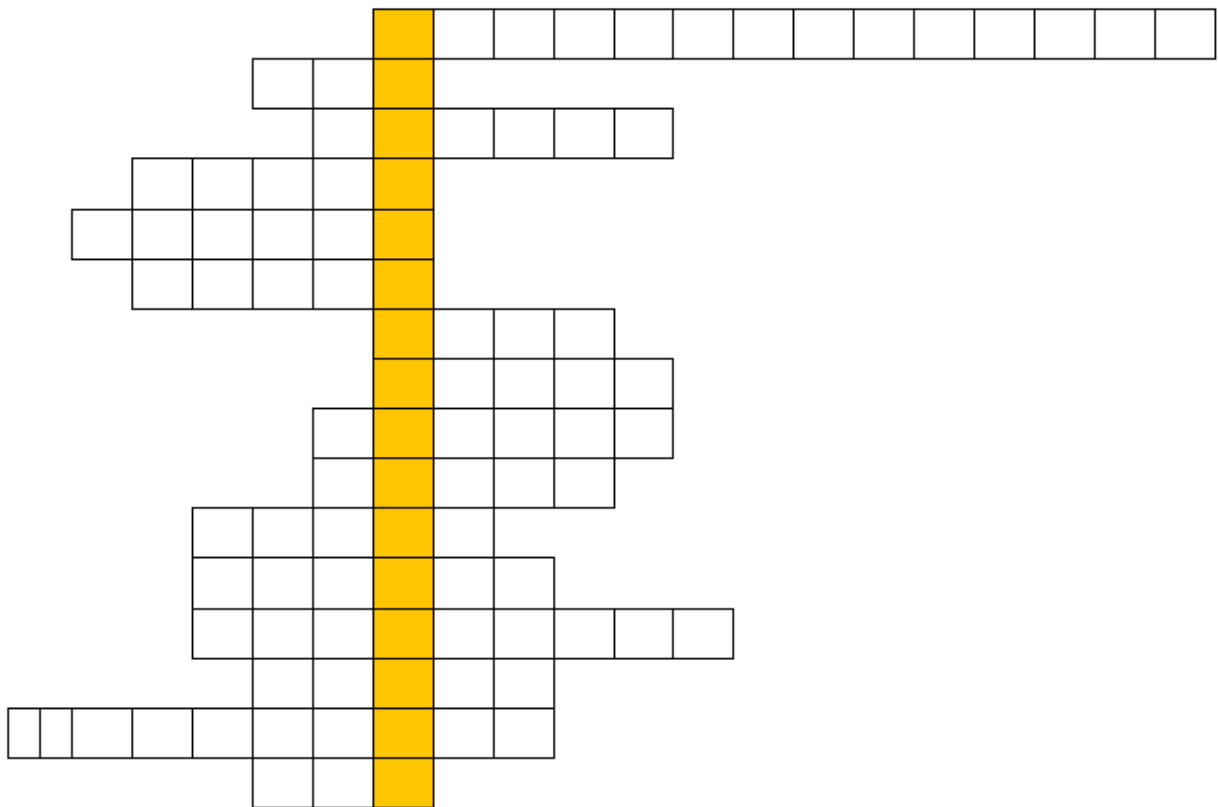


К нам в дом электроэнергия поступает по линиям электропередач. Электричество вырабатывается на электростанциях. Электростанции используют полезные ископаемые: уголь, нефть, природный газ — не возобновляемые источники ресурсов. Доля электростанций, работающих на возобновляемых источниках энергии, значительно меньше. Поэтому все полезные ископаемые, накапливаются в течение длительного времени. Только нам всегда нужно думать, что нас ждёт завтра. А будет ли вообще?

*Вывод:* необходимо рационально использовать энергоресурсы.

3) Решение кроссворда.

Все слова в этом кроссворде связаны с энергосбережением. Предложите ученикам найти ответы. Номера вопросов соответствуют номеру строки в кроссворде.



**По горизонтали:**

1. Предприятие, вырабатывающее электричество.
2. Как с греческого переводится слово «частица»?
3. Синоним слова сила.
4. Источник тепла в квартире.
5. Наука о живых организмах, об их взаимосвязи с окружающей средой.
6. Инфракрасное излучение, испускаемое движущимися молекулами.
7. Бывает дневным и искусственным.
8. Все живое это...
9. Экономия электроэнергии позволяет сберечь ...
10. Экономить энергию это ...
11. Кто открыл закон электрического тока?
12. Рациональное расходование электроэнергии позволяет экономить ... семьи
13. Чем мы пользуемся вечером при просмотре телевизора, работе за компьютером и т. д.?



