

Атомная энергетика: проблемы экологии

(урок – конференция)

Средняя школа

Методическая разработка представлена

Григоренко Ларисой Петровной, учителем физики

МОУ «Краснощековская СОШ № 1», Краснощековский район

В старших классах учебную деятельность заметно активизирует мотив «профессионально-жизненное самоопределение». Этот мотив устремлен к будущей профессии человека, его становление связано с делом, которому ученик намерен себя посвятить. Я стараюсь ввести его в действие. Например, приглашаю учащихся стать на «сегодня» взрослыми и занять один из важных служебных постов.

Примером данного приема является предложенная разработка урока-конференции «Атомная энергетика: проблемы экологии». На нее «приглашаются» докладчики и содокладчики, специалисты разных областей ядерной энергетике, которые выявляют положительные и отрицательные стороны ядерной энергетике, раскрывают проблемы и ищут пути их решения. Также на занятие приглашаются журналисты различных изданий, оппоненты по каждому вопросу, кинооператор. Все роли исполняют учащиеся.

По результатам конференции «журналисты» готовят сообщение в школьную газету.

Подготовка к конференции

За месяц до конференции учащимся предлагаются темы сообщений на выбор, и они начинают подготовку к выступлению.

Вопросы конференции.

1. Общие сведения об атомной энергетике. Экономические проблемы АЭС.
2. Экологические проблемы АЭС.
3. Чернобыльская трагедия.
4. Экологически чистые электростанции.

Оборудование: компьютер, мультимедийный проектор, экран, приложения в форме презентаций: (авторские разработки), выставка рисунков учащихся по теме «Экологические проблемы ядерной энергетике».

Содержание и основная деятельность

Учитель. «Так не бывает, чтобы экспериментаторы вели свои поиски ради открытия нового источника энергии или ради получения редких или

дорогих элементов. Истинная побудительная причина лежит глубже и связана с захватывающей увлекательностью проникновения в одну из величайших тайн природы» Э. Резерфорд.

Энергетика – эта отрасль промышленности и народного хозяйства, занимающаяся получением, передачей, преобразованием и рациональным использованием энергии. От нее зависит состояние экономики любой страны. Сегодня проблема энергоснабжения стала одной из приоритетных.

Постигая законы природы и используя научно-технический прогресс в своей практической деятельности, человек становится все более могущественным. Однако технический прогресс имеет и обратную сторону – возрастает ущерб, наносимый природе: загрязняется атмосфера, на поверхности морей и океанов появляются губительные для водной флоры и фауны пленки нефти, все меньше остается лесов... Некоторые виды техники в состоянии уничтожить на Земле все живое, в том числе и человека. Поэтому в наше время как никогда раньше, приобретают важность нравственные аспекты использования природных ресурсов. Вопросы экологии, разумного, бережного отношения к природе – среде нашего обитания.

Электроэнергетика является отраслью, от которой в значительной мере зависит развитие всех остальных отраслей хозяйства. Производство электроэнергии – важнейший показатель, по которому судят об уровне развития страны. Размещение электростанций зависит от типа станции, на него влияют в первую очередь ресурсный фактор (в зависимости от используемого источника энергии) и потребительский. Выделяются основные типы электростанций: ТЭС, ГЭС, АЭС.

Доля атомной энергетики в мировом производстве электрической энергии составляет 17 % (около 2000 млрд. кВт*ч). По данным Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) мировую атомную энергетику представляют 450 атомных реакторов, работающих в 31 стране.

Три страны мира, в которых доля атомных электростанций (АЭС) в общей выработке электроэнергии наибольшая – это Франция (77 %), Бельгия (56 %) и Швеция (56 %). В США она составляет 19 %, а в России – 11 % (~120 млрд. кВт*ч).

На территории России расположены 9 наиболее крупных электростанций из числа построенных до 90-х гг. Из них 8 – в Европейской части России: это Курская, Тверская, Нововоронежская, Ленинградская, Балаковская, Белоярская, Кольская АЭС и Билибинская АСТ. Самая крупная АЭС России – Курская – имеет мощность 4000 МВт. На этих станциях установлено 29 энергоблоков с реакторами различного типа, в том числе 11 реакторов устаревшего типа РБМК-1000, такие, как на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС).

