

О. Л. Харлёнок,
учитель физики высшей категории
СШ № 1 г. Лепеля

Зона повышенной ответственности: Чернобыль – Фукусима-1

Конференция для учеников 10–11 классов

25-летие чернобыльской аварии практически совпало с еще одной крупнейшей аварией в истории ядерной энергетики – на АЭС «Фукусима-1». Ситуация на японской станции сложная, и специалисты всего мира решают, как надежнее предотвратить развитие событий. Разговор о преодолении последствий чернобыльской катастрофы через четверть века невозможно вести в отрыве от происходящего. Особого внимания заслуживает в этой ситуации факт подписания межправительственного соглашения между Республикой Беларусь и Российской Федерацией о строительстве на территории нашей страны атомной электростанции. Об этом мы и поговорим на сегодняшней конференции. С сообщениями выступают подготовленные ученики.

Цели:

- познакомить учащихся с масштабами и остротой энергетических проблем;
- научить учащихся отстаивать свою точку зрения по проблемам ядерной энергетики;

Задачи:

- формировать системное мышление учащихся;
- развивать умения учащихся анализировать, сопоставлять, сравнивать, делать выводы;
- развивать умения учащихся собирать и обрабатывать информацию.

Оборудование: мультимедийная установка, карта Беларуси, столы расставлены по кругу.

Ход конференции

Какие существуют способы обеспечения человечества энергией в долгосрочной перспективе в новом тысячелетии?

– Ядерная энергетика по праву сохраняет за собой звание «энергетик 21 века». Факт остается фактом: запасы углеводородного сырья в мире сокращаются, и оно дорожает. При всех «за» и «против» мирного атома никто не предлагает ничего взамен. А все возражения против его применения, которыми изобилует пресса и ИНТЕРНЕТ, грешат непрофессионализмом и рассыпаются при первой попытке непредвзятого научного и экономического анализа. Необходимо не просто обеспечить устойчивое развитие экономики, но и создать условия для ее дальнейшего функционирования. Ядерная составляющая должна стать полноценной частью отечественной энергетики.

Существуют предубеждения у людей о том, что они принципиально против ядерной энергетики. Но подобные взгляды основаны на недостаточной информированности. Сильны страхи пред невидимой опасностью, которая представляет собой радиация. При этом остается «за кадром» ущерб, который наносит экологии углеводородная энергетика, за исключением газовой. Негативное радиационное влияние на порядок выше от тепловой станции, работающей на угле, чем от АЭС. Это объясняется тем, что в угле содержится целый букет радиоактивных элементов, которые после сжигания никуда не исчезают. Часть из них выбрасывается в атмосферу, основная же масса сохраняется в зольных остатках. Это низкоактивные отходы, но объем их чрезвычайно велик. Так что в любом случае страна, которая планирует развитие угольной энергетики, должна будет заботиться и о радиоактивных отходах. Ядерная энергетика – это такой же данный Богом энергоисточник, как и все другие. Залежи урана находятся в земной коре, как и все другие полезные ископаемые, что свидетельствует в пользу ее применения. Другое дело, что подходить к этому надо с максимальной осторожностью, во всеоружии научного познания.

Скрытый и явный передел сфер влияния, который сегодня наблюдается в мире, красноречивее всего свидетельствует о ситуации, сложившейся с перспективами обеспечения энергоресурсами. Мы видим, как высокотехнологичные страны, традиционно потребляющие большое количество энергии для обеспечения жизнедеятельности своих народов, не останавливаются перед вооруженным вмешательством во внутренние дела государств, уступающим им по экономической мощи, зато наделенных большими запасами углеводородного сырья. В свете этих событий решение, принятое правительством нашей страны о строительстве АЭС совместно с Российской Федерацией, представляется и взвешенным, и цивилизованным. Огромное число стран имеют такие станции, и не по одной, а по несколько десятков. Всего на земном шаре на сегодняшний день действуют 440 реакторов. Очевидно, если бы был другой выход, то человечество нашло бы уже его. Но перескочить через эту ступеньку нельзя. Значит, пройти неизбежный этап нужно с наименьшими издержками. Залогом этого должно быть увеличение ответственности людей по мере возрастания технологичности нашей цивилизации.

События на «Фукусиме-1» говорят, что надежды людей не всегда оправдываются. Чему способна научить произошедшая катастрофа в Японии?