14. Как поступает электричество в дом?
15. Практическое производство электроэнергии — это ...
16. Беречь электроэнергию и жить с комфортом могут ...

**По вертикали:**

1. Комплекс мероприятий, направленных на сбережение ресурсов.

Ответы на кроссворд.

1. Электростанция.
2. Ион.
3. Энергия.
4. Батарея.
5. Экология.
6. Тепло.
7. Свет.
8. Биота.
9. Деньги.
10. Просто.
11. Ампер.
12. Бюджет.
13. Освещение.
14. Линии.
15. Энергетика.
16. Все.

**По вертикали:**

1. Энергосбережение.

*Главный вывод:* необходимо всем беречь электроэнергию.

**4) Творческое задание.**

Придумайте и нарисуйте плакат «Берегите электроэнергию!»

Потом можно сформулировать принципы энергосбережения.

Знай: рациональное использование энергетических ресурсов приводит к уменьшению расходования драгоценных запасов сырья.

Помни: это не только сэкономленные деньги бюджета вашей семьи, это участие в будущем нашей планеты.

Выполняй: потребляй, а не распыляй энергию!

К сожалению, в современном мире деятельность человека направлена на разрушение, потребление, а люди должны заботиться о сохранении природных ресурсов, изучая и любя природу!

*Вывод.* Берегите ресурсы — экономьте, здесь и сейчас.

Возможна импровизированная выставка работ и их обсуждение.

**III. Этап рефлексии деятельности на уроке — 2 мин.**

Учитель спрашивает учащихся об их впечатлениях от урока, что понравилось, а что осталось непонятно.

**IV. Информация о домашнем задании, инструктаж по его выполнению — 3 мин.**

*Задание.* Придумать способы сбережения энергии в домашних условиях.

Источник: <https://rosuchebnik.ru/material/urok-puteshestvie-ekologiya-i-energoberezhenie-25958/>





## Урок 7 «Топливные элементы»

**Тип урока:** комбинированный.

**Цель урока:** формирование основных понятий в сфере топливных элементов.

**Планируемые результаты:**

- знакомство с основными топливными элементами, их плюсами и минусами.

**Время реализации:** 1 академический час.

**Средства обучения:** компьютер, проектор, интерактивная доска.

**Основные понятия:** топливный элемент, электро-химический генератор, химическая энергия.

### Ход урока

I. Этап изучения нового материала — 20 мин.

*Деятельность учителя:* знакомит обучающихся с новым материалом с использованием презентационных материалов.

*Деятельность учащихся:* слушают объяснение учителя, выполняют задания.

### **Дидактические материалы**

Топливный элемент (ТЭ) — электрохимическое устройство, подобное гальваническому элементу, но отличается от него тем, что вещества для электрохимической реакции подаются в него извне — в отличие от ограниченного количества вещества, помещённого в реакционную зону во время изготовления гальванического элемента или аккумулятора.

Водородные топливные элементы и воздушно-алюминиевые электрохимические генераторы осуществляют превращение химической энергии топлива (от окисления водорода или алюминия) в электричество, минуя малоэффективные, идущие с большими потерями, процессы горения. Это электрохимическое устройство в результате высокоэффективного «холодного» горения топлива непосредственно вырабатывает электроэнергию.

Водород — идеальное топливо для топливного элемента, так как:

- химически активный;
- легко проводится в топливный элемент;
- продукт реакции — вода — легко отводится из ТЭ;
- неисчерпаемый источник — вода;
- сейчас водород получают за счет более дешевой переработки природного газа, основным компонентом которого является метан.

Проведите сравнение топливного элемента с гальваническим элементом и аккумулятором.



Гальванический элемент («батарейка») – работает, пока не израсходуются реагенты



Аккумулятор – требует периодической подзарядки



может работать неограниченное время, пока в него подаются реагенты и отводятся продукты реакции

Рис. 116. Виды топливных элементов

Требования к электродам ТЭ.

- Обеспечение условий для большой скорости токообразующей химической реакции в ТЭ.
- Пористые.
- Каталитически активны.
- Универсальный материал — платина, так как высокоактивна, долговечна, устойчива к коррозии и компонентам электролита.