Экономические проблемы АЭС. Производство электроэнергии на АЭС не связано с процессами горения и, следовательно, с потреблением атмосферного кислорода, столь необходимого биосфере. Не сжигая

ископаемое органическое топливо и, потому, не выбрасывая в атмосферу сотни миллионов тонн углекислого газа, оксидов серы и азота, АЭС стали единственным крупным производителем электрической энергии, которые не способствуют ни усилению парникового эффекта, ни выпадению кислотных осадков.

Если бы те 17 % мирового производства электроэнергии, которые дают АЭС, производили ТЭС, работающие на угле, то в атмосферу дополнительно поступало бы около 1 млрд. т. углекислого газа в год, а также десятки миллионов тонн оксида серы, азота и других вредных выбросов.

Противники атомной энергетики не считают этот довод решающим аргументом в пользу АЭС, полагая такой способ сокращения вредных выбросов ТЭС очень дорогим по сравнению с использованием: а) возобновляемых источников энергии и б) мер по сбережению и более эффективному расходу электроэнергии (улучшение качества электротехнического оборудования, в том числе бытовых приборов, стабилизаторов частоты и напряжения электрического тока и др.). Именно такой подход позволил США добиться значительного увеличения валового национального продукта при относительно небольшом росте потребления всех видов энергии и полном прекращении строительства новых АЭС (с середины 70-х годов прошлого века).

Сравним количество топлива, потребляемого обычными тепловыми станциями и АЭС. Атомные станции не требуют такого количества ископаемого органического топлива, как ТЭС, они не вызывают загрузки перевозками угля железнодорожным транспортом (в нашей стране эти перевозки составляют 40 % грузооборота железных дорог).

Рассмотрим топливный цикл атомной электростанции. Он состоит из двух частей: первая (А) относится к переработке руды, изготовлению и обогащению собственно топлива; вторая (Б) связана с хранением отходов и регенерацией ядерного горючего.

Регенерация – это совокупность радиохимических и химико-технологических процессов переработки ядерного топлива, использованного в реакторе; цель – извлечение невыгоревшего первичного топлива, а также накопленного вторичного для дальнейшего использования. Регенерация сопровождается извлечением и захоронением радиоактивных отходов.

Доля стоимости составляющих ядерного топливного цикла: к сожалению, нет точных данных о том, во что обходится строительство АЭС (достаточно долговременное – порядка 10 лет, причем столько же времени уходит на подготовку к строительству), как велики эксплуатационные расходы (известно, что АЭС мощностью 1000 МВт обслуживает персонал в тысячу человек), сколько средств нужно для строительства соцкультбыта (поскольку около АЭС всегда возникает городская структура с населением порядка десятков тысяч человек) и сколько потребует неизбежный демонтаж станции.

АЭС имеют ограниченный временной ресурс работы: ~ 25-30 лет. Такой короткий срок службы АЭС объясняется тем, что со временем,

несмотря на все меры защиты, оборудование станции становится опасным в радиационном отношении.

Наблюдается также явление «охрупчивания», когда под влиянием нейтронного облучения металлические конструкции теряют прочность и становятся хрупкими.

Демонтаж АЭС – наука и одновременно сложнейшее производство, концепция которых не разработана до сих пор. Как считают многие специалисты (энергетики, экологи и др.), предстоит «долгое прощание» с АЭС, причем полностью демонтировать их и довести окружающую среду до состояния «зеленой лужайки» не представляется возможным.

Потому в стоимость производимой АЭС энергии необходимо включать не только затраты на строительство станции, но и расходы на ее демонтаж, стоимость которого по экспертным оценкам, сравнима со стоимостью самого сооружения. В середине 70-х годов политика США в области ядерной энергетики резко изменилась: строительство новых АЭС было прекращено, несмотря на значительные уже сделанные затраты. Произошло это прежде всего по экономическим причинам после расчета стоимости электроэнергии, производимой АЭС, с учетом всех реальных составляющих ядерного топливного цикла: 1 – добыча природного урана, 2 – переработка и обогащение топлива, 3 – изготовление ТВЭлов, 4 – переработка и захоронение радиоактивных отходов.

Анализ диаграммы показывает: во всем цикле производства топлива для АЭС стоимость добычи урана (якобы главный показатель низкой стоимости электрической энергии, производимой на АЭС) составляет лишь 2 %, с учетом процессов переработки, обогащения и изготовления ТВЭлов будет 26 %. Значительная же доля затрат (74 %) приходится на переработку и захоронение возникающих на всех этапах цикла радиоактивных отходов (РАО).

