

# Номо · Science

РОСАТОМ

АТОМНЫЙ УРОК

# ЭНЕРГИЯ ЯДРА. БЕЗУГЛЕРОДНОЕ БУДУЩЕЕ

Методический материал для 5-7 классов

# Вступительное слово

Уважаемый педагог!

Перед Вами методические материалы, которые помогут организовать внеурочную работу и в игровой форме поделиться с детьми знаниями в разных областях науки.

Они созданы в рамках проекта «Атомный урок», который стартовал в год 75-летия атомной промышленности России. Проект получил позитивный отклик педагогов, и к нему присоединилось более 300 школ.

Сегодня «Атомный урок» стал частью Ното Science — масштабного просветительского проекта Госкорпорации «Росатом». Ното Science — это площадка, где известные учёные и научно-популярные блогеры объясняют сложные вещи простым языком в самых разных жанрах и форматах. Это больше, чем научно-популярная платформа — это ещё и фестивали науки, форумы, лекции, конкурсы. Контент Ното Science полезен при проведении уроков, а также для самостоятельного изучения школьниками.

В 2021 году программа приурочена к Году науки и технологий в России.

Проект «Атомный урок» включает в себя онлайн- и офлайн-мероприятия, курсы повышения квалификации, мастер-классы, просветительские проекты, а также видеурок, который поможет погрузиться в новую тему. Всё это вы найдёте на сайте [atomnyyurok.rf](http://atomnyyurok.rf)

Регистрируйтесь на сайте и участвуйте в просветительском проекте «Энергия будущего»: учитель-финалист вместе со своим учеником станут участниками экспедиции на Северный полюс, а ещё два учителя с учениками попадут на просветительское мероприятие в Сочи.

Первый из трёх этапов конкурса — викторина, размещенная на сайте. Предложите своим ученикам принять в ней участие!

Всем педагогам, участвующим в проекте «Атомный урок», мы направим благодарственные письма, которые дополняют портфолио.

## Присоединиться к проекту Ното Science:

[www.homo-science.ru](http://www.homo-science.ru)

 [@homoscience\\_ru](https://www.instagram.com/homoscience_ru)

 [homoscience\\_ru](https://vk.com/homoscience_ru)

 [homosci](https://www.facebook.com/homosci)

 [HomoScience](https://www.youtube.com/HomoScience)

# Содержание

План проведения атомного урока

5

Сценарий проведения атомного урока

11

Рекомендации к проведению атомного урока

16

Дополнительные материалы

18



# Энергия ядра. Безуглеродное будущее

**Возраст:** 5-7 класс.

**Цель:** формирование у обучающихся представлений о концепции безуглеродного будущего и основных направлениях её реализации.

**Задачи:**

- рассказать обучающимся о различных источниках получения энергии на Земле;
- сформировать представление о последствиях масштабного промышленного производства (выбросы в атмосферу, парниковый эффект и их последствия) и необходимости внедрения концепции безуглеродного будущего;
- познакомить с альтернативными источниками энергии и атомной энергетикой как наиболее эффективными на данный момент;
- рассказать о термоядерной энергетике как технологии достижения безуглеродного будущего;
- показать взаимосвязь и взаимовлияние повседневного поведения в быту и последствий нерационального потребления ресурсов.

**Предполагаемые результаты:**

Обучающиеся знают:

- виды электростанций в зависимости от используемого источника энергии;
- механизм возникновения парникового эффекта, его последствия;
- отличие возобновляемых ресурсов от невозобновляемых;
- расположение крупных электростанций, использующих возобновляемые источники энергии;
- основные пути применения человеком энергии ядра (распада и синтеза).

Имеют представление:

- об основных вехах истории энергетики;
- о «зелёной энергетике», её особенностях;
- о принципе действия ядерной реакции;
- о сути термоядерного синтеза.

Способны:

- оценить влияние своей повседневной жизни на окружающую среду, в том числе на рост концентрации углекислого газа в атмосфере;
- выделить преимущества АЭС с точки зрения отсутствия вредных выбросов в атмосферу;
- анализировать явление с закреплённой за ним ролью.

**Необходимое обеспечение:**

- Презентация к занятию (Приложение 0);
- Технические средства для демонстрации презентации;
- Расстановка мебели для групповой работы (у каждой группы в распоряжении есть минимум один компьютер или ноутбук);
- Карточки с заданием для групп (названия электростанций и их описание) (Приложение 1);
- Презентации с заданиями для групп (Приложение 2);

**Предварительная подготовка:**

- закрепить в браузере вкладку с открытой страницей онлайн-калькулятора ([https://climate.greenpeace.ru/calculator/?\\_ga=2.39883296.329811576.1630957612-35188669.1630957612](https://climate.greenpeace.ru/calculator/?_ga=2.39883296.329811576.1630957612-35188669.1630957612));
- на рабочие столы компьютеров (ноутбуков) групп разместить презентацию с заданиями для групповой работы (Приложение 2).