– Один из уроков будет состоять в оценке рисков при проектировании АЭС. До сих пор при этом в расчет принимались природные явления, которые когда-либо фиксировались ранее. Но, как показала практика, нельзя исключать и самые невероятные катаклизмы. За недопущение возможности сочетания едва ли не самого сильного в истории землетрясения и цунами приходится дорого расплачиваться. На белорусской АЭС планируется установить другой тип реактора, и цунами

у нас не бывает. Авария в Японии и все, что за ней последовало, показало, что при инцидентах такого масштаба ни в коем случае не следует пренебрегать международной помощью. Известно, что помощь была предложена сразу же российскими и американскими специалистами, а японская сторона не сразу ее приняла. Имел место факт задержки отселения людей, проживающих в непосредственной близости от АЭС, и недостаточной информированности населения о радиационной опасности.

При ликвидации катастрофы в Японии учитывали опыт чернобыльской трагедии. Решение об отселении в окрестностях «Фукусимы-1» было принято, несмотря на то что дозы излучения еще не превышали допустимых уровней. Белорусский опыт был использован в работе службы радиационного контроля, которая находится в Японии на высоком уровне.

Выводы из событий на АЭС «Фукусима-1» будут сделаны на основании изучения произошедшего, понадобится пересмотр отдельных норм МАГАТЭ в сторону ужесточения. В связи с выходом из строя дизель-генераторов станции, которые должны снабжать электроэнергией и обеспечить питанием все ее системы в условиях отключения самой станции, может возникнуть необходимость предусмотреть дополнительные варианты дублирования.

Что сделано в нашей стране за 25 лет ликвидации последствий чернобыльской катастрофы?

– В течение последних двух с половиной десятилетий государством была проделана огромная работа для того, чтобы мы могли сказать: ситуация взята под контроль. Продолжающаяся до сих пор работа связана с защитными мерами различного характера и называется ликвидацией последствий аварии – предотвращением неблагоприятного воздействия радионуклидов на здоровье человека. В настоящее время на загрязненной территории в Беларуси проживает 1,1 млн человек. Прослеживается тенденция к значительному сокращению по сравнению с 1986 годом, когда эта цифра составляла 2,2 млн человек. К резкому снижению количества проживающих привело переселение людей из зоны загрязнения. При этом 137 тысяч человек были переселены в организованном порядке и около 200 тысяч самостоятельно покинули обжитые места, поселившись на территории нашей страны и за ее пределами. Вместе с тем со временем вследствие естественного распада радионуклидов произошло уменьшение площади радиоактивного загрязнения. По нашему законодательству такой считается территория, где содержание цезия превышает 1 кюри на квадратный километр, стронция – 0,15 и плутония – 0,01 кюри на квадратный километр. Такая территория уменьшилась с 46 тысяч квадратных километров в 1986 году до 30,1 тысячи в настоящее время, что составляет 14,5% от площади страны. Если брать сельскохозяйственные и лесные угодья, то они входят в эти цифры в равных долях. Зато действия, направленные на то, чтобы в продуктах питания не появились радионуклиды, в зависимости от характера территории разнятся.

Распад радионуклидов нельзя ускорить, их невозможно собрать и вывезти. Поэтому меры для борьбы с невидимым врагом вырабатывались поэтапно. В первые три года после аварии приходилось идти на ощупь, так как опыт ликвидации последствий таких катастроф отсутствовал. Но в октябре 1989 года Верховный Совет БССР утвердил первую государственную программу по ликвидации последствий аварии, рассчитанную на 1990-1995 годы. Ее реализация потянула за собой значительный объем расходов – в 1990-1991 годах их удельный вес составлял 20% республиканского бюджета. По мере строительства поселков для переселенцев, создания инфраструктуры и сооружения социально-бытовых объектов появилась возможность несколько снизить сумму средств, направляемых государством на цели отселения.

Концентрации ресурсов на решении первостепенных задач способствовало и создание научных учреждений, которые занимались изучением влияния радиации на здоровье человека, на природную среду. В частности, благодаря комплексу практических и научных действий удалось обеспечить производство и реализацию продуктов питания, удовлетворяющих нормативным требованиям. Это очень важный и нужный раздел, проходящий через все чернобыльские программы, которые принимались у нас в стране, – а их после первой было реализовано еще три. Кроме защитных мер в сельском и лесном хозяйстве, большую роль в этом сыграло создание службы радиационного контроля и соответствующей нормативной базы. И постепенно признаки радиофобии, которые начали было появляться у части наших сограждан, сошли на нет – для опасений и недоверия просто не осталось почвы.