В настоящее время по далеко неполным и малонадежным подсчетам стоимость 1 кВт*ч электроэнергии, выработанной на АЭС, оказывается наибольшей по сравнению со стоимостью электроэнергии, произведенной на электростанциях других типов.

Далее продолжается обсуждение данного вопроса учащимися.

Учитель. Следующим вопросом рассматриваемой темы, является «Экологические проблемы АЭС» (Рассказ учащегося с использованием презентации).

Учащийся (специалист по вопросам экологии на АЭС). Ядерная энергетика до недавнего времени рассматривалась как наиболее перспективная. Это связано как с относительно большими запасами ядерного топлива, так и со щадящим воздействием на среду. К преимуществам относится также возможность строительства АЭС, не привязываясь к месторождениям ресурсов, поскольку их транспортировка не требует существенных затрат в связи с малыми объемами. Достаточно отметить, что 0,5 кг ядерного топлива позволяет получать столько же энергии, сколько сжигание 1000 тонн каменного угля.

Положительный экологический фактор: небольшой выброс вредных веществ в атмосферу.

Отрицательных экологических факторов несколько.

1. Тепловое загрязнение. Тепловые потери АЭС в 1,5 раза больше, чем ТЭС аналогичной мощности, поэтому КПД атомных электростанций невелик (20-25 %), и их работа сопровождается «сбросом» огромного количества теплоты в воздух и воду. Тепловое загрязнение изменяет климат региона, где расположена АЭС. Увеличивается влажность воздуха, особенно в осенне-зимний период, что неблагоприятно влияет на здоровье людей, на состояние посевов, лесов, зданий и сооружений, в том числе и распределительных устройств и линий электропередач. Повышение температуры естественных водоемов, куда сбрасывают теплую воду из систем охлаждения станций, приводит к снижению концентрации растворенного в воде кислорода, что угнетает развитие рыбной молоди и приводит к гибели рыб. В нагретой теплой воде водоемов происходит бурное развитие сине-зеленых водорослей, наступает «цветение» воды. Это явление делает невозможным использование таких водоемов для питьевого водоснабжения.

2. Наличие радиоактивных отходов. Урановая руда добывается на рудниках подземным или открытым способом. Эта отрасль горнодобывающего производства ухудшает окружающую среду, загрязняя воздух, почву, поверхностные и подземные воды.

Отходы на стадии добычи и переработки природного урана очень велики и составляют 99,8 %. Из резервуаров для хранения жидких отходов радиоактивные вещества могут попадать в грунтовые воды и расположенные рядом поверхностные водоемы. Твердые и жидкие отходы, возникающие при регенерации ядерного топлива, обладают очень высокой радиоактивностью и требуют специальной переработки и специального захоронения в целях обеспечения безопасности. Имеются серьезные основания считать, что все существующие в настоящее время методы обезвреживания радиоактивных отходов, в том числе химические, недостаточно надежны и представляют собой источник постоянной опасности для жизни во всех пространственных структурах биосферы.

3. Радиоактивные излучения (РИ). Это самая главная опасность атомной энергетики. РИ оказывает пагубное влияние на все живые организмы.

Под действием радиации поражаются клетки тканей, прежде всего их ядра, нарушается способность клеток к делению и обмен веществ в них. Наиболее чувствительны к радиационному воздействию кроветворные органы (костный мозг, селезенка, лимфатические узлы), эпителий слизистых оболочек, щитовидная железа. В результате радиоактивных излучений на органы человека возникают тяжелейшие заболевания: лучевая болезнь, злокачественные опухоли, приводящие нередко к смертельному исходу. Облучение оказывает сильное влияние на генетический аппарат, приводя к появлению потомств с уродливыми отклонениями и врожденными тяжелыми заболеваниями организма. Степень биологического воздействия зависит от

вида излучения, его интенсивности и продолжительности облучения организма.

Специфическая особенность радиоактивных излучений: они не воспринимаются органами чувств человека и даже при смертельных дозах не вызывают болевых ощущений в момент облучения; в этом их «коварство».

4. Аварийные ситуации. Взрыв четвертого энергоблока Чернобыльской атомной электростанции – одна из таких ситуаций.

Всего с момента начала эксплуатации АЭС в 14 странах мира произошло более 150 инцидентов и аварий различной степени сложности. Некоторые из них: в 1957 г. в Уиндскейле (Англия), в 1959 г. в Санта-Сюзанне (США), в 1961 г. в Айдахо-Фолсе (США), в 1979 г. в Три-Майл-Айленд (США), в 1986 г. в Чернобыле (СССР). Вот поэтому люди всего мира выступают против строительства АЭС на территориях, где они проживают.