**План проведения:**

- 1) Введение в тему урока.
- 2) Источники энергии на Земле и экология: знакомство с историей развития энергетики, влиянием промышленного развития на экологию.
- 3) Альтернативные источники энергии, основы атомной и ядерной физики, ядерные реакторы и атомная энергетика: знакомство с «зелеными» источниками энергии, атомная энергетика как наиболее эффективный источник.
- 4) Энергия будущего: термоядерный синтез как природное явление, технологии его контролируемого воспроизведения.
- 5) Подведение итогов, рефлексия: оценка обучающимися полученных знаний и опыта.

# План проведения занятия

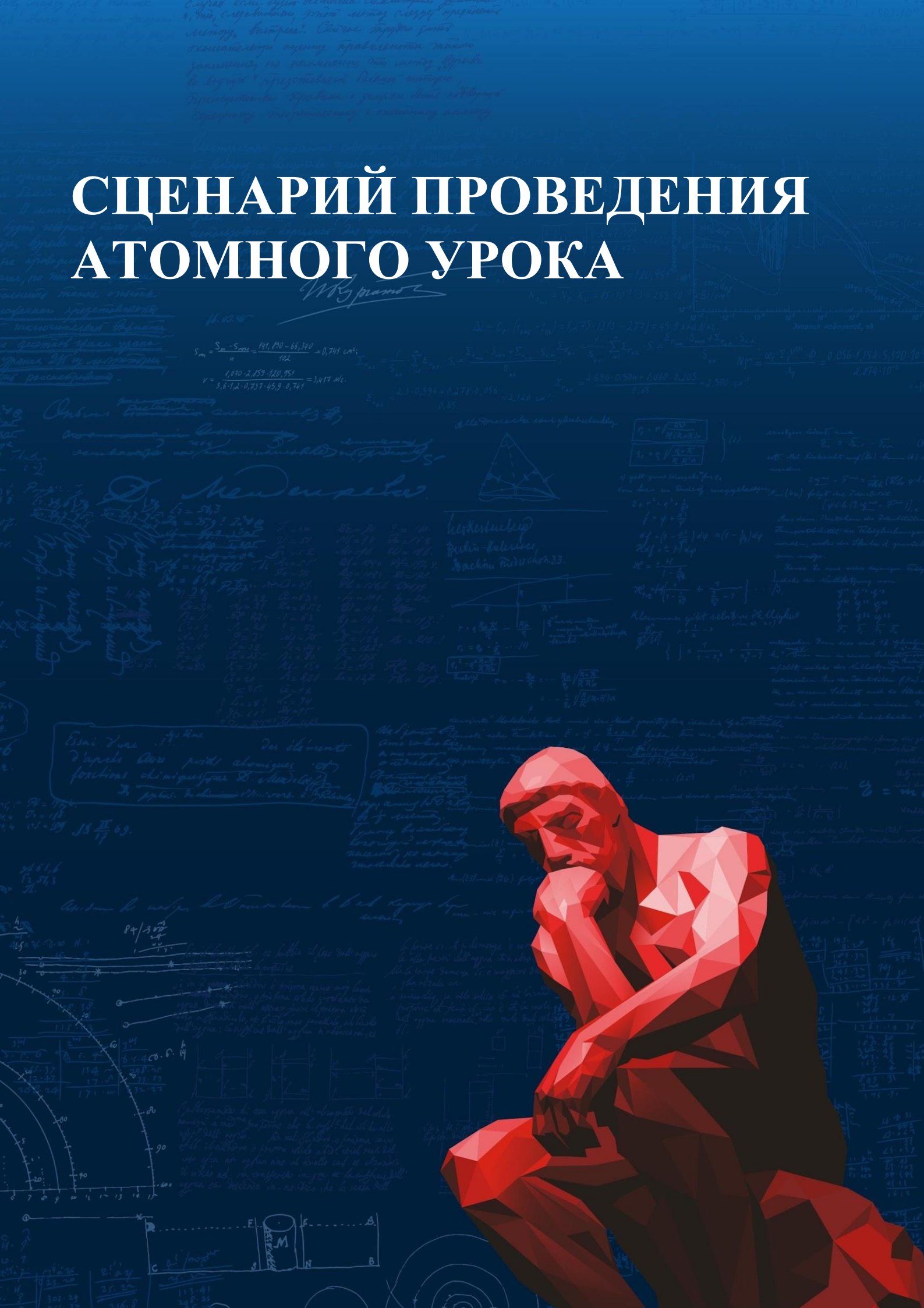
Этап	Время	Виды деятельности	Образовательное содержание	Содержание взаимодействия участников		Планируемые результаты для обучающихся	Примечания
				Педагог	Обучающиеся		
<b>Введение в тему урока</b>	<b>2 мин</b>	Приветствие учителя.		- приветствует обучающихся; - сообщает тему урока.	- отвечают на приветствие, настраиваются на дальнейшую работу.	Презентация.	
<b>Источники энергии на Земле и экология</b>	<b>10 мин</b>	Рассказ учителя, работа в парах, работа с анкетой.	Виды источников энергии. История энергетики. Парниковый эффект и его последствия.	- рассказывает об использовании человеком различных источников энергии и последствиях этого применения; - формирует представление о парниковом эффекте и его последствиях; - организует работу в парах; - организует работу с онлайн-калькулятором; - актуализирует у участников представления об их повседневном влиянии на окружающую среду.	- отвечают на вопросы учителя; - задают вопросы; - соотносят названия и описания электростанций; - работают в онлайн калькуляторе, участвуют в обсуждении полученных результатов.	- имеют представление об основных вехах истории энергетики; - знают виды электростанций в зависимости от используемого источника энергии; - знают механизм возникновения парникового эффекта, его последствия; - могут оценить влияние своей повседневной жизни на окружающую среду, в том числе на рост концентрации углекислого газа в атмосфере.	Презентация. Бланки с заданием о типах электростанций. (Приложение 1) Вкладка с онлайн-калькулятором.