Минусы водородных автомобилей на топливных элементах:

- соотношение массы автомобиля к его мощности слишком велико;
- топливная батарея эффективно работает только на чистом водороде;
- платиновые электроды отравляются под воздействием примесей, неизбежно присутствующих в дешёвых видах топлива — источниках водорода;
- высокая стоимость и дефицит платины.

Преимущества топливных элементов:

- высокий коэффициент полезного действия;
- экологическая чистота;
- бесшумность;
- широкий диапазон мощностей и применяемого топлива;
- возможность параллельной генерации тепла;
- при необходимости можно использовать воду, которая является продуктом химической реакции.



II. Этап контроля усвоения и коррекции ошибок — 20 мин.

*Задание.* Ответьте письменно на вопросы.

1. Что такое топливный элемент?
2. Опишите принцип работы ТЭ.
3. В чем отличие ТЭ от аккумулятора?
4. В чем отличие ТЭ от гальванического элемента?
5. Почему именно водород лучшее топливо для ТЭ?
6. Перечислите требования к электродам ТЭ.
7. Укажите достоинства и недостатки топливных элементов.

III. Этап рефлексии деятельности на уроке — 2 мин.

Учитель спрашивает учащихся об их впечатлениях от урока, что понравилось, а что осталось непонятно.

IV. Информация о домашнем задании, инструктаж по его выполнению — 3 мин.

*Задание.* Подготовить сообщение по выбранной теме.

Список тем.

1. История топливного элемента.
2. Открытие топливного элемента.
3. Энергоэффективность топливного элемента.
4. Конструкция топливного элемента.
5. Первый автомобиль на топливных элементах.
6. Проблемы коммерциализации ТЭ.
7. Принцип работы топливного элемента.
8. Интересные факты о топливных элементах.
9. Альтернатива топливным элементам.
10. Достоинства топливных элементов.
11. Недостатки топливных элементов.

## Урок 8 «Ветровая энергетика»

**Тип урока:** комбинированный.

**Цель урока:** формирование основных понятий в сфере ветровой энергетики.

**Планируемые результаты:**

- познакомиться с ветровой энергетикой как источником возобновляемой энергии, плюсы и минусы этого источника.
- провести опыт, демонстрирующий принцип работы ветряков.

**Время реализации:** 1 академический час.

**Средства обучения:** бумага формата А4, тонкие гвоздики с широкой шляпкой, ножницы.

**Основные понятия:** ветроэнергетика, возобновляемая энергия.

### Ход урока

I. Этап постановки проблемы — 2 мин.

*Постановка проблемы.* Для каких целей люди могут использовать ветер? Как вы думаете, каким образом воздушные массы приходят в движение?

II. Этап изучения нового материала — 13 мин.

*Деятельность учителя:* знакомит обучающихся с новым материалом с использованием презентационных материалов.

*Деятельность учащихся:* слушают объяснение учителя, выполняют задания.



### Дидактические материалы

Человечество научилось использовать энергию ветра на ранней стадии своего развития. Уже 3000 лет назад человек пускался в плавание, используя энергию ветра. Как ещё люди использовали ветер?

Школьники могут привести пример ветряных мельниц.

Сегодня ветряные источники энергии переживают своё второе рождение и используются всё больше и больше. По сути, энергия ветра — это энергия солнца. Около 1% солнечной энергии, которую получает Земля, приводят в движение атмосферные воздушные массы. Это происходит, когда воздух начинает перемещаться из-за разницы температур. В целом эта энергия в 100 раз превышает всё энергопотребление в мире. Но только маленькая часть этой энергии используется на практике.

III. Этап контроля усвоения и коррекции ошибок — 25 мин.

*Практическое задание «Делаем ветряную мельницу своими руками»*

Выдать каждому ученику лист бумаги формата А4, тонкий гвоздик с широкой шляпкой и ножницы. Далее порядок действий следующий.

1) Согнуть лист бумаги от одного из углов под углом 45°.

2) Часть листа, выступающую из-под согнутой части, нужно отрезать, чтобы получился квадрат.

3) Этот квадрат нужно развернуть и перегнуть снова по другой диагонали.

4) Далее квадрат нужно надрезать от углов по линиям сгиба, на расстояние 2/3 до центра квадрата.

5) Нанизать на гвоздик каждый второй получившийся острый угол по кругу, а затем нанизать центр квадрата, чтобы получилась вертушка.

6) Подув на неё с той стороны, куда лопасти выступают вперёд, можно заставить вертушку вращаться.

