

АТОМНАЯ СТРАТЕГИЯ

www.proatom.ru

МАРТ 2016

ЖЖЖ

#112

Говорят,
раньше
на Земле
жили
люди?

Врут!



Импортозамещение стало прибыльным ритуалом

Платят деньги, заседают комиссии...
А надо бы сосредоточиться на науке

8

стр.



Смыслы в физике и познание природы

18

стр.

Алексей Савченко:

«...один день свадьбы среднего олигарха равен стоимости всей семилетней Программы разработки толерантного топлива, включая разработку новых материалов и технологий, реакторные испытания с послереакторными исследованиями, внедрение технологий на заводах и выпуск полноразмерных изделий»

12

стр.



Бывший строитель ЛАЭС 2
Виктор Алейников

О бардаке на площадке строительства

33

стр.

О Чернобыле и ядерном разминировании

26

стр.



Если вы устали — вы безумны...

24

стр.

Содержание

Санкт-Петербург – родина отечественного подводного кораблестроения. В. А. Ваганов	3
Аналитический форсайт развития энергетики. Ю. Н. Мясников	5
О проблемах импортозамещения в области судового машиностроения и приборостроения. Меры по снижению их негативного воздействия. В. Н. Половинкин	8
Толерантное топливо для реакторов типа ВВЭР. Алексей Савченко	12
За ценой не постоим. Владимир Долгих	17
Фундаментальная наука без фундамента и смыслов... Куда плывём? В. И. Поляков	18
Тренды и тенденции технологической революции. Александр Просвирнов	22
Матрица аварийности: человеческий фактор. Н. Н. Григорьев	25
Мифы и уроки Чернобыля 30 лет спустя. Урок II: ядерное «разминирование», 1987 – 2000 годы. Н. В. Никифоров	26
Время собирать камни. М. Н. Тихонов, М. И. Рылов	29
«Не сарай строим!». Виктор Алейников	33



№ 112 март 2016 г.

Основан в Санкт-Петербурге в марте 2002 г.

Учредитель и Издатель

ЗАО «ОВИЗО»

Свидетельство о регистрации журнала «Атомная стратегия»: № ПИ 2-6494 от 21.03.2003 в Северо-Западном окружном межрегиональном территориальном управлении Министерства Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций (г. Санкт-Петербург)

Главный редактор – **Олег Двойников**.

Редактор сайта www.proatom.ru –

Людмила Селивановская.

Редактор – **Тамара Девятова**.

Дизайн обложки – **Владимир Мочалов**.

Верстка – **Андрей Голубков**.

Почтовый адрес: 196070, Санкт-Петербург,

а/я 127, ЗАО «ОВИЗО»

Тел./факс: (812) 438-3277, 8-(921)958-9004.

E-mail: info@proatom.ru;

www.proatom.ru

Подписано в печать 21.04.2016 г.

За содержание публикуемых в журнале информационных и рекламных материалов ответственность несут авторы. Редакция предоставляет возможность высказаться по существу, однако имеет свое представление о проблемах, которое не всегда совпадает с мнением авторов. Редакция рукописи не возвращает и оставляет за собой право редактирования информационных материалов.

Распространение:

почтовой рассылкой специалистам предприятий и организаций атомной отрасли, политикам, руководителям крупнейших предприятий и организаций энергетики, участникам выставок и конференций, подписчикам и рекламодателям.

Редакция благодарна авторам статей и рекламодателям за поддержку журнала «Атомная стратегия».

Все дизайн-разработки изготовлены в дизайн-студии «ОВИЗО» и не подлежат воспроизведению без письменного разрешения редакции журнала «Атомная стратегия». При перепечатке ссылка на журнал «Атомная стратегия» и предприятие «ОВИЗО» обязательна. Журнал «Атомная стратегия» выходит с периодичностью 12 раз в год.

Отдел рекламы:

тел. (812) 438-3277, +7(921)958-9004;

Стоимость подписки на один экземпляр с рассылкой в пределах России – 1600 рублей с 01.01.2015 г.



В.А. Ваганов,
капитан 1 ранга
в отставке

Санкт-Петербург — родина отечественного подводного кораблестроения

В 2016 г. подводники России отмечают 110-летие российского подводного флота.

Предыстория

Горечь поражения России в Крымской войне (1853–1856 гг.) глубокой болью отозвались в сердцах всех сословий русского общества. Многие поняли, что эпоха даже первоклассных парусных судов, триумфальные победы русского флота на Балтике, Черном и Средиземном морях уходят в прошлое. Сразу же после войны начинается создаваться новая судостроительная промышленность: Балтийский (1856), Невский судостроительный и механический заводы (1857), Кронштадтский паровой завод (1858), Путиловский и Обуховский сталелитейные заводы (1862) и др.

В ходе Крымской войны заманчивая идея скрытно подойти к вражескому кораблю и заложить под днище мину замедленного действия, а затем пронаблюдать захватывающее зрелище взрыва и гибели супостата, овладела умами многих изобретателей России. Из многочисленных проектов подводных лодок, поданных в Морское ведомство, заслуживают внимания подводная лодка И. Ф. Александровского (1866) и лодка С. К. Джавецкого (1879), которые имели механические двигатели; остальные приводились в движение с помощью мускульной силы экипажа. В 1866 г. И. Ф. Александровский продемонстрировал Александру II свою подводную лодку с поршневым двигателем, работающем на сжатом воздухе. Годом раньше он предложил торпеду, работающую на том же принципе.

ПЛ Джавецкого приводилась в движение в подводном положении электромотором, питаемым от аккумуляторной батареи. Свою лодку, которой он управлял сам, Джавецкий продемонстрировал будущему императору Александру III на озере, примыкающем к Гатчинскому дворцу. По завершении подводного плавания, лодка к удивлению и восхищению Александра и его жены всплыла прямо у дворцового причала, где галантный Джавецкий вручил Великой княгине Марии Федоровне букет роскошных орхидей. Под впечатлением от увиденного, Александр посоветовал Военному ведомству обратить внимание на лодку Джавецкого. Вскоре был выдан заказ на строительство в Петербурге 50 (!) подводных лодок его проекта.

Двумя годами ранее, в 1877 г., в Петербурге открылась Николаевская морская академия. К строительству флота высочайшим Указом была привлечена Петербургская Академия наук. В 1882 г. к решению флотских проблем подключился академик Дмитрий Иванович Менделеев. В 1884–1889 гг. на Обуховском заводе и заводе «Старый Лессер» (ныне «Двигатель») составлялось было налажено производство боевых торпед — главного оружия подводных лодок. По предложению Д. И. Менделеева создается и в 1893 г. открывается Опытный бассейн для проверки расчетов на моделях будущих кораблей. Его руководителем был назначен лейтенант фло-



та А. Н. Крылов, будущий академик РАН (1916) и руководитель Морского технического комитета. На базе Опытного бассейна благодаря «могучей кучке» талантливых кораблестроителей организуется впоследствии Центральный НИИ Военного кораблестроения. В 1899 г. учреждается Санкт-Петербургский Политехнический университет, который подготовит не одну сотню высококвалифицированных кораблестроителей и инженер-механиков.

К концу царствования Александра III (1894 г.) преимущественно на петербургских заводах было построено 4 линкора, 8 броненосцев, 19 крейсеров и несколько десятков миноносцев, был сделан основательный задел для строительства подводных лодок и морской авиации. Это позволило Александру III объявить фельдъегерю, прибывшему из Петербурга с безотлагательными бумагами: «пока русский царь ловит рыбу, Европа может и подождать». Ему же принадлежит и высказывание, что «у России есть только два союзника: ее Армия и Флот», о чем мы, потомки никогда не должны забывать.

Профессиональное строительство подводных лодок (1900–1917)

К концу XIX столетия ведущие страны мира вплотную приступили к строительству подводных лодок военного назначения. В декабре 1900 г. Морское министерство поручает трем талантливым офицерам флота спроектировать боевую подводную лодку: кораблестроителю Н. Г. Буб-

нову, лейтенанту М. Н. Беклемишеву и инженер-механику И. С. Горенову, которые взялись за это дело «добровольно и охотно». К маю 1901 г. технический проект был готов. По представлению Морского технического комитета Морское ведомство, не мешкая, размещает заказ на строительство ПЛ на Балтийском казенном заводе. К весне 1903 г. лодка, получившая название «Дельфин», была построена. Все вопросы строительства «провешивались» в Опытном бассейне с участием А. Н. Крылова.

С началом навигации 1903 г., подводная лодка, командиром которой был назначен Н. М. Беклемишев, начала ходовые испытания в Финском заливе. ПЛ имела надводное водоизмещение 113 т, была вооружена двумя торпедами, имела глубину погружения 50 метров. Боевые возможности ПЛ были довольно скромными: она могла пройти под электромотором, питаемым от аккумуляторной батареи (АБ) под водой 28 миль (около 40 км), а в надводном положении под бензиновым двигателем — 250 миль (~ 400 км).

К исходу 1903 г., Бубнов и Беклемишев предложили проект серийной ПЛ («Касатка»), которая имела на вооружении уже 4 торпеды и большую дальность в надводном и подводном положении (700 и 30 миль, соответственно). Таких лодок в 1904–1905 гг. было построено 6 единиц. По железной дороге они были отправлены во Владивосток и приняли участие в боевых действиях Тихоокеанского флота.

В мае 1905 г. Бубнов и Беклемишев представили третий проект ПЛ водоизмещением в 400 т. Сначала для надводного хода они предложили мощные бензомоторы. Однако вскоре, учтя опыт аварий на «бензиновых» подлодках, И. Г. Бубнов выдвинул вариант с двигателями

Дизеля. Завод Нобеля в Петербурге взялся построить такие моторы. Беклемишев заводу не поверил и... ошибся. Их сотрудничество временно распалось. В дальнейшем Бубнов дорабатывал этот проект самостоятельно, а Беклемишев сосредоточился на подготовке экипажей.

Проект Бубнова предусматривал построить лодку, вооруженную 8 торпедами, с дальностью плавания в надводном положении до 2500 миль. Лодка, получившая название «Акула», была построена и сдана флоту в 1911 г.

Бубнов и Беклемишев дали «путевку в жизнь» подводному минному заградителю «Краб» конструктора М. П. Налетова, имевшему комбинированное минно-торпедное и артиллерийское вооружение. Минзаг «Краб» был построен в 1915 г. и имел на вооружении 4 торпеды и 60 мин.

Большой серией в 1915–1918 гг. пошли подводные лодки «Барс» Бубнова, водоизмещением 630 т, имевшие на вооружении 12 торпед и дальность плавания 2500 миль. В период 1901–1917 гг. в состав российского флота были введены 73 подводные лодки: по отечественным проектам было построено 34 ПЛ (из них 32 по проекту И. Г. Бубнова), 16 ГШ по зарубежным проектам и 23 приобретены у иностранных фирм.

В целом период 1900–1917 гг. ознаменовался большим успехом в развитии подводного кораблестроения. Торпедное вооружение было увеличено в 6 раз, дальность плавания в надводном положении — в 10 раз. Лодки снабжались отечественными радиостанциями. Сформировалась школа подготовки экипажей подводных лодок. Проектирование и строительство ПЛ было поставлено на профессиональный уровень.

Успехи подводников в первой мировой войне (особенно в борьбе с морским судоходством) по-

казали, что на море зарождается новая грозная сила. То, что было очевидно лишь немногим, стало очевидным для всех.

Подводное кораблестроение (1917–1941)

Выдающийся религиозный философ Николай Бердяев, находясь в эмиграции, писал: «Мне глубоко чужда мысль о том, что во главе Октябрьского переворота стояла кучка злодеев».

Доказательством этой мысли является открытие в 1918 г. в Петрограде — морской и академической столице России Физико-технического института, получившего впоследствии имя его основателя Абрама Федоровича Иоффе. В отделе ФТИ, возглавляемом будущим академиком и лауреатом Нобелевской премии Н.Н. Семеновым, начались первые работы по «флотской тематике» — размагничиванию надводных кораблей и подводных лодок.

Важнейшим направлением в работе института были фундаментальные разработки в области физики прочности твердого тела, имеющие прямое отношение к кораблестроению, особенно подводному. Классические работы Иоффе в этой области в 1910-х — начале 1920-х гг. продолжит А.Н. Александров — будущий научный руководитель создания первой атомной подводной лодки, Президент Академии Наук СССР.

После революции и гражданской войны состояние флота и судостроительной промышленности находилось в плачевном состоянии. Страну покинуло 85% технической интеллигенции. Отношение Ленина к флоту, его восстановлению и строительству было, довольно прохладное. В ответ на обращение Сталина в ноябре 1922 г. о необходимости восстановления флота, он пишет: «Флот для нас непомерная роскошь. Крейсер «Нахимов» надо достроить и продать с выгодой... Флот нам не нужен». К чести нового руководства страны, после смерти вождя оно не пошло в этом вопросе по «ленинскому пути».

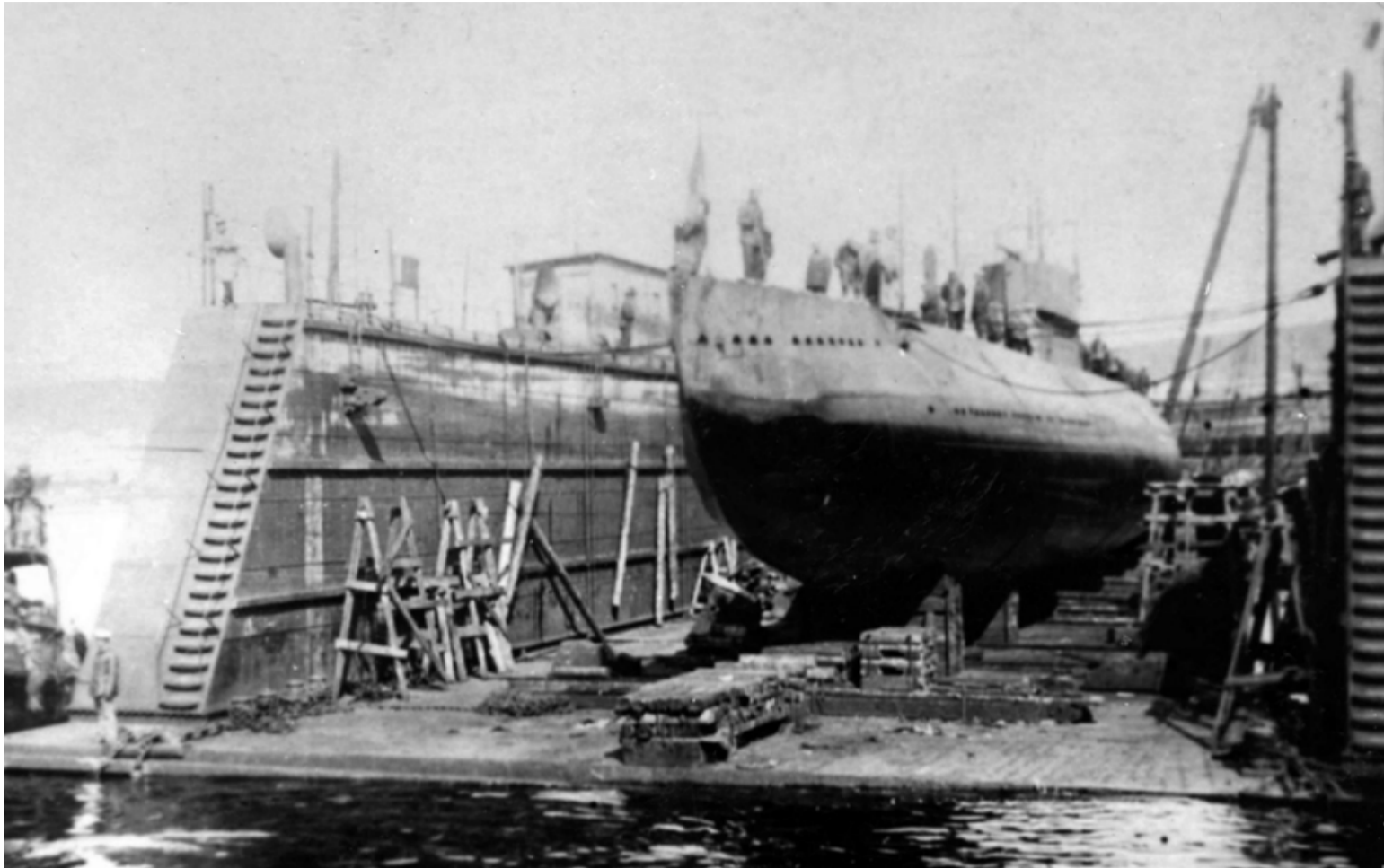
В 1924 г. в Военно-морской академии развернулась дискуссия — «какой флот нужен стране», продолжавшаяся почти два года, с участием представителей Командования Морских сил РККА, флотов, профессорско-преподавательского состава ВМА, виднейших представителей кораблестроения. В ходе дискуссии верх взяла «молодая школа», высказавшая мнение о строительстве подводных лодок и надводных кораблей малого водоизмещения (миноносцев, торпедных катеров).

В январе 1926 г. в научно-техническом комитете ВМС приступили к выработке основных тактических требований и общего облика будущих подводных лодок. Было решено строить подводные лодки и подводные минные заградители водоизмещением 900–1000 тонн. К исходу года Совет труда и обороны утвердил первую шестилетнюю программу кораблестроения, предусматривающую строительство 12 подлодок, 16 сторожевых катеров и 36 торпедных катеров.

1 ноября 1926 г. на Балтийском судостроительном заводе было создано специальное Техническое бюро для проектирования подводных лодок по заказу флота. Его возглавил Борис Михайлович Малинин, выпускник кораблестроительного отделения Политехнического института (1914) — ученик Бубнова, скончавшегося в Петрограде от голода в 1919 г. Кроме Малинина в бюро были включены еще два инженера: Э.Э. Крюгер и А.Н. Щеглов, знакомые с устройством подводных лодок, а Щеглов имел еще и опыт подводного плавания.

По глубине знания конструкций и технологии постройки дореволюционных подводных лодок инженеру Малинину практически не было равных в стране. Также в Техбюро были включены четыре конструктора-чертежника со среднетехническим образованием: А.И. Коровицын, А.С. Трошенков, Ф.З. Федоров, А.К. Шлюпкин.

Перед работниками Техбюро в составе 7 человек ставилась «скромная задача» — создать корабль не менее боеспособный, чем современные подводные лодки крупнейших капиталистических государств. И это в обстановке, когда в течение 9 лет — с 1917 г. завод простаивал, а по холодным, опустевшим цехам гулял ветер. В начале 1927 г. в бюро прибыло подкрепление — еще



один инженер, С.А. Базилевский, выпускник Политехнического института 1925 г.

С позиции сегодняшнего дня кажется невероятным, как такой небольшой коллектив сумел за 4 месяца спроектировать новый боевой корабль и выполнить закладочные чертежи. А группа опытных мастеров к торжественной процедуре закладки лодок (5 марта 1927 г.) сумела изготовить днищевый набор центрального поста всех трех лодок, предоставив возможность С.М. Кирову вбить в каждую по одной заклепке (до сварки было еще далеко). История сохранила имена этих мастеров: Д.Я. Карпов, М.Т. Кузнецов, В.Е. Курышев, М.И. Кухта, В.П. Лавинский, Ф.Н. Никитин, Я.С. Степанов, М.В. Стецюра. Впоследствии им придется вбить не одну сотню заклепок при монтаже прочных корпусов этих лодок, которые должны были выдержать наружное давление на глубине 90–100 метров.

Первые лодки строились двухкорпусные, то есть имели прочный и наружный легкий корпус, при заполнении которого наружной водой погасалась положительная плавучесть и лодки переходили в подводное положение. Как впоследствии писал Б.М. Малинин, теоретических проработок погружения и всплытия двухкорпусных ПЛ на ровном киле и без крена не существовало. Их нужно было разработать и испытать в Опытном бассейне.

При первом погружении ПЛ «Декабрист» в 1930 г. приемная комиссия была обеспокоена нарастающим креном при заполнении главного балласта. Одной из причин было грубое нарушение инструкции Главного конструктора. Но его на борту не было, так как он вместе с помощниками Крюгером и Базилевским находились хоть и недалеко, но за решеткой. По указанию «сверху» Малинин и Крюгер были выпущены и вернулись на прежние должности. А вот с Базилевским было «повеселей»: перед каждым выходом в море на испытания его привозили на «персональной» машине, которая ждала его возвращения, чтобы отвезти домой в «Кресты». Там его охранники помогали ему писать фундаментальный труд «О поперечной остойчивости при погружении двухкорпусных подводных лодок».

К концу 1931 г. все три лодки, построенных на Балтийском заводе, вошли в состав Балтийского флота.

Создание лодок типа «Декабрист» было подлинным прорывом в отечественном подводном кораблестроении. По сравнению с лодками дореволюционной постройки их дальность хода под водой увеличилась в 5,4 раза; над водой — в 3,6; суммарная масса боевого заряда увеличилась в 10 раз; скорость срочного погружения уменьшилась в 6 раз.

Лодки этого типа явились опорными моделями для широкого строительства малых, средних, больших и крейсерских подводных лодок, кото-

рых к 1941 г. было построено свыше 200 единиц, из них 82% — на заводах Ленинграда. В ходе строительства лодок серии «Декабрист» набираются опыта молодые конструкторы будущих подводных лодок. Появляются фигуры Н.М. Перегудова и П.З. Голосовского, которые спустя 20 лет возглавят коллективы КБ по проектированию атомных подводных лодок.

Репрессии 1936–1939 гг. затронули и командиров подводных лодок. Из 100 командиров в 1937 г. был репрессирован 51. В 1938 г. был арестован командир ПЛ «Народоволец» Л.М. Рейснер, незадолго до этого награжденный высшей государственной наградой. В 1941 г., когда враг подойдет к Ленинграду, Мурманску, Севастополю, Одессе, многие подвергшиеся репрессиям, понадобятся стране, но многих из них уже не будет в живых, в том числе не будет и талантливого командира «Народовольца» Льва Михайловича Рейснера.

Лучшей проверкой качества оружия является война

Северного флота в 1942 г. стала первой Гвардейской и Краснознаменной подводной лодкой в ВМФ. ПЛ «Народоволец» (командир Р.В. Линдберг), находящаяся к началу войны в ремонте на Балтийском заводе, с открытием навигации 1942 г. включилась в боевую деятельность Балтийского флота. В 1942–1945 гг. она совершила 4 боевых похода в наиболее удаленную часть Балтийского моря и ни разу не возвращалась без победы. Она уничтожила 4 крупнотоннажных транспорта противника, нанесла серьезные повреждения железнодорожному парому «Дойчланд».

9 сентября 1952 г. И.В. Сталин подписал Постановление о развертывании строительства атомных подводных лодок (АПЛ). ПЛ «Народоволец» в 1953 г. была включена в грандиозный «атомный проект». Остро встал вопрос об определении времени непрерывного пребывания людей под водой. Этой чести удостоился экипаж «Народовольца», возглавляемый командиром И.М. Хомичем, участником войны на Балтике, и инженер-механиком Н.А. Некрасовым. Лодке, имеющей подводную автономность 72 часа, предстояло впервые в мире пробыть под водой непрерывно 50–60 суток. Постановлением Совмина, вышедшим в конце июля 1953 г., ответственность за испытания возлагалась на начальника Главного медицинского управления Армии и Флота и ГК ВМФ Н.Г. Кузнецова.

После небольшого переоборудования и загрузки под завязку патронов регенерации и про-

дуктов питания, подводная лодка легла на грунт на глубине 12 метров близ Кронштадта. Предстояло проверить не только возможность людей выжить в замкнутом объеме длительное время при содержании CO₂ в 1–1,5%, но и их способность безошибочно действовать при управлении сложными механизмами в течение всего времени пребывания под водой. На лодке находилась группа медиков из Москвы (со специальной методикой), руководил которой 26-летний Юрий Нефедов, впоследствии генерал-майор медслужбы, заместитель начальника Института космической медицины. Через 1420 часов непрерывной пребывания под водой подводная лодка всплыла и после небольшого отдыха и медицинского наблюдения экипажа ушла в незамерзающую Либаву для отработки курса учебно-боевых задач.

В 1963 г. при посещении музея космонавтики им. К.Э. Циолковского в Калуге группа подводников из Обнинского учебного атомного центра увидела на видном месте модель ПЛ «Народоволец». Ее присутствие в музее космонавтики экскурсовод объяснил тем, что кроме подводников ни у кого в стране не было опыта жизнедеятельности человека в замкнутом объеме, который можно было бы применить и для космоса. Испытания проводились под таким покровом секретности, что были неизвестны даже многим подводникам. Гордитесь, балтийцы! Лодка, построенная вашими руками, не только хорошо воевала и внесла скромный вклад в строительство атомного подводного флота, но и сумела заглянуть в эпоху освоения человеком космического пространства!

Послесловие

В период «горбачевского застоя», когда Михаил Сергеевич, пройдя славный путь от помощника комбайнера до секретаря ЦК по сельскому хозяйству (1973–1985), взялся «накормить страну», советский подводный флот стал самым сильным в мире. В этот период было построено более 500 подводных лодок, из них 256 атомных стратегического и оперативно-тактического назначения. Советские подводники освоили Мировой океан. Только под Арктические льды было совершено 306 боевых походов. Не может быть и речи о том, что кораблестроители и моряки проиграли «холодную войну» на море. Умолчание о главных фигурантах разгрома подводного флота было бы для них лучшим комплиментом.

Вселяет надежду заявление В.В. Путина о ВМФ: «После многолетнего перерыва мы начинаем большую судостроительную программу. До 2020 г. на переоснащение ВМФ России будет направлено 4,7 трлн рублей. Цель: создание современного флота, способного решать все задачи: от ядерного сдерживания до охраны наших экономических интересов и биоресурсов России».

Дай-то Бог!



Ю.Н. Мясников
действ. член МАНЭБ, Заслуж.
деятель науки РФ, проф., д. т.

Аналитический форсайт развития энергетики

i

Об авторе

Ю.Н. Мясников в 1957 г. окончил Ленинградское Арктическое морское училище. В 1962 г. окончил с отличием ЛВИМУ им. адм. С.О. Макарова. Получил назначение в 1 Институт Военного кораблестроения (1 ЦНИИ ВМФ), где занимался проблемой обеспечения надёжности сложных энергетических систем, становлением нового научного направления в корабельной энергетике — диагностическое обеспечение сложных энергетических систем. В «Крыловском ГНЦ» руководит лабораторией, разработавшей теоретические основы системной фильтрации задач диагностики сложных энергетических объектов, на базе которой созданы методология и инженерные методики построения алгоритмов и средств диагностирования судового энергетического оборудования. Эти разработки стали основой развития теории проектирования комплексных систем управления техническими средствами кораблей, также они широко используются в других отраслях, в том числе в стационарной энергетике. Реализация межотраслевых программ («Ресурс-1, II, III, «Диагноз-1, II»), осуществлённых под научным руководством Ю.Н. Мясникова, позволила удвоить ресурсные характеристики корабельных технических средств и создать научно-методическую базу перевода флота на эксплуатацию по фактическому техническому состоянию. Научную школу Мясникова Ю.Н. продолжают развивать его ученики, среди которых 5 докторов наук и 15 кандидатов наук. В Доме ученых РАН им. Горького он возглавляет постоянно действующую секцию энергетики, на которой обсуждаются самые актуальные вопросы энергетики.

Поздравляем нашего постоянного автора, ветерана боевых действий, ветерана «Крыловского ГНЦ», с замечательным юбилеем — 80-летием! И надеемся на долгие годы дальнейшего сотрудничества на благо нашей Родины.
Коллектив редакции «Атомной стратегии»

На основе экспертной оценки предложены критерии и разработана методология форсайта развития энергетики.

Инструментарием долгосрочного развития предметной области является прогнозирование, суть которого вытекает из основного закона развития природы: «всякое последующее действие происходит по памяти предыдущих действий, при этом происходит наработка нового опыта, куда предыдущая память входит составной частью». Развитие прогностики привело к созданию множества методов, процедур и приёмов прогнозирования. Все известные методы делятся на интуитивные и формализованные. Методы интуитивного (эвристического, экспертного) прогнозирования на практике оказываются достаточно надёжным инструментом исследователя, т.к. основаны на уникальной способности человека принимать решения в условиях дефицита времени и информации. Формализованные методы применимы к задачам параметрического характера, когда исследуемое явление или объект характеризуется комплексом прямо или косвенно измеряемых параметров.

