

ГЛОБАЛЬНЫЕ ВЫЗОВЫ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

А. Г. Назаров

Общественный Совет Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом», Москва

Global Challenges of Atomic Energetics

A. G. Nazarov

Public Council of State Corporation on Atomic Energy, Moscow

В статье рассмотрены вызовы атомной энергетики обществу, связанные с внутренней логикой развития сложных ядерных технологий. Главный из них состоит в обеспечении ядерной и экологической безопасности АЭС и всего атомного комплекса. Показано значение Чернобыльской катастрофы как вызова и предостережения цивилизованному человечеству. Современный подъем атомной энергетики связывается с переходом от «эпохи дров и угля» (XIX — начало XX вв.) к «эпохе углеводородов» (конец XX — начало XXI вв.) и «эпохе потребления электрической энергии» (XXI век), темпы которой в 8 раз выше роста населения.

Global challenges of atomic energetic (to civilized society) which are connected with the inner problems of development the nuclear technologies are examined in the article. The main of them consists in ensuring of nuclear and ecological security of atomic power-stations and atomic complex as a whole. The role of Chernobyl catastrophe as a challenge and warning to civilized society is shown. Modern rise of atomic energetic development is connected with transition from the «epoch of firewood and coal» (XIX — start of XX centuries) to «epoch of hydrocarbons» (the end of XX — the beginning of XXI centuries) and to the «epoch of electric energy using» (XXI century).

Путь длиной в полвека — от открытия радиоактивности до атомной бомбы

90 лет тому назад в Таврических лекциях 1918—1920 гг., продолженных в Сорбонне и послуживших основой его знаменитой «Геохимии», академик В. И. Вернадский, оценивая геохимическую деятельность человечества, выделил две отличительных черты развития человеческой цивилизации [1]. Первая черта заключается в постоянно нарастающем темпе воздействия человечества на процессы в земной коре. Вторая, подтверждающая увеличение темпов деятельности человечества — постепенное втягивание в сферу деятельности человека на всех этапах развития цивилизации всех доступных человеку природных процессов, любого природного тела, а следовательно, — всего круга химических элементов. «Быстрота процессов геохимической деятельности человечества, — подчеркивал В. И. Вернадский — является совершенно исключительной в земной истории» [2].

Сегодня мы видим что, пророчества гениального ученого — мыслителя полностью оправдались. Невиданными темпами, даже по меркам человеческой истории, началось развитие атомной эры, с вовлечением в орбиту человеческой деятельности всех вновь открываемых трансурановых элементов и радиоактивных изотопов химических элементов.

С первыми же лучевыми ожогами от препаратов урана и радия первооткрывателей радиоактивности

Антуана Анри Беккереля, Пьера и Марии Кюри и их последователей пришло понимание огромных возможностей для человека открытой в 1896 г. естественной радиоактивности. Практически мгновенно в масштабах исторического времени Ирэн и Жюлио Кюри в начале 1930-х гг. XX века открыли явления искусственной и позитронной радиоактивности, аннигиляции и рождения пар, приводивших к возможности расщепления атомного ядра с высвобождением колоссальных запасов ядерной энергии.

Это был первый вызов будущей атомной энергетики, глобальный вызов — предостережение человечеству в освоении атомной энергии. О нем писали в начале 1900-х гг. Мария Склодовская-Кюри и Владимир Вернадский. К сожалению, предостережение ученых не было осознано. Атомная бомбардировка США в августе 1945 г. японских городов Хиросимы и Нагасаки открыла длительный период холодной войны, ядерного противостояния и гонки вооружений, производства ядерного оружия, атомной и водородной бомб.

Дочернобыльские вызовы

Гражданская атомная энергетика на первых этапах своего развития (1950-е — 1970-е гг.) являлась побочным продуктом ядерного военно — промышленного комплекса. В ней использовались прототипы промышленных (военных) атомных реакторов, пред-

назначенных для наработки оружейного плутония. Не была разработана концепция выбора и размещения объектов атомной энергетики в конкретных инженерно — геологических и экологических условиях, недостаточно были сформированы научные представления о радиационной и ядерной безопасности. Но о недостатках и опасностях получения мирной атомной энергии не говорилось. Она преподносилась общественному сознанию как безопасная, научно обоснованная, способная в перспективе решить проблемы обеспечения населения электрической энергией.