*Обсуждение.*

Это простое устройство демонстрирует принцип работы больших и малых ветряных электростанций.

*Вопрос:* могут ли электростанции, работающие на таком принципе, составить серьёзную конкуренцию нефти, газу и углю?

В заключении можно сказать, что ветроэнергетика — это самый быстро растущий источник энергии в последние 30 лет. В настоящее время уже создаются ветряные турбины мощностью более 6 МВт.

Работа в группах.

*Дискуссия «Плюсы и минусы ветроэнергетики»*

Поделите учащихся на две группы. Дайте задание каждой группе.

Первая групп. Сформулировать и записать плюсы ветроэнергетики.

Вторая группа. Сформулировать и записать минусы ветроэнергетики.

Заслушать результаты работы групп. Сравнить результаты с информацией о плюсах и минусах ветроэнергетики из Справки, приведенной ниже. Можно обсудить подробнее «мифы» о недостатках ветроэнергетики, сакцентировать внимание на том, что проблема в недостаточно быстром внедрении ветроэнергетики (как и других возобновляемых источников) — в стереотипах, а не реальных технических проблемах.

*Справка.*

Преимущества ветряных электростанций

— Ветряные электростанции не загрязняют окружающую среду.

— Ветровая энергия, так же, как биоэнергетика, при определённых условиях (высокая скорость ветра, дорогое топливо для обычных электростанций) успешно может конкурировать с не возобновляемыми энергоисточниками.



Недостаток ветряных электростанций.

Ветер нестабилен, и бывают безветренные дни. Это, пожалуй, единственный реальный недостаток ветра, который затрудняет использование ветровой энергии.

Мифы о ветроэлектростанциях.

- Ветряные электростанции создают много шума. Это неверно. По европейским правилам, например, ветротурбины ставятся на таком расстоянии от жилых зданий, чтобы шум от лопастей не превышал 35–40 децибел. Для сравнения: шум в офисе составляет 50–60 децибел, а в салоне автомобиля — 70–80 децибел, но никто на этом основании не отменяет офисы и автомобили.
- Ветряные электростанции выглядят уродливо на фоне сельской местности. Однако, с точки зрения обычного человека, ветротурбина выглядит отнюдь не уродливо, а даже очень изящно и украшает деревенский пейзаж.
- Ветряные электростанции создают помехи теле- и радиосигналам. Повсеместное применение ветроустановок (только в густонаселенной Европе их более 25 000) доказывает, что это не так.
- Ветряные электростанции приводит к гибели птиц. В действительности на одной турбине гибнет в среднем пять птиц в год. Это столько же, сколько гибнет на одном километре высоковольтной линии электропередач. Ветрогенераторы, как правило, являются местными источниками энергии, и позволяют избежать длинных линий электропередач, а значит, и снизить количество гибнущих птиц.
- Ветряные электростанции занимают полезные сельскохозяйственные земли. В действительности они занимают не более 1% территории, на которой располагаются. По требованиям аэродинамики они должны находиться на расстоянии не менее 10–15 диаметров рабочего колеса. Для современных установок это расстояние составляет 200–500 метров. И практически на всём этом расстоянии можно выращивать любые культуры, пасти животных и т. п.

Можно рассказать ещё об одном мифе о возобновляемой энергетике — о её дороговизне. Попросите высказать мнение ребят, по какой причине ветроэнергетика не развивается активно в нашей стране, разве у нас мало ветра?

IV. Этап рефлексии деятельности на уроке — 2 мин.

Учитель спрашивает учащихся об их впечатлениях от урока, что понравилось, а что осталось непонятно.

V. Информация о домашнем задании, инструктаж по его выполнению — 3 мин.

*Задание* «Пропагандируем энергию ветра».

Двум группам дать задание — подготовить любого рода рекламную продукцию, развеивающую основные мифы про негативные стороны ветроэнергетики — шум, угрозу для птиц и т. п. Результаты работы групп могут быть самыми разными — плакаты, сценарии видеороликов, репортажи, слоганы, песни и др.

На следующем уроке заслушать всем классом результаты работы групп. Спросить мнение, какие тезисы и какие «рекламные продукты» оказались им наиболее убедительными.

## Урок 9 «Солнечная энергия»

**Тип урока:** комбинированный.

**Цель урока:** формирование основных понятий в сфере солнечной энергии.

**Планируемые результаты:**

- познакомиться с особенностями солнца как источника энергии, провести опыты по использованию энергии солнца;
- обсудить плюсы и минусы этого источника, его особенности.