Проблема исчерпания ископаемых энергоносителей носит качественный характер и трудно формализуема. Но она не отрицается абсолютным большинством специалистов. Дискуссионными остаются вопросы сроков исчерпания ресурсов. Оценки колеблются от 10 до 100 лет. С другой стороны, углеводородные топлива и продукты их сгорания являются причиной глобальных экологических проблем, обострившихся в XXI в. В этой связи правомерна экспертная оценка перспективных энергоносителей, способных заместить углеводородное топливо, войти в согласие с природой в части экологических вызовов.

К системе качественных критериев оценки известных и перспективных энергоносителей можно отнести:

Базовый критерий — согласие с природой.

Частные критерии:

- экологическая безопасность;
- обеспеченность;
- наличие технологической базы;
- универсальность;
- масштабируемость;
- совместимость.

Раскроем три последних понятия:

- универсальность подразумевает возможность обеспечение энергией всех видов деятельности человека;
- масштабируемость — возможность создания энергоустановок любой мощности;
- совместимость — эволюционный характер замещения старых технологий и оборудования.

Предполагается, что эксперт обладает определенной системой знаний и в состоянии сравнить возможные варианты, назначив каждому из них число из натурального ряда: 1,2,3 и т.д. В этом случае экспертные оценки качественных и трудноизмеримых признаков воспринимаются как измеренные по порядковой шкале. И для их математической обработки применяются методы упорядочения, такие как ранжирование, парное сравнение.

	A	B	C	D
A	0	0.1	0.8	0.2
B	0.9	0	0.7	0.5
C	0.2	0.3	0	0.1
D	0.8	0.5	0.9	0
Сумма рангов	1.9	0.9	2.4	0.8

Таблица 1 Пример применения метода парных сравнений

Показатели самооценки	Степень влияния литературных источников на мое мнение		
	B высокая	C средняя	H низкая
Выполненный мною теоретический анализ	+		
Мой личный опыт	+		
Базовые знания в исследуемой предметной области		+	
Сведения из литературных источников		+	
Авторитетное мнение других экспертов		+	
Моя интуиция	+		

Табл.2 Самооценка эксперта

Эталонные показатели самооценки	Степень влияние источника на Ваше мнение		
	B высокая	C средняя	H низкая
Проведенный Вами теоретический анализ	0.3	0.2	0.1
Ваш личный опыт	0.5	0.4	0.2
Базовые знания в исследуемой предметной области	0.05	0.05	0.05
Сведения из литературных источников	0.05	0.05	0.05
Авторитетное мнение других экспертов	0.05	0.05	0.05
Ваша интуиция	0.05	0.05	0.05

Табл.3 Эталонная таблица оценки экспертов

Показатели самооценки	Степень влияния источника на Ваше мнение																
	B					C					H						
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
Выполненный мною теоретический анализ	+					+											
Мой личный опыт	+	+					+	+									
Базовые знания в исследуемой предметной области			+	+				+					+	+			
Сведения из литературных источников								+	+	+	+	+					
Авторитетное мнение других экспертов													+	+	+	+	+
Моя интуиция	+		+	+	+	+											

Табл.4 Самооценка экспертов

Метод ранжирования

В процессе ранжирования эксперт должен расположить энергоносители в порядке, который представляется ему наиболее рациональным, и назначить каждому из них числовое значение критерия (1, 2, 3 и т.д.) Сумма рангов S_n , полученная в результате ранжирования n энергоносителей, будет равна сумме чисел натурального ряда:

$$S_n = \sum_{i=1}^n x_i = \frac{n(n+1)}{2}$$

При ранжировании несколькими экспертами подсчитывается сумма рангов для каждого объекта. Наивысший (первый) ранг присваивается объекту, получившему наименьшую сумму рангов, и наоборот, объекту с наибольшей суммой рангов присваивается самый низкий ранг N . Ранг определяет лишь место, занимаемое объектом в ряду других объектов в отношении какого-то важного для анализа свойства.

Метод парных сравнений

Этот метод обладает рядом преимуществ применительно к рассматриваемой задаче, так как позволяет достаточно просто обработать большое число объектов, смягчая факторы психологического характера, возникающие у эксперта при принятии решения.

В отличие от ранжирования, осуществляющего одновременное упорядочение всех сравниваемых объектов, при парном сравнении возможны либо отношения порядка, либо отношения эквивалентности. На базе этих понятий строится шкала, позволяющая оценить степень приоритета рассматриваемых объектов. При решении задач принимаются числовые значения, нормированные по шкале от 0 до 1 с точностью до десятичного знака.

В результате сравнения пары объектов А и Б эксперт упорядочивает эту пару:

Наименование энергоносителя	Доля в мировом эн/потреб %	Себестоимость эл/энергии и удельная стоимость энергоносителя УМКВт*ч	Процесс горения	Эмиссия парниковых газов и отходы процесса сжигания	Конкурентные преимущества	Угрозы
Нефть	35,0	4,5/3,7	$C+O_2 \rightarrow CO_2+Q$; $2C+O_2 \rightarrow 2CO+Q+сажа$; $2H_2+O_2 \rightarrow H_2O+Q$.	CO_2, NO_x, SO_x	Современная развитая инфраструктура добычи, производства и использования.	Усиление парникового эффекта, загрязнение окружающей среды, истощение запасов.
Газ	20,0	4,2/3,5	$CH_4+O_2 \rightarrow CO_2+H_2O+Q$	CO_2, CH_4 (утечки)	Иллюзия совершенства.	Усиление парникового эффекта (CO_2, CH_4), загрязнение окружающей среды, истощение запасов, локальные войны.
Уголь	23,0	2,7/1,5	$C+O_2 \rightarrow CO_2+Q$	$CO_2, Hg, Pb, Uг, To$ и др. в угольной золе	Угля много и относительно дешевая добыча.	CH_4 при добыче, CO_2 и радиация, изотопы в дыме, $Uг, To$ и др. радиоактивные вещества в угольной золе.
Возобновляемые энергоносители	5,0	18,0/0,5	-	-	Экологически чистая энергия.	Ненадежный источник.
Гидроэнергетика	2,0	5,9/»»	-	-	Иллюзия дешевизны.	Уничтожение экосистемы прибрежных территорий.
Водород	-	-15,0	$2H_2+O_2 \rightarrow 2H_2O+Q$	NO_x	Иллюзия решения экологических проблем.	Взрывоопасен. Разрушение озонового слоя.
Ядерное топливо	15,0	2,9/0,5	$N=N_0e^{\lambda t}$	Радиоактивные отходы	Не ограниченные запасы ЯТ, высокая энергоемкость, компактность РАО, экологическая совместимость с Природой, апробированные технологии, экономичность, конкурентоспособность.	Захламление планеты РАО.

Табл. 5 Анализ энергоносителей

Энергоноситель *	1	2	3	4	5	6	7
1		0.6	0.1	0.15	0.3	0.1	0.9
2	0.4		0.05	0.1	0.1	0.1	0.9
3	0.9	0.95		0.9	0.75	0.6	0.9
4	0.85	0.9	0.1		0.5	0.5	0.9
5	0.7	0.9	0.25	0.5		0.3	0.9
6	0.9	0.9	0.4	0.5	0.7		0.9
7	0.1	0.1	0.05	0.1	0.1	0.1	
Сумма рангов	3.85	4.35	0.95	2.25	2.45	1.7	5.45

Табл. 6 (* - нумерация энергоносителя соответствует таблице 5)

Энергоноситель	1	2	3	4	5	6	7
1		0.65	0.13	0.2	0.25	0.15	0.9
2	0.35		0.05	0.05	0.15	0.1	0.95
3	0.87	0.95		0.6	0.85	0.6	0.95
4	0.8	0.95	0.4		0.7	0.5	0.85
5	0.75	0.85	0.15	0.3		0.5	0.95
6	0.85	0.9	0.4	0.5	0.5		0.95
7	0.1	0.05	0.05	0.15	0.05	0.05	
Сумма рангов	3.72	4.35	1.18	1.8	2.5	1.9	5.55

Табл. 7

Энергоноситель	1	2	3	4	5	6	7
1		0.6	0.11	0.13	0.3	0.1	0.85
2	0.4		0.07	0.06	0.1	0.15	0.95
3	0.89	0.93		0.7	0.9	0.55	0.95
4	0.87	0.94	0.3		0.7	0.5	0.9
5	0.7	0.9	0.1	0.3		0.4	0.95
6	0.9	0.85	0.45	0.5	0.6		0.95
7	0.15	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05	
Сумма рангов	3.91	4.27	1.08	1.79	2.65	1.75	5.55

Табл. 8

	1	2	3	4	5	6	7
1		0.63	0.15	0.2	0.25	0.1	0.9
2	0.37		0.1	0.15	0.2	0.2	0.8
3	0.85	0.9		0.7	0.5	0.8	0.95
4	0.8	0.85	0.3		0.5	0.6	0.95
5	0.75	0.8	0.5	0.5		0.5	0.9
6	0.9	0.8	0.2	0.4	0.5		0.95
7	0.1	0.2	0.05	0.05	0.1	0.05	
Сумма рангов	3.77	4.18	1.15	2.0	2.05	2.25	5.45

Табл. 9

$A > B$, либо $A < B$, либо $A=B$

Результаты сравнения всех пар представляются в виде сводной таблицы (табл. 1), в ячейках таблицы указываются числовые оценки приоритетности объектов.

Упорядочение производится путем суммирования числовых оценок каждого объекта по столбцам и расположения объектов в порядке возрастания суммы рангов. В данном примере ранжированный ряд будет иметь вид: $C - A - B - D$.

Методика подбора и оценки экспертов

Важным этапом подготовки программ экспертной оценки является рациональное фор-

мирование рабочей группы специалистов предметной области. Основные качества эксперта, включаемого в экспертную группу:

- компетентность в исследуемой предметной области знаний;
- креативность, т.е. способность решать творческие задачи, метод решения которых неизвестен;
- независимость, т.е. способность отстаивать собственное мнение;
- эрудиция – способность видеть проблему с разных точек зрения.

Определяющим качеством эксперта является его компетентность. Известен ряд методик оценки компетентности специалиста, но более объективной представляется методика, основой которой является самооценка эксперта,

нию идей. Но факт взаимного влияния мнений экспертов может привести и к нежелательным последствиям.

Метод отнесенной оценки – «мозговой штурм», предполагающий разделение во времени процедуры высказывания идей и их критической оценки.

Метод «Дельфи» – синтез индивидуальных оценок экспертов, в основе которых лежит метод парных сравнений.

Математическая обработка результатов опроса экспертов

Для получения ранжированного ряда исследуемых объектов при обработке результатов коллективной экспертной оценки определяются показатели обобщенного мнения и степень согласованности мнений экспертов.

Показателями обобщенного мнения являются:

- сумма рангов объекта

$$R_j = \sum_{m=1}^m r_j$$

где m – число экспертов, принявших участие в оценке.

- коэффициент конкордации (степень согласованности мнений экспертов). Коэффициент конкордации является квазиобщим коэффициентом ранговой корреляции для группы экспертов,

$$W = \frac{12S}{m^2(n^2 - n)},$$

где W – коэффициент конкордации, S – сумма квадратов отклонений суммы рангов каждого объекта от среднеарифметического рангов,

$$i = \frac{\sum R_j}{n}$$

среднеарифметическое рангов, m – число экспертов, n – число объектов.

В зависимости от степени согласованности $0 \leq W \leq 1$. $W = 1$ – полное единодушие, $W = 0$ – отсутствие согласованности.

Системная оценка используемых энергоносителей

Состав группы экспертов. Принимаем численный состав группы – 5 экспертов. Для вычисления коэффициента компетентности предлагаем каждому эксперту в заданном перечне источников информации оценить степень их влияния на его мнение.

Заполненную табл. 4 накладываем на эталонную табл. 3. Суммируем числовые значения, соответствующие отмеченным клеткам, и подсчитываем коэффициент аргументации K_a :

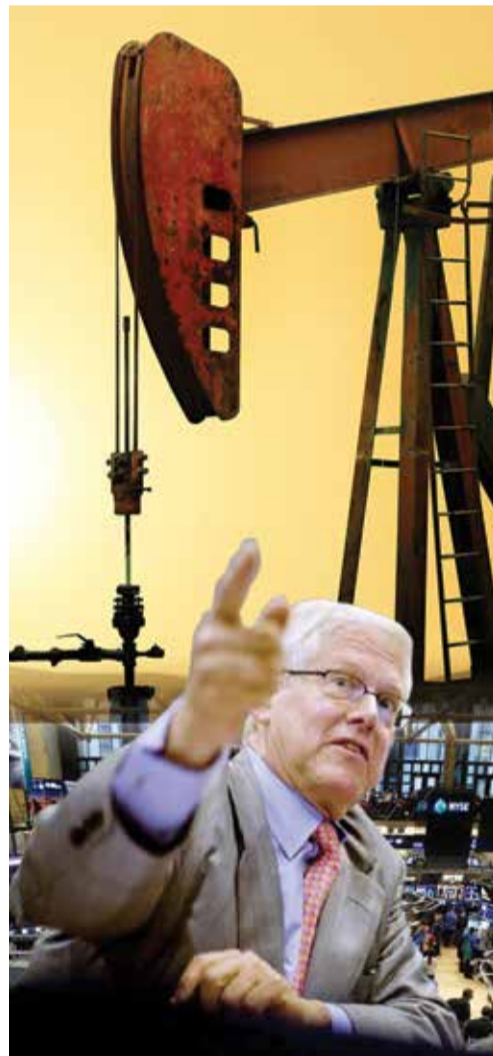
- Эксперт № 1–0.9
- Эксперт № 2–0.9
- Эксперт № 3–0.85
- Эксперт № 4–0.95
- Эксперт № 5–0.9

Для определения коэффициента информированности K_i каждый эксперт проводит самооценку по 10-бальной шкале:

- Эксперт № 1–9.5 X 0.1 = 0.95
- Эксперт № 2–9.5 X 0.1 = 0.95
- Эксперт № 3–9.0 X 0.1 = 0.9
- Эксперт № 4–9.5 X 0.1 = 0.95
- Эксперт № 5–9.0 X 0.1 = 0.9

- Самооценка экспертов: $K = 1/2 (K_i + K_a)$,
- Эксперт № 1–0.925
- Эксперт № 2–0.925
- Эксперт № 3–0.875
- Эксперт № 4–0.95
- Эксперт № 5–0.9

Самооценку экспертов можно считать приемлемой.



$K = 1/2 (K_i + K_a)$,
где K_i – коэффициент информированности по проблеме, полученный на основе самооценки эксперта по 10-ти бальной шкале и умножением этой оценки на 0.1;

K_a – коэффициент аргументации, полученный из эталонной таблицы путем суммирования баллов.

Для определения K_a эксперту предлагается в заданном перечне источников информации оценить степень их влияния на его мнение. При этом он заполняет таблицу 2.

Заполненную таблицу накладывают на эталонную таблицу 3. Суммируют числовые значения отмеченных экспертом клеток, которую затем используют для сравнительной оценки экспертов.

Методика опроса экспертов

К практически значимым методикам проведения опроса экспертов могут быть отнесены:

Метод комиссии – утвержденная группа экспертов за «Круглым столом» обсуждает общие позиции по рассматриваемой проблеме. При этом имеет место взаимное влияние мнений экспертов, способствующее созданию творческой атмосферы и непрерывному генерирова-

Энергоноситель	1	2	3	4	5	6	7
1		0.65	0.2	0.3	0.2	0.15	0.9
2	0.35		0.05	0.2	0.2	0.15	0.8
3	0.8	0.95		0.8	0.6	0.85	0.95
4	0.7	0.8	0.2		0.5	0.7	0.98
5	0.8	0.8	0.4	0.5		0.3	0.85
6	0.85	0.85	0.15	0.3	0.7		0.9
7	0.1	0.2	0.05	0.02	0.15	0.1	
Сумма рангов	3.6	4.25	1.05	2.12	2.35	2.25	5.38

Табл. 10

Энергоноситель	Оценки экспертов, r_i					Сумма рангов, R_j
	1	2	3	4	5	
1	3.85	3.72	3.91	3.74	3.6	18.85
2	4.35	4.35	4.27	4.18	4.25	21.4
3	0.95	1.18	1.08	1.15	1.05	5.41
4	2.25	1.8	1.79	2.0	2.12	9.96
5	2.45	2.5	2.65	2.05	2.35	12.0
6	1.7	1.9	1.75	2.25	2.25	9.85
7	5.45	5.55	5.55	5.45	5.38	27.38

Табл. 11

№№ п/п	Энергоноситель	Отклонение суммы рангов от среднеарифметического	Квадрат отклонения суммы рангов от среднеарифметического
1	Нефть	+3.85	14.96
2	Газ	+6.4	40.96
3	Уголь	-9.59	92
4	Возобн.источники	-5.04	25.4
5	Гидроэнергетика	-3.0	9
6	Водород	-5.15	26.5
7	Ядерное топливо	+12.38	153

Табл. 12

Экспертное определение перспективного энергоносителя

В табл. 5 приведен авторский анализ известных энергоносителей. Экспертам предлагается, используя систему качественных критериев оценки, определить перспективный энергоноситель, применение которого в наилучшей степени отвечает базовому критерию согласия с природой.

При опросе экспертов были последовательно использованы два метода:

- метод комиссии (группового обсуждения) для формирования исходного перечня энергоносителей (согласие с табл. 5 или ее корректировка);
- метод «Дельфи» (метод парных сравнений) для получения числовых значений оценок приоритетности энергоносителя.

Этап № 1 – групповое обсуждение содержания табл. 5 не потребовало ее корректировки, то есть она была принята за основу для экспертного заключения.

Этап № 2 – результаты индивидуальных оценок экспертов (метод парных сравнений) представлены в табличной форме.

- Эксперт № 1 (табл. 6)
- Эксперт № 2 (табл. 7)
- Эксперт № 3 (табл. 8)
- Эксперт № 4 (табл. 9)
- Эксперт № 5 (табл. 10)

Этап № 3–1) вычисляем показатель обобщенного мнения экспертов, результаты ранжирования заносим в табл. 11.

Из табл. 11 следует, что, в результате экспертной оценки, предпочтительным в качестве энергоносителя будущего является ядерное топливо.

2) определяем степень согласованности мнений 5-ти экспертов:

- среднеарифметическое рангов

$$M = \frac{\sum R_j}{n} = 15$$

- отклонение суммы рангов R_j от среднеарифметического (табл. 12);
- сумма квадратов отклонений суммы рангов каждого энергоносителя от среднеарифметического рангов: $S = 362$, и коэффициент конкордации:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)} = \frac{12 \cdot 362}{5^2(7^3 - 7)} = 0.52$$

Учитывая, что диапазон изменения $0 \leq W \leq 1$, полученный результат согласованности мнений экспертов при решении задачи определения приоритета энергоносителей можно признать удовлетворительным. Единодушно предпочтение ядерному энергоносителю согласуется с доминирующими вызовами XXI века:

- прогрессирующий комплекс экологических проблем. В Российской Федерации экологическая ситуация является одной из самых неблагоприятных среди промышленно развитых стран. Темпы роста бытовых и токсичных промышленных отходов достигают 16% в год. Каждый год образуется ~ 7 млрд т бытовых и промышленных отходов, т. е. ~ 50 т на одного человека. Другой составляющей экологической проблемы является угроза глобального потепления, вызванная газами, образующимися в процессе сжигания углеродосодержащего энергоносителя. По количеству сжигаемых углеводородов Россия занимает III место после США и Китая;
- эра легкодоступных месторождений углеводородного топлива закончилась. В России сложилась ситуация, когда ежегодное увеличение разведанных промышленных запасов газа не покрывает его добычу;
- среди рассмотренных энергоносителей только ЯЭ способна кардинально снизить воздействие на окружающую среду и обеспечить неограниченные потребности человечества в электроэнергетике.

Следует отметить, что радиационный фон современных ядерных объектов практически не отличается от естественного фона и не оказывает влияния на человека и окружающую среду. «Главный вопрос атомной энергетики сегодня не технологический, а психологический», утверждает гендиректор «Росатома» В.С. Кириенко. Наибольшую дозу радиации человек получает от угольных ТЭС и естественных источников радиации. Влияние радиации от атомных объектов составляет незначительную долю радиационного воздействия. Ядерный энергоноситель – это неизбежный вызов доминирующим видам энергоносителей, наносящих непоправимый ущерб экосистеме Планеты. К счастью, рентабельные запасы углеводородов истощаются, а возлагать надежды на некое еще не открытое технологическое чудо весьма опасно.

Библиография. 1. «Базовые вызовы и ориентиры в сфере развития судовой энергетики». Ж. «Атомная стратегия XXI» № 80, 2013 г. 2. А.И. Орлов «Экспертные оценки». Ж. «Заводская лаборатория» 1996 г., № 1, стр. 54–60. 3. Т. Саати «Метод анализа иерархий». М., «Радио и связь», 1993 г. 4. Г.Г. Азгальдов, Э.П. Райзман «Экспертные методы в оценке качества товаров» М., «Экономика», 1974 г., 151 стр.

Начало физпуска нововоронежской АЭС

По сообщению ГК Росатом 24 марта: «первая кассета установлена в активную зону блока № 6 Нововоронежской АЭС. Физпуск начался».

Сооружение Нововоронежской АЭС-2 (два блока мощностью 1200 МВт каждый) началось в 2007 г. по проекту АЭС-2006, в котором впервые в России применена реакторная установка ВВЭР-1200, самая мощная в современной российской ядерной энергетике.

АЭС-2006 – типовой проект атомной станции нового поколения «3+» с улучшенными

технико-экономическими данными. Цель проекта – достижение современных показателей безопасности и надежности при оптимизированных капитальных вложениях на сооружение станции.

По плану Нововоронеж-6 должен быть сдан в промышленную эксплуатацию до конца текущего года.

Российско-Боливийское соглашение

Главой Росатома С.В. Кириенко и министром углеводородов и энергетики Л.А. Санчесом в присутствии президента Боливии Эво Моралеса 6 марта были подписаны Межправительственные соглашения о сотрудничестве в области использования атомной энергии в мирных целях и о сотрудничестве в сооружении Центра ядерных исследований и технологий.

Соглашения предполагают сооружение Центра ядерных исследований и технологий в составе многоцелевой и экспериментальной гамма-излучательной установки, исследовательского водо-водяного реактора бассейнового типа номинальной мощностью до 200 кВт (разработка НИКИЭТ), а также циклотрона и радиофармацевтического комплекса.

Собственный Центр ядерных исследований и технологий позволит стране:

- поднять на новый уровень научные исследования и образование;
- наладить производство радиоизотопов для широкого применения в диагностике и лечении онкологических заболеваний, что повысит доступ ядерной медицины для населения. Исследования на базе Центра облучения пищевых и сельскохозяйственных продуктов с целью их обработки и борьбы с вредителями

дадут возможность увеличить сроки хранения и создадут условия для увеличения экспорта сельскохозяйственной продукции страны. Отличительной особенностью проекта по строительству исследовательского реактора в Боливии будет его уникальность с точки зрения расположения: площадка Центра в Эль-Альто находится на высоте 4100 м над уровнем моря и станет самым высотным в мире местом размещения ядерной установки.

«Это первый исследовательский реактор, который мы создаем в Латинской Америке, – сказал С.В. Кириенко. – Сегодня очень много стран в мире начинают развитие своих ядерных программ с исследовательских реакторов. Это важная для нас вещь. Рынок исследовательских реакторов, исчисляется миллиардами, он будет нарастать».

По данным Росатом.Ру, РИА Новости 07.03.2016 г.

Рекорд генерации АЭС Grohnde

Немецкая компания E.ON Kernkraft, эксплуатирующая АЭС Grohnde, 14 марта сообщила о рекордной выработке электроэнергии (350 млрд кВт*ч) этой станцией почти за 32 года ее эксплуатации. Одноблочная АЭС с реактором PWR мощностью 1360 МВт(э) нетто была включена в сеть в сентябре 1984 г. и введена в промышленную эксплуатацию в феврале 1985 г. Среднегодовая производительность за весь период эксплуатации составляет ~11 млрд кВт*ч.

«В прошлом станция использовалась исключительно для производства электроэнергии в базовом режиме, но сегодня в течение до 600 часов ежемесячно она используется для регулирования нагрузки в сети», – сообщили в «E.ON Kernkraft», отметив, что скорость регулирования мощности (маневренность) реактора увеличена в четыре раза, до 40 МВт в минуту. Компания планирует и в дальнейшем использовать Grohnde в большей степени для

обеспечения стабильной работы сети, чем для эксплуатации в базовом режиме.

Сокращение длительности работы в базовом режиме отразилось на выработке электроэнергии: в 2015 г. произведено менее 10 млрд кВт*ч электроэнергии, несмотря на коэффициент готовности 92,4%.

Окончательный останов станции намечен на конец 2021 г.

поставка Корпуса для первого китайского ВТГР

Корпус высокого давления первого из двух демонстрационных высокотемпературных газоохлаждаемых реакторов (ВТГР), строящихся в китайской провинции Шаньдун, доставлен на площадку в Шидаоване 10 марта.

Как заявляет компания Shanghai Electric Nuclear Power Equipment, весь процесс изготовления корпуса (крупнейшего и тяжелейшего в мире – высота 25 метров, вес 700 тонн) контролировался на заводе ее представителями – руководителем проекта и надзорным персоналом.

Работы по строительству двух демонстрационных блоков HTR-PM начались в декабре 2012 года. Компания China Huapeng возглавляет консорциум по строительству, куда входят корпорация CNEC и Институт ядерных и новых энергетических технологий Университета Циньхуа, возглавляющий НИОКР по проекту.

Два идентичных демонстрационных блока

HTR-PM будут вращать одну турбину мощностью 210 МВт(э). Начало их коммерческой эксплуатации ожидается в конце 2017 года. На площадке Шидаовань предполагается соорудить еще 18 блоков. Предварительное ТЭО по предложению о строительстве двух ВТГР по 600 МВт(э) в городе Ruijin в китайской провинции Цзянсу было утверждено в начале 2015 года. Проект этих ВТГР разработан на основе демонстрационных реакторов HTR-PM меньшей мощности. Строительство реакторов в Ruijin'e должно начаться в следующем году, а подключение к сети намечено на 2021 год.

По данным WNN от 15.03.2016 г.

Материал подготовила И. В. Гагаринская

О проблемах импортозамещения в области судового машиностроения и приборостроения.

Меры по снижению их негативного воздействия

Что явилось первопричиной возникновения проблемы импортозамещения (ИЗ)? Актуальной её сделали два обстоятельства. 1 августа 2014 г. Евросоюз ввел эмбарго на поставку вооружений и техники/технологий двойного назначения на российский рынок.



В.Н. Половинкин,
Руководитель секции по судостроению ИЭС Морской коллегии при Правительстве РФ, Засл. деятель науки РФ, д.т.н., проф.

К товарам и технологиям двойного назначения относятся десять категорий товаров и технологий, в том числе: ядерные материалы и оборудование, специальные материалы и сопутствующее оборудование, обработка материалов, электроника, компьютеры, телекоммуникации и информационная безопасность, датчики и лазеры, навигация и авионика, морские технологии, а также авиация, космос, двигательные установки. Практически все высокотехнологические области, которые позволяют развиваться любой национальной экономике, попали под санкции.

И вторая причина – в отношении многих наших фирм и персоналий были приняты ограничительные меры, запрещающие взаимодействие с зарубежными научно-производственными и исследовательскими центрами. Эти две проблемы и привели к актуализации проблемы ИЗ.

Но глубинные причины кроются в другом. Они вызваны двумя типами войн, которые сегодня ведутся в отношении Российской Федерации, – это экономические и гибридные войны. В современном мире военные аннексии какого-то государства не предусматриваются. В первую очередь производится подавление его экономической мощи и использование его производственного потенциала в собственных целях.

По своей сути импортозамещение представляет собой тип экономической стратегии промышленной политики государства, направленный на защиту внутреннего производителя путем замещения импортируемых промышленных товаров товарами национального производства. Результатом ИЗ должно стать повышение конкурентоспособности отечественной продукции посредством стимулирования технологической, организационной модернизации производства, повышения его эффективности и освоения новых конкурентоспособных видов продукции с относительно высокой добавленной стоимостью.