Этап	Время	Виды деятельности	Образовательное содержание	Содержание взаимодействия участников		Планируемые результаты для обучающихся	Примечания
				Педагог	Обучающиеся		
<b>Альтернативные источники энергии. Основы атомной и ядерной физики. Ядерные реакторы и атомная энергетика</b>	<b>10 мин</b>	Рассказ учителя, обсуждение, работа в группах.	Альтернативные источники энергии. Возобновляемость ресурсов. «Зеленая» энергетика. Ядерная энергетика. Атомные электростанции.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- рассказывает о возобновляемых источниках энергии и концепции безуглеродного будущего;</li> <li>- организует работу в группах, при необходимости дает подсказки при выполнении задания;</li> <li>- рассказывает об атоме как мельчайшей составной части всех окружающих материалов и веществ, о строении самого атома;</li> <li>- рассказывает о процессах получения энергии из ядра атома;</li> <li>- рассказывает о развитии и применении атомной энергии.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- отвечают на вопросы, участвуют в обсуждениях.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знают, чем возобновляемые ресурсы отличаются от невозобновляемых;</li> <li>- знают расположение крупных электростанций, использующих возобновляемые источники энергии;</li> <li>- знакомы с понятием «зеленая энергетика», знают о ее особенностях;</li> <li>- имеют представление о процессе деления ядра и получении энергии от этого процесса;</li> <li>- знают основные пути применения человеком ядерной энергии;</li> <li>- понимают преимущества АЭС с точки зрения отсутствия вредных выбросов в атмосферу.</li> </ul>	Презентация.

Этап	Время	Виды деятельности	Образовательное содержание	Содержание взаимодействия участников		Планируемые результаты для обучающихся	Примечания
				Педагог	Обучающиеся		
<b>Энергия будущего</b>	<b>12 мин</b>	Рассказ учителя, обсуждение, работа в группах.	Термоядерный синтез в природе. Проблемы его контролируемого воспроизведения. Международный проект ITER.	- рассказывает о процессе синтеза ядер атомов, условиях, необходимых для его воспроизведения;  - организует в группах обсуждение актуального состояния и перспектив развития энергетики.	- отвечают на вопросы, участвуют в обсуждениях;  - участвуют в обсуждении в группе.	- имеют представление о сути термоядерного синтеза;  - знают основные проекты и разработки в сфере энергетики будущего;  - умеют анализировать явления с закрепленной за ними роли.	Презентация. Презентация с заданиями для групп. (Приложение 2)
<b>Подведение итогов. Рефлексия</b>	<b>11 мин</b>	Обсуждение итогов занятия.	Закрепление полученной информации.	- с обучающимися анализирует прошедший урок.	- участвуют в анализе прошедшего урока.	- развитие способности к анализу и самоанализу.	Презентация.



# СЦЕНАРИЙ ПРОВЕДЕНИЯ АТОМНОГО УРОКА



# Сценарий проведения атомного урока

Мебель в кабинете расставлена для работы 5 групп, у каждой из которых есть доступ минимум к одному ноутбуку/компьютеру. Дети в свободном порядке рассаживаются по группам. Важно предупредить их, что нельзя передвигать стулья между группами (чтобы не нарушать численное равенство формируемых групп).

## Введение в тему урока

**Учитель:** Сегодня на уроке нам с вами предстоит провести необычное исследование: вместе мы перенесемся на тысячи лет назад, к рождению галактик, рассмотрим самые мельчайшие из видимых глазу процессов и даже заглянем в будущее. Все эти, казалось бы, далекие друг от друга вещи, объединяет одно – стремление к «зеленому», свободному от вмешательства человека в природу, будущему. В ходе урока нам предстоит ответить на вопрос, почему «зеленое» будущее стало не просто мечтой отдельных людей, а задачей, от решения которой зависит возможность дальнейшей жизни на Земле.