Эти и другие, социальные, причины породили в России и других ядерных державах в 1970-х — середине 1980-х гг. ложные представления о всеильности и безопасности атомной энергетики, о практической невероятности крупных радиационных аварий и катастроф. Имевшие к тому времени место на объектах атомной энергетики аварийные ситуации с выбросом радионуклидов в окружающую среду в силу закрытости атомной отрасли тщательно скрывались от общества и специалистов как нашей страны, так и за ее пределами.

Между тем, малые и большие вызовы атомной энергетики в дочернобыльский период накапливались, и, не находя разрешения, переходили в категорию не только потенциально опасных событий, но и в реально осуществимые кризисные состояния при достижении определенных условий. Основными составляющими локальных и региональных вызовов являлись:

- недостаточная научная проработка фундаментальных физических принципов протекания цепной реакции деления в условиях активной зоны реактора, в зависимости от конфигурации зоны и задаваемой мощности реактора;

- недостатки проектирования системы аварийной защиты реактора;

- отсутствие глубоко проработанной системы действий персонала АЭС и окружающего населения в условиях запроектной ядерной аварии и развивающейся радиационной катастрофы;

- слабое развитие медико — биологических, радиоэкологических и дозиметрических критериев, недостаточность или отсутствие надежного оборудования для оценки радиационного воздействия на персонал атомной электростанции и большие контингенты населения, на компоненты биосферы при крупных радиационных авариях;

- отсутствие комплексной концепции обращения с радиоактивными отходами (РАО) и отработавшим ядерным топливом (ОЯТ), прогрессивное накопление РАО и ОЯТ в количествах, превышающих возможность их переработки и долговременного хранения (захоронения);

- полная закрытость развития атомной отрасли, не позволяющая изучить и учесть накапливающийся опыт протекания различных инцидентов и радиационных событий на отечественных и зарубежных атомных электростанциях.

Необходимо отметить, что в дочернобыльский период практически отсутствовало представление о

возможности глобального воздействия «мирного атома» на планетарную биосферу Земли и население планеты. Глобальный вызов атомной энергетики еще не был сформирован и сформулирован с достоверных научных позиций. Это кажется трудно объяснимым в период интенсивных испытаний ядерного оружия до запрещения испытаний в трех средах — (Московский договор 1963 г.), глобальных выпадений радионуклидов и резкого повышения радиационного фона, общего радиоактивного загрязнения больших участков суши и акваторий. Общественному сознанию на протяжении многих лет средствами массовой информации внушалась мысль о безопасной гражданской («мирной») атомной энергетике, в отличие от разрушительных испытаний ядерного оружия. Это внушение еще более укрепилось после введения моратория на военные испытания и их запрещения (кроме подземных ядерных взрывов) после подписания Московского договора.

Сложность, многоаспектность атомной технологии, неизученность или слабая изученность многих проблемных вопросов возможного воздействия радиоактивных химических элементов на здоровье человека и окружающую среду, эйфория полной безопасности получения электрической и тепловой энергии на атомных электростанциях — все это неизбежно вело к развязке накопившихся локальных и региональных вызовов, к формированию глобального вызова — Чернобыльской катастрофы 26 апреля 1986 г. — обращенного ко всему цивилизованному человечеству.

Чернобыльская радиационная катастрофа — глобальный вызов развитию атомной энергетики

О причинах аварии на 4-ом блоке Чернобыльской АЭС, которая привела к крупнейшей в истории человечества радиационной катастрофе, написано много научных работ, художественных и публицистических произведений, рассказано много былей и небылиц. Нашлись даже авторы, для которых Чернобыль оценивался всего лишь как некий «проходной эпизод» в поступательном развитии атомной энергетики. В мою задачу не входит их рассмотрение и тем более личностная авторская оценка, всегда субъективная. Но все же есть определенные черты объективного восприятия чернобыльских событий, которые выдержали проверку временем и прошли горнило критического научного метода с опорой на доступные проверке факты. Таких работ сравнительно немного, они, в частности, систематизированы в итоговых научных форумах и публикациях, посвященных 20-летию Чернобыльской катастрофы [3—5].