Тем не менее, вопреки встречающимся домыслам насчет того, что чернобыльская трагедия в Беларуси с течением времени начинает замалчиваться и забываться, сокращения выделения средств на ликвидацию ее последствий не предусматривается. Наоборот, если в прошлую пятилетку мы реализовали на эти цели 1,2 млрд долларов, то в нынешней государство намерено выделить около 2,3 млрд.

Какими ресурсами обладает наша страна в плане энергообеспечения, помимо ядерной альтернативы?

– Государством проводится целенаправленная политика по энергосбережению и диверсификации существующего топливно-энергетического баланса страны за счет максимального вовлечения местных видов топлива, альтернативных и возобновляемых источников энергии. В 2015 году их доля в энергобалансе должна достичь 30-31 %, а к 2020 – не менее 33,6 %. Но вместе с тем удельный вес собственных топливно-энергетических ресурсов в энергобалансе страны в настоящее время составляет 20,6 %, тогда как доля природного газа, который мы, как известно, экспортируем, в электроэнергетике в 2010 году достигала порядка 96 %. Немногие страны в мире имеют такую составляющую «чужих» энергоресурсов.

В Беларуси принят ряд программ: энергосбережения, развития гидроэнергетики, программа «Торф», программы развития нетрадиционной энергетики, биогазовых установок и несколько других, предусматривается комплекс мер по введению в топливный баланс страны каменного и бурого угля. Давайте остановимся на некоторых положениях этих документов.

Разведанные запасы торфа в нашей стране сегодня оцениваются в 4 млрд. т, из них экономически целесообразны к добыче 600 млн т. Объемы добычи этого сырья постоянно растут: если в нынешнем году они составят 2,5 млн т, то к 2015 году поставлена задача увеличить эту цифру до 6 млн т и произвести 1,8 млн т торфяных брикетов. Но для того чтобы удвоить добычу торфа, мы должны около 17 тыс. га земель отвести под эти цели дополнительно к объемам, которые сегодня имеют торфопредприятия. Ведь торфобрикетные заводы необходимо строить с таким расчетом, чтобы имеющихся поблизости запасов сырья хватило не менее чем на 20–30 лет работы предприятия с учетом срока износа оборудования.

Большие надежды сегодня возлагаются на залежи бурых углей. Правительством уже поручено провести разведку Лельчицкого месторождения. По ее результатам будет принято решение о строительстве генерирующих источников с применением данного вида топлива. Тщательным изучением целесообразности его использования и объемов экономически обоснованной добычи занимаются органы государственного управления, соответствующие министерства и ведомства. Однако совершенно очевидно, что, судя по разведанным на сегодня запасам, бурые угли не способны заменить нам всю большую энергетику. Кроме того, надо учитывать, что создание новых шахт, соответствующей инфраструктуры, строительство станций займет не один год.

Что касается гидроэнергетики, то сегодня в стране действует где-то порядка 16 МВт соответствующих мощностей. На эту пятилетку запланировано ввести гидроэлектростанций общей мощностью более 100 МВт. В частности, в нынешнем году должно быть завершено строительство Гродненской гидроэлектростанции мощностью 17 МВт. Мы также приступаем к строительству Полоцкой ГЭС, подписан контракт с одной из китайских компаний по строительству Витебской ГЭС. Сейчас ведется работа над кредитным соглашением для обеспечения ее финансирования, объявлен конкурс на условиях прямых инвестиций по другим гидроэлектростанциям республики. Однако, к сожалению, нужно иметь в виду, что гидроэнергетический потенциал наших рек невысок. Из-за характера рельефа местности при строительстве гидроэлектростанций подлежит затоплению большая территория, которая выводится из лесохозяйственного и сельскохозяйственного оборота. К тому же, если при строительстве электростанций в традиционной энергетике на 1 кВт установленной мощности необходимо затратить самое большее 1,5 тыс. долларов, то гидроэнергетика потребует на 1 кВт от 6 до 10 тыс. долларов.