**Время реализации:** 1 академический час.

**Средства обучения:** две пластиковые бутылки (чёрная и прозрачная или белая), термометр, вода.

**Основные понятия:** солнечная энергия, возобновляемый источник энергии.

### Ход урока

I. Этап постановки проблемы — 10 мин.

*Постановка проблемы.* Для каких целей люди могут использовать солнечную энергию? Можете рассказать о плюсах и минусах использования энергии Солнца? Перечислите, что работает на солнечной энергии.

Этот урок выгоднее проводить в ясный солнечный день.

Из всех существующих возобновляемых источников энергии, солнце, наряду с ветром, является самым доступным и экологически чистым. На энергии солнца работают самые разные устройства: сушилки, печки, коллекторы, опреснители воды, концентраторы, фотоэлементы и многие другие.

*Практическое задание.* «Прозрачная и чёрная бутылки»

Предлагаем школьникам принять участие в эксперименте — узнать, как заставить работать солнце эффективнее. Для опыта необходимо взять две пластиковые бутылки — чёрную и прозрачную (или белую). В обе бутылки одновременно налить одинаковое количество воды одинаковой температуры (температура измеряется и записывается). Затем бутылки поместить в самое освещённое место (к примеру, на подоконник). И оставьте до конца урока.

III. Этап проверки понимания и первичного закрепления — 15 мин.

### **Дидактические материалы**

*Вопросы для обсуждения.*

1. Как солнечная энергия попадает на Землю, и как мы зависим от этого?

*Ответ.* Солнце — это первичный источник энергии. Перенос солнечного излучения в виде, например, световых волн вызывает на Земле такие явления как рост растений, ветер, океанские течения и кругооборот воды.

2. Назовите возобновляемые и не возобновляемые источники энергии

*Ответ.* Солнце, ветер и движущаяся вода являются возобновляемыми источниками энергии, а такие источники как газ, уголь и нефть относятся к разряду не возобновляемых.

3. Какие вы знаете примеры использования возобновляемых источников энергии в вашем районе?

Высказывания учеников могут сильно различаться и даже противоречить друг другу. Это создаёт хорошую возможность всем классом выявить все известные факты и научиться представлять полученную информацию разными способами, узнать, что ценность информации бывает разной. Предложите учащиеся составят перечень достоинств и недостатков различных возобновляемых источников энергии, а затем обсудите социальные, экономические, политические, экологические и другие аспекты применения таких источников.

IV. Этап решения проблемы «Чёрная или белая?» — 15 мин.

Вернитесь к бутылкам, оставленным на подоконнике. Попросите помощников измерить температуру в чёрной и белой бутылках.

*Вывод.* Вода в чёрной бутылке оказалась теплее.





*Обсуждение.* Попросите детей объяснить, почему это произошло. Спросите, можно ли как-то использовать такой принцип нагревания в повседневной жизни. Например, на даче. Если у кого-то из ребят есть такой опыт, попросите рассказать о нём.

Можно рассказать, что простейший самодельный аппарат по использованию солнца для нагрева воды можно изготовить, разместив на солнце металлическую бочку (или бидон), окрашенную в чёрный цвет. Для повышения эффективности нагрева (для уменьшения потерь тепла за счёт обдувания ветром) бочку (или бидон) можно поместить в парник, или просто обернуть слоем прозрачного полиэтилена или слоем прозрачного тонкого пластика.

V. Этап рефлексии деятельности на уроке — 2 мин.

Учитель спрашивает учащихся об их впечатлениях от урока, что понравилось, а что осталось непонятно.

VI. Информация о домашнем задании, инструктаж по его выполнению — 3 мин.

*Задание.*

Подготовить эссе на тему: «Моё отношение к возобновляемой энергии».

Письменно ответить на вопросы.

— Что такое пассивное использование солнечной энергии?

— Как можно использовать солнечную энергию в реальной жизни?

## Урок 10 «Биоэнергетика»

**Тип урока:** комбинированный.

**Цель урока:** формирование основных представлений о биоэнергетике.

**Планируемые результаты:**

- познакомиться с биоэнергетикой как источником возобновляемой энергии;
- провести и проанализировать опыт, который продемонстрирует, что возобновляемая энергетика это не фантазия, а реальность;
- обсудить возможности использования биоэнергетики в регионе.