В контексте данного исследования нас будет интересовать основной вопрос: что показала Чернобыльская катастрофа в аспекте формирования глобального вызова развитию современной технократической цивилизации со стороны ее мощных рычаговых технологий,

призванных совершить рывок к новым ступеням развития человечества.

Прежде всего, Чернобыль показал, что атомная энергетика в ее современном развитии представляет не гипотетическую опасность с ничтожной долей вероятности ее достижения, а совершенно реальную опасность для человека, биосферы Земли и всего человечества, если она переходит из нормального, безаварийного режима безопасного функционирования в режим неуправляемого катастрофического состояния работы ядерного реактора или других жизненно важных систем АЭС.

Чернобыльская катастрофа высветила ключевые стороны в необходимости обеспечения ядерной и радиационной безопасности АЭС — от системы безопасности СУЗ до системы биологической защиты АЭС.

Чернобыль показал, что ликвидация крупной аварии, перерастающей в глобальную радиационную катастрофу, является и до сих пор, спустя более 20 лет, не до конца решенной научной, медико — биологической, социально-экологической и экономической проблемой, а возможность реабилитации радиационно загрязненных территорий переходит к многим последующим поколениям жителей Белоруссии, Украины и России, и полное ее решение остается гипотетическим.

Чернобыльская катастрофа явилась переломным рубежом в развитии атомной энергетике. Она вскрыла конструктивные недостатки уран — графитовых ядерных реакторов РБМК — 1000, их активной зоны, отсутствие экспериментальных исследований при работе реактора на малых мощностях, неэффективность работы системы аварийной защиты реактора, и другие конструктивно — технологические недоработки.

Но главный урок Чернобыля заключался в сложности и практической неосуществимости полной ликвидации последствий радиационной катастрофы на огромных территориях, подвергшихся радиационному загрязнению. За Чернобыль страна заплатила огромную цену: сотни тысяч получивших облучение ликвидаторов аварии и населения, проживающего в 30-км чернобыльской зоне и за ее пределами, в местах выпадения радиационных осадков из чернобыльского облака разрушенного энергоблока ЧАЭС. Радиобиологические, медико-биологические и радиоэкологические последствия глобальной Чернобыльской катастрофы проявляются до сих пор, а радиационно — генетические последствия проявятся, по данным ученых — генетиков, и в череде будущих поколений.

Для развития атомной энергетике в России и во многих странах мира Чернобыльская катастрофа имела негативные последствия, особенно в первое десятилетие после ядерной аварии. Строящиеся энергоблоки Ростовской, Воронежской, Курской, Калининской, Смоленской АЭС были законсервированы, строительство новых атомных станций остановлено. Общественное мнение в России и странах Запада активно выступало против атомной энергетике. Ряд западноевропейских стран отказался от планов дальнейшего развития атомной гене-

рации. Наступала стагнация атомного энергопромышленного комплекса. Она особенно затронула предприятия атомного энергетического машиностроения, неизбежно приходивших в упадок в отсутствие заказов на изготовление нового оборудования для атомных станций.

Казалось бы, уроки Чернобыля и чернобыльские вызовы поставили под сомнение саму возможность прогрессивного развития атомной энергетике не только в ближайшей, но и в отдаленно обозримой перспективе. Но в то же послечернобыльское десятилетие в недрах атомного комплекса происходило осознание уроков прошлого. Были исправлены технические неполадки стержней аварийной защиты на действующих энергоблоках с реакторными установками РБМК, проработаны технические регламенты безопасности АЭС, начаты поиски новых путей безопасности с использованием более стабильных водо — водяных реакторов ВВЭР. Одновременно было продолжено начатое с момента аварии на ЧАЭС систематическое медико-биологическое обследование состояния здоровья ликвидаторов последствий аварии (ЛПА) и населения радиационно пораженных зон. В 1999 г. были введены в действие новые нормы радиационной безопасности (НРБ — 99).