Много говорится о том, что нас сегодня может спасти ветер. Мы активно привлекаем инвесторов для того, чтобы развивать ветроэнергетику. Был выделен ряд потенциальных площадок для этих целей. Недавно подписан договор с одной из немецких компаний о строительстве ветроустановки в Дзержинском районе. Буквально на днях первая в системе Белэнерго ветроустановка мощностью 1,5 МВт с участием китайских партнеров введена в строй в Новогрудском районе. Но инструментальные замеры показывают, что средняя скорость ветра у нас в стране невысокая. Коэффициент использования установленной мощности при строительстве ветряной электростанции в таких условиях составит максимум 3 тыс. часов в год. В остальное время на резерв и регулирование мощностей надо содержать энергетические мощности на газу и на других традиционных видах топлива. Возникают вопросы и по влиянию низкочастотных колебаний, создаваемых ветроустановками, на организм человека. Неудивительно, что Литва, имеющая, в отличие от нас, свое побережье, на котором дуют морские ветры, ограничила развитие ветроэнергетики определенным объемом мощности в связи с вышеперечисленными вопросами.

Все возобновляемые источники грешат одним: они являются мало-концентрированными и характеризуются непостоянством, то есть сильно зависят от времени суток, от сезона. К примеру, все, что способна когда-либо дать в стране гидроэнергетика, составляет 800 МВт, тогда как лишь один энергоблок атомной электростанции имеет мощность более 1000 МВт. Еще меньше, понятно, можно рассчитывать на солнечную энергетику. Кстати, в Японии солнца гораздо больше, чем у нас, но они, как известно, сделали ставку на ядерную энергетику. В Южной Корее, Индии, Китае – повсюду доля альтернативных источников энергии, включая солнце, исчисляется долями процента.

Разумеется, в стране делается максимум возможного для развития традиционных секторов энергетики. Программные документы, которые приняты на уровне главы государства и сегодня реализуются, – Концепция энергетической безопасности, Директива № 3 об экономии и бережливости, ряд целевых государственных программ, направлены на увеличение и модернизацию энергетических мощностей. Так, в готовящейся программе развития белорусской энергосистемы на предстоящие пять лет заложены мероприятия, которые позволят нам снизить удельные затраты топлива для выработки 1 кВт·ч электроэнергии на 25–30 граммов. В нынешней пятилетке предполагается ввести 3,1 тыс. МВт высокоэффективных новых мощностей. При этом будут выведены из эксплуатации 2,3 МВт неэффективных мощностей поколения 60–70-х годов, так как они не отвечают современным требованиям по количеству топлива, затрачиваемого на выработку 1 Гкал тепла и 1 кВт·ч электроэнергии.

Отдельно следует сказать о вовлечении в оборот древесного топлива. За последние годы в стране проделана колоссальная работа в этом

направлении. По достигнутому показателю в 20 % мы опережаем Швецию, которую принято ставить в пример в данном отношении. В настоящее время в стране сжигаются все отходы древесины. Практически во всех небольших населенных пунктах местные котельные переведены на этот вид топлива, существует задание по изготовлению щепы для поставки на имеющиеся источники. В районных центрах построен ряд работающих на местном топливе электростанций, так называемых мини-ТЭЦ, которые эффективно эксплуатируются. Усилия в этом направлении будут продолжены. До 2013 года мы должны построить еще 161 энергоисточник на местных видах топлива. Но возможности использования древесины в таком качестве ограничены требованием ее возобновляемости: разрешенный лесоповал в ближайшей перспективе составляет 15 млн куб. м, включая заготовку деловой древесины.

В контексте сказанного строительство атомной электростанции, в результате которого из 21–22 млрд куб. м природного газа, потребляемого сегодня Беларусью, будет замещено 5 млрд куб. м, представляет собой весомый посыл в плане диверсификации существующего топливно-энергетического баланса. Реализация данного проекта сулит значительное повышение уровня энергобезопасности страны, а также позволит сдерживать рост тарифов в условиях продолжающегося в мире увеличения цен на газ и нефтепродукты. Средняя себестоимость производства электроэнергии на российских атомных электростанциях составляет несколько центов за 1 кВтч, в то время, как на тепловых электрических станциях – больше в разы. Кроме того, атомная электростанция, где топливо загружается на годы, служит гарантией бесперебойного энергообеспечения в форс-мажорных обстоятельствах, например, в случаях непредвиденных перебоев с поставками углеводородов.

Думаю, что, осознавая эти преимущества, Япония даже после случившегося никогда не откажется от использования ядерной энергетики. Скорее наоборот: это даст островному государству толчок для скорейшего вывода из эксплуатации устаревших энергоблоков проектов 60–70-х годов и перехода на новые, современные технологии третьего поколения.