## Источники энергии на Земле и экология

**Учитель:** Давным-давно людям была необходима энергия для приготовления пищи и обогрева жилища. Для этого люди изначально сжигали дрова, но со временем они стали все больше узнавать о том, как устроен мир, изучать природные явления, развивать науку и технологии. На смену или в дополнение дровам приходят новые источники энергии, найденные в глубинах земли: уголь, нефть и газ. На этом исследования человеком природы не прекратились, а продолжились в новых направлениях. Люди открывают электричество, изобретают и создают механический транспорт (паровозы и автомобили), учатся переводить тепло в другие виды энергии, строят электростанции и двигатели внутреннего сгорания. С развитием технологий и производства потребность в энергии значительно возрастает.

Какие виды электростанций вы знаете? Чем они отличаются друг от друга?

*Ответы обучающихся*

**Учитель:** Чтобы лучше узнать о том, какие бывают электростанции, выполним задание. Вам необходимо правильно соотнести описание электростанции и ее название. Работаете в группе. Можно пользоваться интернетом.

*Учитель раздает карточки с заданием (см. Приложение 1). Обучающиеся выполняют задание, а затем с учителем проверяют правильность его выполнения. Ответ: 1-В, 2-Г, 3-А, 4-Д, 5-Б*

**Учитель:** Двадцатый век ознаменовался значительным промышленным ростом. За 100 лет производство энергии выросло в 50 раз. Теперь мы не можем представить свою жизнь без транспорта, электроприборов, интернета. Ценой такого прогресса стало значительное повышение содержания углекислого газа в атмосфере Земли.

Он появляется при сжигании топлива, даже если вы не видите дым. Один килограмм угля при сжигании приводит к выбросу в атмосферу почти трех килограммов углекислого газа.

Повышение содержания углекислого газа приводит к парниковому эффекту. Часть солнечного света, попадая на нашу планету, отражается обратно в космос. Однако благодаря углекислому газу, который как пленка парника покрывает Землю, все меньше тепла возвращается в космос, и температура на Земле начинает расти.

За последнюю тысячу лет на нашей планете еще не было такого потепления. Особенно оно заметно на Северном Полюсе, где за последний век температура выросла почти на 4 градуса. Кажется мало, но посмотрите на карту льдов в Северном Ледовитом океане. Желтые линии – это границы льда всего 30 лет назад. Многих тысячелетних ледников уже не существует, а уровень мирового океана поднялся на 15 см.

В конечном счете, потепление коснулось всего человечества: в десятки раз возросло число погодных аномалий, в том числе ураганов, засух и наводнений.

Но не только промышленное производство является источником повышения содержания углекислого газа. Повседневная жизнь – питание, перемещения, тоже складываются в определенный след, который оставляет каждый

из нас. И этот след можно рассчитать с помощью специального калькулятора. Разверните вкладку с калькулятором и сосчитайте, сколько углерода вы образуете в повседневной жизни.

[https://climate.greenpeace.ru/calculator/?\\_ga=2.39883296.329811576.1630957612-35188669.1630957612](https://climate.greenpeace.ru/calculator/?_ga=2.39883296.329811576.1630957612-35188669.1630957612)

*Обучающиеся выполняют задание, а затем с учителем обсуждают полученные данные.*

## Альтернативные источники энергии. Основы атомной и ядерной физики. Ядерные реакторы и атомная энергетика

**Учитель:** Как мы сегодня уже упоминали, помимо сжигания топлива, человечество издревле научилось использовать энергию рек, ветра и Солнца. Многие из вас видели ветряные и водяные мельницы, а некоторым посчастливилось прокатиться по водной глади на паруснике, разгоняемом силой ветра.

На сегодняшний день во всем мире строят сотни ветряных, солнечных и гидроэлектростанций. Это так называемые возобновляемые источники энергии: их нельзя исчерпать, они восстанавливаются за счет природных процессов. Прекрасный способ получить энергию и не загрязнить окружающую среду. Доля «зеленой энергетики», как её теперь принято называть, увеличивается от года к году не только в нашей стране, но и во всем мире. А знаете ли вы, где в России находятся такие электростанции?

Ответы обучающихся	Комментарий
	В случае затруднения учитель может назвать и показать на карте такие электростанции, как, например, Саяно-Шушенская ГЭС (Республика Хакасия), Маркинская ВЭС (Ростовская область), СЭС «Охотниково» (Республика Крым), Братская ГЭС (Иркутская область), Мутновская ГеоЭС (Камчатский край).

**Учитель:** Однако все эти электростанции не способны в одиночку заменить для нас сжигание дров, угля, нефтепродуктов. Дело в том, что ветер не всегда дует, а солнечные панели бесполезны ночью. Необходим источник энергии, который будет, с одной стороны, безопасным для природы, а с другой — стабильно выделять энергию в любое время дня в течение многих лет. И тут нам на помощь приходит ядерная физика.

Всё, что мы наблюдаем вокруг, состоит из атомов. Их устройство достаточно простое. В центре атома есть ядро, а вокруг него двигается рой из легких электронов. Вокруг ядра атома может быть разное количество электронов, от этого количества зависят свойства вещества, которое из этих атомов и состоит. Объединяя атомы разных веществ, мы можем получить энергию. Например, как при горении: атомы углерода, из которых состоит уголь, соединяются с атомами кислорода из воздуха. Этот процесс дает энергию. Но сто лет назад оказалось, что куда выгоднее не соединять целые атомы, а делить ядра самых больших из них.