**Время реализации:** 1 академический час.

**Средства обучения:** две бутылки, дрожжи, сахар, воздушный шар, медицинская перчатка, теплая вода.

**Основные понятия:** биоэнергетика, биогаз, возобновляемая энергетика, биомасса.

Ход урока

I. Этап постановки проблемы — 2 мин.

*Постановка проблемы.* Как вы думаете, откуда берется биоэнергия? Можете привести примеры использования биоэнергетики?

II. Этап изучения нового материала — 18 мин.

*Деятельность учителя:* знакомит обучающихся с новым материалом с использованием практических заданий.

*Деятельность учащихся:* слушают объяснение учителя, выполняют задания.

### Дидактические материалы

Биогаз использовался ещё в Древнем Китае и был вновь «открыт» в наше время. Биогаз получается в результате метанового брожения биомассы. Откуда же взялась энергия, заключённая в биомассе? От Солнца. Зелёные листья улавливают солнечное излучение в процессе фотосинтеза с помощью особого зелёного вещества — хлорофилла. В ре-





зультате фотосинтеза из простых химических веществ — углекислого газа и воды — синтезируются органические вещества и выделяется кислород.

Поиск решения проблемной ситуации.

*Практическое задание «Дыхание дракона: получаем биогаз».*

Выбрать помощников для эксперимента. Берём две бутылки. В обе необходимо насыпать дрожжи и сахар. Наливаем теплую воду. На одну бутылку надевается воздушный шар, на вторую — медицинскую перчатку. Размешиваем содержимое.

Примерно через 2—5 минут начнёт выделяться газ. Шарик на бутылке быстро наполнится и надуется. Бутылку с перчаткой пока оставим и в конце занятия посмотрим, сколько газа в неё собралось.

III. Этап проверки понимания и первичного закрепления — 20 мин.

*Практическое задание «Биоэнергетика: плюс или минус?»*

Работа в группах.

Задание первой группе. Сформулируйте и запишите плюсы биоэнергетики.

Задание второй группе. Сформулируйте и запишите минусы биоэнергетики.

Заслушать результаты работы групп. Сравнить результаты с информацией о плюсах и минусах биоэнергетики из Справки, приведённой ниже.

*Справка.*

Преимущества биоэнергетики.

- Биоэнергетика — возобновляемый источник энергии.
- Биоэнергетика не увеличивает концентрацию углекислого газа в атмосфере.
- Биоэнергетика решает проблему использования отходов.
- Технология биоэнергетики конкурентоспособна.

Недостатки биоэнергетики.

Для производства биомассы нужны обширные территории.

- Если вырубка лесов производится быстрее, чем их естественный прирост, наносится серьёзный ущерб окружающей среде.
- Замещение пищевых сельскохозяйственных посадок посадками биомассы усугубляет недостаток продовольствия в развивающихся странах.
- Использование торфа в качестве биотоплива приводит к осушению болот, нарушению гидрологического режима и высыханию рек, уменьшению биоразнообразия, для которого болота очень важны.
- Безответственное использование биотоплива может привести к значительным выбросам окислов азота и сажи, но использование современных технологий исключает этот недостаток.

Мозговой штурм «Способы получения биотоплива»

В режиме мозгового штурма попросите школьников предположить, что может являться источником биомассы.

Ответы:

- отходы лесной и деревообрабатывающей промышленности;
- отходы целлюлозно-бумажной промышленности;
- биологические отходы в сельском хозяйстве;
- сельскохозяйственные технические культуры (рапс и др.);
- органические бытовые и промышленные отходы;
- сточные воды.

IV. Этап рефлексии деятельности на уроке — 2 мин.

Учитель спрашивает учащихся об их впечатлениях от урока, что понравилось, а что осталось непонятно.



V. Информация о домашнем задании, инструктаж по его выполнению — 3 мин.

- *Задание «Энергия природы».*

*Задача.* «На свиноферме в 2500 свиней за сутки можно получить 400 м<sup>3</sup> биогаза. Из 1 м<sup>3</sup> биогаза можно в среднем выработать 22 МДж энергии. Сколько домов на одну семью может отопить зимой свиноферма, если на отопление одного дома требуется в среднем 880 МДж энергии в сутки?»