Что может гарантировать безопасность атомных электростанций после имевших место как минимум трех серьезнейших инцидентов?

– Ясно одно: необходимо задействовать все ресурсы, чтобы не допустить повторения ядерных трагедий. Наступать дважды на одни и те же грабли здесь было бы непростительно. Если чернобыльская катастрофа ничему нас не научила, значит, напрасно были потрачены все огромные средства и силы, вложенные в ликвидацию ее последствий. Я уверен, что специалисты, которые будут строить и эксплуатировать белорусскую АЭС, проявят максимум ответственности и профессионализма. Ведь история показывает: непрофессионально выполненная работа рано или поздно потребует героизма или даже чьей-то жизни, как это случилось на ЧАЭС, но, как правило, не тех людей, которые допустили халатность. По этому поводу говорят: героизм нужен там, где не хватает специалистов.

В связи с существующими опасениями я хочу подчеркнуть, что в Беларуси очень тщательно проводился выбор проекта будущей атомной электростанции. Помимо России, рассматривались и другие страны-поставщики, которые могли предложить уже разработанный проект повышенной безопасности: это и AREVA -Siemens (Франция - Германия), и фирма Westinghouse (США), Toshiba, Mitsubishi Heavy Industries (МНИ) (Япония). Изучались и корейские варианты, тоже, кстати, очень неплохие. Но выбор был остановлен на проекте АЭС-2006 Санкт-Петербургского научно-исследовательского и проектно-конструкторского института «АТОМ-ЭНЕРГОПРОЕКТ», достойно представляющего ядерную энергетику – одну из передовых отраслей в Российской Федерации. Он разработан на основе проектов АЭС-91, АЭС-91/99. Это не какое-то принципиально новое изобретение, это, в первую очередь, эволюционный проект с соответствующим развитием основного оборудования, будь то реактор, парогенераторы, главные циркуляционные насосы. И в самой конструкции этих систем заложен хороший потенциал безопасности и экономичности.

Два энергоблока, идентичные тем, которые будут задействованы в Беларуси, уже прошли гарантийную эксплуатацию на Тяньваньской АЭС в Китае и продемонстрировали очень хорошие показатели по надежности, эффективности и так далее. Что касается непосредственно систем безопасности, они имеют четырехканальное исполнение. Каждый из каналов выполняет функции безопасности в полном объеме. Резервирование каналов безопасности выше, чем на АЭС предыдущих поколений. Для сравнения обратимся к событиям на «Фукусиме-1». Там максимальное число каналов равнялось трем. Резервных дизельных электростанций, которые вышли из строя, на японской станции тоже было три на каждый энергоблок. В нашем проекте – четыре дизель-генератора мощностью по 5,5 МВт, по одному на каждый канал безопасности, и пятый общеблочный. По сути дела, это отдельные маленькие электростанции.

Вообще, следует отметить, что у нас сама конструкция, физика реактора, как говорят специалисты, здоровая. Все эффекты реактивности отрицательные, кроме того, двухконтурная схема позволяет элементарно, без большого увеличения стоимости реализовать системы пассивного отвода тепла – СПОТы. Причем в проекте АЭС-2006 они имеются двух типов: система пассивного отвода тепла от парогенераторов и дублирующая система пассивного отвода тепла от защитной оболочки. В итоге, поскольку схема двухконтурная, если даже по каким-то самым невероятным причинам не срабатывают активные системы безопасности, эта здоровая физика, конструкция корпусных реакторов с водой под давлением, а не кипящих, как в Японии, приводит к тому, что за счет перепада температур между активной зоной и парогенератором образуется так называемая естественная циркуляция, позволяющая передать тепло второму контуру без работы главных циркуляционных насосов. Это подтвердили испытания реакторов российского производства

предыдущего поколения, например, на АЭС Темелин в Чехии. Естественная циркуляция обеспечивает теплосъем до 10 % от номинальной мощности.

Возвратимся к ситуации на «Фукусиме-1». При всех тех проблемах, которые там возникли из-за отсутствия электроснабжения, поврежденная часть топлива и стержней управления и защиты были локализованы в корпусе реактора. Выбросы радиации отмечались при снижении давления в том же корпусе и затем в гермообъеме. Реакторы третьего поколения от установленных на «Фукусиме-1» отличает наличие пассивных систем безопасности новейших разработок, в том числе и локализирующих, таких как двойная гермооболочка и устройство ловушки расплава активной зоны. До использования последнего при наличии такого количества систем безопасности в нашем проекте дело не дойдет.