В недрах Земли содержится редкий металл – уран. Его ядро очень большое и «некрепкое». Если его потревожить, оно непременно распадается на части. При этом выделяется энергия, для которой пришлось бы соединить десятки миллионов атомов углерода.

В нашей стране в 1954 году запустили первую в мире атомную электростанцию, впервые атом получил мирное применение. Вам приходилось слышать о ней?

*Ответы обучающихся (Обнинская АЭС, Калужская область)*

Эффективность применения ядерного топлива поражает. Сравните: в год современная атомная электростанция потребляет 20 тонн урана и выделяет столько энергии, сколько выделилось бы при сжигании 2 500 000 тонн угля, что соответствует выбросу в атмосферу 7 миллионам тонн углекислого газа.

В мире на сегодня насчитывается более 200 атомных электростанций, которые производят около 15% всей мировой электроэнергии. Лидером в технологии строительства АЭС на сегодняшний день является Россия.

## Энергия будущего

**Учитель:** Кроме энергии распада ядер существует и другой мощнейший источник безуглеродной энергии. Пример его работы мы видим каждый день после восхода Солнца. Внутри нашей звезды происходит не распад ядра, как с ураном на атомных электростанциях, а наоборот, ядра атомов водорода сливаются друг с другом. Этот процесс

называется «термоядерный синтез». В ходе такого синтеза ядер энергии вырабатывается во множество раз больше, чем при распаде ядра урана.

Повторить такой процесс – мечта человечества. Главная сложность – воссоздать на Земле условия, в которых он протекает на Солнце: необходимую температуру и плотность вещества. А ведь это более 15 миллионов градусов! Впервые такой температуры смогли достичь в нашей стране на установке ТОКАМАК-3А 50 лет назад. Международный проект ITER, в котором значительную роль играют отечественные разработки, планирует запустить первый реактор, где станет возможным объединять ядра атомов. Это откроет путь к созданию уже промышленных образцов.

Мы перечислили несколько способов, которые позволят людям получать нужное количество энергии, при этом сохраняя Землю. Давайте вместе попробуем оценить каждый из них.

**Учитель:** У каждой группы будет своя задача – в течение трех минут обсудить все «зеленые» источники энергии, а затем поделиться своими выводами. Чтобы ничего не потерять, внесите все свои идеи в презентацию, которую вы сможете использовать во время выступления своей группы. Дополнительно каждая группа получает возможность пользоваться интернетом и справочными материалами для поиска дополнительных аргументов.

*Задачи для групп можно посмотреть в презентации (Приложение 2).*

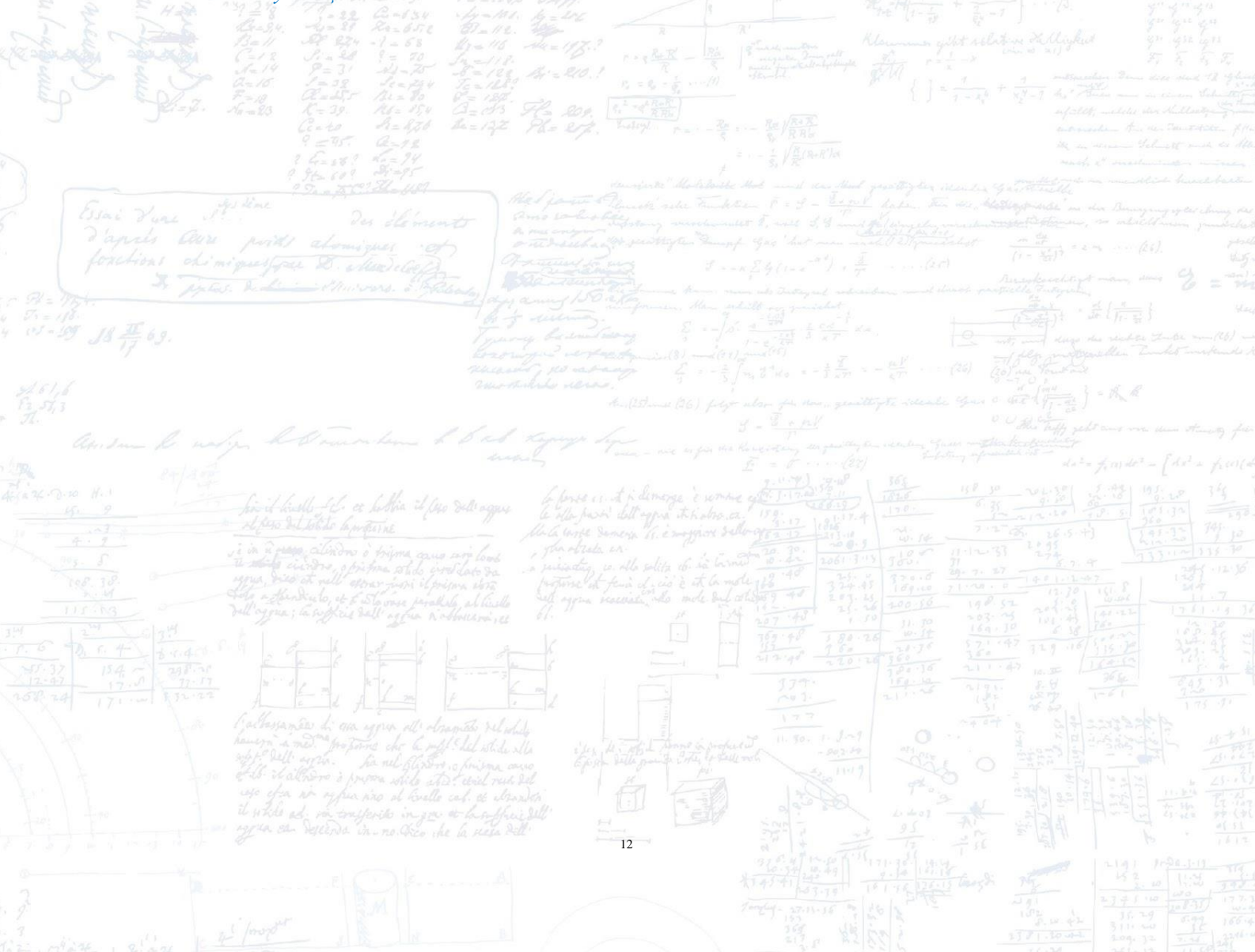
*Обсуждение в группах, выступления, общее обсуждение и подведение итогов.*