Научно обоснованная стратегия импортозамещения предполагает постепенный переход от производства простых товаров к наукоемкой и высокотехнологичной продукции с высокой добавочной стоимостью путем повышения уровня развития производства и технологий, образования широких слоев населения. Для нашей страны это особенно важно, поскольку производству сложной продукции последние десятилетия мы уделяем очень мало внимания.

Сама по себе стратегия импортозамещения опирается на развитие всего производства, повышение качества производимого товара, технологий, применяемых на предприятиях, развитие инноваций. И, прежде всего, развитие кадрового потенциала, подготовку кадров, способных осваивать высокие технологии. Это особенно актуально для страны, уровень производственных отраслей которой отстает от уровня государств, с которыми она взаимодействует. В сегодняшней стратегии ИЗ больше политики и очень мало экономики.

Изменяющаяся национальная экономика требует, чтобы импортозамещение стало важнейшим элементом экономической политики и инструментом достижения главной цели – выхода на положительное сальдо внешней торговли товарами и услугами.

Принципы государственного подхода к импортозамещению

Необходимо определить критерии того, что является основополагающим при выборе той или иной импортозамещающей технологии.

Главным критерием при принятии решения об ИЗ является оценка результата суммарных экономических и социально-экономических последствий данного решения. Замещать всё это утопия и глупость. Когда весь мир консолидирован в производстве высокотехнологичной продукции, не возможно производить всё самим. Предлагается:

в проектах импортозамещения в первую очередь предоставлять поддержку национальным производителям, доказавшим свою конкурентоспособность на глобальном рынке сегодня или потенциально возможно в будущем.

Предоставление средств на проведение НИОКР для целей ИЗ должно осуществляться преимущественно (а лучше, исключительно) на условии компенсации полученных средств госбюджета за счет поступлений от экспортных поставок создаваемой продукции импортозамещения (и ее производных) на мировой рынок.

При формировании стратегии ИЗ, как правило, не учитываются риски, поскольку политика ИЗ – это политика догоняющего. При копировании известного продукта, изготовитель оригинала обгоняет копирующего на много лет вперед. Если отечественное технологическое отставание оценивается 10–20 годами, то, копируя сегодняшнюю продукцию, мы создаем изделия 1990–2000 годов.

Риски политики импортозамещения

При разработке политики ИЗ надо учитывать следующие риски импортозамещения:

- снижение конкурентоспособности индустрии ИТ и ВТ в связи с устранением

конкуренции с ведущими зарубежными поставщиками;

- снижение эффективности экономики страны в целом в случае, если решения национальных производителей уступают по качеству решениям зарубежных конкурентов;
- увеличение нагрузки на бюджет в случае необходимости проведения ИЗ. На реструктуризацию промышленности мы вынуждены привлекать бюджетные средства, которые позволяют заместить импортные продукты.

Программа импортозамещения должна деа-

лизовываться по трем направлениям.

Первое направление должно охватывать импортные товары, аналоги которых производятся в РФ в недостаточном количестве. С этой целью необходимо ставить задачу модернизации действующих производств с тем, чтобы увеличить выпуск необходимой продукции.

Второе направление охватывает импортные товары, не производимые в стране, но выпуск которых можно и нужно освоить в сжатые сроки. В первую очередь, речь идет о всей продукции военного назначения. На этом уровне целесообразна постановка задач создания новых совме-

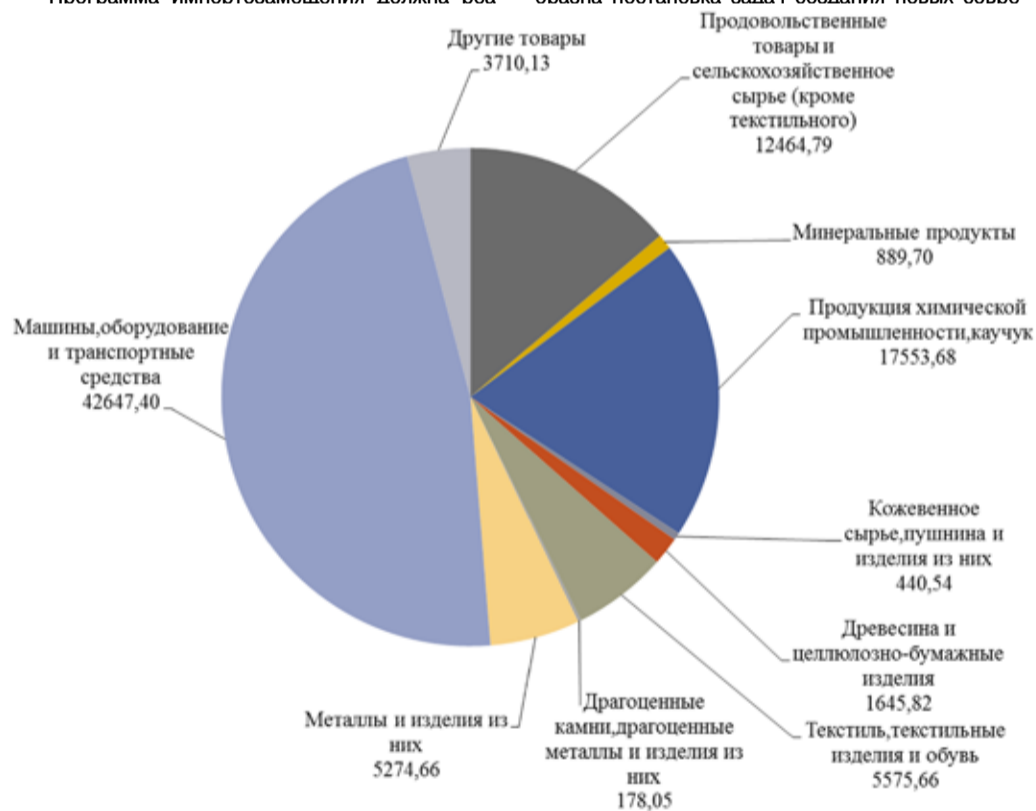


Рис.1 Товарная структура импорта РФ из стран дальнего зарубежья (млн долл.)

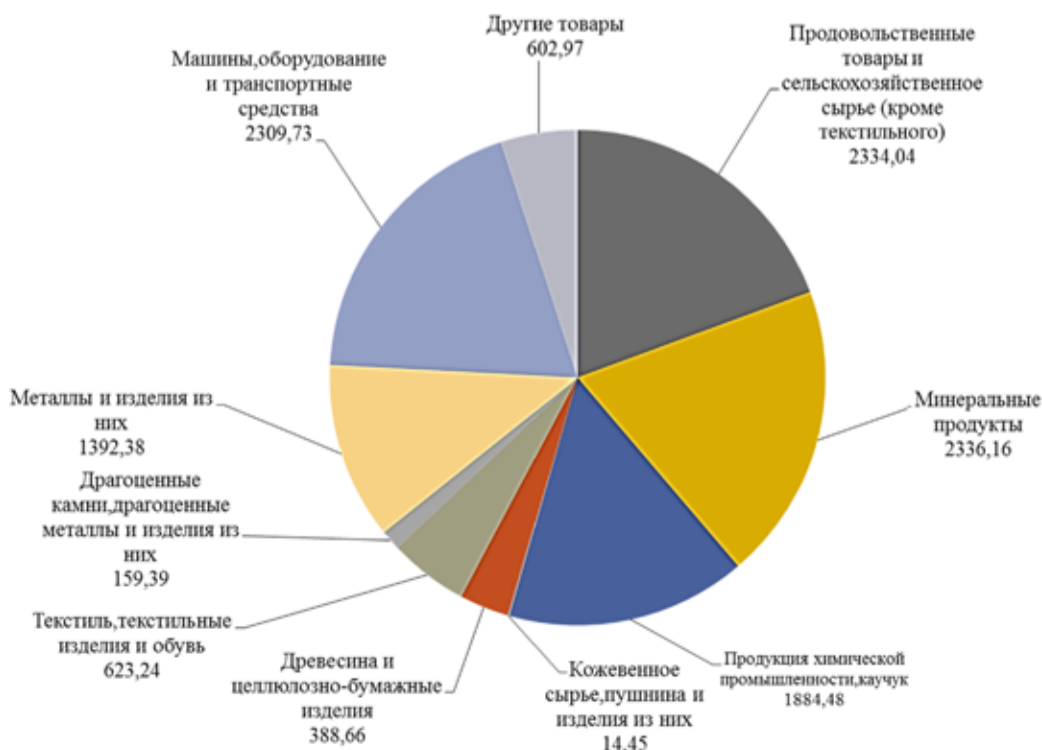


Рис.1 Товарная структура импорта РФ из стран дальнего зарубежья (млн долл.)

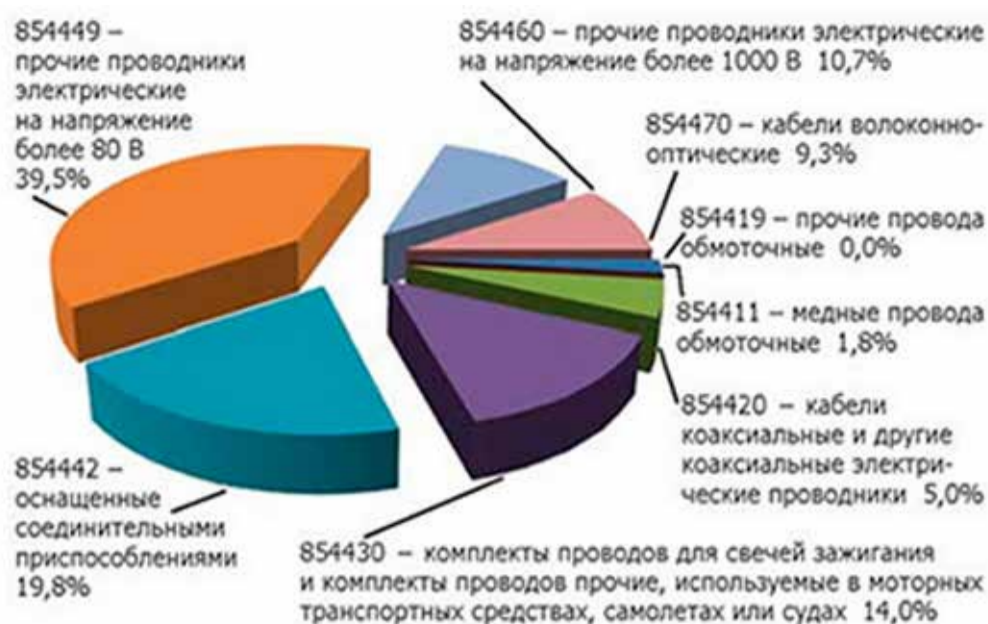


Рис.3 Структура импорта кабельно-проводниковой продукции

менных импортозамещающих производств с гарантией конкурентоспособности, как минимум, на внутреннем рынке.

Наконец, третье направление включает изделия и товары, не производимые в РФ, поскольку их импортозамещение экономически невыгодно или невозможно в силу объективных технологических причин. Такие товары следует относить к так называемому критическому импорту, и главная задача на этом направлении – сократить потребление такой группы товаров, изучить и применять возможности непрямого замещения, или определить новое государство-производитель таких товаров, лояльно относящееся к нам и заинтересованное в сотрудничестве с нами.

Мы сейчас идем по второму пути. Меняем импорт товаров из европейских государств на импорт из азиатских государств, забывая, что в их изделиях присутствует элементная база той же Европы.

Из наиболее критичных отраслей, нуждающихся и имеющих перспективы к импортозамещению в РФ, в первую очередь можно отметить следующие: медицинская промышленность и фармацевтика (с долей импорта 70–90%), тяжелое машиностроение (с долей импорта 60–80%), судовое машиностроение (с долей импорта до 80–85%), приборостроение (с долей импорта до 85%), станкостроение (с долей импорта свыше 90%), радиоэлектроника (с долей импорта 80–90%) и легкая промышленность (с долей импорта 70–90%). Кроме того, за рубежом мы покупаем 80–85% всего аналитического исследовательского оборудования, что делает призрачным самостоятельность отечественных научных изысканий. На сегодняшний день мы находимся в тотальной импортозависимости. Особенно важно здесь: машиностроение, станкостроение, элементная база.

Из-за рубежа в нашу страну поставляются в основном машины и оборудование (53,3% в структуре импорта 2015 г.), продовольственные товары и сырье для их производства (13,9%), продукция химической промышленности (14,6%). Более 90% лекарственных препаратов,купаемых за счет средств бюджетов разных уровней, импортируется. То есть бюджетные инвестиции в систему здравоохранения не поддерживают национальную экономику. На рис.1 представлена товарная структура импорта РФ из стран дальнего зарубежья. Основным импортом является продукция высокой добавочной стоимости, продукции с глубокой степенью утилизации. И с государствами СНГ мы идем по такому же пути (рис.2).

Доля иностранных комплектующих в судовых машинах и приборах достигает 95%. По оценке Д.О. Рогозина, на разработку отечественных комплектующих для судостроения потрачены миллиарды, а результатов отсутствуют.

Закупая в первую очередь продукцию с высокой добавочной стоимостью, мы ускоренными темпами повышаем ВВП стран-импортеров.

Особенно напряженная ситуация сложилась в радиоэлектронике, электронике, электропродукции. На рис.3 представлена структура импорта кабельно-проводниковой продукции. Почти 60% кабельной продукции приходится на импорт.

В отечественной радиоэлектронной промышленности используется около 2500 основных им-

портных элементов. Из них выпуск более 1600 наименований даже в перспективе не может быть освоен в РФ.

Суть гибридных или кибервойн заключается в том, что в системах управления, которые мы изготавливаем на зарубежной компонентной базе, находятся «спящие» чипы, которые активизируются при определенной команде и могут отклонять ракеты от заданной траектории, переполнять плотины или заставлять срабатывать аварийную защиту АЭС и т.д. В этом и заключается суть кибервойны.

Да, в Советском Союзе отставание имело место. Но, сравните ситуацию, например, в станкостроении. Сейчас мы имеем 90%-ную импортозависимость. СССР в 1991 г. произвел около 110 тыс. станков, занимая по этому показателю третье место в мире после США и Германии, при этом по потреблению этой продукции страна занимала второе место после Соединенных Штатов. Максимальное количество станков, произведенных в Советском Союзе, превышало 230 тыс. единиц (1985 год). Для сравнения: сегодня по тем же показателям мы занимаем 15-е и 16-е места соответственно из 32 стран, которые в принципе занимаются производством станков. Куда за 20 лет утратились научные школы?

Где был создан самый первый суперкомпьютер Суперкомпьютер? Он был создан в СССР в 1953 г. и назывался БЭСМ (Большая электронная счетная машина). Действия этой машины достигали до 10 тысяч операций в секунду. Спрашивается, как можно закупать все управляющие программы, всё исследовательское оборудование, и при этом продавать программный продукт на суммы, сопоставимые с продажей оружия.

Если государство самодостаточно, а это определяется тремя элементами:

- наличие ресурсно-сырьевой базы,
- наличие людского потенциала,
- политическая воля, чтобы управлять всем процессом, такое государство не может плестись где-то на задах.

Мы, как правило, не развиваемся из-за богатства. У Белоруссии нет ресурсов, полезных ископаемых, и они поставляют металлообрабатывающий инструмент в Россию. Их заводы работают в три смены. Китай начал с копирования продукции, которая имеет глубокую утилизацию. После накопления опыта копирования, они перешли к производству техники, которая уже не уступает европейской. Имея богот данные ресурсы, их надо развивать.

Главным отличием политики времен Атомного проекта была ответственности на каждом месте, то, чего так не хватает нам сегодня.

Возможно, сегодня тоже надо копировать лучшие зарубежные образцы. А науку заставить думать на перспективу. Корабль от момента идеи до спуска строится 5–7 лет, у оружия срок реализации ещё больше – 15 лет. Представьте, как нужно прогнозировать вперед развитие, чтобы сделать его современным на данном этапе.

А.В. Дутов предложил 9 категорий готовности технологий. В реально строящиеся проекты всегда должны внедряться готовые технологии 9-й категории. Но можно ли создать перспективную технику при таком подходе? Никогда. Возьмите 658, 659 проекты АПЛ. Когда строили титановую подводную лодку пр.661, постановлением

ЦК КПСС запрещалось использовать хоть одно известное решение в этом проекте. Эта АПЛ вся состояла из НИОКР. 705 проект АПЛ создавался по такой же схеме. Тогда создали такую лодку, которую до сих пор не можем воспроизвести не только мы, но и на Западе. Уровень подготовки обслуживающих специалистов настолько отставал от технического уровня самой АПЛ, что её просто загубили. А ведь лодка-то прекрасная.

Наше потенциальное богатство – таланты и способности людей. Самую многоосную машину сделали мы, первые в космос вышли тоже мы. Были определенные осечки в политике, в науке. Наша страна обречена быть богатой, но почему-то никак не становится.

Не должно сложиться такое мнение, что выпускаемая за рубежом продукция является для нас недостижимой. Начиная от артустановок, танков, других образцов вооружения, даже ракет «Калибр», который не прошел испытания, но выстрелил на 1,5 тыс. км и долетел до цели, произвели в мире шок.

И у американцев не всё хорошо. Сейчас они столкнулись с проблемой возникновения микротрещин у самого высокопрочного материала на последних подводных лодках. Введено ограничение плавания для всех «Сивулфов» и «Вирджиний» по причине появления микротрещин в прочном корпусе. Прогресс очень гибок. Нельзя до бесконечности совершенствоваться. Любое повышение прочностных или иных свойств конструкционных материалов определяется объемом введения легирующих элементов. С увеличением их ввода в материале появляется анизотропность свойств, изменение характеристик материала в каждой конкретной точке. Материал становится настолько капризным, что любое технологическое отклонение режима сварки или резанья приводит к появлению трещины.

Ситуация в судостроении

За рубежом мы приобретаем элементы, которые отличаются высокой добавочной стоимостью. В рыбопромысловых судах это до 90% импортного комплектующего оборудования. В танкерах, сухогрузах – до 90% и т.д. Исключение составляет атомный ледокол ЛК-60, который строится на Балтийском заводе, если считать его элементные составляющие по стоимости.

Речь идет не о номенклатуре элементов закупаемых технических средств, а по их стоимости. Дело в том, что главная энергетическая установка является отечественной продукцией.

Аналогичная ситуация складывается и в авиации. В российском ближнемагистральном пассажирском самолёте «Суперджет-100» доля импортной продукции превышает 85%.

В боевой авиации третьего поколения истребителе Су-30 доля авионики, построенной на импортной продукции, доходит до 80%.

Цели импортозамещения

Основные цели ИЗ можно сформулировать в 4 аспектах:

- обеспечение национальной и государственной безопасности РФ (тотальная импортозависимость является следствием двух типов войн против РФ: экономической войны и кибервойны);
- достижения технологической независимости в критических областях. Является

первоначальной задачей, которую необходимо решить. Сейчас пересматривается концепция войн. Боевых противостояний – фронт против фронта, уничтожения объектов противника, и даже уничтожения живой силы – не будет. Будет иметь место уничтожение сил противодействия технических средств, либо экономическое поражение.

- содействие формированию положительного сальдо торгового баланса страны;
- выращивание национальных лидеров для завоевания глобального рынка.

В первую очередь должны замещаться товары и технологии двойного назначения. Речь идет о материалах: конструкционных, ядерных и т.д. Любое позитивное направление в развитии техники на 80% определяется материалами, которые становятся главным элементом конструкции. Сегодня материалы переживают настоящую революцию. Например, магнитная составляющая кораблей. Американцы давно перешли на маломагнитные корпусные стали. Они отказываются от специальных размагничивающих стенов, используя внутренние системы, которые позволяют поддерживать магнитные поля корабля в заданных пределах. Или используются материалы с требуемой прочностью, которые обладают минимальными скоростями распространения акустических волн, – вибродемпфирующие материалы.

К товарам и технологиям двойного назначения относятся: ядерные материалы и оборудование, специальные материалы и сопутствующие оборудование, обработка материалов, электроника, компьютеры, телекоммуникации и информационная безопасность, датчики и лазеры, навигация и авионика, морские технологии, авиация, космос, двигательные установки.

Особое место занимают материалы с уникальными свойствами (интеллектуальные материалы, метаматериалы, сверхпроводники, специальные сплавы, композиционные материалы, полимеры); более сотни вирусов, бактерий и ядов; высокоточные станки, интегральные микросхемы, подводные аппараты, беспилотники, специальные компьютерные устройства и программное обеспечение.

Импортозамещение в судовой машиностроительной отрасли

Среди важнейших продуктов судовой машиностроительной отрасли с точки зрения потребности импортозамещения можно выделить:

- дизельные и газотурбинные двигательные установки, дизель-генераторные и газотурбогенераторные установки;
- водоопреснительные установки обратного осмоса;
- установки очистки и обеззараживания сточных вод, инсинераторы;
- компрессоры высокого давления и блоки очистки сжатого воздуха;
- валопроводы с винтами регулируемого шага;
- электронасосное оборудование и электроприводы;
- винторулевые колонки, подруливающие устройства, рулевые машины, успокоители качки;
- грузовые устройства. Краны-манипулято-


Тип судна	Доля комплектующего оборудования в стоимости судна, %	Доля импортного комплектующего оборудования, %
Рыбопромысловые суда всех типов	50-70	до 90
Сухогрузы	55-65	84-90
Танкеры	55-65	83-90
Морские специальные сооружения	40-45	100
Речные суда	70-80	50-70
Буксиры:		
«ЛСЗ «Пелла (пр.16609)	70	100
«Ярославский ССЗ (пр. 745 МБС)	70	70
Атомный ледокол ЛК60	80	10-15

Рис.4 Состояние проблемы ИЗ в отечественном судостроении

Верфь	Ведомость	Проект	Изделий МСЧ штук всего	Примененных чертежей МСЧ				
				Всего	Из других проектов		Этой же верфи	
					Других верфей (МЗК)	Штук	%	Штук
Балтийский завод - судостроение	Предварительная	22600	15530	438	162	37	45	10
Балтийский завод - судостроение	Предварительная	22220	68006	1945	162	8	252	13
Выборгский завод	Рабочая	026	537	537	194	36	41	8
Выборгский завод	Рабочая	230	239656	4606	194	4	270	6
		ИТОГО:	323729	7526				
Общее количество уникальных (различных) номеров чертежей во всех ведомостях		5641, 75%						
Количество чертежей, которые используются более чем в одном проекте		1885, 25%						

Общая унификация наиболее массовых МСЧ не более 10%. Между разными заводами унификация близка к 0. Это означает, что идентичные детали делают на каждом заводе ограниченной серией по различным чертежам, возможность укрупнить партию отсутствует, отсюда высокая цена и сомнительное качество.

Рис.5 Сравнение строительных ведомостей Балтийского и Выборгского заводов



ОАО «ЦКБ «Айсберг»
УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель Федерального агентства
морского и речного транспорта
А.А. Давыденко
«___» _____ 2009 г.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ АТОМНЫЙ ЛЕДОКОЛ
СПЕЦИФИКАЦИЯ
Часть 1
Основные данные, корпус и судовые устройства, дельные вещи,
изоляция, зашивка, оборудование помещений, снабжение и запасные
части
22220.360060.130.1

СОГЛАСОВАНО: Генеральный директор
ФГУ «Дирекция государственного заказчика программ развития морского транспорта»
А.Я. Паперный
«___» _____ 2009 г.

СОГЛАСОВАНО: Начальник Управления обеспечения судоходства Росморречфлота
А.Н. Ольшевский
«___» _____ 2009 г.

СОГЛАСОВАНО: Генеральный директор ФГУП «Атомфлот»
В.В. Рукша
«___» _____ 2009 г.

2009 г.

1.12.7 Для сжигания нефтяных отходов (нефтеостатков) и бытового мусора предусмотрен инсинератор фирмы «Atlas» типа 200 SL WSP (см. Спецификация, часть 2, № 22220.360060.130.2 пункт 1.5.7).

2.5.5 Окрашивание подводной части корпуса ниже ватерлинии выполняется ледостойким импортным лакокрасочным материалом Intershield Inerta 160 ERA 163/ERA 161 (1 слой) в соответствии с «Мероприятиями по защите от коррозии и обрастания» 22220.360060.038.

3.1.3 В румпельном отделении на верхней палубе в ДП устанавливается электрогидравлическая, плунжерная рулевая машина «HATLARA R4ST 650» фирмы Hatlара (Германия) на крутящий момент 4000 кНм и диаметр головки баллера 650 мм.

3.2.4 Для подъема и отдачи станковых якорей на верхней палубе устанавливаются две якорно-швартовные лебедки AS 1800D/E+SLAP 78 PELLEGRINI MARINE EQUIPMENTS (Италия) с тяговым усилием на звездочке 289 кН, обеспечивающие скорости выбирания якоря с номинальной глубины стоянки 100 м после отрыва якоря от грунта от 0 до 9,0 м/мин.

Для того чтобы справиться с этой проблемой, достаточно запретить главному конструктору указывать в спецификациях конкретных производителей..

Рис. 6.

ры корабельные, краны корабельные специальные и спуско-подъемные устройства;

- буксирные комплексы;
- шлюпочные и спасательные устройства и др.

Это основа судо- и кораблестроения государства, наиболее важный и ответственный момент. Реальное это отставание или мнимое? Конечно, мнимое. Потому что программный продукт, который мы поставляем сегодня за рубеж, по стоимости соизмерим с продажами оружия.

По мнению автора, проблема ИЗ нужно начинать с замещения тех личностей, которые привели государство в такое состояние.

Что же делать в сложившейся ситуации?

В качестве первоочередных организационно-технических мер, направленных на снижение негативного влияния тотальной импортозависимо-

сти в области судового машиностроения, можно рекомендовать следующее:

- воссоздать (восстановить) регулируемую единую систему производства широкого ассортимента машиностроительных частей (МСЧ). Сегодня каждый завод выпускает свою продукцию по собственным чертежам. В результате себестоимость такой продукции чрезвычайно завышена. Поэтому многим фирмам легче закупить её за рубежом. Даже фланцы, штуцеры, крепеж мы покупаем сегодня за границей.
- восстановить межзаводскую (межпроизводственную) кооперацию;
- восстановить межотраслевую кооперацию;
- восстановить регулируемую единую систему закупки изделий иностранного производства.

Пример, Балтийский и Выборгский заводы строят ледоколы. Но Балтийский завод строит в 2 раза быстрее и в 2 раза дешевле. Главная причина в том, что общее количество уникальных машиностроительных чертежей превышает 5 тыс. единиц.

Общая унификация не более 10%. А между заводами унификация равна нулю. Массовость такого явления приводит к безмерному росту цен.

Мы единственная в мире страна, у которой в спецификации конкретного образца указывается конкретная фирма-производитель. Обычно приводятся требования к данному элементу по массе, потребляемой мощности и т.д. В лучшем случае в приложении указывается перечень организаций, выпускающих эту продукцию. Пример, универсальный атомный ледокол (рис.6).

Как можно решить стоящие проблемы

Проблема № 1 – Стандартизация в области производства массовых изделий машиностроения.

Сегодня существует порядка 3 тысяч не управляемых стандартов. Многочисленные каталоги и чертежи, выпущенные в период независимой работы предприятий судостроения, привели к применению в чертежах судов и кораблей, выпускаемых проектными организациями, идентичных изделий, отличающихся только идентификационными номерами, что делает невозможным их массовое производство специализированными предприятиями.

Так производство абсолютно идентичных фланцев, рассчитанных на одно давление, одинаковые трубопроводы, соединяемые металлы, различается по стоимости более чем в 30 раз: от 76 руб. у уральских заводов до 2500 руб. у других производителей.

Предлагаемое решение:
Рекомендовать государственной судостроительной корпорации ОАО «ОСК» организовать выпуск альбомов судового комплектующего оборудования, применяемого на судах и кораблях постройки ОАО «ОСК», с формированием интегрированных ведомостей с суммарными данными по типовому оборудованию в судах и кораблях текущей производственной программы.

Необходимо найти специализированное производство, которое будет заинтересовано в выпуске этой продукции. При существенно массовом производстве такая заинтересованность появится.

Проблема № 2 – без должного обоснования в документах, определяющих облик судна/корабля, строительство которого будет финансировано государством, предусматривается использование конкретного оборудования с точным указанием марки и фирмы производителя, как правило, – иностранного. Таким образом, исключается участие отечественных предприятий в подготовке строительства.