Однако незримая созидательная работа, проходившая в отдельных структурах Министерства атомной промышленности (Минатом), не смогла «залатать дыры» в организационной структуре и направлениях деятельности Минатома. Многие специалисты понимали, что для развития атомной отрасли необходима ее коренная реорганизация.

Подъем атомной энергетике

В 2005 году, спустя 19 лет после аварии на 4-м энергоблоке ЧАЭС, началась реструктуризация атомной отрасли в России. Минатом уступил место Федеральному агентству по использованию атомной энергии, а Агентство — Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом». Новый руководитель отрасли С. В. Кириенко, бывший министр энергетике, а затем и глава российского правительства, чутко уловил один из формирующихся глобальных вызовов самой атомной энергетике: ее неприятие в слоях гражданского общества, в отдельных регионах страны и различными общественными организациями, многие из которых именуют себя экологическими. Одной из первых акций руководства атомного ведомства было создание Общественного Совета «Росатома» (под руководством С. В. Кириенко). В его состав были приглашены крупные ученые, руководители ряда общественных и парламентских организаций (Российское отделение Всемирного фонда дикой природы, Московское объединение «Союз Чернобыль», Центр Экологической политики России, Общественная Палата, Государственная Дума РФ, Российский Зеленый крест, Ядерное общество России, Всероссийское детское экологическое движение «Зеленая планета» и др.) Около 80% состава Общественного Совета составляют академики РАН, РАЕН, РАМН, РАСХН, докто-

ра наук, профессора, многие годы связанные с решением проблем атомной энергетики. Высокий научный потенциал членов Общественного Совета используется при обсуждении на Совете крупных проблем реформирования отрасли, федеральных целевых программ, готовящихся законодательных актов, новых направлений деятельности «Росатома», а также в научно — экспертной деятельности (участие в экологических экспертизах проектов, общественных слушаний по строительству новых АЭС и вводу новых энергоблоков и др.). В принятом Положении об Общественном Совете одной из главных целей его деятельности служит организация режима диалога со структурами гражданского общества, с общественными организациями и регионами, с отдельными гражданами.

В заключение вопроса о создании и деятельности Общественного Совета «Росатома» хотелось бы отметить следующее. Атомная отрасль России, вступившая на путь коренного реформирования, переживает новый исторический этап развития. Традиционно закрытое с момента становления, атомное ведомство создает в своей структуре инструменты взаимодействия с гражданским обществом. Свообразным инструментом такого взаимодействия и служит Общественный Совет — постоянно действующий коллегиальный орган, качественно новое образование в структуре Росатома. Его создание новым руководством атомной промышленности свидетельствует о начале этапа открытости атомной отрасли, подготовке ее к диалогу с обществом и информированности общественности о гражданских аспектах атомной энергетики. Ставшее традиционным для Общественного Совета ежегодное проведение международных, общероссийских и региональных общественных форумов — диалогов, создание в регионах Общественных Советов по безопасному развитию атомной энергетики, проведение крупных международных и российских форумов по проблемам радиобиологии и радиозащиты, радиационного мониторинга и радиационной безопасности атомных станций тесно связано с активной социальной, образовательной и культурной политикой Госкорпорации «Росатом» через деятельность Общественного Совета в регионах, где есть объекты атомной энергетики, закрытые административно — территориальные образования (ЗАТО), города АЭС. Все это способствует ослаблению и снятию напряженности в восприятии планов строительства новых атомных электростанций в регионах Российской Федерации и за рубежом, тем самым ослабляется, а в большинстве регионов и полностью снимается вызов общественного мнения в отрицательном отношении к развитию атомной генерации. Доказательством этому служит реализация Программы строительства новых атомных станций и новых энергоблоков на действующих АЭС, а также других объектов атомной энергетики. Выбор каждого атомного объекта проходит через обязательные Общественные слушания, общественные экологические экспертизы проектов и их стадий, а строительство возможно только при условии положи-

тельного решения населения регионов и местной законодательной и исполнительной власти.

Возникает естественный вопрос: есть ли научно — практические предпосылки подъема атомной энергетики, а если есть, что лежит в фундаменте предпосылок развития гражданской атомной энергетики?