**Учитель:** Активное развитие технологий в XX веке привело к тёмным климатическим временам, поэтому пора и нам зажечь свои звезды, используя «зеленую» энергию. Вполне возможно, что зажечь эти звезды удастся кому-то из вас.

### Подведение итогов. Рефлексия

**Учитель:** Что для вас было самым важным сегодня на уроке? О чем бы вы хотели узнать больше? О чем из сегодняшнего вы бы хотели рассказать своим близким?

*Ответы обучающихся.*



The background features a collage of handwritten mathematical notes and diagrams. On the left, there are several tables of numbers, possibly representing data or calculations. In the center, there are diagrams of geometric shapes, including rectangles and triangles, with various labels and measurements. On the right, there are more tables and diagrams, some with arrows and lines connecting different parts. The handwriting is in blue ink on a light background, and the overall appearance is that of a student's notebook or a collection of mathematical sketches.

# РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРОВЕДЕНИЮ АТОМНОГО УРОКА



# Рекомендации к проведению атомного урока

## Возрастные особенности участников

Ребёнок в этом возрасте учится аргументировать, доказывать свою точку зрения, у него активно развивается абстрактное мышление. Ведущая деятельность в этом возрасте постепенно переходит с учёбы на общение, становится важным работать в группе. Хорошо подойдут ролевые и деловые игры, обсуждение конкретных кейсов (текстовых, видео). Можно давать менее чёткие и более творческие задачи, предлагать вопросы с открытым ответом и проблемные ситуации.

## Возможные трудности в проведении занятий

Если Вы столкнулись с тем, что участник(и) задал(и) вопрос, на который Вы не можете ответить, то можно использовать следующие стратегии:

- Поблагодарить за вопрос (но не формально, а озвучить, почему это интересный, уместный, важный вопрос).
- Прямо сказать, что Вы не знаете ответ на данный вопрос (извиняться не нужно, вы не обязаны знать каждую деталь).
  - Если есть возможность, оперативно связаться с тем, кто точно знает ответ. Если нет — сказать ребятам, что пока оставите этот вопрос, а во время выполнения ими заданий постараетесь найти информацию и дать ответ.
  - Если оперативно выяснить правильный ответ невозможно, предложить ребятам подумать, какой специалист может знать ответ.