На «Фукусиме-1» из-за проблем с теплосъемом все-таки имело место, и это надо констатировать, расплавление отдельных тепловыделяющих элементов. Соответственно, температура достигала 1200° С и проходила пароциркониевая реакция с образованием большого количества водорода. Во взаимодействии с кислородом возникала так называемая гремучая смесь, что приводило к взрывам. В выбранном нами проекте предусмотрена специальная система по сжиганию водорода. Вдобавок имеется и пассивная система безопасности: рекомбинаторы водорода, которые расположены над корпусом реактора в гермообъеме. По соседству находятся гидроемкости с борным раствором. Это еще одна пассивная система аварийного охлаждения зоны. На АЭС «Фукусима-1» была задействована только механическая система регулирования и защиты. У нас же предусматривается механическая и жидкостная борная – две совершенно независимые системы регулирования мощности и защиты реактора, также существует разница в системах безопасности аварийной и плановой остановки энергоблоков двух проектов: у нас ввод стержней регулирования в активную зону реактора осуществляется сверху. Органы аварийной защиты находятся постоянно под напряжением. В случае отсутствия электропитания они под собственным весом вводятся в активную зону, останавливая реактор. Благодаря перечисленным и многим другим системам вероятность тяжелой аварии с повреждением активной зоны реактора для проекта АЭС-2006 оцениваются в 10^{-7} - 10^{-8} на один реактор в год. Это делает возможность развития нежелательного сценария просто ничтожной. Достаточно сказать, что согласно нормам европейской организации эти параметры должны равняться 10^{-6} - 10^{-7} на один реактор в год.

Двойная гермооболочка призвана защитить реактор от природных и других катаклизмов, включая падение небольшого турбореактивного самолета. Ведь при падении даже большого самолета основная ударная сила происходит от турбины двигателя самолета. Двойная защитная оболочка рассчитана на падение турбореактивного самолета массой 5,7 т со скоростью 100 м/сек. Иногда этим спекулируют: а почему не рассчитали

на падение большого самолета, «Боинга» например. Но это общемировая практика: расчеты повреждения гермооболочки производятся с учетом сосредоточенной массы. И даже если «Боинг» весит 200 т, то это рассредоточенная масса, масса же его двигателей не превышает 3-4 т. Поэтому в основу расчетов проекта положены военный или транспортный самолеты, которые представляют собой сосредоточенную массу. Она не бывает больше 5,7 т, а скорость до 100 м/с – это 360 км/ч, скорость нормальных летательных аппаратов на такой высоте. Атомные электростанции сооружаются вдали от международных трасс воздушного сообщения. Такие станции защищаются специальными воинскими подразделениями ПВО. И в любой стране после событий 11 сентября 2000 года в США военно-воздушные силы при приближении самолета к объекту, над которым запрещены полеты, имеют право сбивать его.

Статистика утверждает, что причиной подавляющего большинства техногенных катастроф выступает человеческий фактор

– С этим трудно не согласиться. Взять даже аварию на АЭС «Фукусима-1» – считается, что она стала результатом непредвиденного сочетания стихийных бедствий, и это действительно так. Но, с другой стороны, из соображений безопасности атомную электростанцию резонно строить не на побережье, а отнести вглубь территории. Было бы еще лучше, если бы она располагалась на возвышенности. Однако полвека назад возобладали соображения экономической целесообразности – и мы имеем то, что имеем. А ведь это тоже, как ни крути, человеческий фактор.

Вот почему при проектировании современных АЭС большое значение придается так называемой защите от дурака, направленной на то, чтобы ошибочные действия людей не привели к каким-то неправильным действиям самих устройств безопасности. Существенно, что для введения в действие пассивных систем не требуется подвод энергии и вмешательство персонала, они должны включаться в работу независимо от желания последнего. Тенденция такова, что системы управления реакторов от поколения к поколению требуют все меньшего человеческого участия. Уже есть информация, что учеными разрабатываются энергоблоки малой мощности четвертого и пятого поколений для развивающихся стран. Прогнозируется, что они смогут функционировать без управления и без замены топлива в течение длительного времени – до 15 лет.