Предлагаемое решение:
Силами экспертов научно-экспертных сообществ (НЭС) с привлечением специалистов, по поручению заинтересованных министерств и департаментов, провести анализ контрактных спецификаций судов и кораблей, находящихся в постройке, по всем объектам судового машиностроения, не производящимся в России, прямо указанным в Спецификации, обязать Главного конструктора проекта предоставить техническое обоснование применения такой позиции. Добиться официального признания отечественных производителей в неспособности в заданные сроки

производить конкурентоспособную продукцию.

Проблема № 3 – В рамках реализованных ФЦП, в частности РГМТ (Развитие гражданской морской техники), одновременно и параллельно финансируются разработки новых типов судов и новых типов объектов судового машиностроения, например, типоразмер газотурбинных двигателей мощностью до 7,5 МВт, ОКР закончена в 2012 г. Производитель обещает начать их выпуск в 2017–2018 г. В одной и той же программе финансируются разработка элементной базы, но не указывается, в каком проекте судна будем использоваться эта разработка. Подобные документы должны носить системный характер и дополнять друг друга. Нельзя строить винт ради винта, корпус ради корпуса. Должно быть создано судно в комплексе. Руководитель ОСК заявил, что компания не строит корабль, а создает платформу. А ответственность за поставку оружия, вооружения ложиться на тех контрагентах, которые должны их поставлять.

Судостроительный завод всегда строил корабль, а не платформу. Но в предлагаемых концептуальных проектах не предусматривается использование изделий машиностроения, разработка которых была успешно завершена, в том числе в рамках той же РГМТ. Остается непонятным, с какой целью были затрачены государством огромные средства на выполнение НИОКР по актуальным проблемам судового машиностроения, и где внедрены полученные результаты.

Предлагаемое решение:
Силами экспертов НЭС и привлеченных специалистов по поручению заинтересованных министерств и ведомств, по крайней мере, в концептуальных проектах перспективного судна провести анализ завершённых ОКР по разработке опытных образцов изделий судового машиностроения и концептуальных проектов плавучих сооружений на предмет повышения их качественных характеристик за счет использования таких разработок.

Проблема № 4 – Требуется навести порядок в стандартизации и унификации. Именно в этом заключается определенный залог успешности рассматриваемой проблемы. Упомянутые альбомы типовых конструкций судов, судовых технических средств, по сути, являются отраслевыми стандартами, но эти документы никем не управляются и не регулируются. В настоящее время никто не сможет сказать, какие они и сколько их имеется в наличии. В соответствии с ФЦП до 2030 г. предлагается переработать 20 стандартов. Но почему именно эти стандарты, объяснения нет.

Номенклатура стандартов в области судостроения – это порядка 2-х тысяч документов, в том числе и документы, стандартизирующие судовое машиностроение. Многие из них безнадежно устарели. Статус их не определен. Мы единственная страна, в которой отраслевые стандарты приватизированы. В объявленной по линии РГМТ теме предусмотрено переработка 20 (двадцати единиц), стоимость НИР – 60 млн рублей. Но приоритет их разработки не определен.

Инструменты поддержки импортозамещения
Для того чтобы стимулировать решение проблемы ИЗ, необходимо найти инструменты государственного, финансового, организационного, правового или иного порядка. Возможные варианты поддержки ИЗ следующие:

1. Инструменты таможенно-тарифного регулирования. В качестве содействия импортозамещению можно рассматривать снижение ввозных таможенных пошлин на сырье и комплектующие. Это должно стимулировать предприятия выводить на рынок отечественную продукцию.
2. Нетарифное регулирование. Здесь можно выделить три базовых инструмента: первое – это запрет для госсектора на закупку импортных аналогов, второе – ограничение закупок импортных аналогов, третье – предпочтения отечественным производителям.
3. Государственные субсидии организациям на техническое перевооружение, либо на оборотную деятельность. В первую очередь следует рассматривать субсидии на НИОКР. В первую очередь нужно перевооружать организационное управление. При этом предприятия должны сами осуществлять инвестиции, а потом уже государство при условии коммерциализации

ции результатов должно возмещать эти затраты и осуществлять взносы в уставной капитал организаций, стимулируя их технологическое перевооружение.

4. Сокращать налоговую нагрузку, в том числе путем предоставления льгот по арендным платежам, льготных тарифов на собственные товары, работы и услуги, подлежащие регулируемому ценообразованию, а также предоставление иных льгот и преференций, предусмотренных действующим законодательством. Данный механизм позволяет учитывать отраслевую специфику и применять меры государственной поддержки с учетом особенностей конкретных отраслей промышленности.
5. Фонд развития промышленности в первую очередь будет финансировать сложные инфраструктурные инновационные проекты. Это затраты на создание и расширение производств, освоение определенной линейки продукции, заменяющей импортные изделия. Особенно это касается продукции военного назначения, которая идет на экспорт. Например, необходимо заменить отечественной французскую авионику для истребителей. Для этого необходимо научиться адресно направлять средства этого фонда.
6. Субсидирование процентной ставки за счет госбюджета по привлекаемым для этих целей кредитным ресурсам.

До тех пор, пока ИЗ будет уделом политиков, а не экономистов и производителей, импортозамещение не сдвинется с места. Для этого необходимо правильно определять приоритеты и области, в первую очередь нуждающиеся в импортозамещении.

Страна талантливого народа, у которой есть много ресурсов, должна восстановить межотраслевое взаимодействие, а не культивировать разобщенность и феодализм, когда рядом стоящие отрасли промышленности не знают, что есть у соседа и чем можно поделиться. Отсутствует даже элементарный мониторинг того, что делается рядом. Сегодня практически все исследования носят междисциплинарный характер, следовательно, и в промышленности должно быть межотраслевое взаимодействие, это очень важно.

Пока мы не определимся, что в основе всего лежит экономика, идеи элементарной целесообразности, организованности, обмена информацией, никакой успешной политики ИЗ быть не может. Если бы основой у нас была экономика, и каждый посчитал бы экономическую целесообразность, талантливым людям было бы проще. Уровень иерархии должен выстраиваться по степени талантливости. Тогда авторитет тех, кто наверху будет определяться не авторитетом власти, а авторитетом личности. На места надо посадить способных людей. Талантливых управленцев единицы. Их надо искать и лелеять. Должны быть ребята, которые фантазируют, не боятся авторитетов, смотрят вперед.

Но я верю в будущее нашего государства.

P.S.

Импортозамещение стало прибыльным ритуалом

По мнению Евгения Викторовича Игошина, техн. директора ОАО «Балтийский завод – СПб», негативные воздействия проистекают от самого термина «импортозамещение». То есть изначально мы допускаем, что все нас обогнали, а потом начинаем замещать. Универсальный атомный ледокол проекта 22220 является абсолютно инновационным продуктом, в котором нет никакого ИЗ. Там есть «импортопихивание»: инсиниратора фирмы «Атлас», колодки для рубки мяса и подъемного крана. Эти позиции впахнуты с трудом и подписаны руководителем Федерального агентства речного и морского транспорта А.А. Давиденко.

Актуальнейшей задачей в судостроении яв-

ляется использование в реализуемых проектах опережающих научно-технических идей, разработанных инженерами и учеными.

Когда «Балтийский завод» начинал строить дизель-электрические ледоколы, финские коллеги долго объясняли нам, что мы можем строить только атомные ледоколы, и лезть в дизель-электрические нам не стоит. Но завод уже построил два таких ледокола. И никакого сомнения нет, что подобные ледоколы должны строиться в России. Три ледокола ЛК-16 строит Выборгский судостроительный завод, ещё один – Балтийский.

Два ледокола – близнеца «Москва» и «Санкт-Петербург» по проекту 21900 с двумя полноприводными винторулевыми колонками для проводки танкеров были построены на «Балтийском заводе» в Санкт-Петербурге в 2008–2009 г. Было ясно, что изготовление винторулевых колонок – перспективное дело. Фирма «Steerprop Ltd», которую основали 15 инженеров, поставила их нам на два ледокола. Мы предложили Пролетарскому заводу по их чертежи начать изготавливать колонки, имеющие большую перспективу. Сейчас колонки «Steerprop» строит Выборгский завод. Мы почему-то их не делаем.

ИЗ стало очень прибыльным ритуалом. Платят деньги, заседают комиссии. А надо бы, прежде всего, сосредоточиться на науке. Что можно замещать в ЦКБ по судам на подводных крыльях им. Р.Е. Алексеева – ведущему советско-российскому предприятию в области проектирования экранопланов, судов на подводных крыльях? Сама идея-то российская.

Если вместо судов для внутреннего плавания, которые всегда строили в Германии, будут проектироваться транспортные системы для перевозки пассажиров с прохождением через все шлюзы, каналы, с учетом нашей специфики заправкой газом, потому что там находятся газовые районы с бункерами и соответствующими системами, то и замещать будет нечего. Это будет наша отечественная система.

Что замещать в подводной добыче газа и нефтепродуктов? Газпром просит решить для них проблему ИЗ. Единственное подводное месторождение Кириновское на Сахалине оснащено единственным манифольдом (элементом нефтегазовой трубопроводной арматуры, представляющим несколько трубопроводов, закреплённых на одном основании, и соединённых по определенной схеме) – это практически опытная установка.

Один из директоров «Газпрома» удивлялся: почему есть система сжижения газа «Тотал», и нет системы «Газпрома», разработка которой финансируется десятки лет. А что в ней такого мудрого: «давление – охлаждение», три цикла, жидкий газ. Все имеют такие системы, а у нас их нет. А теперь мы импортозамещаем.

Надо заместить сам термин ИЗ, например, на «экспортный прорыв». Когда мы встаем на путь ИЗ, значит, мы уже сдались. И тратим деньги на импортозамещение. А прежде всего должна решаться задача развития нашей передовой науки. Передовые технологии особенно важны в судостроении. В Российской Федерации есть специфические районы плавания, у нас есть Арктика. И там надо работать на базе собственных знаний. Но мы всё спокойно сдаем зарубежным коллегам, рассказываем об особенностях Сахалина, какая там водная обстановка. За норвежскую установку платим большие деньги. А если завтра потребуются отремонтировать клапан под водой? Как это сделать в условиях экономической блокады?

Для нормализации ситуации в экономике, прежде всего, нужны собственные идеи, поддержка отечественных идей и разработок. И открытость этих идей.

Спецификация на наш ледокол ЛК-60 была подписана 10 лет назад. И за эти 10 лет наши производители не были к ней допущены и не начали готовиться к её реализации. А фирма «Atlas», которая изготавливает свой инсиниратор, была допущена и теперь готова поставлять.

Для отечественного судостроения важно, чтобы на стадии идеи корабля, она была сформулирована правильно, так, что ничего в ней не заменишь. Целью государственной программы должен быть «экспортный прорыв», а не импортозамещение.

Срок службы швейцарских АЭС

Национальный совет Швейцарии большинством голосов отверг идею ограничения срока службы атомных станций страны, согласившись с мнением коллег из Совета кантонов (Национальный совет (200 депутатов) и Совет кантонов (46 депутатов) представляют законодательную власть страны).

Совет кантонов отказался установить ограничения на срок службы АЭС еще на первом голосовании в октябре 2015 г. «Решение об остановке АЭС не должно приниматься по политическим причинам. Единственным критерием, который имеет значение, должен оставаться вопрос безопасности», – заявил Х.И. Кнехт, представляющий Народную партию Швейцарии.

Ограничение срока службы АЭС входило в число основных пунктов разработанной правительством программы «Энергетическая стратегия 2050 г.», толчком к появлению которой послужили события на Фукусиме в марте 2011 г.

Программа, имевшая целью окончательный выход Швейцарии из ядерной энергетики к 2050 г., была представлена на рассмотрение Национального совета, который и принял ее после пятидневных дебатов в декабре 2014 г. Прислушавшись к мнению Федеральной инспекции по ядерной безопасности, депутаты парламента решили установить максимальный срок эксплуатации энергоблоков Beznau-1, -2 на уровне 60 лет (они вступили в строй в 1969 и

1971 годах соответственно). Это условие не коснулось АЭС Muehleberg (коммерческая эксплуатация которой началась в 1972 г.), поскольку ее компания-оператор BKW FMB в конце 2013 г. объявила о планах окончательного закрытия станции в 2019 г., вместо 2022 г., как планировалось ранее, в связи с нецелесообразностью вложения средств из-за «неопределенности политических и регуляторных тенденций». В январе 2015 г. швейцарская федеральная инспекция утвердила предложения BKW FMB по модернизации станции, которые позволят ей проработать до 2019 г., а в декабре 2015 г. запросила у BKW планы дальнейшей «безопасной технической деятельности» на период, когда производство энергии будет прекращено.

Время работы более современных энергоблоков Goesgen (1979 г.) и Leibstadt (1984 г.) парламентарии решили не ограничивать. При этом большинством голосов (115 против 77) Национальный совет отказался убрать из законопроекта положение о запрете строительства новых АЭС.

Новости из Японии

Данные опроса, опубликованные агентством Kyodo в преддверии пятой годовщины аварии на АЭС Fukushima (11 марта 2011 г.), свидетельствуют о том, что 44,6% региональных властей выступают за сокращение зависимости страны от ядерной энергетики, а еще 21% придерживаются более жесткой позиции, настаивая на полном отказе от нее. Опросник был разослан всем региональным и муниципальным властям страны, 99,6% из которых дали ответ. Главное беспокойство у респондентов вызывает проблема безопасности АЭС и утилизация ядерных отходов.

Среди сторонников полного отказа от использования ядерной энергетики оказалась и власть г. Касивадзак (префектура Ниигата), где расположена крупнейшая в мире по установленной мощности АЭС Kashiwazaki-Kariwa (7 блоков с реакторами BWR общей мощностью 7965 МВт(э) нетто).

Несмотря на наличие негативных настроений в обществе по вопросу использования АЭС, правительство Японии настроено на постепенное возобновление ядерной энергетики.

Премьер-министр страны Синдзо Абэ заявил, что Токио не намерен менять курс своего развития в пользу отказа от использования мирного атома и продолжит осуществлять перезапуск АЭС: «Япония не обладает достаточными запасами природных ресурсов. Поэтому для обеспечения стабильности в области энергетики, а также в связи с существующими проблемами в экономике и изменением климата, наша страна не может отказаться от использования АЭС. Конечно, мы будем сокращать зависимость от атомной энергии в той степени, в которой это возможно. В любом случае обеспечение требований безопасности при эксплуатации АЭС является для нас первоочередной задачей. Нет ничего более важного, чем восстановление доверия граждан к атомной энергетике», – сказал Синдзо Абэ.

Эта тема была затронута главой правительства в связи с оглашением 9 марта решения суда г. Оцу (префектура Сига), которое предписывало запретить повторные пуски блоков АЭС Takahama в связи с «недостаточными мерами безопасности» на станции.

Решение было принято по результатам рассмотрения иска группы граждан, считающих, что при оценке рисков недооценена возможность сильного землетрясения в районе расположения станции, а также не разработан в достаточной степени детальный план эвакуации населения при тяжелых авариях. 10 марта работа энергоблока Takahama-3 была прекращена. Решение остановить эксплуатацию работающей АЭС по жалобе населения было принято в Японии впервые.

Takahama-3 был третьим японским блоком, возобновившим свою эксплуатацию, после перезапуска первого и второго блоков АЭС

Sendai. Его подключение к сети состоялось 1 февраля. Что касается Takahama-4, то 29 февраля он должен был быть подключен к электросети, но из-за сигнала о неполадке в системе генерации электроэнергии был экстренно остановлен (сработала система АЗ), а впоследствии переведен в состояние холодного останова.

В настоящий момент предписание суда остается в силе. Компания KEPCO, эксплуатирующая АЭС Takahama, сможет заново перезапустить блоки только в случае отмены решения суда г. Оцу.

В KEPCO решение суда назвали «неприемлемым», компания подала апелляцию. Для нее это уже не первый прецедент судебных разбирательств: предыдущий случай, закончившийся победой компании был накануне повторного пуска Takahama-3 (в апреле 2015 г. окружной суд в префектуре Фукуи не дал разрешение на перезапуск реакторов, а в декабре его рассмотрел).

В Японии получили распространение плавучие электростанции на солнечных батареях. В марте прошлого года компания «Кюосега», один из основных производителей солнечных панелей в Японии, ввела в строй две плавучие солнечные электростанции (СЭС) общей мощностью 2,9 МВт в префектуре Хёго; в мае того же года начала работу плавучая СЭС мощностью 2,3 МВт (9 тысяч солнечных панелей) в г. Касай, на поверхности пруда Сакасамаикэ, способная обеспечить электроэнергией 920 домов. А в феврале текущего года введена в эксплуатацию гигантская плавучая СЭС мощностью 7,5 МВт, расположенная к северу от Токио на поверхности большого озера площадью ~130 тысяч кв. м (префектура Сайтама, г. Кавадзима). Разработчик – японская компания «Smart Energy». При создании этой СЭС было задействовано более 27,4 тысяч солнечных батарей, произведенных китайской компанией Yingli. Проектная мощность СЭС – 8,3 миллион кВт·ч электроэнергии в год – этого достаточно, чтобы удовлетворить потребности 2300 частных жилых домов. Инвестиции в строительство объекта составили ~3 млрд иен (~24,6 миллионов долларов).

Материал подготовила
И. В. Гагаринская



Алексей Савченко, к.т.н.

Толерантное топливо для реакторов типа ВВЭР

Я попытался сделать краткий обзор актуальной сейчас темы разработки толерантного топлива по материалам конференций и совещаний экспертных групп, в которых сам принимал участие, обсуждений с коллегами, а также используя многочисленные публикации по этой тематике. Так как вскоре Россия, чтобы не потерять топливный рынок, также, я надеюсь, начнет целенаправленные разработки в этом направлении, то обсуждение этих работ представляет интерес.

Аварии на АЭС в Чернобыле и Фукусиме показали особую опасность паро-циркониевой реакции, возникающей при повышении температуры оболочек твэлов после потери теплоносителя и всплесках реактивности. Практически сразу во всех странах, имеющих развитую атомную энергетику, активировались разработки по защите от возможности возникновения паро-циркониевой реакции.

Термин устойчивое к авариям толерантное топливо – Accident Tolerant Fuel – (ATF) возник после аварии на Фукусиме. В формулировке МАГАТЭ это топливо должно быть работоспособно как в нормальных условиях работы, так, и это главное – в условиях потери теплоносителя. Основной разрушающий твэлы фактор связан с паро-циркониевой реакцией, происходящей при температуре свыше 1200 °С. Естественно пути решения этой проблемы лежат как в модификации или замены циркониевых оболочек, так и в модификации или применении нового топлива.

В настоящее время программу создания нового типа топлива для реакторов ВВЭР, с повышенной стойкостью к аварийным ситуациям, включились практически все игроки международного топливного рынка. Созданы национальные и международные программы и выделено значительное финансирование. Это прежде всего США, европейские страны – Франция, Германия, Швейцария, а также, Япония, Южная Корея, Китай и Индия Nuclear Fuel Complex (NFC). Помимо исследовательских организаций над ней работают такие компании как Вестингхаус, Арева, EDF и GE [1–6].

Для примера, на рисунке 1 представлена структура финансирования DOE США проектов по толерантному топливу. Как видно, различные аспекты работ распределены между различными организациями.

Подобная организация работ существует и в других странах. Координация работ и международное сотрудничество осуществляется также в рамках экспертной группы АЯЭ ОЭСР (OECD/NEA). Сейчас к этой программе подключилась МАГАТЭ. Как пример на рисунке 2 приведены направления работ экспертной группы АЯЭ ОЭСР (OECD/NEA)

Разработки в этом направлении фактически заменили программу создания нового типа топлива для реакторов ВВЭР. Поэтому сейчас в мире на нее расходуется десятки миллиардов долларов. Следует отметить, что это не случайно. Помимо увеличения надежности активных зон, повышение стойкости твэлов к аварийным ситуациям позволит минимизировать затраты на дополнительные усовершенствования и усложнения конструкции реакторов типа ВВЭР. Поэтому, кто первый решит эту проблему – потеснит конкурентов с рынка производителей топлива и, автоматически, атомных станций. Ведь за рубежом

Summary of Major DOE-funded ATF Projects

Lead Organization	Category – Major Technology Area	Additional Collaborators
Oak Ridge National Laboratory	Fuel: Fully Ceramic Microencapsulated (FCM)-UO ₂ ; FCM-UN Cladding: FeCrAl alloy; silicon carbide (SiC)	LANL, INEL support FeCrAl weld development work
Los Alamos National Lab.	Fuel: Enhanced UO ₂ , Composite Fuels	
EPRI + LANL	Cladding: Advanced molybdenum alloys (multi-layer design)	ORNL
AREVA (FOA, NEUP)	Fuel: High conductivity fuel (UO ₂ +Cr ₂ O ₃ +SiC) Cladding: Coated Zr-alloys (protective materials, MAX phase)	U. Wisconsin, U. Florida, SRNL, TVA, Duke
Westinghouse (FOA, NEUP)	Fuel: U ₃ Si ₂ and UN+U ₃ Si ₂ fuel Cladding: Coated Zr-alloy; SiC concepts	General Atomics, EWI, INEL, LANL, MIT, TAMU, Southern Nuclear Operating Company
GE Global Research (FOA)	Cladding: Advanced Steel (Ferritic / Martensitic, including FeCrAl)	Global Nuclear Fuels, LANL, U. Michigan
University of Illinois (IRP)	Cladding: Modified Zr-based cladding (coating or modification of bulk cladding composition)	U. Michigan, U. Florida, INEL, U. Manchester, ATI Wah Chang **UK contributions
University of Tennessee (IRP)	Cladding: Ceramic Coatings for Cladding (MAX phase; multilayer ceramic coatings)	Penn State, U. Michigan, UC Boulder, LANL, Westinghouse, Oxford, U. Manchester, U. Sheffield, U. Huddersfield, ANSTO **UK and Australian contributions

Multiple concepts will begin irradiation in the INEL ATR in summer/fall 2014. Additional laboratories are providing analysis support (INEL, BNL, ANL).

Рис. 1. Структура финансирования DOE США проектов по толерантному топливу

Expert Group on Accident Tolerant Fuels for LWRs (EGATFL)

Information Exchange and Technical Discussions on general issues of ATF

Task Force 1 Systems Assessment

- Evaluation Metrics
 - Economics
 - Fuel cycle (SNF)
 - Normal operation
 - DBAs
 - BDBAs
 - ...
- Technology Readiness Level (TRL) definition
- Definition of Illustrative Scenarios for ATF evaluation (input for TF2 and TF3)
- Fuel performance and System codes
- Parametric studies

Chair: S. Bragg-Sitton (INL)

Task Force 2 Cladding/Core Materials

- Properties of material candidates
 - Coated and improved Zr-based alloys
 - SiC and SiC/SiC composites
 - Advanced steels
 - Refractory metals
 - Non-fuel components
- Evaluation under normal operations
- Evaluation under illustrative scenario
- PCI
- Testing needs – data gaps
- Modeling needs – modeling gaps
- Experimental infrastructure

Chair: M. Moatti (EDF)

Task Force 3 Fuel Concepts

- Properties of material candidates
 - Improved UO₂
 - High density fuel
 - Coated particle fuel
- Evaluation under normal operations
- Evaluation under illustrative scenario
- PCI
- Testing needs – data gaps
- Modeling needs – modeling gaps
- Experimental infrastructure

Chair: M. Kurata (JAEA)

Рис. 2. Направления работ экспертной группы АЯЭ ОЭСР (OECD/NEA)

работы в этом направлении ведутся уже четыре года, и есть первые результаты. Наша основная российская топливная компания пока еще не в теме. А это грозит потерей рынка, и никакой ТВС-квадрат нас не спасет. А гипотетический, везде рекламируемый, наполненный потенциальными заказами Портфель Заказов превратится просто в портфель из дорогой кожи.

Сначала, что включает в себя концепция толерантного топлива (ниже приведен слайд из программы DOE USA). Это, прежде всего, разработка оболочек – различные стали, в том числе новые Fe-Cr-Al, жаропрочные металлы (Mo), керамические оболочки SiC, легированные Zr сплавы, а также всевозможные защитные покрытия на Zr оболочках (рис. 3).

Затем, топливо, это прежде всего ураноемкое холодное топливо – металлическое, нитриды и силициды урана – для уменьшения количества запасенного тепла (рис. 4). В результате увеличивается время нагрева до критической температуры. Ураноемкость нужна еще и для экономики, чтобы компенсировать затраты как на разработку новых видов топлива, так и для случая приме-

нения обладающих захватом тепловых нейтронов оболочек из стали. И естественно, чтобы не превышать 5% барьер по обогащению урана-235.

Кроме того рассматривается также дисперсионное и микрокапсульное топливо (разновидность топлива для газовых реакторов), и модификации диоксидного топлива с целью геттерного связывания продуктов деления и т.д.

Отдельным аспектом стоит топливный цикл с новым топливом и экономика. Естественно сохраняются работы по моделированию поведения нового топлива в аварийных ситуациях.

Определено также время, необходимое для разработки и начала внедрения (по зарубежным экспертным оценкам, рисунок 5).

Для оболочек:

- Покрытия Zr оболочек – 3–7 лет,
- Стальные оболочки – 6–10 лет,
- Оболочки из Mo – 9–14 лет,
- Керамические оболочки из SiC – 15–20 лет

Для топлива:

- Модифицированный диоксид урана – 7–11 лет,

- Высокоплотное топливо – U₃Si₂, UN, etc – 12–17 лет,
- Дисперсионное топливо (с многослойным покрытием) – 17–22 лет,

Статус разработок в мире на данный момент следующий:

Наиболее быстро разработки по толерантному топливу продвигаются в США практически по всему спектру вариантов. Их финансирует министерство энергетики (DOE). Кроме собственных исследований существует и программа двухстороннего сотрудничества по этой проблеме с Францией, Японией, Китаем, Евросоюзом, Британией и экспертными группами OECD/CEA и МАГАТЭ. В программе исследований США по ATF участвуют университеты, национальные лаборатории, компании – AREVA, Westinghouse, GE.

На данный момент:

Изготовлены установки для проведения испытаний на аварийные ситуации.

- Изготовлены и исследуются образцы с металлическим, керамическим и многослойными покрытиями на циркониевых оболочках, полученных разными методами. Проведены их испытания в режимах аварийных ситуаций.
- Изготовлены и исследуются оболочки твэлов из SiC (Вестингхаус, Ок-Ридж)
- Получены первые образцы оболочек из новых ферритных Fe-Cr-Al сталей, а также исследуются известные стали X-750 and 304 SS.
- Получены и исследованы в дореакторных условиях таблетки из силицидов и нитрида урана. Сделаны предварительные нейтронно-физические расчеты применения топлива в реакторе ВВЭР.
- Проводятся работы по моделированию поведения топлива, экономические аспекты топливного цикла.

Следует отметить, что все варианты сразу ставятся на реакторные испытания. Для этого в Айдахо (INL, USA) изготовлена петля для реакторных испытаний, в которой образцы твэлов с конца прошлого года проходят реакторные испытания. Это легированный диоксид урана, оболочки из Fe-Cr-Al сталей, таблетки из силицидов и нитрида урана. Схема испытаний приведена на рисунке 6.

В похожем направлении движутся и остальные страны, хотя и с меньшим размахом. Они концентрируются на отдельных направлениях, как по оболочкам, так и по топливу. Реакторные испытания проводятся в Халденском реакторе.

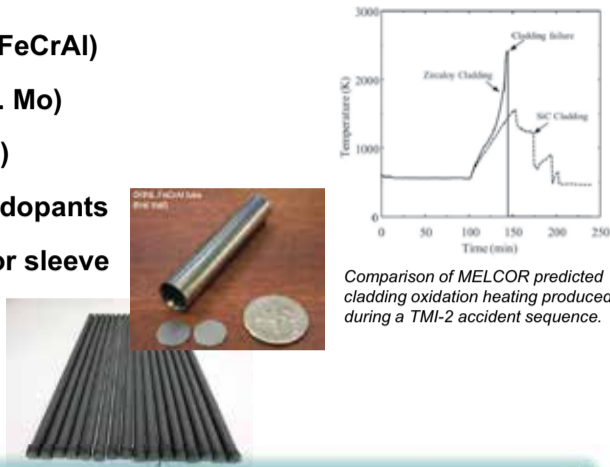
Самое интересное, что на облучение образцы ставятся сразу, еще «сырыми», не прошедшими до конца дореакторные исследования. Поэтому вариантов и комбинаций образцов твэлов получается сотни. На прошедшей Конференции TopFuel-2015 я поинтересовался у Джона Кармака (INL USA), руководителя программой реакторных испытаний в США, не лучше ли провести предварительный отбор с выделением наиболее приоритетных направлений, что было бы значительно дешевле. Он ответил, что нет, выбранный ими путь наиболее оптимальный по времени для разработки качественно нового твэла. Если хоть несколько вариантов после испытаний останется, то это уже хорошо. А проблем с финансированием у них нет.