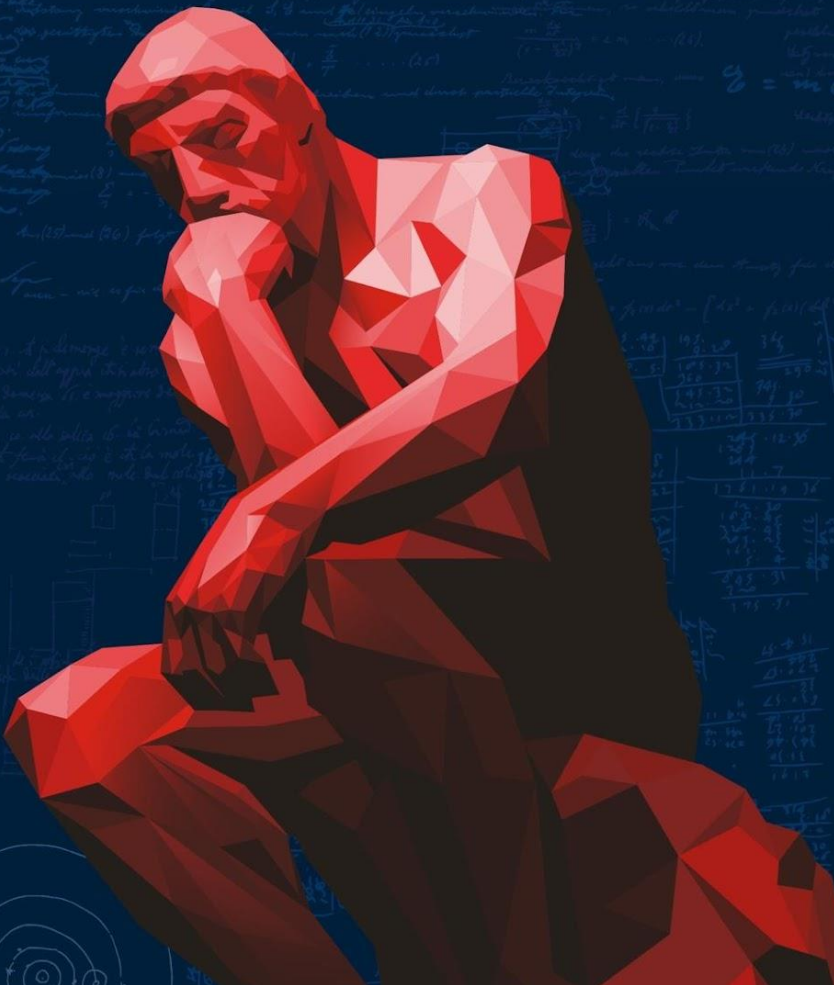
## Краткое описание вариативных форм

Задание по соотнесению названия и описания электростанции можно заменить на просмотр видеоролика о видах электростанций или попросить каждую из групп создать инфографику о том или ином виде электростанции (с использованием справочных материалов).

При обсуждении вопроса, где в России находятся «зелёные» электростанции, можно вместе с обучающимися найти их на карте.

# ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

$$S_m = \frac{S_{\text{пр}} - S_{\text{пр.н}}}{n} = \frac{141,800 - 66,340}{102} = 0,741 \text{ см}^2$$
$$V = \frac{1,070 \cdot 2,159 - 120,951}{3,8 \cdot 1,2 - 0,737 \cdot 45,9 - 0,741} = 3,817 \text{ кг}$$