Выделим четыре главных предпосылки:

1. Создание нового модифицированного ядерного реактора «АЭС — 2006» типа ВВЭР 392 М электрической мощностью 1200 Мв, с двойной защитной оболочкой, предохранением от расплава активной зоны и другими активными и пассивными системами безопасности. Данный реактор служит модификацией третьего поколения водо — водяных реакторов ВВЭР — 1000, показавших в течении нескольких десятилетий стабильную безаварийную работу. Удовлетворяет требованиям МАГАТЭ. АЭС, строящиеся за рубежом, оснащаются этим реактором, они выиграли ряд международных тендеров. Использование реактора ВВЭР 392 М обеспечивает ядерную безопасность АЭС.

2. Достижение высокого уровня радиационной безопасности, превышающего максимально допустимые международные требования по выбросам и сбросам загрязняющих веществ в окружающую среду. Развитие экологических исследований.

3. Разработка научно обоснованной концепции выбора приоритетных пунктов и конкурентных площадок под строительство новых объектов атомной энергетики.

4. Создание эффективных инструментов взаимодействия атомной отрасли со структурами гражданского общества в форме Общественного Совета Госкорпорации «Росатом» и региональных Общественных Советов по вопросам безопасного использования атомной энергии. Переход от режима закрытости к режиму открытого диалога с общественными организациями.

О первой и четвертой предпосылках уже сказано выше, останавливаясь на вопросах радиационной безопасности и научного подхода к выбору мест размещения объектов атомной энергетики.

Радиационная безопасность любого ядерно опасного объекта определяется количеством радионуклидов, выброшенных в воздух или сброшенных в водотоки, или попадающих в почвы и наземные экосистемы в процессе работы предприятия. Выбросы и сбросы АЭС строго нормируются международными и национальными нормами радиационной безопасности. В настоящее время ни одна из российских АЭС не превышает радиационных норм, составляя по выбросам от тысячных до миллионных долей процентов от нормы выброса. Более весомое значение приобретает обеспечение комплексной экологической безопасности. В 2009 г. впервые за всю историю атомной отрасли начата открытая публикация отчетов по экологической безопасности и разработанных экологических политик всех предприятий «Росатома».

Научно обоснованный выбор приоритетных пунктов и конкурентных площадок под строительство АЭС и других объектов атомной энергетики относится