К слову сказать, на этой конференции разработке толерантного топлива уделялось ключевое внимание как основному направлению выхода из кризиса атомной энергетики в связи с резким



ATF cladding development efforts focus on materials with more benign steam reaction

- Advanced steels (e.g. FeCrAl)
- Refractory metals (e.g. Mo)
- Ceramic cladding (SiC)
- Innovative alloys with dopants
- Zircaloy with coating or sleeve
 - SiC CMC
 - MAX-phase ceramics
 - Other



Each concept has some pros and cons across the spectrum of operating and transient conditions of interest. A systematic analytical and experimental evaluation is being performed during the feasibility studies.

Рис. 3. Направления работ DOE (США) по оболочечным материалам



Several advanced fuel concepts are being considered

- Higher density fuels (metal, nitride, silicide)
 - Higher thermal conductivity
 - Higher fissile density to compensate for neutronic inefficiency of some new cladding concepts without increasing enrichment limits
- Oxide fuels with additives
 - Higher thermal conductivity
 - Fission product gettinger
- Microencapsulated fuels
 - Particle fuel dispersed in a ceramic or metallic matrix



Each concept has pros and cons across the spectrum of operating and transient conditions of interest. A systematic analytical and experimental evaluation is being performed during the feasibility studies.

Рис. 4. Направления работ DOE (США) по топливным материалам



High payoff technologies may require additional development and time

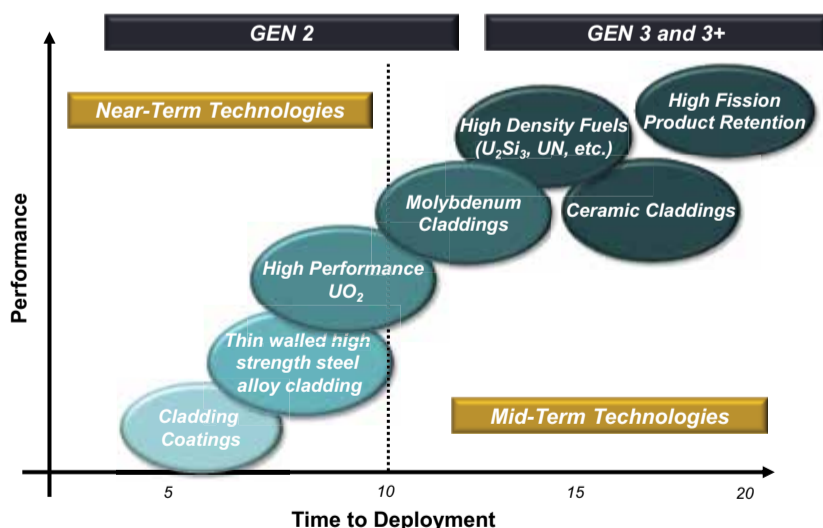


Рис. 5. Время разработки различных вариантов толерантного топлива до начала внедрения

подешевлением сырья у основных конкурентов на рынке производства электроэнергии – нефтяных и газовых компаний. Кстати, если вспомнить историю, то по такому же сценарию в СССР в свое время разрабатывались дисперсионные твэлы для ледоколов и малых реакторов. Я помню, как мы каждый квартал ставили на облучение несколько сборок разного типа твэлов. Для сравнения, сейчас одну в несколько лет с минимальными модификациями.

Теперь рассмотрим, чуть более подробно отдельные направления разработки толерантного топлива, а главное, какие подводные камни мо-

гут встретиться этом пути и к чему, в конечном счете, все это может привести.

Покрывание циркониевых оболочек – наиболее простой и оптимальный путь и практически не влияет на обогащение топлива и физику реактора. Этим направлением занимаются AREVA, Westinghouse, ORNL, GE, University of Tennessee, CEA (France), China, KAERI, а также KIT.

Основные типы применяемых покрытий – это хром и коррозионно-стойкие стали, SiC, а также более сложные соединения, в частности, MAX фазы (Ti₂AlC). В настоящее время проводятся дореакторные исследования. Результаты сравни-



ATF Irradiation Testing and Qualification Test Series (Draft)

Test Series	ATF-1	ATF-2	ATF-3	CM-ATF-x	ATF-4
Test Reactor	ATR	ATR	TREAT	Commercial Power Plant	TREAT
Test Type	Drop-in	Loop	Loop	LTR/LTA	Loop
Test Strategy	Scoping — Many Compositions	Scoping — Focused Compositions	Focused Compositions	Focused Composition	Focused Compositions
	Nominal conditions	Nominal conditions	Accident conditions	Nominal conditions	Accident conditions
Fuel	UO ₂ , U ₃ Si ₂ , UN		Fuel rodlets from ATF-1 and test rods from ATF-2 irradiations	Concepts selected in 2016	Test rods from LTR/LTA irradiations
Cladding	Zr w/coatings, stainless steels, advanced alloys, SiC	Down-selected concepts			
Key Features	Fuel-cladding interactions	Fuel-cladding-coolant interactions	Integral testing	Steady State Irradiation	Integral testing
Timeframe	FY14 — FY18+	FY16 — FY22	FY18 — FY25	FY2022 - ?	FY26 — ?

Рис. 6. Схема (план-график) реакторных испытаний в INL (США)



Рис. 7. Результаты испытаний непокрытых и покрытых хромом образцов в CEA [2]

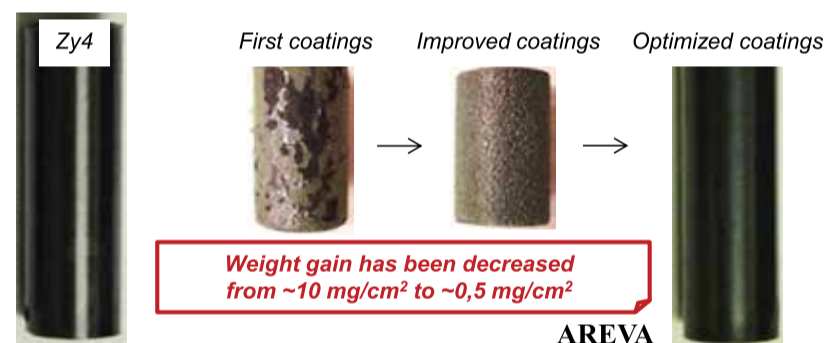


Рис. 8. Динамика улучшения качества покрытий [5]

тельные испытаний CEA при 1200 гр. в течении 10 мин приведены на рисунке. Скорость коррозии уменьшилась в 4 раза (рис. 7) [2].

Методы нанесения покрытий разные, чаще всего магнетронное напыление, холодное распыление, осаждение из газовой фазы с последующей обработкой электронным пучком.

На данном этапе проводятся работы по усовершенствованию методов нанесения покрытий (на рисунке 8 показана динамика), изучаются их свойства, прежде всего коррозионная стойкость в штатном режиме и LOCA и изготавливаются образцы для реакторных испытаний.

Пока, по моим ощущениям, у них больше внимания уделяется использованию более коррозионно-стойких в паре керамических покрытий. А следует сконцентрироваться на качестве сцепления, чтобы покрытия дожили до начала аварийной ситуации, а не разрушились бы при длительной работе в штатном режиме. Пока же в штатном режиме лучше всего себя показывает самое древнее изобретение – хромовое покрытие, нанесенное PVD методом – типа нашего магнетронного напыления. Конечно, в любом случае встанет вопрос и о методах контроля. Но если они все быстро сделают, облучат и внедрят в производство – топливный рынок для нас будет точно потерян.

Разработка стальных оболочек – 6–10 лет. Этим направлением занимаются США, Франция, Япония, Корея. Сюда можно отнести также разработку новых жаростойких Fe-Cr-Al оболочечных сталей с повышенным содержанием Al до 5–10%. Составы и свойства некоторых групп сталей приведены в таблице 1 [1–6].

Преимущества: Высокая коррозионная стойкость в аварийных ситуациях и освоенная промышленная технология изготовления труб

Недостатки: Захват нейтронов, а также коррозионное растрескивание под напряжением (для

аустенитных сталей) и радиационное охрупчивание (для ферритных сталей) – об этом за рубежом пока не знают

Ухудшение нейтронной физики (К-инф) при применении стальных оболочек требует или увеличения обогащения топлива свыше 5%, или значительного утонения толщины оболочек до 0,25–0,35 мм вместо 0,6 мм у циркония, или повышения ураноемкости топливного сердечника.

Оболочку такой толщины сразу сожмет давлением – если внутри будет таблетка, то возникнет эллипсность и твэл не будет работоспособен. Но пока этот фактор они не учитывают. Хотя можно конечно попробовать разделить изотопы. Для данных элементов можно применять стандартные центрифуги.

Главным их козырем является разработка нового типа стали. На Западе, в отличие от России, не было большого опыта применения стальных оболочек в водоводяных реакторах (там в малых реакторах сразу применялся цирконий), а быстрая энергетика у них в загоне. Поэтому, при разработке новой оболочечной стали они пошли по простому пути. Взяли известные жаростойкие стали Fe-Ni-Cr-Al, убрали из них никель, и получили относительно новую сталь среднего состава Fe-15Cr-7Al с очень высоким уровнем жаростойкости. Сделали оболочки и стали с ними работать (рис. 9).

Однако здесь могут встретиться некоторые сложности. Убрав никель, перешли от аустенитной стали к ферритно-мартенситной. А у этого типа сталей при облучении будет выпадать хрупкая альфа-штрих фаза по границам зерен. Плюс радиационное охрупчивание, свойственное таким сталям. Аварийную ситуацию такие стали легко выдержат, но доживут ли они до аварии, вот в чем вопрос. Тем более разница в коэффициентах линейного расширения у них значительно выше, чем у циркония. Если же уменьшить

Clad material	Density [g/cm ³]	Composition [wt%]	Σ_{abs}^{therm} [cm ⁻¹]	Parabolic oxidation rate constant in 1200 °C steam [mg]	Likely benefits	Known challenges
Zircaloy	6.56	98.26 Zr, 1.49 Sn, 0.15 Fe, 0.1 Cr	0.0028	6.5 × 10 ⁻⁴	Use in existing LWRs	SA performance
304SS	7.9	71.35 Fe, 18.9 Cr, 8.35 Ni, 0.7 Mn, 0.42 Si, 0.27 Mo	0.0778	8.5 × 10 ⁻⁴	Improved HT strength	SA, increased Σ_{abs}^{therm}
310SS	8.03	52.55 Fe, 25.22 Cr, 19.51 Ni, 1.9 Mn, 0.7 Si, 0.12 Mo	0.0880	1.3 × 10 ⁻⁵	Lower oxidation rate, improved HT strength	Increased Σ_{abs}^{therm}
FeCrAl	7.1	75 Fe, 20 Cr, 5 Al	0.0634	1.8 × 10 ⁻⁶	Lower oxidation rate	Increased Σ_{abs}^{therm}
SiC	2.58	70.08 Si, 29.92 C	0.0021	3.7 × 10 ⁻⁷	Lower oxidation rate, low Σ_{abs}^{therm}	Fuel reliability

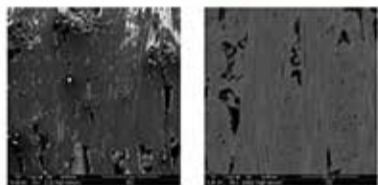
Рис. 9. Трубки из Fe-Cr-Al стали.



Рис. 9. Трубки из Fe-Cr-Al стали.

2. ATF related activities in China

SiC ceramic cladding development



SiC composite Shanghai Institute of Ceramics



SiC/SiC₂ composite tube

Рис. 10. Некоторые образцы SiC композитов

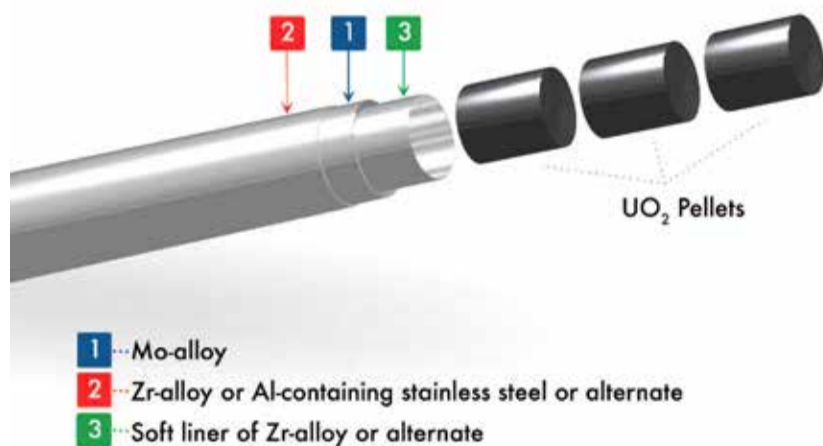


Рис. 11. Схема твэла с оболочкой из молибдена

содержание хрома и алюминия и получить более-менее пластичную сталь после облучения, то пропадет коррозионная стойкость.

Здесь единственный выход видится в переходе на ДУО стали (дисперсно-упрочненные).

Разработка SiC-SiC композитов – 15–20 лет. Самый эффективный, но технологически сложный и длительный по времени разработки вариант. Этим направлением занимаются практически все страны. Преимущества:

- Оболочки из SiC обладают на 25% меньшим значением сечения захвата тепловых нейтронов, чем циркониевые сплавы.
- SiC не реагирует с водой при повышенных температурах. Фактически, степень коррозии карбида кремния на порядки ниже, чем у циркония. Использование в реакторах типа ВВЭР и РБМК оболочек твэлов

из карбида кремния обеспечит радикальное повышение радиационной безопасности современных АЭС.

На рисунке 10 приведены образцы SiC композитов, изготавливаемых в Китае. Наибольшего успеха добился Вестингаус – изготовлена полномасштабная оболочка для PWR.

Но проблемы очень большие. SiC хрупок, и изготовить тонкостенные оболочки большая проблема. Поэтому за рубежом (а потом и у нас) пошли по пути создания композитов из SiC – оплетка фибров из SiC пропитывается растворами, а потом из газовой фазы внутри и снаружи оболочки снова наносится покрытие из SiC. Сами фибры – тонкие волокна из SiC – могут изготавливаться только в Японии и в США по специальной технологии и стоят, естественно, очень дорого.

Однако даже этот наукоемкий и высокотехнологичный способ изготовления оболочек не полностью удовлетворяет требованиям оболочек твэлов ВВЭР. Сложность герметизации, некоторая пористость и, следовательно, возможная газопроницаемость. Но главное – хрупкость. Если таблетка при распухании дойдет до оболочки и нагрузит ее, то, кампания твэла закончится. Расчетчики дружно убеждают всех, что не дойдет (есть некий зазор, плюс, доспекаемость таблетки за счет пористости), но при этом, следуя некоей политической линии, не учитывают технологические и прочие отклонения по размерам, неравномерность распухания и прочее. Сейчас пытаются увеличить зазор, внести в него пористую губчатую прослойку или даже наносить на таблетки пористый пироуглерод.

В кулуарных разговорах с западными коллегами выяснилось еще ряд деталей, которые не афишируются. Это резкое ухудшение свойств при облучении – в частности, падение теплопроводности и скалывание кусочков керамики с оболочки в потоке воды (в статике все замечательно).

По моим прогнозам, они еще год-два будут бегать по инерции в данном направлении, пока не начнут думать. Научные и технологические идеи, как исправить ситуацию есть. Но они пока не востребованы. Поэтому нам в российской программе разработки толерантного топлива следует учесть негативный зарубежный опыт и сразу начать с металлокерамики на базе SiC. Тогда мы окажемся впереди.

Оболочки из Mo – 9–14 лет. Экзотический вариант создания многослойных оболочек, так как сам молибден также надо защищать от коррозии плюс у него приличный захват нейтронов. Защищают их как сталью, так и цирконием (рис. 11). Занимаются ими в основном в США, а также AREVA во Франции и частично в Южной Корее. Основное их преимущество – высокая жаропрочность, что препятствует разрыву оболочек при LOCA за счет давления изнутри газовых осколков.

Теперь перейдем к топливу. Этим направлением занимаются все – США, Евросоюз, Китай, Япония и Корея. Сроки разработки до начала внедрения:

- Модифицированный диоксид урана – 7–11 лет,
- Высокоплотное топливо – U₃Si₂, UN, etc – 12–17 лет,

Дисперсионное топливо (с многослойным покрытием) – 17–22 лет

Легирование оксидного топлива. Много стран работает над модификацией таблетки из диоксида урана путем легирования для повышения теплопроводности [1–10]. Основные добавки – Cr₂O₃, SiC и окись бериллия в объеме до 10%. Теплопроводность повышается в полтора раза. Но в количественном показателе это незначительно – переход с 2–4 Вт/м гр на 3–5 Вт/м гр вряд ли ощутимо понизит температуру топлива. Плюс потеря ураноемкости требует увеличения обогащения. Тем не менее и на этом пути может возникнуть что-нибудь интересное, если будут привлечены к работе нестандартно мыслящие специалисты.

Следующий вариант – микрокапсульное топливо – трансформация топлива для газовых реакторов в топливо реактора ВВЭР. Его преимущество – высокая радиационная стойкость, теплопроводность и удержание продуктов деления. Но по-моему, это экзотический вариант. Оставим в стороне технологические сложности. Но даже оставшиеся проблемы – переход с гранул диоксида урана на гранулы из нитрида урана и увеличение обогащения топлива на 20% практически ставит крест на этом варианте. Хотя по безопасности он считается наилучшим. Но расчетчики забывают, что конечный продукт данной разработки – твэл, т.е. комплекс, где кроме топлива есть еще и оболочка, и напряжения. Что полетит первым, то и будет определять надежность.

Теперь основной вариант топливного сердечника – это нитрид урана, (или U₃Si₂) и нитридно-силицидное топливо (таблетки из смеси порошков нитрида урана и U₃Si₂). Сейчас они все более склоняются к последнему варианту. Преимущество такого топлива очевидно. Высокая теплопроводность, высокая температура плавления и высокая ураноемкость (у нитрида урана на 42% больше, у дисилицида урана на 17%). Значительный выигрыш в ураноемкости дает плюсы в экономике, позволит не превышать

5% барьер по обогащению и применять стальные оболочки. Сейчас Вестингаус и LANL изготовили образцы для реакторных испытаний, которые начинаются в INL.

Однако есть два минуса. Первый – невысокая коррозионная стойкость в воде (что, в принципе, можно улучшить легированием). Второй – захват нейтронов у нитрида урана – азот-14. Здесь уже трудно что-нибудь сделать. Теоретически можно перейти на азот-15. Например, на совещании в МАГАТЭ представитель Вестингауса буквально клялся, что они решили эту проблему, По-моей просьбе это заявление было занесено в Протокол заседания экспертной группы. Но при всем уважении к ихним ученым, он, скорей всего, «сврамши». Разделить соседние изотопы, которых в природе только 0.2%, практически невозможно. Нашим ученым в рамках проекта «ПРОРЫВ» не удалось этого сделать. Хотя есть теоретические работы, при реализации которых стоимость азота-15 упадет в десятки раз до 1000\$ за кг. В этом случае игра может стоить свеч.

Вот коротко состояние дел на Западе. Они молодцы, быстро и широко работают, и, несмотря на трудности, рано или поздно добьются успеха.

Чтобы не загромождать обзор я здесь не привел их расчетные работы – модели и обоснования аварийных ситуаций, работоспособности материалов, экономику и т.д. Хотя они представлены очень широко – даже шире, чем технологические и материаловедческие исследования, они пока не представляет большого интереса. Очень все путано – невозможно учесть все факторы.

Какое из этого можно сделать резюме. Очень резкое начало, работы идут широким фронтом (благо денег немерено), без предварительного анализа и подготовки. Но настрой силен, требуемые корректировки будут сделаны и результат получен, хотя, по моему мнению, с некоторой задержкой. История показывает, что такие усилия всегда приводят к успеху. Но тогда, если мы не будем шевелиться, топливный рынок, и не только, от нас уйдет, как и авторитет в области ядерной энергетики.

Теперь рассмотрим, как обстоят дела в России. Пока утвержденных программ разработки толерантного топлива нет. В то же время факультативно разработки в этом направлении велись, и, прежде, всего в АО ВНИИНМ [11–18]. Как известно, АО ВНИИНМ является основным разработчиком топлива для различного типа реакторов (тепловых, быстрых, исследовательских, малой мощности). Инновационная политика АО ВНИИНМ всегда была направлена на разработку новых перспективных видов топлива для легководяных реакторов, которое по многим своим свойствам соответствует критериям устойчивого к авариям топлива (ATF). Причем некоторые варианты ATF топлива являются принципиально новыми, не имеют аналогов в мире и перспективны для включения в международные R&D программы.

Схематично эти направление работ представлено на рисунке 12.

Хотя при инициативных перспективных работах не ставилась напрямую задача разработки конкретно толерантного топлива, но многие варианты после некоторой модификации вполне вписываются в концепцию ATF. Это, прежде всего, разработка особотонкостенных оболочек из стали, покрытия на циркониевых оболочках, предварительные работы по керамическим оболочкам из SiC, а также работы по теплопроводному ураноемкому топливу на базе композитного топлива дисперсионного типа, а также нитридов и силицидов урана. По направлению стальных оболочек и композитного топлива на данный момент мы имеем даже некоторое преимущество. Также следует отметить использование комбинации различных методов, моделирования поведения твэлов, вопросы топливного цикла и экономики.

По разработке оболочек. Это SiC композиты, стальные оболочки и защитные покрытия на Zr оболочках.

Оболочки из SiC. Разработки во ВНИИНМ проводятся на уровне лабораторной технологии. Проведены сравнительные исследования физико-химических свойств экспериментальных образцов оболочек труб, изготовленных различными методами [14, 19].

Стальные оболочки. ВНИИНМ имеет большой опыт изготовления и эксплуатации стальных оболочек как для реакторов на быстрых нейтронах, так и водо-водяных малых реакторов типа



Рис. 12. Схема направлений работ во ВНИИИМ по разработке толерантного топлива [19]



Рис. 13. Внешний вид оболочек из SiC композита и структура внешнего слоя (ВНИИИМ) [14, 19]



Рис. 14. Внешний вид стальных труб разных типоразмеров для быстрых и тепловых реакторов (ВНИИИМ) [19]



Рис. 15. Примеры образцов с покрытиями (ВНИИИМ) [16, 25]

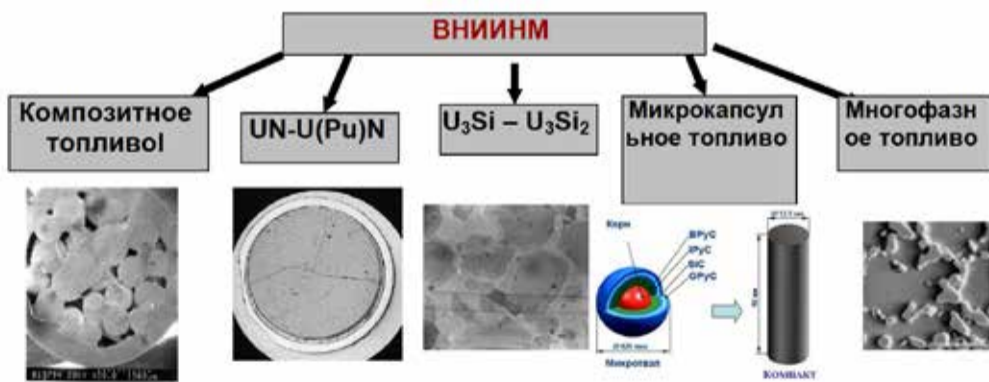


Рис. 16. Схема работ во ВНИИИМ по разработке топлива [19]

ПЭБ (плавучий атомный энергоблок), ледоколов, а также для высокопоточного исследовательского реактора СМ-2 [15, 20–23]. Поэтому в этой области мы пока лидеры. Внешний вид стальных труб разных типоразмеров для быстрых и тепловых реакторов. Стальные оболочки диаметром от 2 до 30 мм с толщиной стенки от 0.1 до 0.7 мм могут быть изготовлены в промышленном масштабе [19].

Во ВНИИИМ также разработаны технологии получения твэлов сложной формы, позволяющих увеличить теплоотдачу и мощность реактора. Разработанное дисперсионное топливо в стальных оболочках в малых реакторах типа ВВЭР позволило достичь:

- максимального выгорания 1,0 г-оск/см³ под оболочкой твэла, что равносильно выгоранию 120 MW*d/kgU твэла реактора ВВЭР-1000, при толщине оболочки

0.20–0.30 мм [21–22]

Собрана база данных по свойствам и реакторным испытаниям оболочек, а также разработаны программы расчета эксплуатационных свойств оболочек применительно к реакторам ПЭБ, СМ-2 и частично ВВЭР-1000 [24]

Защитные покрытия на циркониевых оболочках. ВНИИИМ обладает уникальным оборудованием и промышленной технологией изготовления покрытий разного типа, прежде всего, методами сверхзвукового распыления, а также высокоскоростным ионно-плазменным магнетронным напылением (ВИПМР) [16, 25].

Разработаны технологии нанесения защитных покрытий на разные материалы. Задача дальнейших исследований – оптимизировать покрытия на оболочках и усовершенствовать технологию.

Разработка холодного топлива – высокой теплопроводностью. ВНИИИМ является

Дисперсионное топливо	U ₃ Si	U-9Mo	U-1.5Mo-1.0Zr	U-5Nb-5Zr	U-3Nb-1.5Zr	UO ₂ таблетка
Содержание урана в топливной композиции (г/см ³ под оболочкой твэла) при объемной доле топлива	66% о	9.6	10.7	11.9	9.8	11.34
	72%	10.45	11.7	12.9	10.7	12.37
Увеличение содержания урана по сравнению с таблеткой из UO ₂ , %		13-24	26-38	42-55	15-26	35-47
Теплопроводность при 500 °С, W×m ⁻¹ ×K ⁻¹		19	22	24	18	21
Слой взаимодействия при 750 °С в течении 6000 часов, μm		7-10	10-15		15-25	
Скорость коррозии в воде при 3300С (г/м ² ×ч)		0.03	0.05		0.02	

Таблица 2. Свойства композитного топлива [17–19, 26–29]

головной организацией в России по разработке топлива для легководяных реакторов. Схема работ во ВНИИИМ по разработке топлива представлена на рис. 16 [19].

Разработка «холодного» топлива, позволяет снизить температуру при аварийных ситуациях, особенно в начальной стадии за счет меньшего количества запасенного тепла.

Композитное топливо Для реакторов типа ВВЭР и PWR сейчас разрабатывается инновационное топливо на базе композитов, представляющее собой высокоплотное металлическое топливо, в том числе U₃Si в матрице из циркониевых сплавов. В композит может также добавляться керамическое топливо – порошок PuO₂ (аналог MOX). Композитное топливо имеет также внутреннюю регулируемую пористость для компенсации распухания и размещения газообразных продуктов деления [17–19, 26–29].

Композитное топливо может рассматриваться как толерантное топливо в соответствии со следующими критериями:

- высокая теплопроводность,
- наличие металлургического сцепления оболочки с сердечником приводит к дополнительному уменьшению рабочей температуры топлива и делает твэлы работоспособными в режиме переменных нагрузок,
- высокая ураноемкость топлива, более чем на 20% превышающая ураноемкость штатного топлива с таблеткой из диоксида урана, что позволит не только компенсировать ухудшение нейтронно-физических характеристик реактора при применении, например, стальных оболочек твэлов, но даже и снизить обогащение топлива.
- покрытое топливо (частицы топлива распределены в металлической матрице, которая служит также как геттер).