# Дополнительные материалы

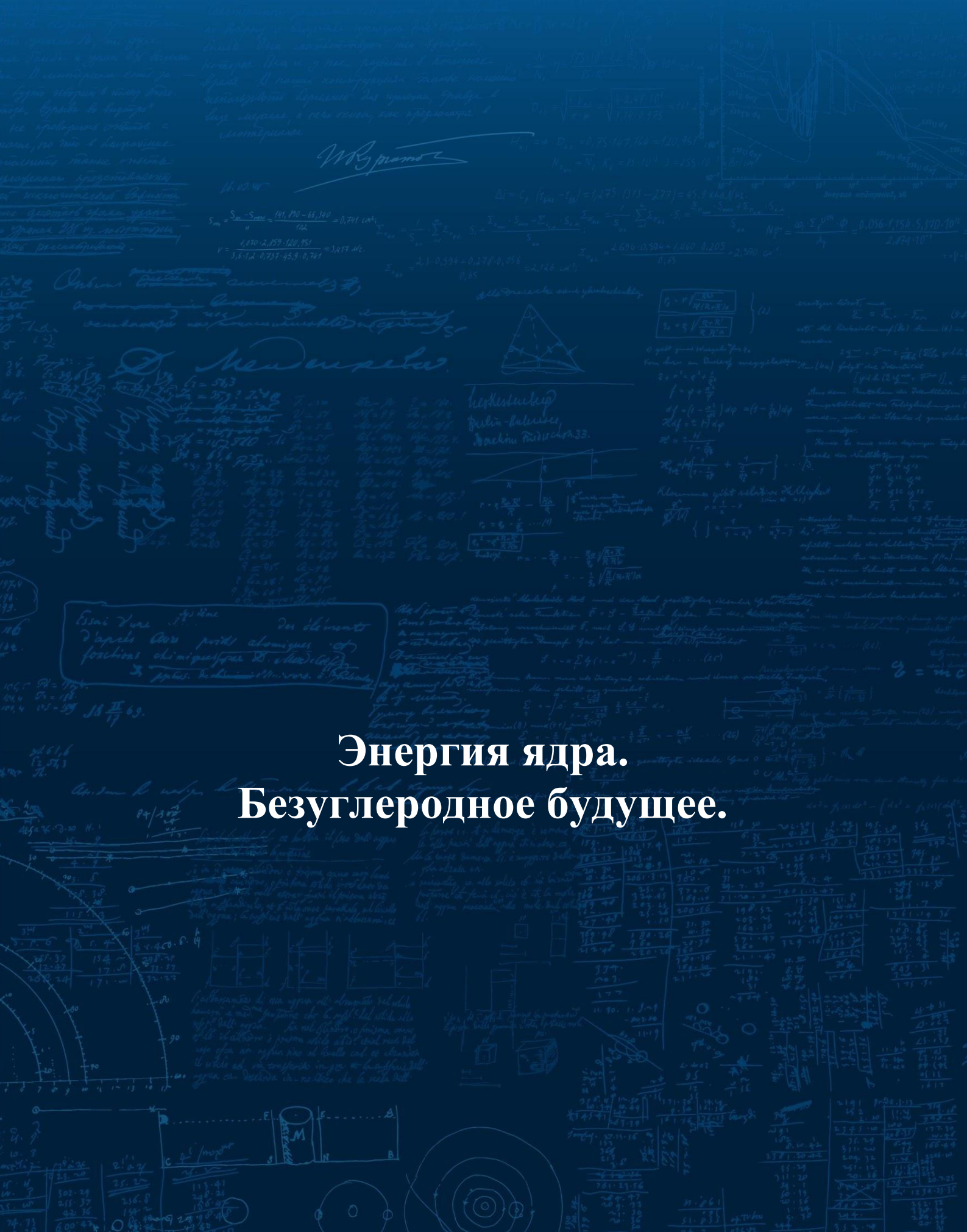
## Ссылки на дополнительные материалы

Термоядерный синтез. Энергия будущего.	<a href="https://www.atomic-energy.ru/video/83070">https://www.atomic-energy.ru/video/83070</a>
Как построить Солнце (специальный репортаж Россия 24).	<a href="https://www.atomic-energy.ru/video/72700">https://www.atomic-energy.ru/video/72700</a>
Горизонты атома: ИТЭР.	<a href="https://www.atomic-energy.ru/video/67296">https://www.atomic-energy.ru/video/67296</a>
Урок «Экологические проблемы электроэнергетики и пути их решения».	<a href="https://resh.edu.ru/subject/lesson/5922/main/79074/">https://resh.edu.ru/subject/lesson/5922/main/79074/</a>
Как работает АЭС.	<a href="https://rosatom.ru/about-nuclear-industry/powerplant/">https://rosatom.ru/about-nuclear-industry/powerplant/</a>
Ветроэнергетика. Как работает?	<a href="https://rosatom.ru/production/vetroenergetika/">https://rosatom.ru/production/vetroenergetika/</a>
Водородная энергетика.	<a href="https://rosatom.ru/production/vodorodnaya-energetika/">https://rosatom.ru/production/vodorodnaya-energetika/</a>
Урок «Чистые источники энергии».	<a href="https://resh.edu.ru/subject/lesson/7927/start/306122/">https://resh.edu.ru/subject/lesson/7927/start/306122/</a>

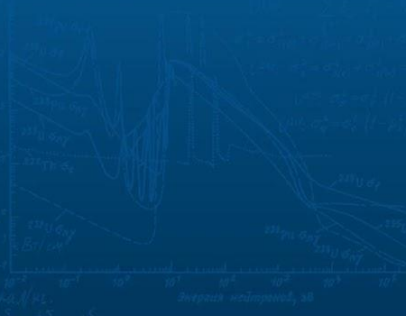


Handwritten text in Russian, including notes on physics and mathematics, such as "Энергия ядра. Безуглеродное будущее." (Energy of the nucleus. Carbon-free future.) and "Медицина" (Medicine).

# Энергия ядра. Безуглеродное будущее.



$$D_{11} = \frac{1,27 \cdot 10^4}{1,16 \cdot 10^3} = 11$$
$$H_{11} = D_{11} \cdot 0,25 \cdot 10^7 = 2,775 \cdot 10^8$$
$$H_{12} = H_{11} \cdot 0,1 = 2,775 \cdot 10^7$$



Медицина

$$S_m = \frac{S_n - S_{n-1}}{n} = \frac{101,170 - 65,100}{102} = 0,341 \text{ LAM}$$
$$V = \frac{1,170 \cdot 2,159 \cdot 100,751}{3,8 \cdot 1,2 \cdot 0,737 \cdot 45,9 \cdot 0,741} = 3,477 \text{ M}$$

$$\Delta I = C_1 (I_{max} - I_0) = (1,275 \cdot (311 - 277)) = 42,8 \text{ kA} \cdot \text{с}$$
$$I_{max} = \frac{V}{S_m} = \frac{1,170}{0,341} = 3,431 \text{ A}$$
$$I_0 = \frac{V}{S_{n-1}} = \frac{1,170}{0,741} = 1,580 \text{ A}$$
$$I_{max} = 2,1 \cdot 0,334 = 0,701 \text{ A}$$
$$I_0 = 2,1 \cdot 0,271 = 0,569 \text{ A}$$
$$I_{max} = \frac{2,696 \cdot 0,594 + 1,460 \cdot 1,205}{0,85} = 2,990 \text{ A}$$
$$N_{11} = 0,5 \cdot I_{11}^2 \cdot R = 0,036 \cdot 1,156 \cdot 5,190 \cdot 10^3 = 2,674 \cdot 10^3$$



Классический  
Пали-Калевин  
Дачини Ридичера 33.



Элементы химии  
2 атома Атомных химических  
функций химических элементов