Учитель. А сейчас более подробно рассмотрим вопрос о трагедии, произошедшей 26 апреля 1986 года на Чернобыльской атомной электростанции.

Учащийся (специалист по изучению катастроф на АЭС).

Целый мир, охватив от земли до небес,

Всполошив не одно поколение,

По планете шагает научный прогресс.

Что стоит за подобным явлением?

Как использовать знание – забота людей.

Не наука – ученый в ответе.

Давший людям огонь – прав ли был Прометей?

Чем прогресс обернется планете?

Впервые человечество увидело атом в действии в 1945 г., когда США сбросили на Хиросиму и Нагасаки водородные бомбы. Погибла треть населения этих городов, радиация вызвала у многих людей лейкозы. Люди умирали и продолжают умирать до сих пор.

Ряд испытаний ядерного оружия Соединенными Штатами на острове Бикини в 1946-1958 гг. привели к тому, что в результате взрыва исчезли с лица Земли 2 соседних островка, а сам остров стал непригодным для жизни.

В 1957 г. на заводе Селлафильд в Англии по регенерации ядерного топлива произошел взрыв. В результате загрязнения погибли 13 человек, более 250 заболели острой и хронической лучевой болезнью и т.д.

В нашей стране в течение многих лет проходили испытания атомного оружия на Семипалатинском полигоне. В результате чего большое количество людей получили различную дозу облучения.

В Алтайском крае на учете находится 24 250 граждан, пострадавших от воздействия радиации на Семипалатинском полигоне. На самом деле теперь уже по признанию Конституционного суда РФ жертв этих испытаний гораздо больше. Все, кто проживал в 1949-1963 гг. в населенных пунктах (как на территории Алтайского края, так и Казахской ССР), включены в перечень, утвержденный Правительством РФ, имеют право претендовать на статус «семипалатинцев» и получение социальной помощи.

Наибольшему радиоактивному воздействию на территории Алтайского края подверглись населенные пункты Рубцовского, Локтевского, Угловского районов, где суммарная (накопленная) эффективная доза облучения превышает 25 сЗв; Залесовского, Змеиногорского, Курьинского, Поспелихинского, Рубцовского и Краснощековского районов, где суммарная (накопленная) эффективная доза облучения больше 5сЗв, но не более 25 сЗв.

26 апреля 1986 года в 01:23:40 по местному времени произошла самая крупная за всю историю развития атомной энергетики авария на Чернобыльской АЭС. Эта авария стала предупреждением человечеству о том, что колоссальная энергия, заключенная в атоме, без надлежащего контроля над ней может поставить вопрос самого существования людей на планете.

Первая стадия аварии – два взрыва: в течение первого за 1 секунду радиоактивность реактора возросла в 100 раз; в ходе второго – через 3 с. – радиоактивность увеличилась в 440 раз.

Вторая стадия аварии (26 апреля-2 мая) – горение графитовых стержней.

Третья стадия (2-6 мая) – расплавление ядерного топлива. В период горения стержней температура внутри реактора не опускалась ниже 1500 °С, а после 2 мая стала повышаться, приблизившись к 3000 °С, что вызвало расплавление оставшегося ядерного топлива. Горение реактора (хотя и с меньшей силой) продолжалось до 10 мая.

По официальным оценкам радиоактивность, «выброшенная» из реактора, равнялась 50 млн. Ки (это значение было явно занижено, т.к. по данным на 6 мая, не учитывало большей части короткоживущих радионуклидов, в том числе йода-131, период полураспада которого равен 8,1 суток и который также чрезвычайно опасен) и 50 млн. Ки радиоактивных благородных газов.

При аварии на ЧАЭС 3,5 % продуктов деления в реакторе (это 63 кг) было выброшено в атмосферу. Для сравнения: в результате взрыва атомной бомбы, сброшенной на Хиросиму, образовалось всего 0,74 кг радиоактивных «отходов». В момент взрыва образовалось огромное (высотой около 2 км) облако радиоактивностью в десятки млн. Кюри, состоящее из аэрозолей – диспергированных «горячих» частиц ядерного топлива, смешанных с радиоактивными газами.