*Решение.*

Из биогаза ежесуточно можно получить:  $400 \text{ м}^3/\text{сут} \cdot 22 \text{ МДж}/\text{м}^3 = 8800 \text{ МДж}/\text{сут}.$

Можно отопить домов:  $8800 \text{ МДж}/\text{сут} : 880 \text{ МДж}/\text{сут} = 10 \text{ домов}.$

*Задание «Биоэнергетика в нашей местности».*

Подумайте и запишите, какие источники биомассы есть в вашей местности.

На следующем уроке заслушать результаты работы групп. *Вывод:* в любой местности есть огромный резерв биоресурсов.

### Перечень тем для организации и проведения учебно-исследовательской и проектной деятельности школьников

1. Энергетика и её будущее.
2. Альтернативные источники энергии.
3. Атомная энергетика.
4. История развития электроэнергетики России.
5. Энергетическая безопасность.
6. Биотехнологии в получении энергии.
7. Получение энергии — основная причина загрязнения окружающей среды.
8. Зелёная энергетика.
9. Организации и общества сферы энергетики.
10. Топливная энергетика и её будущее.



Продолжение таблицы

		О	Представленная развертка оптимальна	0,20	
		О	Учтено направление волокон	1,00	
B4	Укладка композита				
		О	Соблюдение пропорций смолы и отвердителя	1,00	
		О	Отсутствие пузырей	1,00	
		О	Отсутствие складок	1,00	
		О	Отсутствие участков стеклоткани без пропитки смолой	1,00	
		О	Укладка композита равномерная по толщине и без пробелов	1,00	
		О	Нахлест слоёв не более 15% от длины окружности	1,00	
B5	Финишная шлифовка				
		О	Поверхность обработана полностью	1,00	
		О	Отсутствуют задиры	0,80	
		О	Отсутствуют «раковины» и дыры	1,00	
B6	Организация рабочего места				
		О	Организация рабочего места	1,00	
		О	Чистота инструмента	1,00	
<b>Критерии оценки сборки полётного контроллера</b>				<b>14,20</b>	
C1	Правила работы на электромонтажном месте				
		О	Соблюдение техники безопасности	0,40	
		О	Соблюдение правил работы на электромонтажном месте	0,40	
C2	Работоспособность схемы				
		О	демонстрация работы тестовой программы для датчиков	0,40	
		О	демонстрация работы тестовой программы для сервопривода	0,40	
		О	демонстрация работы включения системы бортового компьютера	0,40	



Продолжение таблицы

		0	демонстрация работы полной системы бортового компьютера	0,40	
C3	Правильность схемы подключения периферии к микроконтроллеру				
		0	правильность макетного подключения датчиков	0,10	
		0	правильность макетного подключения сервопривода	0,10	
C4	Не требовалось замены модуля по причине выхода из строя по вине участника				
		0	сервопривод	0,25	
		0	датчиков	0,25	
		0	платы микроконтроллера	0,50	
C5	Монтаж бортового компьютера				
		0	Разработка монтажной схемы в соответствии заданием	0,50	
C6	Монтаж элементов в соответствии с заданием				
		0	монтаж микроконтроллера осуществлён в соответствии с заданием	0,50	
		0	монтаж датчиков осуществлён в соответствии с заданием	1,00	
C7	Работоспособность монтажа элементов на плате				
		0	Цепь контроля питания работоспособна	0,50	
		0	Цепь датчиков работоспособна	0,50	
		0	Цепь платы микроконтроллера работоспособна	0,50	
		0	Кнопка включения работает	0,50	
C8	Программирование периферийных элементов				
		0	Контроллер Arduino программно инициализирован	0,50	
		0	Контроль питания программно осуществляется	1,00	



Продолжение таблицы

		0	Датчик высоты программно работает	0,50	
		0	Сервоприводы запрограммированы	0,50	
		0	Алгоритм полёта соответствует заданию	1,00	
C9	Выполнение стендовых испытаний				
		0	Сработала кнопка включения	0,10	
		0	Датчик высоты работает корректно	0,20	
		0	Корректное детектирование старта	0,50	
		0	Корректное детектирование апогея	0,50	
		0	Корректное детектирование срабатывания системы спасения	0,30	
		0	Корректное детектирование приземления	0,50	
		0	Срабатывание системы спасения согласно программе испытаний	1,00	
D4	Изготовление механической части				
		0	Отсутствие переделок относительно первоначальных деталей	0,50	
		0	Конструкция не имеет широких щелей	0,50	
		0	Склейки прочные, но без избытков клея	0,50	
		0	Механизм выброса парашют сработал в трёх испытаниях	1,00	
D5	Масса системы спасения без электроники				
		0	Минимальность массы системы спасения (без электроники)	1,50	
D6	Проектирование и изготовление стабилизаторов				
		0	Стабилизаторы спроектированы рационально (обеспечивают стабильность полёта)	0,50	