На базе композитного METMET топлива возможна разработка композитного U (Th)-PuO₂ топлива, альтернативного MOX топливу для реакторов PWR, ВВЭР, CANDU. Основной подход к разработке твэла – разделение операций изготовления твэла с урановым сердечником и введения в него порошка из диоксида плутония, что приводит к минимизации пылеобразующих операций изготовления твэла [26–28].

Во ВНИИИМ разработано **смешанное нитридное топливо** для быстрого реактора БРЕСТ-300 со свинцовым теплоносителем (рис. 18) [30–31]. Однако для применения в реакторах типа ВВЭР оно должно быть модернизировано с целью увеличения коррозионной стойкости и применением изотопа N¹⁵ с меньшим захватом тепловым нейтроном.

Во ВНИИИМ ранее также разрабатывалась **силицидное топливо U₃Si** для реакторов РБМК (CANDU). Исследованы все свойства топлива, включая коррозионную стойкость [19]

В отличие от общепринятого мнения, что топливо сохраняет свою стабильность (форму и размер) только до температуры ликвидуса, мы предположили, что стабильное состояние сплава должно сохраняться и при более высоких температурах – выше температуры солидуса, но ниже температуры ликвидуса. Это предположение было подтверждено экспериментально нагревом образца твэла с силицидным топливом (1150⁰ С – 30 минут) для имитации аварийной ситуации [32]. Образец сохранил свою форму и размеры. Слой взаимодействия с оболочкой не превышал 30 микрон. Таким образом, в качестве толерантного топлива мы можем применить более плотное U₃Si топливо вместо рассматриваемого сейчас U₃Si₂, или топливо промежуточного состава. Применение холодного топлива значительно

снижает максимальную и среднюю температуру топлива.

Микрокапсульное топливо. Микрокапсульное топливо представляет собой дисперсию топливных частиц в керамической или металлической матрице.

ВНИИИМ разрабатывает покрытые частицы (U, Pu)O₂ для газовых реакторов [33]. Для использования данного топлива как толерантного топлива, возможен переход на нитридное топливо для увеличения ураноемкости таблеток.

Комбинация методов

Для улучшения свойств ATF топлива рассматривается также комбинация методов, например, применение керамических и относительно хрупких оболочек из SiC с композитным топливом может позволить увеличить работоспособность твэлов, так как композиты пластичны, не нагружают оболочку SiC при работе, а пористость в топливе компенсирует его распухание. Возможны различные сочетания оболочечных и топливных материалов [19].

Моделирование поведения ATF топлива

Моделирование поведения ATF топлива включает расчет сценариев аварийных ситуаций для холодного топлива разного типа, моделирование поведения стальных оболочек при аварийных ситуациях, проведение дореакторных испытаний [34]. Будут рассчитаны и подтверждены такие характеристики ATF топлива как теплопроводность, термическое расширение, ползучесть, плотность, теплоемкость, поглощение нейтронов, распухание, обогащение, ураноемкость, нейтронные характеристики ячейки ВВЭР, механические свойства, сценарий аварийных ситуаций, экономические аспекты и т. д.

Это очень краткий обзор работ, которые ВНИИИМ уже ведет самостоятельно или потенциально может проводить по разработке толерантного топлива, используя свой задел. Как видно мы не стояли на месте, и двигались в нужном направлении, несмотря на отсутствие единой российской Программы. Подобные телодвижения, правда, в меньшем объеме и несколько хаотично, проходили и в структурах Росатома.

Например, концерн ТВЭЛ несколько лет назад профинансировал ВНИИИМ начало работ по оболочке из карбида кремния (SiC). Хотя твэлы мы еще не сделали, но полученные результаты позволяют хотя бы сильно не отстать от Запада в этом направлении.

Затем, почти два года назад, пришло официальное распоряжение из международного отдела Росатома (международный отдел Концерна ТВЭЛ сразу же продублировал своим приказом это распоряжение) принять участие в первом международном техническом совещании по разработке толерантного топлива в Окридже (США-ORNL), – базовой организацией в США по данной тематике. Наши подготовленные два доклада там были представлены (делал их представитель МАГАТЭ). В результате удалось получить все материалы совещания, войти в эту «тусовку» и быть постоянно в теме.

Это был импульс, который наш директор Иванов В. Б., пользуясь своими связями и авторитетом, грамотно использовал для продвижения в верхних эшелонах Росатома идеи организации в России подобных работ и составлении собственной Программы (хотя, по моему личному мнению, все должно было быть наоборот). Нашу инициативу поддержали часть руководителей Росатома, а также Ю. А. Оленин.

Одновременно нам удалось включиться в Проект МАГАТЭ по разработке толерантного топлива (CRP-2018) со своей отдельной программой от ВНИИИМ, интерес к которой проявили как представители как OECD/NEA, так и DOE.

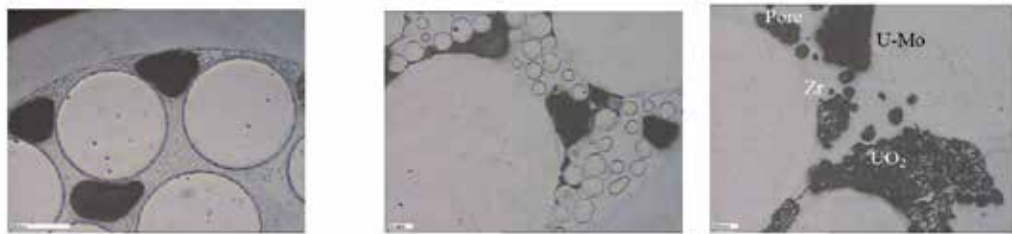


Рис. 17 Структура различного типа композитного топлива [17-19, 26-29]

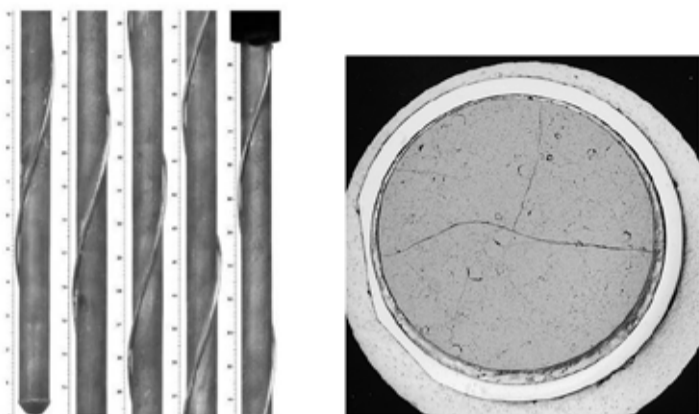


Рис. 18 Внешний вид нитридного топлива после облучения в реакторе Бор-60 (ВНИИНМ) [30-31]



Рис. 19 Внешний вид композитов из микрокапсульного топлива (ВНИИНМ) [33]

Далее на этой волне во ВНИИНМ был организован первый российский семинар по разработке толерантного топлива. Семинар получил резонанс, и были даже две публикации в газетах «Страна Росатом» и «Атомный Вестник». По итогам обсуждения проблемы на Семинаре во ВНИИНМ была составлена Российская Программа по разработке толерантного топлива. Она получила положительные официальные отзывы как от заводов-производителей топлива (МСЗ и НЗХК), так и разработчиков активных зон ВВЭР (Гидропресс, ОКБМ, КИ). Заводы вообще, образно говоря, «бьют копытом» — не только готовы работать, но и пеняют на то, что Программа даже запоздала. Теперь Программа будет рассматриваться на секции 2 НТС Росатома после получения дополнительных экспертных заключений для утверждения и определения источника финансирования. Головной организацией назначен ВНИИНМ.

Таким образом, все, казалось бы, складывается хорошо (Институты, заводы и высшее руководство структур Росатома поддерживают Проект). Настораживает только отрицательная реакция некоторых чиновников, в том числе среднего звена менеджеров концерна ТВЭЛ. Для них это лишняя заморочка. Они неплохие ребята. Но в данном вопросе они солидарны с позицией сытого кота из известного мультфильма: «Таити, Таити, зачем нам Таити, нас и здесь хорошо кормят». А все решает обычно не руководство, а клерки. Надеюсь, что их все-таки удастся хотя бы нейтрализовать. Хотя, рассуждая логически, должно быть все наоборот — ведь ТВЭЛ топливная компания и может потерять рынок. Ему надо шевелиться. Надо четко понимать, что если мы не реализуем Программу, то Портфель Заказов можно будет сдать в музей как дорогой образец нереализованных возможностей.

Послесловие

К сожалению после неожиданной кончины нашего Директора Валентина Борисовича Иванова (светлая ему память) все договоренности с КИ

и секретарем НТС-2 РОСАТОМа (по совместительству сотрудником АО ТВЭЛ) были нарушены. То, что началось, я бы назвал «научным мародерством» (здесь я высказываю только свою личную точку зрения).

Мы пошли на невиданные уступки КИ, надеясь на взаимность — без их заключения нас не допускали на сессию РОСАТОМа, а они, пользуясь этим, требовали все больше и больше. Мы включили их в большинство пунктов плана, где КИ совсем не нужен, в нарушении указа Кириенко, что все организации должны участвовать на конкурсной основе. Мягко правили его непрофессиональные требования — убрать из Программы оболочки из нержавеющей стали, утонить оболочку сплава 42ХНМ до 0.15 мм, а главное, проводить ресурсные реакторные испытания и послереакторные исследования у них в КИ, так как у них оборудование лучше, чем в НИИАРЕ. Они видно забыли, что их реактор уже остановлен 8 лет назад. Все эти несурзности я храню, так как они посылались официально.

Интересы КИ почему-то отстаивал секретарь НТС — сотрудник Концерна ТВЭЛ, хотя КИ, в отличие от нас, не только не входит в ТВЭЛ, но даже не входит в РОСАТОМ — но в этом есть своя специфика выгодного финансирования. На сессии НТС-2 РОСАТОМа, проходившего 16 марта, они вдвоем практически загубили Проект. Их позиция понятна — разделий и властвуй. Проект решения НТС был ими даже подтасован — на НТС высказывалось одно мнение — в частности, что ВНИИНМ головной Институт, а после НТС в утвержденном уже непонятно кем решении этот пункт был исключен.

Справедливости ради следует отметить, что, несмотря на поддержку Проекта, некоторым Организациям тоже невыгодно его исполнение.

Например, Концерн Твэл всегда позиционировал себя только как завод-изготовитель (своего рода заводское управление с численностью 600 человек). Ведь его российский рынок всегда останется при нем приказом Президента.

Росэнэргатоому — владельцу АЭС — невыгод-

но покупать более дорогое топливо, пусть даже оно и лучшего качества.

Главному конструктору ВВЭР — Гидропрессу — новое толерантное топливо делает невостребованным его разработки новых дорогих типов ультра безопасных реакторов (но по цене в два раза больших, чем у Кореи и Китая).

Но повторюсь, их представители все же были за Программу.

Сейчас назначена согласительная комиссия по корректировке в очередной раз Проекта Программы (я его уже семь раз корректировал по мере получения экспертных заключений от различных Организаций). Но главное, нам за месяц надо сделать ТЭИ (техико-экономическое обоснование). Это нереально хотя бы потому, что его делают в середине или конце работы при получении конкретных результатов и анализа затрат.

Что же будет дальше? «Что же из этого следует? Следует жить. Шить сарафаны и белые платья из ситца.....» как поется в бардовской песне.

Поэтому по возможности будем обходиться своими силами. Может быть «заграница нам поможет» и удастся заключить напрямую какие-нибудь контракты. Расчетную часть они могут сделать бесплатно через рабочие экспертные группы МАГАТЭ и OECD/NEA (договоренность с ними мною достигнута). Ранее для разработки композитного топлива я бесплатно использовал экспертов МАГАТЭ. Тем самым мы сократим расчетную часть нашего Проекта и уберем лишних Контрагентов.

Если мне позволят, я постараюсь вообще убрать из Программ КИ — он как разработчик материалов и технологий не нужен (никогда этим не занимался), а расчеты могут сделать другие. И не только за непорядочность (в КИ полно нормальных сотрудников, просто запах денег притягивает другой контингент). Просто с КИ работать рискованно. Были случаи утечки информации (публикация чужих разработок и даже оформление патентов без разрешения их авторов из других организаций). Их тесные связи с американской компанией LightBridge, в московском офисе которой работают бывшие сотрудники КИ. А эта компания занимается приватизацией чужих НОУ-ХАУ и технологий (в одном из документов LightBridge прямо указано, что российские ледокольные твэлы были взяты с их якобы запатентованных разработок — значит, кто-то, передал им эту информацию). К счастью, этот вариант (уран-циркониевых твэлов, работавших много лет в наших атомных ледоколах), сейчас уже не применяется.

Конечно, всех этих мер будет недостаточно и рынок ВВЭР, мы, скорей всего, потеряем. Если не будет принято силовое решение, исходящее сверху от определенных структур, занимающихся обеспечением экономической безопасности страны.

P. S. Недавно по телевизору показывали свадьбу сына одного из наших средней руки Олигархов. Я согрешил (нельзя считать чужие деньги — живи своей жизнью и отработывай свою карму), и на следующий день все же не выдержал и перевел его затраты в рубли. Оказалось, что один день свадьбы равен стоимости выполнения всей семилетней Российской Программы разработки толерантного топлива, включая и разработку новых материалов и технологий, и реакторные испытания с послереакторными исследованиями, и внедрение технологий на заводах с выпуском полноразмерных изделий.

Я не провожу аналогий — у каждого свой путь. Я понимаю, что радость стоит денег, особенно если они заработанные. Олигархом любой не станет — расстрельная должность. Но осознание того, что что-то не так в «Датском Королевстве» остается.

Список использованных источников. [1] Shannon M. Bragg-Sittou, Jon Carmack and Frank Goldner, Current Status of the U. S. Department of Energy Accident Tolerant Fuel Development Program, Proceedings of IAEA TM on ACCIDENT TOLERANT FUEL CONCEPTS FOR LIGHT WATER REACTORS, 13-17 October 2014. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN, USA. [2] Jeremy Bischoff, Patrick Blanpain, John Strumpell, Development of Fuels with Enhanced Accident Tolerance, 13-17 October 2014. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN, USA. [3] J. Carmack, F. Goldner, Forward for special JNM issue on accident tolerant fuels for LWRs, Journal of Nuclear Materials 448 (2014) 373. [4] S.J. Zinkle a, b, J. K.A. Terrani a, J.C. Gehin a, L.J. Ott a, L.L. Snead, Accident tolerant fuels for LWRs: A perspective, Journal of Nuclear Materials 448 (2014) 374-379. [5] Nuclear Fuel Safety Criteria Technical Review, NEA Report No. 7072, second ed., Nuclear Energy Agency, OECD, Paris, 2012. [6] Jason Mazzocchi and Joonhyung Choi, Progress on the Westinghouse Accident Tolerant Fuel Program, Proceedings of IAEA TM on ACCIDENT TOLERANT FUEL

CONCEPTS FOR LIGHT WATER REACTORS, 13-17 October 2014. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN, USA. [7] K. Yueh, K.A. Terrani, J. Nucl. Mater. 448 (2014) 380-388. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jnucmat.2013.12.004>. [8] Weon-Ju Kim, Daejong Kim, Ji Yeon Park, Jeong-Yong Park, Mechanical Property of Triplex SiC Composite Tubes and Corrosion of CVD SiC in PWR-Simulating Water, Proceedings of IAEA TM on ACCIDENT TOLERANT FUEL CONCEPTS FOR LIGHT WATER REACTORS, 13-17 October 2014. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN, USA. [9] Sosuke Kondo, Moonhee Lee, Tatsuya Hinoki, Acceleration of the hot water corrosion of SiC by ion irradiation, Proceedings of IAEA TM on ACCIDENT TOLERANT FUEL CONCEPTS FOR LIGHT WATER REACTORS, 13-17 October 2014. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN, USA. [10] Y. Katoh, K. Terrani, L.L. Snead, Progress and Critical Issues for Silicon Carbide Composite-Based Fuel Cladding for Light Water Reactors, Proceedings of IAEA TM on ACCIDENT TOLERANT FUEL CONCEPTS FOR LIGHT WATER REACTORS, 13-17 October 2014. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN, USA. [11] A.B. Алексеев, А.В. Гончаров, А.Л. Ижугтов, В.В. Новиков, А.В. Салатов и др. Реакторный эксперимент МИР-ЛОСА/72. Первичные результаты. Материалы Научно-технической конференции ОАО ТВЭЛ — Ядерное топливо нового поколения для АЭС, Москва, 12-13 ноября 2014, оао ВНИИНМ, с 33. [12] В.А. Овчинников, А.Г. Ещеркин, А.В. Горячев, И.Н. Волкова, Г.В. Шевляков, В.В. Новиков, В.И. Кузнецов, Б.И. Нестеров, Результаты испытаний на реакторе МИР усовершенствованных твэлов и твэгов ВВЭР-1000 в режиме скачка мощности, Материалы Научно-технической конференции ОАО ТВЭЛ — Ядерное топливо нового поколения для АЭС, Москва, 12-13 ноября 2014, оао ВНИИНМ, с 36. [13] V. Ivanov, V. Novikov, A. Savchenko, A. Vatuliu, V. Bezumov, Activity of A.A. Bochvar Institute to Developing Accident Tolerant fuel for Light Water Reactors, Proceedings of IAEA TM on ACCIDENT TOLERANT FUEL CONCEPTS FOR LIGHT WATER REACTORS, 13-17 October 2014. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN, USA. [14] V.N. Bezumov, V.V. Novikov, A.A. Kabanov, R.G. Zakharov, Y.V. Pimenov. "DESIGN ISSUES CONCERNING COMPOSITE MATERIAL FUEL-ELEMENT JACKETES BASED ON SILICUM CARBIDE WITHIN A MATTER OF SAFETY CONCEPT OF WATER-COOLED REACTOR UNDER ACCIDENTS". [15] Целищев А.В., Технологические факторы повышения работоспособности оболочек твэлов реакторов БН из сталей аустенитного класса, Материалы Российской конференции МАЯТ-2014, 7-9 октября, 2014, Звенигород. [16] И.И. Акимов, А.О. Титов, В.С. Митин, С.А. Школин, Д.А. Крюков, П.Н. Тараторкин, Функциональные и защитные покрытия для изделий атомной техники, Материалы Российской конференции МАЯТ-2014, 7-9 октября, 2014, Звенигород. [17] A. Savchenko et al. Fuel of Novel Generation for VVER and PWR, Proceedings of the International Conference TopFuel-2009, Paris, France, 6-10 September, 2009, 1209-1217. [18] A. Savchenko et al. Zirconium matrix alloys as innovative material for different types of fuel, Journal Progress in Nuclear Energy, 57 (2012) 138-144. [19] A. Savchenko, V. Ivanov, V. Novikov, O. Uferov et al. Review of A.A. Bochvar Institute Activities in Developing Potentially Accident Tolerant fuel for Light Water Reactors, Proceedings of TopFuel-2016 Conference, 2016. [20] М.В. Леонтьева-Смирнова, Конструкционные материалы активных зон реакторов на быстрых нейтронах. Состояние работ, Материалы Научно-технической конференции ОАО ТВЭЛ — Ядерное топливо нового поколения для АЭС, Москва, 12-13 ноября 2014, оао ВНИИНМ. [21] G.V. Kulakov, A.V. Vatuliu, S.A. Ershov, Y.V. Kononov, A.V. Morozov, A.M. Savchenko, V.I. Sorokin, V.V. Fedotov, A.E. Novoselov, V.A. Ovchinnikov, V.Y. Shishin. Development of Dispersion Type Fuel Elements for Floating Nuclear Power Plants (FNPP) and Low Power Reactor Plants (LP RP). Proceedings of 2010 LWR Fuel Performance/TopFuel/WRFPM. Orlando, Florida, USA, September 26-29, 2010, paper 048, p. 525-531. [22] G.V. Kulakov, A.V. Vatuliu, S.A. Ershov, Y.V. Kononov, A.V. Morozov, A.M. Savchenko, V.I. Sorokin, V.V. Fedotov, A.E. Novoselov, V.A. Ovchinnikov, V.Y. Shishin. The Main Principles Of Irradiated Dispersion Type Fuel "UO2 + Aluminum Alloy" Behavior. Transactions of LWR Fuel Performance Meeting/Top Fuel 2013, September 15-19, Charlotte, North Carolina, 2013, p. 384-389. [23] A.В. Козлов, А.В. Морозов, В.С. Волков, С.А. Ершов РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ТВЭЛА С МАЛОПОГЛОЩАЮЩИМИ НЕЙТРОНЫ МАТЕРИАЛАМИ ДЛЯ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО РЕАКТОРА СМ, Доклад на 6-й отраслевой семинар по дисперсионным твэлам ФГУП «НИИ НПО «ЛУЧ», 27 ноября 2014 г. и Вопросы атомной науки и техники. Серия: Материаловедение и новые материалы, 2012, вып. 1 (72), с. 26-33. [24] Ю.В. Коновалов, Г.В. Кулаков, А.В. Ватулин, А.Е. Новоселов, И.А. Миндукшва. Разработка базы данных по результатам послереакторных исследований и по свойствам твэлов дисперсионного типа. Вопросы атомной науки и техники. Серия: Материаловедение и новые материалы, 2013, вып. 1 (74), с. 17-25. [25] А.В. Митин, Технология нанесения многофункциональных наноструктурированных покрытий методом высокоскоростного ионно-плазменного магнетронного распыления на установке ВУ-ВСМ 600/4, Материалы Российской конференции МАЯТ-2014, 7-9 октября, 2014, Звенигород. [26] A. Savchenko et al. New Concept of Designing Pu and MA Containing Fuel for Fast Reactors, J. Nucl. Mater., 385 (2009) 148-152. [27] A. Savchenko et al. Main Results of the Development of Dispersion Type IMF at A.A. Bochvar Institute, J. Nucl. Mater., 396 (2010) 26-31. [28] A. Savchenko et al. Fuel of Novel Generation for PWR and as Alternative to MOX Fuel, Journal of Energy Conversion & Management, 51 (2010) 1826-1833. [29] A. Savchenko, V. Ivanov, V. Novikov, A. Vatuliu Accident advanced tolerant cold composite fuel. Materials, technology and peculiarities of fuel cycle, Proceedings of IAEA TM on ACCIDENT TOLERANT FUEL CONCEPTS FOR LIGHT WATER REACTORS, 13-17 October 2014. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN, USA. [30] Б.Д. Рогозин, Н.М. Степеннова, Ю.Е. Федоров и др. Результаты испытаний смешанного монокристаллического топлива в реакторе БОР-60 до выгорания 12% твж. ат. — Атомная энергия, 2011, т. 110, вып. 6, с 332-346. [31] А.В. Беляева, Ф.Н. Крюков, О.И. Никитин, С.В. Кузьмин, Е.Б. Мальцева, Основные результаты исследований уран-плутониевого топлива после облучения в реакторе БОР-60, Вопросы атомной науки и техники. Серия: Материаловедение и новые материалы, 2013, вып. 2 (73), с. 4-10. [32] A. Savchenko et al. Specific features of UMo Fuel — Al matrix interaction, Proceedings of the Research Reactor Fuel Management (RRFM-2006) Conference, Sofia, Bulgaria, 30.04-3.05.2006, available through the European Nuclear Society (ENS) website. [33] С.М. Баранов, Вахрушев Е.Я., Калинин И.В., Ключин Е.В., Макаров В.М., Морозов Н.В., Никурадзе З.Ш., Экспериментальная база ВНИИНМ для разработки технологии микротоплива, Материалы Российской конференции МАЯТ-2014, 7-9 октября, 2014, Звенигород. [34] А.В. Салатов, А.В. Кумачев, М.В. Сыпченко, О.А. Нечаева, П.В. Федотов, Предметное расчетное моделирование эксперимента МИР-ЛОСА/72 с использованием кода RAJPA-5.2, Материалы Научно-технической конференции ОАО ТВЭЛ — Ядерное топливо нового поколения для АЭС, Москва, 12-13 ноября 2014, ВНИИНМ, с 35



Владимир Долгих,
журналист, Северск

За ценой не постоим

Новый, уже 2016 год, не заставил северчан ждать столь же новые тарифы. Не прошло и месяца, как проезд в маршрутках Томск — Северск стал для пассажира дороже. К сюрпризам весть не отнесёшь. Ещё летом прошлого года шли активные разговоры по пересмотру тарифа. Но кто сказал, что наша власть настолько глупа и будет осложнять себе жизнь в преддверии сентябрьского единого дня голосования?

Возможно, и поэтому тема потихоньку отодвинулась в долгий ящик. Её удачно сменили помпезные отчёты местного отделения «Единой России» и мэра Григория Шамина о небывалых бюджетных доходах Северска, судьбоносных планах Росатома на некогда мощном СХК и невиданной доселе «изюминки» в виде ТОСЭРов. Напомню тем, кто уже подзабыл, речь шла о так называемых «территориях опережающего развития». Далее — по привычному сценарию. Власть получила очередное доверие ещё на пять лет, а сусальная помпезность в речах городских руководителей сменилась серой обыденностью повседневной жизни.

Скоро настала очередь исполнения ранее намеченного. В том числе, казалось бы, забытых планов по определению цены автобусного билета. И профильный департамент областной администрации назвал новую цифру предельного тарифа — ровно 35 рублей. 442-й и 401-й маршруты подняли тариф по максимуму, 405-й — остановился на отметке в тридцать рублей.

Таким образом, годовой рост составил почти треть. Согласитесь, в условиях резкого снижения доходов населения и падения уровня жизни, столь «смелый» шаг областных властей довольно сложно отнести к категории «антикризисных». К проблемам общероссийским добавились проблемы исключительно местные. По словам всё того же Григория Шамина ежедневно в Томск и обратно выбирается почти 17 тысяч северчан. То есть каждый пятый горожанин, включая малолетних детей и престарелых ветеранов. Многие едут туда не от хорошей жизни — работы с достойной оплатой, особенно после обвальных «оптимизаций» на СХК, в городе становится всё меньше. Казалось бы, поддержка горожан в такой ситуации дело вполне логичное. Особенно в переживаемый страной кризис. Да и отладка пресловутых агломерационных процессов предусматривала, согласитесь, несколько иной подход к транспортной доступности областного центра.

Ан, нет. У чиновников вновь победили так называемые «рыночные взгляды». Правда, внятно сформулировать они их так и не смогли. СМИ донесли до общества знакомые до боли причины, кочующие из года в год. Например, повышение цен на ГСМ. Словом, путь прежний — лезем в карман потребителю. Забыв, правда, что этот самый карман, в частности у пассажиров «маршруток», сегодня пуст как никогда. Северские власти от столь малопопулярного для электората решения миглом откестились. Мол, «я не я и лошадь не моя». Путь в областной центр из Северска — прерогатива власти областной, они его и организуют, и тарифы устанавливают. А у нас в России, как известно, разделение властей не на бумаге, а в повседневной жизни. То есть «ветви власти» друг к другу не лезут и не подменяют. Сколько здесь правды, а сколько лукавства можно понять, вспомнив не так уж и давнее обращение северчан о возможности повысить тариф на ус-



луги местного водоканала. Тогда, если помните, в Доме на набережной мигом взяли под козырёк. В нынешней же ситуации северская власть по-прежнему, возможно, излишним тревожить своих старших коллег. Во всяком случае, из СМИ о подобных шагах ничего неизвестно. Как неизвестно и о реакции многочисленных партий и движений и их лидеров, включая самых, что ни на есть народных и пассионарных. Молчат и депутаты всех уровней. Их понять можно. Для местных выборы битвы едва только закончились, время набирать «жирок» для грядущих баталий. Для областных — до сентября, когда состоятся очередные выборы в областной парламент, времени немного и сейчас главное — не ошибиться в позициях. Иначе, глядишь, останешься без поддержки административной. Или того хуже — один на один с его величеством административным ресурсом. А это, как показывают итоги прошлых лет, много страшнее, нежели лишиться поддержки электролино. Словом, народ взялся спасать себя сам с помощью подручных средств. На день сегодняшний в Северске продолжается сбор подписей под петицией с осуждением «тарифного скачка». Документ получился и убедительным, и удобным для восприятия. Факты, приводимые общественностью, собирались последовательно и кропотливо. К примеру, вот как, если верить порталу «В Томске», высказался один из сторонников петиции «Аналогичный межмуниципальный проезд Челябинск — Копейск — 25 рублей, Саратов — Энгельс — 20 рублей. Так что пусть не наглеют наши маршрутники!».