На территории четвертого блока после взрыва оказались крупные обломки топливных кассет и графита, которые ликвидаторы последствий аварии собирали бульдозерами и лопатами (!).

Последствия катастрофы. Сильно пострадала территория, находящаяся в непосредственной близости от 4-го блока. От мощного облучения короткоживущими изотопами погибла часть хвойного леса. Умершая хвоя была рыжего цвета, а сам лес таил в себе смертельную опасность для всех, кто в нем находился. На развилке, у знака «Припять» – остатки знаменитого «рыжего леса». Его давно не существует, весь верхний слой дерна был срезан, вывезен и захоронен под бетоном.

Припять – город, построенный для специалистов – атомщиков и их семей, находящийся на расстоянии 2 км от ЧАЭС. Эвакуация жителей города началась спустя 36 часов после аварии.

Авария на Чернобыльской АЭС вызвала крупномасштабное радиоактивное заражение местности, зданий, сооружений, дорог, лесных массивов и водоемов не только на Украине, но и далеко за её пределами. На волю вырвалось более 8 тонн топлива, которое содержало плутоний и другие высокорadioактивные продукты распада, а также радиоактивное графитовое вещество.

Последствия радиоактивного заражения: мутации; раковые заболевания (щитовидной железы, молочной железы, легкого, желудка, кишечника, лейкоз); наследственные нарушения; стерильность яичников у женщин; слабоумие и др.

Итог Чернобыльской катастрофы: погибло 80 тыс. человек; пострадало более 3 млн. человек, из которых 1 млн. – дети. Чернобыль принес убытки, сравнимые с бюджетами целых государств.

«С позиций экологической безопасности страны радиоактивное загрязнение – одна из самых главных угроз. И доля атомных энергетических установок в создании этой угрозы очень значительна. Возможно, мы преувеличиваем, но только один Чернобыль полностью оправдывает наше мнение». Член-корреспондент РАН А. Яблоков, председатель Центра экологической безопасности России.

Учитель приглашает к обсуждению предложенной темы учащимся.

Учитель. Российская Федерация – страна обеспеченная. В разном понимании. Но основа нашего благосостояния заключается не только в богатстве ископаемых ресурсов, о труднодоступности и исчерпаемости которых не следует забывать. Богатство России содержится в её территории. Именно территория является фактором, определяющим разнообразие ландшафтных, геологических и климатических зон (и границ между данными зонами), что в конечном итоге выражается в обеспеченности возобновляемыми источниками энергии.

По различным оценкам исследователей, экономически оправданный энергетический потенциал составляет 270-420 млн. тонн условного топлива (т.у.т.). В пересчёте на условное топливо выработка электроэнергии к примеру в 2008 г. составила приблизительно 125 млн. т.у.т. Иначе говоря, возобновляемые источники энергии могут теоретически покрывать потребность экономики во вторичной энергии.

Учащийся (специалист по альтернативным источникам энергии). Все основные типы электростанций оказывают значительное негативное воздействие на природу: ТЭС загрязняют воздух, шлаки станций, работающих на угле, занимают огромные территории. Водохранилища равнинных ГЭС заливают плодородные пойменные земли, приводят к заболачиванию земель. Небезопасными оказались и АЭС.

Предотвращение быстро надвигающегося эколого-экономического кризиса возможно лишь при переходе к широкому прямому использованию

нетрадиционных источников энергии – энергии ветра, приливов, Солнца и внутренней энергии Земли.

Давайте более подробно рассмотрим экологически чистые электростанции и начнем с ветряных.

Ветроэнергетика – отрасль энергетики, связанная с разработкой методов и средств для преобразования энергии ветра в механическую, тепловую или электрическую энергию. Ветер – возобновляемый источник энергии. Ветровая энергия может быть использована практически повсеместно; наиболее перспективно применение ветроэнергетических установок в сельском хозяйстве.

Ветряная электростанция – несколько ветрогенераторов, собранных в одном, или нескольких местах. Крупные ветряные электростанции могут состоять из 100 и более ветрогенераторов. Ветряные электростанции строят в местах с высокой средней скоростью ветра – от 4,5 м/с и выше. Предварительно проводят исследование потенциала местности. Анемометры устанавливаются на высоте от 30 до 100 метров, и в течение одного-двух лет собирают информацию о скорости и направлении ветра. Полученные сведения могут объединяться в карты доступности энергии ветра. Обычные метеорологические сведения не подходят для строительства ветряных электростанций: эти сведения о скоростях ветра собираются на уровне земли (до 10 метров) и в черте городов, или в аэропортах.