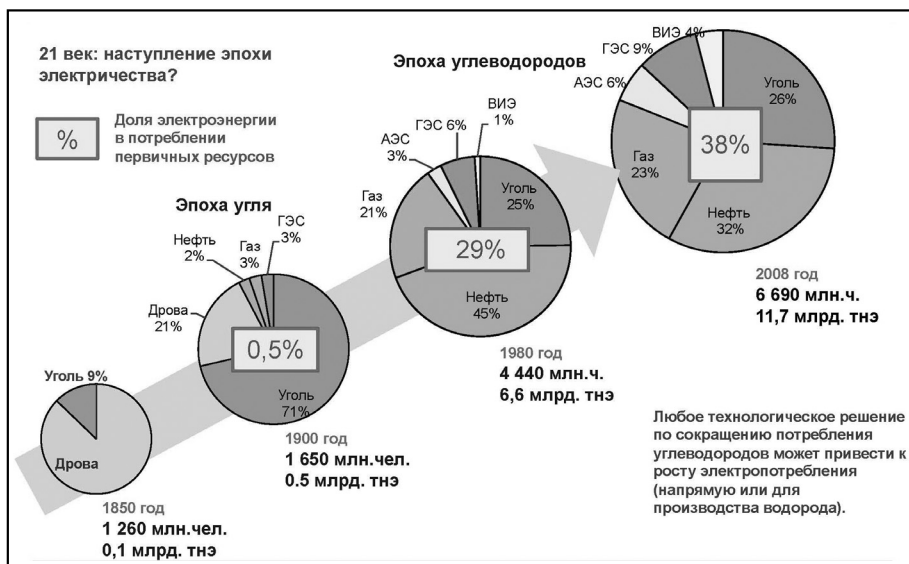


Рис. 1. Роль электроэнергии в развитии энергетики

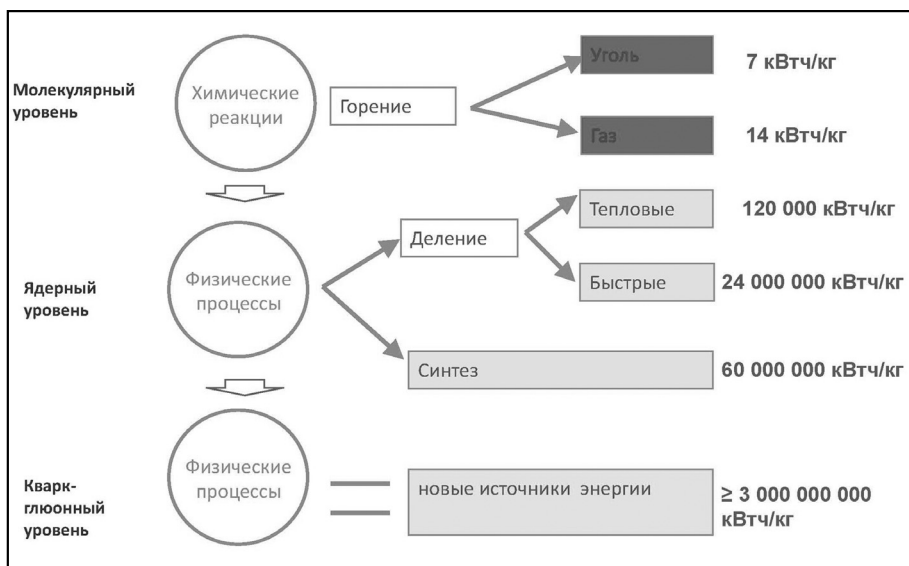


Рис. 2. Перспективы технологического развития энергетики.

к безусловным достижениям атомной отрасли, ее проектно — изыскательских подразделений, и научных разработок, включая и фундаментальную академическую науку. До недавнего времени, еще 7—10 лет тому назад и раньше, строго научно обоснованного выбора площадок АЭС не существовало: практически все АЭС в Советском Союзе «выбирались» директивным решением. При этом на установленной к строительству площадке производился определенный объем проектно — изыскательских работ, в основном, инженерно — геологических по буровой сетке, геофизических, сейсмоструктурных. Но не было даже таких понятий как «приоритетный пункт» и «конкурентная площадка», как и не было многокомпонентного анализа природной и антропогенной обстановки по системе критериев, от

эколого — социальных до техногенных.

Современный научный подход к размещению на местности атомных объектов исходит из выбора «приоритетных пунктов» — районов, благоприятных для возможного строительства АЭС. Обычно выбираются 3—4 таких Пункта, на основе анализа всей имеющейся информации в фондах, архивах, опубликованных источниках. Полученные данные по разным пунктам — районам сравниваются между собой в баллах по системе обобщенных критериев — экологических (природных), инженерно — геологических, гидрогеологических, гидрологических, техногенных, социально — демографических и др., учитываются запретительные и ограничительные требования МАГАТЭ.

На выбранном приоритетном пункте или нескольких пунктах, при близости их характеристик, производится выбор конкурентных площадок под строительство АЭС с проведением предварительных изыскательских работ (бурения скважин, отбора проб грунтов и подземных вод на анализ, геофизических работ и др.). Система критериев еще более детализируется, в результате тщательного анализа выбирается фаворитная (приоритетная) и альтернативная площадки под строительство атомного объекта. На выбранной площадке производится

весь последующий многостадийный объем изыскательских и проектных работ с государственными и общественными экологическими экспертизами, общественными слушаниями, разрешениями Госгортехнадзора, выдачей лицензий на каждую стадию проектирования. Таков общий процесс выбора каждого строящегося атомного объекта.

Дрова, уголь, нефть, газ, атомная энергетика... Что дальше?

Вызовы, формирующиеся внутренней логикой развития атомной энергетики к современной цивилизации, и вызовы гражданского общества к самой атомной энергетике не совпадают. Они сливаются лишь в

одном основополагающем требовании: атомная энергетика должна быть безопасной. Ядерно безопасной, радиационно безопасной и экологически безопасной. Но внутренние горизонты развития, тупики, перекрестки, точки бифуркации с ветвлениями и разветвлениями, преодолеваемые и пока неодолимые рубежи развития атомной отрасли в целом скрыты от общества, а многие — и от специалистов-атомщиков. Каждая эпоха раскрывает новые дали, привносит новые знания и понимания грядущих путей энергетического движения, возможного места в нем мирного атома.