Другой вопрос, стоит ли на них сваливать всех собак? Конечно же, нет. Во — первых, не предприниматели принимают решение о тарифах. Во — вторых, они сами открыто говорят о резервах, способных, если не удержать размер платы за проезд на прежнем уровне, то хотя бы

минимизировать его рост. Один из путей заключается в изменении подхода к оплате компенсаций «маршрутникам» за перевозку всевозможных категорий льготников по так называемому ЕСПБ. И здесь об однозначной оценке речи идти не может. Одних только методик, предполагающих справедливое, по их мнению, распределение вырученных средств, написано за последние годы, не две и даже не три. Единственное, что всегда оставалось неизменным, так это принцип частичности. Полностью выпадающие доходы перевозчикам власти упорно компенсировать не желали. Так и писали в нормативно — правовых актах — возмещение только части затрат. Почему именно так, совсем неизвестно. Возможно, из — за укоренившегося мнения, что маршрутный бизнес довольно прибыльный, а делиться ещё никто не запрещал. Но это, не больше чем домыслы. Важно другое. Высокие договаривающиеся стороны данную формулировку не оспаривали. То ли от глубокого осознания, что ругаться с властью — себе дороже, то ли действительно, дохода раньше хватало всем. Договоры подписывались, льготники ездили, худо — бедно жили. А чего ещё нужно для полного счастья? Особенно, когда «народ безмолвствует». Правильно. В том числе залезать поглубже в его карман.

Предвижу обвинения в стремлении к популизму. Всё взять и поделить. Но ведь забота о людях, отдавших свои лучшие годы, работая на государство, теперь на нём и должна лежать. А, отнюдь, не на предпринимателях — автомобилистах. И неплохо бы вспомнить о запрете перекрёстного субсидирования. Когда потребитель платит «за себя и за того парня». Как, впрочем, и о бюджетном процессе. В котором, кстати, также не всё далеко в порядке. Впрочем, судите сами. Если бюджет области 2012 года предполагал выплату за проезд на прежнем уровне, то в 2014 году счёт

вёлся уже на 55 миллионов. Но темпы скоро упали и в текущем году мы по данной строке видим только 50 млн. С учётом безудержной инфляции последних лет, явно не густо. Но и эти крохи распределить среди предпринимателей без вреда от времени возникающих скандалов и скандальчиков почему то не получается. Хотя чего проще — организуй у каждого кондуктора в руках специальный электронный считыватель учёта поездок и на основании его результатов распределяй средства. Как это, к примеру, делают в соседних городах региона. В том же Новосибирске система безличной оплаты проезда действует с 2006 года. Пассажиры как муниципального, так и коммерческого транспорта пользуются разными транспортными картами: социальной, картой студента, школьника, единой ТК, дисконтной. Весь общественный пассажирский транспорт за исключением маршрутного такси подключен к данной системе с помощью транспортных карт и терминалов кондуктора. Более 460 тыс. жителей города используют транспортные карты для оплаты проезда. Ежемесячно более 15 млн поездок оплачиваются по картам, что составляет более 50% от совершаемых поездок. Ведь умеют же! А мы почему «не моём»? Неужели забыли о вполне реальных заслугах Томска во всеобщем деле компьютеризации? Да и человек, непосредственно участвующий во внедрении этой системы по фамилии Диденко сегодня работает в Северске. Но что там «компьютеризация», мы даже кондуктора в каждый автобус усадить не всегда в состоянии!

Так и едем, не видя ничего вокруг, в надежде, что пронесёт, что стерпят, что не разберутся. А после нас, как известно, хоть трава не расти. И даже за ценой не постоим для сохранения всего этого. С маленькой поправкой — платить её придётся совсем другим.



В.И. Поляков

Фундаментальная наука без фундамента и смыслов...

Куда плывём?

«Но сегодня физика так и не осознала ни полной роли эфира в природе, ни его глубинных свойств»

А.И. Закачкиков [2]

«Закат Европы» и наука

Озакате Европы под давлением масс «беженцев» от евро-американских бомбёжек, «цветных» революций и зародыша исламского халифата заговорили в прошлом году. Благодаря всесторонней поддержке Турцией, ещё десятками стран и бесполезной борьбой с ними США, головорезы этого халифата захватили большую часть территории Сирии, были готовы взять Дамаск, а до границ Израиля оставались десятки километров. Остановить «даиш-игилы» имеющих своих сторонников и бойцов во всех странах Европы, Азии и Африки, уже никто был не способен, а к победной делёжке и захвату территорий были готовы многие. Российские Военно-космические силы взяли за эту работу. Катастрофическое развитие событий отложено, но 4-я Мировая идёт.

Это закат цивилизации, обусловленный глобальным экологическим кризисом [3]. О его развитии и антропогенных причинах писали многие учёные, но официальная наука, не обращая внимания, говорила о случайных местных катаклизмах, о грядущем оледенении и «парниковом» эффекте, с которым и боролась последние 40 лет. Фундаментальная наука, занятая глубинами микромира и космоса не видела конвульсий Природы, — она отсутствовала в постулатах теории относительности (ТО), непререкаемый авторитет которой не допускал критики «инакомыслящих» учёных. Современных придавили, а предшественников вычеркнули. Настало время напомнить 100-летней давности работу О. Шпенглера «Закат Европы» [18].

Произведение Освальда Шпенглера под названием «Der Untergang des Abendlandes» — «Падение Запада» было опубликовано в 1918–1922 гг. Его феноменальный успех в Европе подтверждают 32 издания книги за эти годы. «Это бесспорно самое блестящее и замечательное, почти гениальное явление европейской литературы со времени после Ницше» (Н.А. Бердяев и С.Л. Франк). В России перевод книги под названием «Закат Европы» был опубликован в 1922 г (М.: «Берег») и не переиздавался 70 лет. Эта работа, действительно, глубокое, оригинальное исследование развития цивилизаций: индийская (с 1500 г. до Р.Х.), античная (с 1100 г. до Р.Х.), арабская (с 0 г.), западная (с 900 г.). В работе представлены таблицы подобных по фазе эпох духовной жизни, искусства, математики и политики. Их закат — «зиму» характеризуют, в частности, «цивилизация мирового города», стремление к колоссальности, преимущественно практические интересы, угасание душевной творческой силы, превращение музыки, архитектуры и живописи в прикладное искусство, их бессмысленность и пустота, подражание старым и чужеземным мотивам...». Закат цивилизации проходит три стадии. 1-я: «Деньги. Хозяйственные комплексы всасывают в себя государственные формы», — в Европейской цивилизации 1800–

2000 гг. ». Так есть! Когда деньги решают всё, и Государство отдаёт все свои функции «рынку», оно перестаёт быть государством, как объединяющая сила! 2-я стадия: «Цезаризм». Распад организмов народов и превращение в аморфную людскую массу; всасывание последней в империю, постепенно вновь приобретающую примитивно-деспотический характер. 2000–2200 г. Сейчас это очень напоминает долларизацию мира и миллионы «беженцев»! 3-я стадия: «Окончание и распад империалистического механизма: империя становится добычей юных народов или иноземных завоевателей. Постепенное воцарение первобытных условий. После 2200 г. ». Закономерное ускорение исторических процессов демонстрирует, что сегодня мы живём в 3-й, последней стадии.

Общий анализ во «Введении» и 6 главах книги («О смысле чисел», «Проблема мировой истории», «Макрокосм», «Музыка и пластика», «Картина души и чувство жизни», «Фаустовское и аполоновское познание природы») объединяет в единой взаимосвязи проблемы науки и мировосприятия в фазах развития цивилизаций. Останавливаю внимание на нескольких мыслях автора.

«Падение Западного мира представляет собой ни более, ни менее как проблему цивили-

зации».

«Империализм, окаменелые формы которого вроде египетской, китайской, римской империй, индийского мира, мира Ислама, могут просуществовать ещё целые столетия и тысячелетия, переходя из рук одного завоевателя к другому — в качестве мёртвых тел, бездушных человеческих масс, использованного материала истории, — следует понимать как символ начала конца. В его проявлении лежит неотвратимая судьба Запада».

«Век чисто экспансивной деятельности, лишённый высшей художественной и метафизической продуктивности... — есть эпоха упадка. Несомненно. Но не мы выбрали это время. Мы не властны изменить того положения, что родились людьми начинающейся зимы полной цивилизации, а не на солнечных высотах зрелой культуры времени Фидия (V век до н.э.) и Моцарта (XVIII век)». А мы вошли в XXI век — конец «зимы», но без весны...

О. Шпенглер, изучал математику и естественные науки, занимался историей. В 1911 г. он «заточил себя в крохотной квартирке в Мюнхене и обрёл себя на тяжёлый многолетний труд, идея которого захватила его как высокое предназначение». 10 лет труда и размышлений! «Надо много знать, прежде чем станешь настолько мудрым, что начнёшь сомневаться в смысле и ценности знания»... «Отсюда эти внезапно возникающие, уничтожающие сомнения в вещах, которые ещё вчера были неоспоримым фундаментом физической теории, сомнения относительно смысла принципа энергии, понятий массы, пространства, абсолютного времени и вообще зако-

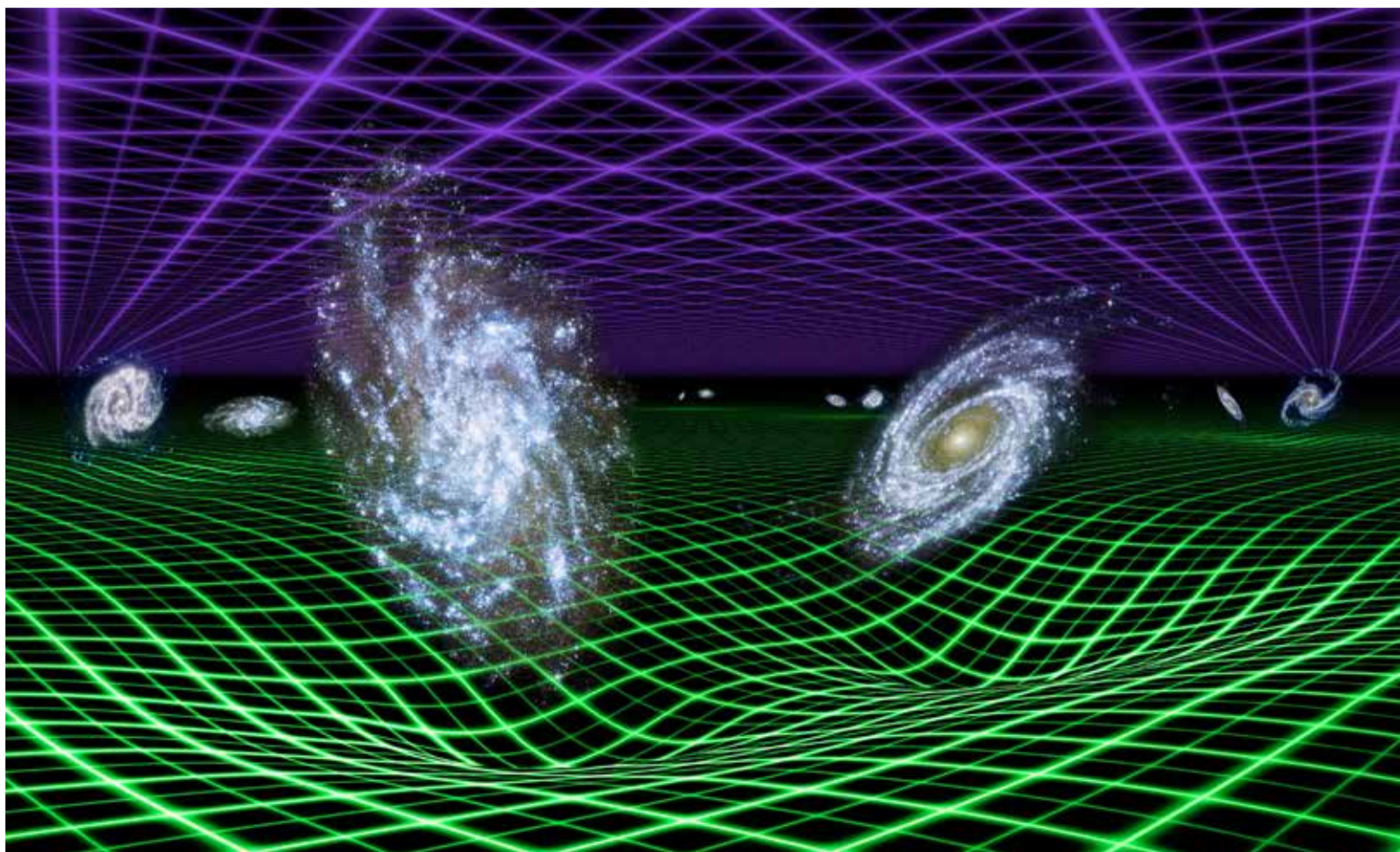
нов причинности в природе»... ТО ещё не была основой наук, и Шпенглер в последней главе демонстрирует бессмысленность основных её тезисов: относительность пространства–времени, движения, массы, энергии, энтропии. «Известно, что понятие движения в пустом пространстве не имеет никакого смысла»... «Время прохождения света теряет свойство абсолютной величины», «упраздняется постоянство всех физических величин, в определение которых входит время». А нам эти постулаты ТО всё время впечатывали как абсолютные истины!

«Теория тяготения, считавшаяся неопровержимой истиной со времён Ньютона, теперь признана за ограниченное во времени и неустойчивое допущение. Принцип сохранения энергии утрачивает смысл, раз энергия мыслится как бесконечная в бесконечном пространстве». «Наконец, под впечатлением выводов теории относительности пытаются определить эфир как чистый вакуум, что почти равносильно полному разрушению динамической пракартины».

«Наш классический век — девятнадцатый. Уже в 1900 г. не было учёных в стиле Гаусса, Гумбольдта, Гельмгольца; в физике, как и в химии, в биологии и математике великие мастера умерли, и мы переживаем ныне *decrecendo* эпитонов, которые приводят в порядок, собирают и заканчивают, как александрийцы Римской эпохи».

Слабость фундаментальных основ науки подтверждают цитаты из гл.1.

«Кеплер и Ньютон, оба строго религиозные натуры, подобно Платону были вполне убеждены, что им удалось при посредстве чисел интуитив-



но познать сущность божественного мироустройства».

«Западная физика по своему типу догматическая, не культовая».

«Нет вечных истин. Каждая философия есть выражение своего и только своего времени». «Средством для понимания мёртвых форм служит математический закон. Средство для уразумения живых форм — аналогия».

«Существует несколько математик... Стиль каждой возникающей математики зависит от того, в какой культуре он коренится, и какие люди о ней размышляют... Протяжённость для античных людей значит телесность, для нас — пространство, в котором предметы являются функцией... Функция не есть какое то расширение одного из ранее имевшихся числовых понятий; она является их полным преобразованием... Остаётся один отвлечённый анализ».

«Время... не имеет ничего общего с математическими предметами. Числа принадлежат исключительно сфере протяжённости». «Познание природы есть действие измерения. Следовательно, оно знает время только как расстояние».

«Развитие новой математики сложилось в тайную, долгую, наконец, победоносную борьбу против понятия величины». «... степени, по своему принципу являющиеся первоначально просто числовыми обозначениями определённых групп умножений (для множителей одинаковой величины), при посредстве нового символа показателя степени (логарифм) и способа его применения в комплексных, отрицательных и дробных формах становятся совершенно отрешёнными от понятия величины и переносятся в трансцендентальный мир отношений».

Анализ работы О. Шпенглера демонстрирует отсутствие смыслов в современной математике и соответствующее отсутствие фундаментальных природных основ в физике. «Цикл западного природопознания..., наделённого диктаторским авторитетом естествознания..., приходит к своему завершению».

О диктатуре науки и потере смыслов в истории

Не пришёл к завершению! Обманом и диктатурой математики и физики «естествознание» переросло в новую религию — веру паствы в слова и формулы «богов» науки. Наука, рекламированная самими учёными как век самых выдающихся её побед, уже в начале века признавалась её упадком. Как же получилось, что наука, оторванная от логики причинно следственных связей и в отсутствие теории структуры материи, продолжила существование уже больше века? Прорывной успех «освоения» атома, засвидетельствованный Хирасимой и Нагасаки, поднял авторитет науки, а развитие атомной энергетики как «ядерного щита» и как двигателя других наук превратило физику в царицу наук. В институте мы пели: «Только в физике соль, Остальное всё- ноль, И биолог, и химик — дубина. Эх, Дубинушка, ухнем!...». Победы физики спрятали её математический идеализм, подмену фундаментальных основ постулатами и финансово-экономические корни. Эта евро-наука была создана по заказу капитала и существует для его обеспечения. Умнейшие ротшильды «купили» науку, выдвинув в выдающиеся учёные, и оказав беспрецедентную поддержку, патентоведу из Берна, на основе плагиата работ А. Пуанкаре и Х.А. Лоренца (здесь и далее, подробности в [6]). Эта наука создавала потребительский рай для избранных, совративший на этот путь учёных и принятый массами, а авторитет «богов» сделал её «неприкасаемой».

Так называемая «научная революция в физике начала XX века» отбросила почти трёхвековые исследования среды «эфир» от Р. Декарта до Г.Р. Герца и Н. Тесла. Познание глубин материи заменили искусными чертежами из бессмысленных объектов (заряды, кварки, позитроны...), соединённых в пустом пространстве невидимыми линиями разных «полей». Единую картину мироздания подменили хаосом футуристических мазков из математических формул. Отсутствие развития фундаментальной науки успешно подменили развитием прикладных наук в КБ по разработке новейших вооружений и в НИИ-цехах

банкирского капитала по разработке технологий для производства товаров потребления. Наука для потребительства вступила в противоречие с коренными законами Природы, ускорила планетарный экологический кризис. В России тоже, в соответствии с евро-наукой, евро-правительство единственную цель науки видит в изобретении и производстве товаров, конкурентных на международном базаре. Природу и идеи — тоже на базар!?!

Следует отметить, что исторический анализ Шпенглера не учитывал экологические связи человеческого общества с условиями, предоставляемыми окружающей средой. Необходимость этого особенно проявилась во второй половине XX века, но была выделена ещё в работах В.О. Ключевского (1841–1911): «Каждому народу история задаёт двустороннюю культурную работу — над природой своей страны, в которой ему суждено жить, и над своей собственной природой, над своими духовными силами и общественными отношениями... Вековыми усилиями и жертвами Россия образовала государство, подобно которому по составу, размерам и мировому положению не видим со времени падения Римской империи. Но народ, создавший это государство, по своим духовным и материальным средствам ещё не стоит в первом ряду среди других европейских народов». Всего за два десятилетия социалистического пути народы России показали миру свои духовные и материальные силы в создании мощной индустриальной базы «от сохи до космоса» и патриотизма, обеспечивших Великую победу над мобилизованной Европой. После разрухи войны за 10 лет восстановили и построили десятки тысяч предприятий и городов, с нуля создали атомную промышленность и достигли космических высот в последующие годы! Путь развития в СССР по И. Сталину, несомненно, уводил страну в сторону от катастрофического европейско-американского пути развития. Его убили. Через 40 лет внутренние и внешние враги, отбросив результаты референдума, подкупив народ «колбасой» и западными «ценностями», убили СССР.

Россию предательски, добровольно-принудительно втянули в эту систему. Крупнейшая в мире страна, с её экологической самообеспеченностью, превращена в базар по торговле ресурсами для поддержки и реанимации исторического трупа. Троицкий радуется в гробу! В стране есть всё для жизни и самозащиты. Есть С-400, «Калибры», подводные ракетноносцы, ядерный щит и ещё кое-что. Это «железный занавес» от любых санкций, спасение от долларо-филии и пивок — «инвестиций», а также от всяких «беженцев». Но этот путь к спасению категорически неприемлем для правящей «элиты» — компрадорской буржуазии, повязанной евро-поидными банками и евро-поидной идеологией: «Россия — цэ европа!». «Мальчиши-плохиши», дети Горба-ельщина правят бал, евро-поидная наука в истощении сил легла под них, а «подкормленная» Церковь подхватила власть над разумом и молит Бога о нашем душеспасении.

Современная хаотизация в мире — это сбывшееся на два столетия раньше предсказание О. Шпенглера о закономерности распада Евро-империи. Подмена смыслов математикой, подавление других наук и не учёт экологических факторов взаимосвязи с Природой (рост народонаселения за XX век в 3,8 раза, мощнейшее вмешательство в энергетические потоки биосферы, истощение большинства ресурсов) сыграли убийственную роль. Научно-техническое развитие превратило империализм в глобализм, и погибающей стала вся мировая евро-долларовая система [12].

Кризис науки — следствие и «локомотив» кризиса цивилизации [3,12]. В угоду «евро-науке» было не востребовано биосферное научное направление В.И. Вернадского: «Биосфера в космосе», «Область жизни», «О научном мировоззрении», «Проблем времени в современной науке» [1]. В угоду «евро-физике» осталась незамеченной «Экология» Н.Ф. Реймерса (1931–1993), в которой обобщены около 300 законов и правил существования живых организмов, как систем в системном мире, — основа макроэкологии [15].

Учёных патриотов никто не слышит. «Американская «стандартная модель» физики второй половины двадцатого века не содержит, кроме великолепного набора экспериментальных дан-

ных, полученных блестящей плеядой физиков, ни одного, я подчеркиваю, — ни одного, верно-го теоретического положения и поэтому не дает людям никакой перспективы... За следующие 50–100 лет пять миллиардов человек из шести должны исчезнуть с лица Земли, не оставив потомства...» (И.В. Дмитриев, Самара, 2004). «Единственный спасительный ресурс, который остался у нас — «изменение умов», если говорить языком Конфуция. Все техническое — второстепенно. Если мы будем и дальше мыслить так, как мыслили до сих пор, у нас нет ни малейшего шанса на выживание!» (Г.Г. Малинецкий, 2016). Для изменения умов в науку надо вернуть анализ! «Способность анализировать была распространена в Советском Союзе, но сейчас, благодаря либеральной реформе образования, утрачена почти полностью. В процессе образования читаете первооткрывателей. Это позволяет ощутить драму идей, которая умирает даже в хороших учебниках, а главное, первооткрыватели описывают все, что они видят; последующие поколения считают многое из увиденного ими не значимым, отбрасывают за ненужностью. А сейчас как раз то время, когда многое из отброшенного приобретает новое значение, начинает жить своей жизнью» (М.Г. Делягин, 2016). Академик Н.Н. Моисеев (1917–2000), разрабатывая модели динамики биосферы, вышел на проблему «Быть, или не быть человечеству?!». Он предупреждал: «Следует лишь понять, что равновесие биосферы уже нарушено, и процесс этот развивается по экспоненте. И перед человечеством встают вопросы, с которыми оно никогда ранее не встречалось... борьба за выживание на планете грозит глобальной катастрофой. ... дальнейшее развитие тенденций тоталитаризма, углубление и развитие противоречий, обостряющаяся борьба за ресурсы, которая при современном росте технического и военного могущества цивилизаций может иметь финалом исчезновение человека с лица Земли, ведь теперь вместо лука и стрел человек вооружён атомной бомбой».

Наука XX века выделила человечество (с поправкой на «не демократические» страны и «недоразвитые» народы) как самый «сапиенный» вид, который, в соответствии с антропным принципом, «есть центр и высшая цель мироздания». Под него создан весь мир, и с высочайшей точностью подогнаны все законы Природы. Ведущие учёные, которые в большинстве своём склонялись к иудео-христианскому вероисповеданию, убеждены, что они созданы «по образу и подобию Бога» (хотя его лик не показан даже Моисею), они познали формулами этот мир, и они будут жить в «золотом миллиарде».

Обобщая исторические и научные параллели, можно сделать вывод, что начало «зимы» цивилизаций, империй, культуры и науки проявляется в потере смыслов. Смысл — это «идея, сущность, предназначение, конечная цель» и путеводная звезда развития. Отсутствие смыслов — это загнивание. В науке это идеализм формул, в Европе — потребительство, «демократия», толерантность, в России — «свобода» от идеологии и свобода рынка. В России во имя европоидных ценностей переврали историю, прихватизировали всё созданное на земле и даже землю, веками возделываемую и защищаемую нашими предками, дедами и отцами. Вместо русских черт целеполагания: общинность и социальная справедливость внедряется индивидуализм и стяжательство при чрезвычайно огромном расслоении общества. Это путь в никуда... Как параллель, привожу цитату о потере смыслов, идеологии и человеческого здравомыслия на закате Римской империи.

«Вскоре Pax Romana стал съезжаться от ударов варваров; соседи начали отрывать от него «лишние» территории. А «Гордый Рим», проедающий кусок за куском из припасённого за 1000 лет, веселясь и легкомысленно продолжая считать себя «вечным», клонился к закату. Город Ромула и Рема (а за ним и другие города метрополии) стал превращаться в один огромный сплошной лупанарий, где сцепились половыми органами и ртами, без разбору, мужчины и женщины, мужчины с мужчинами, женщины с женщинами, те и другие — с животными, без разницы возраста... Рима нет уже более 15-и веков, скоро и варварской Европы, погрязающей в невиданной с Потопа содомии, не будет...» (Сергей Сокуров «Лебединая повесть», 2016). Туда же катится и европоидная россия...

В поисках смыслов

Потеря разума и смыслов явно проявляется на современном этапе цивилизации в науке и в обществе. О. Шпенглер отмечал потерю смысла и математический идеализм в физике, а её проводников определил как «descrescendo эпигонов». Однако эти, «лишённые творческой самостоятельности последователи», проявили свою активность в защите бастионов относительности от инакомыслящих, включая О. Шпенглера. В «прокрустовом ложе» академических запретов и стандартов образования выращено несколько поколений, свято верящих в Ньютона и Эйнштейна и поэтому игнорирующих реальные законы Природы. Творческое мышление и способности анализа убиваются системой, а сложность восприятия и недоказуемость постулатов оттолкнули от физики умных и одарённых.

Физические понятия, начиная от материи, массы и времени, не имеют чётких определений. Ни один физик не сможет объяснить, что он конкретно имеет в виду, когда говорит студентам о «полях»: электрическое, магнитное, силовое, информационное, информационно-энергетическое или «торсионное». Не познав структуру нуклонов, ядер, атомов, действительным достижением математики стало то, что для подгонки формул под экспериментальные результаты, были вычислены универсальные постоянные, как некие коэффициенты в формулах. В поисках их смысла, для сарienty sat, попытаемся разобраться с фундаментальными физическими постоянными (ФФП), их научным содержанием, избранностью, достаточностью, точностью и взаимосвязями. Будем опираться на логику, физические «компетенции» и знание экологических принципов бытия.

Основы макроэкологии привели к пониманию системности устройства мироздания, в котором всё материальное существует и развивается скрепами («силами», полями, энергией) онтологической волновой среды, названной «Действие, Упорядочивающее Хаос» (ДУХ = «эфир», «физ-вакуум» и т.п.). Все доказательства изложены в работах [3,6], а на их основе в десятках статей развита обоснованная смыслами и подтверждённая ФФП системная структура микромира из первочастицы материи [7–14...].

Исходя из экологического правила значимости факторов воздействия «1 и 10%» [15], можно предполагать, что Природа, работающая образами и формами, «не замечает» малых отклонений, менее, чем на 0,1%. Тогда точность значений ФФП может быть ограничена десятичными числами не более 4-х знаков (в справочниках даны до 9 знаков, а в числе π насчитали тысячи «значащих» цифр). Символ 10^n не отражает качественных изменений при формировании структур, а показывает степень различия принятых единиц. Природа «не знает» десятичной системы исчисления, понятия степени, комплексных и отрицательных величин, прочих математических упражнений. В природе нет понятия «время» и всех других физических величин, от ускорения и силы до энтропии, энтальпии или потока электрического смещения [6]. В Природе «Всё связано со всем», а в физике законы представляются в виде функций одной или нескольких переменных. Учёт только нескольких факторов «выдёргивает» исследуемый объект из его многогранности, чем и занимаются учёные в поиске функциональной зависимости. Генетики продолжительности жизни присваивают несколько букв генного кода, астрофизики рассчитывают массы и расстояния по светимости и гравитации, атомщики рассчитывают стабильность по «энергии связи».