Крупнейшей на данный момент ветряной электростанцией является электростанция в городе Роско, штат Техас, США. Она была запущена 1 октября 2009 года, состоит из 627 ветряных турбин. Полная мощность – около 780 МВт. Площадь электростанции не менее 400 км².

Геотермальная энергия – это энергия, получаемая из природного тепла Земли. Достичь этого тепла можно с помощью скважин.

Геотермальная электростанция – теплоэлектростанция, преобразующая внутреннее тепло Земли (энергию горячих пароводяных источников) в электрическую энергию. Геотермальные электростанции имеются в США, Новой Зеландии, Италии, Исландии, Японии. В России 1-я геотермальная электростанция (Паужетская) мощностью 5 МВт пущена в 1966 г. на Камчатке. В 1980 г. ее мощность доведена до 11 МВт.

Для выработки электроэнергии используют также энергию солнечной радиации. Различают термодинамические солнечные электростанции и фотоэлектрические станции, непосредственно преобразующие солнечную энергию в электрическую. Электрическая мощность действующих термодинамических солнечных электростанций свыше 30 МВт, фотоэлектрических станций – свыше 10 МВт.

Солнечная батарея – один из генераторов альтернативных видов энергии, превращающих солнечное электромагнитное излучение (свет) в электричество. Такие батареи широко используются в тропических и субтропических регионах с большим количеством солнечных дней. Особенно популярны в странах Средиземноморья, где их помещают на крышах домов для получения электричества.

Приливная электростанция (ПЭС) – особый вид гидроэлектростанции, использующий энергию приливов, а фактически кинетическую энергию вращения Земли. Приливные электростанции строят на берегах морей, где гравитационные силы Луны и Солнца дважды в сутки изменяют уровень воды. Колебания уровня воды у берега могут достигать 13 метров. Для получения энергии залив или устье реки перекрывают плотиной, в которой установлены гидроагрегаты, которые могут работать как в режиме генератора, так и в режиме насоса (для перекачки воды в водохранилище для последующей работы в отсутствие приливов и отливов). В последнем случае они называются гидроаккумулирующая электростанция.

Преимуществами ПЭС является: высокая экологичность и низкая себестоимость производства энергии. Недостатками – высокая стоимость строительства и изменяющаяся в течение суток, мощность, из-за чего ПЭС может работать только в составе энергосистемы, располагающей достаточной мощностью электростанций других типов. Существует мнение, что работа приливных электростанций тормозит вращение Земли, что могло бы привести к негативным экологическим последствиям. Однако ввиду колоссальной массы Земли влияние приливных электростанций незаметно.

Продолжается обсуждение данного вопроса.

Заключение

Учитель. Таким образом, развитие ядерной энергетики ставит перед человечеством качественно новые экологические задачи:

- применять новые технологии при строительстве АЭС;
- необходимо вкладывать деньги в разработку новых, более безопасных атомных реакторов;
- применять новые методы захоронения радиоактивных отходов.

Предотвращение быстро надвигающегося эколого-экономического кризиса возможно лишь при переходе к широкому прямому использованию нетрадиционных источников энергии – энергии ветра, приливов, Солнца и внутренней энергии Земли.

Рефлексивный тест:

- Что понравилось на уроке? Почему?
- Что не понравилось?
- Нужна ли мне физика для повышения моего интеллектуального уровня?
- Нужна ли мне физика для моей дальнейшей профессиональной деятельности?

Подведение итогов

Учитель. Большое спасибо нашим специалистам! Большое спасибо всем, кто участвовал в обсуждении, за отличную работу! Надеюсь, в скором будущем из вас получатся настоящие мастера своего дела, умеющие решать глобальные проблемы человечества.

Использованная литература:

А. Иллеш. Катастрофа. – М: Известия, 1989.

П. Ревелль, Ч. Ревелль. Среда нашего обитания. Кн. 3. – М: Мир, 1995.

Физика в школе №2. – М: Школа-Пресс 1, 2003.

Распоряжение Правительства РФ от 08.02.2002 г №156-Р.

<http://file.liga.net/event/21.html>

<http://pripyat.com/>

http://ru.wikipedia.org/wiki/Чернобыльская_авария

http://ru.wikipedia.org/wiki/Приливная_электростанция

http://ru.wikipedia.org/wiki/Солнечная_батарея