Само собой разумеется, эксплуатационному персоналу как «Отче наш» требуется знать технологический регламент и инструкции по эксплуатации систем и оборудования. Поскольку за людей в основном будет работать автоматика, их функции сведутся прежде всего к контролю, причем такому, который осуществляется с подстраховкой. Он будет вестись как с экранов дисплеев, так и посредством контроля информации на панелях и пультах блочного пункта управления. То, что уровень подготовки персонала на атомных электростанциях такого класса будет высочайшим, даже не обсуждается. Большое внимание предстоит уделить и психофизическим аспектам подготовки. В частности, на АЭС, помимо

пяти смен, работающих постоянно, предусмотрена шестая, задействованная на тренажере. Занятия на нем станут обязательными также после отпуска и любого другого длительного перерыва в производственной деятельности. Специальный штат психологов будет следить за тем, чтобы люди с несовместимыми характерами не попали в одну смену. Словом, отбор персонала планируется проводить строго.

Стремление все предусмотреть более чем понятно. Совершенно недавно мы получили очередное подтверждение суровой истины: в ядерной энергетике не бывает мелочей. Как с этих позиций видятся уроки белорусской трагедии 25-летней давности?

– Главный вывод состоит в том, что ни отменная репутация страны – производителя оборудования, ни технологический уровень государства, на территории которого эксплуатируется АЭС, не служит страховкой от беды – перед ее лицом все едины. Осознание этого заставляет по-новому оценить путь, пройденный нами за 25 лет. Выяснилось, что трагический белорусский опыт может оказаться и оказывается весьма востребованным мировым сообществом при ликвидации последствий различных ядерных инцидентов. Это и понятно: зачем изобретать велосипед, если можно воспользоваться готовыми результатами и сэкономить значительные средства, сосредоточив их на решении проблем технического, социального и медицинского характера. Такие наработки мы аккумулируем в документах, которые издаются к определенным датам со дня чернобыльской аварии. Последний раз подобный сборник увидел свет к 20-летию Чернобыля, очередной готовится к конференции, которая пройдет в Украине в связи с 25-летием катастрофы.

Содержащиеся в таких документах рекомендации принимаются многими зарубежными странами. К примеру, они тщательно изучались в ходе реализации специальной программы в области безопасности ядерной энергетике, в которой принимали участие Франция, Швеция, Бельгия, Германия и другие государства. Для того чтобы белорусский опыт вызвал интерес, вовсе необязательно должна произойти катастрофа наподобие японской. Речь может идти просто о рядовом одномоментном выхлопе в ходе эксплуатации атомной электростанции. Тем не менее, к необходимости ликвидации последствий таких инцидентов нужно быть готовым всегда.

Иногда высказывалось предположение, что такого рода информация могла бы стать предметом отечественного экспорта, дескать, хороший спрос будет обеспечен. Но возобладал другой подход, согласно которому Беларусь делится сведениями, работающими на безопасность человечества, безвозмездно со всеми желающими. Специалисты сопредельных государств, занимающиеся этой проблемой, частенько завидуют белорусам. Действительно, благодаря продуманной государственной политике в этой области немалые средства выделяются не просто «на проедание», а целенаправленно расходуются на строительство жилья, школ, детских садов, больниц, газификацию, обеспечение населения

чистой водой и так далее. Но этим деятельность по возрождению пострадавших белорусских регионов не ограничивается.

Программой на текущее пятилетие предусматривается возведение на подобных территориях новых, высокотехнологичных производств, не уступающих по степени оснащенности тем, которые имеются в крупных индустриальных центрах. Необходимо добиваться, чтобы уровень жизни в пострадавших регионах был даже выше, чем на остальной территории. И когда это будет реализовано, молодежь перестанет покидать такие места, а состояние здоровья и качество жизни в них превзойдет средне-республиканские показатели, аналогично тому, как это произошло в свое время в Хиросиме и Нагасаки.

Выводы:

1. Все последствия ликвидации Чернобыльской АЭС учтены правительством и создаются благоприятные условия для проживания людей.

2. Авария в Японии на АЭС «Фукусима-1» показала, что оборудование АЭС должно быть нового поколения.

3. Правительством предусмотрены все возобновляемые источники энергии, которые постепенно начинают работать в нашей стране.

4. Наиболее выгодным источником электроэнергии является АЭС.

Литература

1. **Беларусская думка.** – 2011. – №4. – С. 10–19.
2. **Экологическое воспитание учащихся** в процессе обучения физике. Л., 1988.