Середина XIX в. (1850 г.) в энергетическом смысле может быть названа «эпохой дров» (91% дрова, 9% — уголь), начало XX в. (1900 г.) — «эпохой угля» (уголь 71%, дрова 21%, нефть, газ 3%, ГЭС 3%, электроэнергия 0,5%), конец XX — начало XXI вв. — «эпохой углеводородов»: (нефть 45—32%, уголь 26%, газ 21—23%, ГЭС 6—9%, АЭС 3—6%). Доля электроэнергии в потреблении первичных ресурсов возросла до 29% (1980 г.) и 38% (2008 г.), в 76 раз по отношению к 1900 г. XXI век прогнозируется наступлением «эпохи электричества», что подтверждается динамикой потребления электроэнергии с 1900 по 2008 гг. Кратность роста населения за эти годы — 4, роста потребления первичных энерго-ресурсов — 17, а роста потребления электроэнергии —

30. Следовательно, потребление электричества в 8 раз опережает рост населения планеты [6].

Переход к атомной энергетике — качественно новый рубеж преодоления крайне неэффективного химико-молекулярного уровня горения дров, угля (до 7 кВтч/кг) и газа (14 кВтч/кг), перехода к ядерному уровню физических процессов ядерного деления и синтеза. Современные реакторы ВВЭР на тепловых нейтронах дают энерговыход 120 000 кВтч/кг, реакторы БН на быстрых нейтронах — новый рубеж 24 000 000 единиц, а управляемый термоядерный синтез — 60 000 000 кВтч/кг. Принципиально новые источники энергии заключены в новых физических состояниях материи: на кварк-глюонном уровне предсказывается трудно воспринимаемый рубеж > 3 000 000 000 кВтч/кг!

Принятая в июле 2009 г. Правительством России ФЦП модернизации ядерных технологий предусматривает перевооружение атомной отрасли от модификации реакторов ВВЭР до создания термоядерного реактора ИТЭР и фундаментальных исследований энергоемких состояний материи [6]. Мы не знаем, какие практические выходы и какие новые вызовы даст рывок в неизведанные глубины материи, но облик новой безотходной атомной (термоядерной, кварк-глюонной?) энергетике призван обеспечить энергетическое и экологическое будущее человечества.

Литература

1. Вернадский В. И. ф. 518, оп. 1, д. 20 («Общий очерк геохимии» и материалы к нему: таврические и киевские лекции).
2. Вернадский В. И. Труды по геохимии. Отв. редактор тома доктор геол.-мин. наук, проф. А. А. Ярошевский. М.: Наука, 1994. 496. (Библиотека трудов академика В. И. Вернадского).
3. Чернобыльская катастрофа: причины и последствия. В 4-х книгах (Авт. колл.: Е. Б. Буракова, А. Г. Назаров, Е. Б. Нестеренко, Д. С. Фирсова и др.). Минск: Тест, 1992—1994. (1995-отдельн. изд.). 875.
4. Неизвестный Чернобыль: история, события, факты, уроки. Монография. Авт. колл.: Е. Б. Буракова, В. М. Кузнецов, В. А. Москаленко, А. Г. Назаров, И. Н. Острецов, Е. Я. Симонов, Б. А. Чепенко. М.: Изд-во МНЭПУ, 2006. 381.
5. Пристер Б. С., Алексахин Р. М., Бебешко В. Г. и др. Чернобыльская катастрофа: эффективность мер защиты населения, опыт международного сотрудничества. Киев, Центр технической информации «Энергетика и электрификация», 2007. 64.
6. Кириенко С. В. Развитие ядерных технологий. Презентация Доклада на заседании Общественного Совета Госкорпорации «Росатом» 28 июля 2009 г. М.: Общественный Совет Госкорпорации «Росатом» (www.osatom.ru). 17.