Продолжение таблицы

		0	ТЗ подрядчику на 3D-печать и лазерную резку корректно	0,50	
		0	Стабилизаторы профилированы правильно	0,50	
		0	Оклейка стабилизаторов не имеет складок	0,50	
<b>Критерии оценивания сборки ракеты</b>					<b>6,50</b>
E1	Корпус изделия				
		0	Отделка корпуса	0,50	
E2	Крепление стабилизаторов				
		0	Стабилизаторы закреплены вдоль продольной оси	1,00	
		0	Стабилизаторы закреплены прочно	0,50	
E3	Головной отсек				
		0	Крепление головного отсека надёжное	0,50	
		0	Крепление головного отсека обеспечивает соосность с корпусом	0,50	
		0	Крепление сервопривода надёжное	0,50	
		0	Крепление блока питания надёжное	0,50	
		0	Крепление электронного блока надёжное	0,50	
		0	Электрические соединения блоков прочные	1,00	
		0	Крепление парашюта и амортизаторов надёжное	1,00	
<b>Критерии оценивания результатов наземных и лётных испытаний</b>					<b>17,00</b>
F1	Наземные комплексные испытания				
		0	Центровка ракеты произведена	1,00	
		0	Комплексные испытания системы спасения прошли успешно	1,00	



Окончание таблицы

F2	Испытания электроники в полете				
		0	Работа альтиметра в течение полёта	1,00	
		0	Команда на выброс парашюта передаётся в полёте	1,00	
		0	Команда на выброс парашюта соответствует лётной программе	2,00	
F3	Динамика полета				
		0	Угол отклонения от вертикали на активном участке траектории менее 60°	1,00	
		0	Отсутствие углового вращения (менее оборота)	1,00	
		0	Отсутствие горизонтального полёта	1,00	
		0	Отсутствие внештатного отделение элементов конструкции (в том числе парашюта)	1,00	
F4	Работа системы спасения				
		0	Отсутствие преждевременного выхода парашюта	1,00	
		0	Своевременный выход парашюта	2,00	
		0	Выход парашюта	1,00	
		0	Раскрытие парашюта	1,00	
		0	Отсутствие повреждений при приземлении на парашюте	1,00	
F5	Техника безопасности на полигоне				
		0	Соблюдение техники безопасности при испытаниях	1,00	





## Список используемой литературы

- Геоинформатика / Тикунов В.С. и др.; под ред. В. С. Тикунова. М.: Изд-во МГУ, 2005.
- Зленко М. А. Аддитивные технологии в машиностроении /М. В. Нагайцев, В. М. Довбыш // пособие для инженеров.— М. ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ» 2015. 220 с.
- Картоведение / Берлянт А.М. и др.; под. ред. А. М. Берлянта. М.: Аспект-Пресс, 2003.
- Кошкарев А.В., Тикунов В. С. Геоинформатика. М.: Картгеоцентр- Геодезиздат, 1993.
- Лурье И. К. Основы геоинформатики и создание ГИС. М.: Научный мир, 2002.
- Лурье И.К., Косиков А. Г. Теория и практика цифровой обработки изображений. М.: Научный мир, 2003.
- Методические указания к выполнению практических работ по ГИС. Часть I. Ввод и редактирование пространственной информации. Казань: Изд- во КГУ, 2008. — 40 с.
- Модель 3D-benchy [Электронный ресурс] //URL: <http://www.3dbenchy.com/> (Дата обращения: 15.04.2021).
- Основы геоинформатики: в 2 кн. / Капралов Е.Г. и др.; под ред. В. С. Тикунова. М.: Академия, 2004.
- Основы нанотехнологий. — К.: Казань, 2011. -224 с.: ил. — учебное пособие для учащихся старших классов общеобразовательных учреждений.
- Программное обеспечение Ultimaker [Электронный ресурс] //URL: <https://ultimaker.ru/programное-obespechenie/> (Дата обращения: 15.04.2021).
- Учебник по Cura 3D — как пользоваться программой-слайсером Cura [Электронный ресурс] //URL: <https://3dpt.ru/blogs/support/cura> (Дата обращения: 15.04.2021).