Природа создаёт всё материальное не сложением и вычитанием, а образами и формами. Природа не считает, сколько потребует планет в Солнечной системе. В развитии систем работает метод отбора при соблюдении законов антигравитации, сохранения волновой энергии [14] и других, не познанных. Единство форм проявлено в электромагнитных волнах при различии более, чем на 21 порядок. Разные физические понятия могут совпадать по величине, но отличаться на порядки. Например, волновое давление среды ДУХ на волновой поверхности электрона, сочетается с характеристикой его поверхности: $P_{\text{ДУХ}} = 2,0722 \cdot 10^{35} \text{ Н/м}^2 \text{ (Дж/м}^3) \approx \text{Re}^2 = 2,0721 \cdot 10^{-35} \text{ м}^2$ [14]. Давление (сила, делённая на поверхность) не может быть равно поверхности, а разница на 70 порядков при совпадении

величин до 5-го знака — парадокс. В характеристиках волновой среды отсутствуют масса, давление, силы, и волновое давление характеризуется поверхностью электрона.

Великие умы прошлых веков и тысячелетий — великий подвиг человечества. Но познание в XX веке структуры атомов и сомнения в гравитации позволяют развить их миропонимание. Вопреки Пифагору, считавшему, что «все вещи — суть числа», Платону, утверждавшему, что «геометрия — познание сущего», Канту, считавшему, что «в любой науке — науки столько, сколько в ней математики» и всему сонмищу «эпигонов» Эйнштейна, следует понять, что цифры, а тем более, — функции, могут характеризовать только какие-то свойства предмета и не способны выразить его смысл. Вспомнив слова Эйнштейна, что «математика пришла в физику служанкой, а стала в ней госпожой», физика должна обрести смыслы без высококолых «кухарок» физ.-мат. наук. Их суррогатные блюда — аналог современной колбасы!

Электромагнетизм без смыслов

Не вникая в природную сущность заряда, электромагнитных волн и полей, эти понятия успешно работают в быту и во всех технологиях, за исключением ручного труда землекопов. Как эти волны распространяются в пустоте? Движущиеся заряды — это материальные объекты или что? Почему токи, а также все электромагнитные волны (10^{-14} до 10^8 м, энергия 10^{-12} до 10^{-33} Дж) распространяются со скоростью света? Почему волны видимого света ($2,6 \cdot 10^{-19}$ до $5,2 \cdot 10^{-19}$ Дж) преодолевают без потери энергии расстояния в миллиарды световых лет и затем, — атмосфере планеты, а кванты рентгеновского и гамма-излучения, с энергией в сотни и тысячи раз большей, задерживаются в её верхних слоях? Почему постоянный магнит работает вопреки закону сохранения энергии? Сотни «почему?» не обсуждаются, а вводятся в виде формул и от имени их авторов. Например, не по физическим законам, а «по Максвеллу, изменяющееся во времени магнитное поле порождает электрическое поле, циркуляция которого равна [...]» ([17, стр. 246]. «По Максвеллу, переменное электрическое поле в конденсаторе в каждый момент времени создаёт такое магнитное поле, как если бы между обкладками конденсатора существовал ток смещения, равный...» (стр. 347). Этот, необъяснимый теоретически, «как бы» ток, живёт в науке и активно используется в практике. Гениальные уравнения Д. Максвелла не объясняют гениальные опыты Н. Тесла и множество современных опытов. Странно погибший профессор Стефан Маринов (1931–1997, Грац, Австрия) многократными опытами опровергал постулаты Эйнштейна [6]. Он изящными экспериментами демонстрировал в разных странах, что скорость света отличается в зависимости от ориентации в пространстве и измерил абсолютную скорость Земли относительно центра Галактики 362 ± 40 км/с. На основе экспериментов томского физика Г.В. Николаева он внёс в уравнения Максвелла два дополнительных интеграла по объёму среды. «Однако, чтобы прийти мне к этой формуле, мне понадобилось сорок лет упорной работы, а человечеству — двести». В соответствии с ней С. Маринов предложил устройство «Сибирский Коля», которое является самоускоряющимся генератором, нарушающим закон сохранения энергии. Евро-наука всего этого «не заметила».

По-прежнему, студенты зубрят формулы. Физический смысл всех понятий электродинамики: заряд, диэлектрическая и магнитная проницаемость, напряжение, индукция и другие, оказываются иррациональными и скрытыми за великими именами. Традиция называть физические явления именами учёных, а затем делить и умножать фамилии на метры, миллиметры (Ампер-виток, Вольт, Фарад (ей) и Вебер, делённые на метры, Ом, умноженный на квадратные миллиметры и поделённый на метр) — это пережиток идеализма. Явление не объяснено, значит это воля Бога или явление имени Гильберта, Эрстеда, Ампера. Что такое магнитный поток? Ответ: «магнитный поток, равный 1 Вебер, это поток, при убывании которого до нуля в сцепленной с ним электрической цепи сопротивлением 1 Ом через поперечное сечение проходит количество элек-

тричества 1 Кулон» [16]. Это не естествознание, а фетишизация явлений.

Познание безмассовой волновой среды, названной ДУХ, объясняет, что такое заряд, все явления электромагнетизма и всю структуру мироздания. Понимание свойств этой среды даёт анализ ФФП.

О смысле фундаментальных физических постоянных

ФФП — это фундамент современной физики. В соответствии с рекомендациями рабочей группы международного Комитета по константам для науки и технологий (CODATA. 1987 г) это 8 универсальных постоянных [17].

1. Скорость света в вакууме $c = 299\,792\,458$ м·с⁻¹ (точно).
2. Магнитная постоянная $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} = 12,566\,370\,614 \cdot 10^{-7}$ Гн·м⁻² (точно).
3. Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,854\,167\,817 \cdot 10^{-12}$ Ф·м⁻¹ (точно).
4. Планка постоянная $h = 6,626\,0755$ (40)·10⁻³⁴ Дж·с.
5. Гравитационная постоянная $G = 6,672\,59$ (58)·10⁻¹¹ м³·кг⁻¹·с⁻².
6. Планковская масса $(hc/G)^{1/2} = m_{pl} = 2,176\,71$ (14)·10⁻⁸ кг.
7. «к»- длина $\hbar/(m_{pl} c) = l_{pl} = 1,616\,05$ (10)·10⁻³⁵ м.
8. «к»- время $\hbar/c = t_{pl} = 5,390\,56$ (34)·10⁻⁴⁴ с.

С позиций Новой физики следует отменить «точно» и отметить очень слабый фундамент: только 3 из 8 констант определяют взаимодействие: магнитная, электрическая и Планка.

$c^2 = E/m = h \cdot \nu_e / m_e = 1/\epsilon_0 \mu_0 c^2$ — это волновая энергия единицы массы, а c — корень из неё. Скорость света многократно измерялась, но её постоянство зафиксировано только постулатом Эйнштейна. «Скорость света не является кинематической константой со смыслом СТО и не является обычным вектором скорости»; «скорость электромагнитных излучений зависит от длины волны... от близости к небесным телам» и т.д. [2]. Константу «с» нельзя считать ФФП.

ГРАВИТАЦИОННАЯ ПОСТОЯННАЯ G не является всемирной, она «не действует» ни на Земле, ни, тем более, в космосе. Нет физических причины для тяготения массы к массе, а планеты и вся Солнечная система, подобно электрону и атому, формируют свои волновые оболочки — антигравитации [15]. Присутствие G в ФФП — ненужный памятник Ньютону.

ПЛАНКОВСКИЕ ЕДИНИЦЫ массы, длины и времени — это тоже памятник идеализму-идиотизму, «величайший абсурд, где-то превосходящий библейский вздор» [2]. Эти бессмысленные величины — математическая подгонка по размерности единиц, которым, по мнению физиков, должна подчиняться Природа. 10^{-8} кг — измеряемая величина, но это мнимая масса, а планковские длина и время настолько по порядку величин не измеряемые, что их фиктивность понятна любому здравомыслящему человеку.

Размер и частота электрона являются естественным пределом существования материи! В.И. Ленин 107 лет назад ещё не мог знать, а физика и сейчас не хочет знать, что «Электрон также «исчерпаем», как и атом»!

Можно удивляться, как на таком слабом фундаменте больше века непоколебимо стоит физика! Кому это выгодно? Вы думаете, что ведущие учёные евро-науки сами верят в эти планковские времена и длины? Не дураки же они! Но для того, чтобы сохранять эту псевдонаучную веру,

ность внутренней «стоячей» волны со средней ДУХ [6,11,13]. Масса первичастицы материи: $m_e = h\nu_e \cdot \epsilon_0 \mu_0$. Следовательно, m_e — это частота волны ν_e , которая непрерывно транслируется с коэффициентом передачи h от волнового движения среды с характеристикой $\epsilon_0 \mu_0$. Из этого же соотношения: $\nu_e = m_e / h \cdot \epsilon_0 \mu_0 = 1,236 \cdot 10^{20}$ с⁻¹.

Частота «рождает» массу! В Природе частота безразмерная: $1/2\pi$, а понятие «масса» настолько вошло в науку и практику, что массу электрона можно принять как ФФП. Её первородность подтверждается тем, что известная экспериментально масса протона, обоснована с точностью 0,007% как сумма масс массонов и бозонов в его структурных составляющих [10,11].

В качестве ФФП следует принять также размер первичастицы материи, которую, по привычке, называем электронам. Электрон формируется как сферическая волновая поверхность высокой частоты ν_e , выделенная вихревым движением в среде с низкой частотой, характеризуемой μ_0 .

РАЗМЕР ЭЛЕКТРОНА (массона), его радиус был рассчитан И.В. Дмитриевым по его спину. В среде ДУХ тоже значение получено по ослаблению силы его заряда на Комптоновской длине волны [7]:

$$R_e = 2\pi \lambda_k \cdot \epsilon_0^{1/2} = 4,536 \cdot 10^{-17} \text{ м.}$$

Длина волны λ_k (не принадлежит А.Х. Комптону) соответствует волновой оболочке электрона, находящейся с ним в непрерывном взаимодействии:

$$\lambda_k = h/m_e \cdot c = h \cdot (\epsilon_0 \mu_0)^{1/2} / m_e = 2,4263 \cdot 10^{-12} \text{ м,}$$

что, с несомненностью, свидетельствует о передаче волнового движения среды $\epsilon_0 \mu_0$, которое через постоянную Планка h создаёт массу электрона те.

МАГНИТНАЯ ПОСТОЯННАЯ — μ_0 — это важнейшая характеристика среды ДУХ, основа структуры мироздания! Вихревое движение среды, характеризуемое константой μ_0 , определяет фор-



ПОСТОЯННАЯ ПЛАНКА проявляется в физике «согласно выдвинутой Планком гипотезе $E = h\nu$, энергия кванта пропорциональна частоте» [16, стр. 374], h — это коэффициент пропорциональности. В Новой физике эта постоянная — определяющий первичный параметр связи материи и волновой среды. Это энергия, передаваемая средой ДУХ материальной частице за один цикл определённой частоты, аналог коэффициента полезного действия при переходе взаимодействия среды ДУХ к материальным частицам. Единичный цикл эквивалентен единице энергии.

СКОРОСТЬ СВЕТА «с» проявилась в физике случайно. В уравнениях Дж. Максвелла (1864) для согласования разных величин были введены два коэффициента — ϵ_0 и μ_0 . Он же, позднее (1867), обратил внимание, что их формально вычисленное соотношение в степени $1/2$ соответствует скорости света «в упругом эфире»: $c = 1/(\epsilon_0 \mu_0)^{1/2}$. Через 23 года О. Хэвисайд, затем А. Пуанкаре (1900) и Д. Томсон (1903) получали для среды «эфир» соотношение, ставшее известным как формула А. Эйнштейна (1905): $E = m \cdot c^2$. Значит,

профессора уже век «вторивают» её студентам!

Для укрепления фундамента Новой физики следует к ФФП добавить параметры первичастицы материи, а также постоянную тонкой структуры — α .

МАССА ЭЛЕКТРОНА $m_e = 9,109\,3897 \cdot 10^{-31}$ кг. Физика определяет массу как величину в кг, «равную массе международного прототипа килограмма — платинового цилиндра, хранящегося...». «Масса тела — физическая величина, являющаяся одной из основных характеристик материи, определяющая её инерциальные (инертная масса) и гравитационные (гравитационная масса) свойства»..., исследованиями было установлено, что эти «массы равны друг другу с точностью не меньше 10^{-12} их значения» [16]. Некая из масс сведена к «величине» некоего мезейного объекта. Смысла нет; парадокс на парадоксе!

В Новой физике масса массона (электрон^{+/+}) — это характеристика первичастицы материи, проявляющаяся как аналог сил инерции, результат непрерывного взаимодействия через повер-

мирование структуры микромира [7–11], а также Солнечной системы [14]. Вместе с электрической постоянной ϵ_0 , как характеристика квантов света и других электромагнитных волн, достигающих Земли, она доказывает единство структуры Вселенной. А кванты «фонового излучения» («реликтовые» от Б. взрыва в физике), которые формируют первичастицы материи в Солнце [5], доказывают материально-энергетический баланс в Галактике.

В физике μ_0 и ϵ_0 — бессмысленные коэффициенты. В уравнениях Максвелла магнитная постоянная (магнитная проницаемость вакуума) проявилась как коэффициент пропорциональности, связывающий по размерности индукцию магнитного поля — B и его напряжённость H : $B = \mu_0 \cdot H$, а абсолютная диэлектрическая проницаемость (электрическая постоянная) — ϵ_0 является коэффициентом пропорциональности в формуле, связывающей между собой «электрическое смещение» и «напряжённость электрического поля» [17]. Физический смысл понятий и коэффициентов μ_0 [Гн·м⁻²] и ϵ_0 [Ф·м⁻¹] не обсуждается:

Максвелл сказал, что «электромагнитное поле – особый вид материи». Физическое содержание констант прослеживается из закона Кулона. Размерность заряда Кулон: $Q = [M^{1/2}L^{3/2}T^{-1}]$, а сила тока $I = [M^{1/2}L^{3/2}T^{-2}]$. Тогда в системе СИ Генри/м $= [LMT^{-2}I^{-2}] = [LMT^{-2}(M^{-1}L^{-3}T^4)] = [L^{-2}T^2]$. Эту величину μ_0 трудно интерпретировать, а её обратное значение $1/\mu_0 \text{ м}^2/\text{с}^2$ – аналог скорости в квадрате. Размерность константы ϵ_0 определяется Фарадом – единицей электрической ёмкости: $\Phi = [L^{-2}M^{-1}T^4]$, а $\Phi/m = [L^{-3}M^{-1}T^4 \cdot ML^{-3}T^{-4}]$. Следовательно, ϵ_0 – безразмерна! Её обратная величина $1/\epsilon_0$ является коэффициентом, показывающим, сколько частоты, характеризуемой $1/\mu_0$, соответствует поверхности, характеризуемой L^2 .

Константа $1/\mu_0$ – это характеристика безмассовой среды ДУХ, – энергия единицы массы – электрона. Их взаимосвязь подтверждается соотношением:

$$R_e = 2\pi\epsilon_0 (\mu_0)^{1/2}/me.$$

Можно представить «внешний вид» этой «безмассовой энергии» как поверхность тора единичного радиуса с частотой колебаний электрона.

$$\mu_0 = 4\pi^2/v_e^2 R_e^2 \\ 1/\mu_0 = Re^2/v_e^2/4\pi^2 = 0,7957106.$$

Коэффициент $4\pi^2$ соответствует поверхности тора: $S = 4\pi^2 R$, где R – радиус «обода», r – радиус «баранки». О распространении квантов в виде торов говорил Н. Тесла. Эта форма – закономерный этап развития структурных образований волновой среды ДУХ: нейтрино – «штопор» (L^3v^{-1}), квант – тор (L^2v^{-2}), массон – сфера (L^3v^{-2}) [11]. Двухосное движение квантов способно в волновом поле звезды «свернуться» вначале в двухосную сферу (бозон, заряд +/-), затем – в трёхосный массон (заряд и спин) [4,5]. Волновое движение поверхности тора соответствует $c = 1/(\epsilon_0\mu_0)^{1/2}$, а «вращение» в перпендикулярном осе направлении характеризует длину волны. Это объясняет физические представления о поперечной электрической и осевой электромагнитной напряжённости полей.

Единство законов Природы «с участием» μ_0 проявилось при анализе структуры орбит в Солнечной системе [14]. Закон «Всемирной гравитации», как «неустойчивое допущение» по Шпенглеру, оказался непричастным к движению планет и других космических тел. Исключение гравитации масс из науки – это полный развал памятника Ньютону на Земле и звёздах. Этого сейчас никто не признает! Но общее понимание следовало ещё из гениальных до-ньютоновских законов И. Кеплера, полученных на основе обработки данных пяти известных тогда планет. Закону постоянства отношения кубов радиуса к квадрату периода планет в волновой среде удалось понять, как следствие Закона единства волновой энергии в Солнечной системе. «Отношение объёмов волновых сфер на орбитах планет к объёму Солнца пропорционально квадрату периода обращения планет». Внутренняя объёмная волна $[L^3]$ взаимодействует со средой ДУХ через волновую поверхность $[L^2]$ с частотой $v^2 [T^{-2}]$, что определяется основным природным взаимодействием $[L^3 T^{-2}]$. Расчёты, в относительных единицах, выявили постоянство соотношения [14]:

$$\left(\frac{R_{\text{орбиты}}}{R_{\text{Солнце}}}\right)^3 / \left(\frac{T_{\text{на орбите}}}{T_{\text{Земли}}}\right)^2 = (9909490 \pm 0,34\%) = K = \text{const.}$$

$1/K = 1,009134 \cdot 10^{-7} \approx \mu_0/4\pi$. Различие 0,9% при описании орбит всех планет абсолютно ничтожно. Следовательно, проявление μ_0 в относительных единицах – подтверждение её созидательной роли в пространстве Вселенной.

ПОСТОЯННАЯ ТОНКОЙ СТРУКТУРЫ $\alpha = 7,2973531 \cdot 10^{-3}$.

Константа α была введена в 1916 г. Зоммерфельдом при создании им теории тонкой структуры атома водорода. Она была определена как отношение скорости электрона на нижней борновской орбите к скорости света. Происхождение такой безразмерной константы осталось в физике непонятным. «С тех пор как это число было открыто, оно было загадкой. Всех искушённых физиков-теоретиков это число ставило в тупик и тем самым вызывало беспокойство, хотелось бы знать, откуда эта постоянная появилась: связана ли она с числом π , или, может, она связана с натуральными логарифмами. Никто не знает» (Р. Ф. Фейнман). Теоретик искал не физический смысл, а математический! Этой загадочной постоянной не нашлось места в современной теории атомов – знаменитых уравнениях Шредингера, и она уже не упоминается в современном вузовском учебнике физики [17]?

Постоянная тонкой структуры $1/\alpha$ – главная ФФП пространственной структуры микромира, объединяющая волновое движение среды и материальных структур от формирования нуклонов до орбит всех атомов.

Только при таком значении константы обеспечивается равенство частиц на поверхности и в объёме первичных материальных структур в волновой среде, как условие непрерывного обмена с ней. В первичном объёме первочастиц материи именно $3/\alpha$ и $3/2\alpha$ бозонов и масонов, соответственно, определяют их количество и массы сформированных ими пи-мезонов и мю-мезона, образующих структуры нуклонов [7,10,11]. Полученные расчётные точные значения масс всех частиц и других известных их свойств – доказательство их структур, а также полной импотенции физики XX века.

Только при таком значении $1/\alpha$ возможно формирование стоячей волны на орбитах атомов и, соответственно, – существование атомов! Длины окружности орбит у атомов первой группы элементов, рассчитанные по известным значениям их радиусов [17], соответствуют условиям стоячих волн: $^1_1\text{H} - 1 (\lambda K/\alpha) = 0,3325 \text{ нм}$, $^2_2\text{He} - 2 (\lambda K/\alpha)$, $^3_3\text{Li} - 3 (\lambda K/\alpha)$, $^{11}_{11}\text{Na} - 3,5 (\lambda K/\alpha)$, $^{19}_{19}\text{K} - 4,5 (\lambda K/\alpha)$, $^{37}_{37}\text{Rb} - 4,75 (\lambda K/\alpha)$, $^{55}_{55}\text{Cs} - 5 (\lambda K/\alpha)$. У всех других атомов орбиты также чётко квантованы в соответствии целым, полуцелым и четверть-целым соотношением $(\lambda K/\alpha)$ [8,9]. Получено обоснование размеров всех орбит всех атомов в таблице Д. И. Менделеева, обоснованы магнетизм и другие свойства, в то время, как шредингеровские «орбитали» не объясняют даже экранировку ядра, размеры и свойства даже самых простых атомов.

В волновом пространстве участие константы в формировании орбит легко объяснить её особенностью: $1/\alpha = 137,035989$. Для существования стоячей волны электрона, согласованной с волновой средой, на орбите должно укладываться целое число длин волн $137 \lambda_e$, а «ток» на орбите обеспечивается малым сдвигом этой волны: $0,035989$, что составляет $0,026\%$ от её длины.

Константа α вместе с μ_0 и h определяет заряд, как неотъемлемое свойство первочастицы, – силу, сформированную волновым движением на поверхности:

$$\alpha = \mu_0 \cdot c \cdot e^2/2h. Ze = e^2 = 2\alpha \cdot h (\mu_0/\epsilon_0)^{-1/2} = 2,563 \cdot 10^{-38} \text{ Дж}\cdot\text{м, Кулон}^2.$$

Физический смысл заряда понятен по его размерности: $[ML^3T^{-2}]$, что соответствует «энергия-расстояние» или «сила-поверхность». Электрон сферичен и «заряд» квадратичен (+/-). Постоянная тонкой структуры в этом выражении является коэффициентом передачи единичной частоты (одного витка) электрона единичному витку волновой среды ДУХ.

В физике «заряды» движутся сами как (+) и (-) частицы, ток – движение положительных зарядов, а заряд электрона (-) выражен через корень квадратный из массы и объёма!?

Осмысление физического смысла $1/\alpha$ в её связи с понятием массы, как характеристики первочастицы материи, убивает все теоретические сказки физики. Масса не равна энергии, она не зависит от скорости, массы не взаимодействуют в гравитации и т. д. Любое материальное тело, как сумма масс первочастиц, в принципе, не может двигаться со скоростью, близкой к световой. Это не позволяет $1/\alpha$! Для существования электрона допустимый сдвиг волны $0,035989$. При большем значении частота электрона не будет синхронизирована с окружающей средой. В соответствии с правилом 1% это означает ограничение возможной скорости примерно 100 км/с (сказки о разгоне электронов в ускорителях до $0,999$ скорости света объясняются тем, что физики путают массу и энергию). Поэтому полностью отменяются мечты о путешествиях во времени и пространстве, пришельцы из других миров и «освоение» других планет. На Марсе нам делать нечего, а до ближайшей звезды Проксимы $4,07 \cdot 10^{13} \text{ км}$ лететь придёт 12000 лет. Счастливого пути!

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПОСТОЯННАЯ $1/\epsilon_0$.
 $\epsilon_0^{1/2}$ в соотношении размера электрона выражает ослабление силы заряда на радиусе электронного «облака» – комптоновской длины волны. В единстве с магнитной постоянной $c^2 = 1/\epsilon_0\mu_0$ роль безразмерной ϵ_0 в торообразных квантах представляет «отсчёт» частоты волновой энергии μ_0 .

Рассмотрим соотношение: $E_e/a = hv/a = 1,12193 \cdot 10^{-11} \text{ Дж}$. Сравнение с $1/\epsilon_0 = 1,12941 \cdot 10^{11}$ показывает различие в численном значении на $0,67\%$, по порядку 10^{22} и в размерности. Но физический смысл этого соотношения с константой α очевиден: для передачи волновой энергии электрона среде необходимо $1/\alpha$ длин волн. Такую же роль выполняет и константа $1/\epsilon_0$, передавая безмассовую энергию μ_0 .

Таким образом, все ФФП в отдельности и в своей совокупности характеризуются параметрами волновой среды и только в ней они получают своё смысловое содержание. ФФП являются доказательством онтологической среды для формирования и «жизни» материи и доказательством бессмысленности современной матфизики.

О смысле в физике и познании Природы

Кто-то из великих писателей записал: «Когда вы с чувством полного удовлетворения закончили свой большой труд, вот тогда и надо начинать его с начала, потому что вы сами поняли то, что хотели сказать». Прочёл и понял, что познание смысла ФФП это шаг в отрицании науки «физика». Отменяя её идеализм и внося смысл в понимание структур микромира, мы приближаемся к Природе, но это совершенно недостаточно, для того чтобы жить в ней. На базе смыслов ФФП можно построить систему, которая станет только следующим приближением. Отсутствие в Природе понятий массы, протяжённости – L и длительности – T потребует их отмены, а знаний, на что их менять, пока нет. Трудно заменить массу частотой, отменить время, а линейную протяжённость заменить волновыми объёмами. К естествопониманию наука не готова.

Физика при зарождении получила имя – «Природа» (греч. *tà physiká*, от *phýsis* – природа)! Чтобы стать таковой, она должна объединить знания не только механики движения тел, но и основы экологии, биологии и ещё десятков наук. Наш разум не готов к этому. С первобытных времён, когда люди научились считать объекты по пальцам, и с тех пор, когда Пифагор вёл счёт в науку, мы не можем мыслить без разделения, счёта и сложения. «Математика (греч. *mathēmatiké* от *máthēma* – наука) – наука, изучающая пространственные формы и количественные отношения». Для начала это были длины, площади, объёмы, торговля, далее мореходство, астрономия, архитектура, а далее, – везде! Наш анализ в восприятии мира строится на подсчёте каких-то параметров. Но Вселенная вечна и бесконечна (вопреки, физике и астрономии). У неё нет нуля = начала, а её бесконечность – это не ∞ , не лента Мёбиуса и не самозамкнутость в многомерных пространствах, а это реальное отсутствие любых границ, кроме «размытых», волновых.

В этом безграничном пространстве Вселенной абсолютно несчётную долю объёма (менее 10^{-27} кг/м^3) занимают материальные объекты – выделенные волнами антигравитации галактики и звёзды. Их движение и движение всех частиц материи порождают электромагнитные волны – единый фон Вселенной. В этом волновом движении при определённых условиях формируются звёзды и планеты. На них, в очень редких условиях, может проявиться жизнь, как саморазвивающиеся вопреки энтропии системы. Ещё многократно реже развитие живых систем может привести к появлению Разума, представляющего напрямую связь материи мозга с волновой средой, использующей её для самоопределения себя в среде. Зарождение и развитие Разума – высшая форма существования материи, неисчислимо редкий случай, случившийся на планете Земля. РАЗУМ на планете должен быть сохранён!

Заключительные размышления

Познание Вселенной, все исследования космоса, звёзд и галактик – не нужная человечеству псевдонаучная блажь! «Нельзя объять необъятное», – многократно повторял К. Прутков. Следует познать законы Природы на Земле, для Земли и только после их познания, строить законы человеческого общества. Наука и общество подменили познание сказочными теориями и желаниями. Целый век во спасение человечества

потерял. Теперь, когда уже горит дом, поздно разбираться в ошибках проектантов и строителей. Когда в перегретой биосфере уже бушует социально-экономико-политический пожар, могут спасти только некоторые экосистемы. В Природе и в мире все системы от электронов и атомов до планет и галактик существуют за счёт выделения границами раздела и защитой волновой средой антигравитации. В мировом котле смогут выжить только экосистемные страны, если они выделят себя волновыми границами и Железным занавесом от евро-долларовой чумы...

Мы плод биосферы планеты. Она будет существовать и без нас. А мы, подменив познание смыслов символами математики, а жизнь – желаниями, сами превратились для неё в отрицательную величину. Что будет после «заката Европы», к которому ускорено рвётся человечество, возмнившее себя сверхразумным и сверхмощным? Сможет ли Россия вспомнить свою Великую историю побед и вырваться из этого всемирного пожара, стать Новым ковчегом человечества? Как хотелось бы...

P.S. Не могу не отреагировать! Одновременно с написанием последних строк, среди огромного вала информации о разрастании Мировой войны, мировых конференциях и аудиенциях, включая обсуждение «заката Европы» главами католической и православной церковью, вдруг своё слово сказала и наука! Объявлено о выдающемся достижении американских учёных, которым помогли учёные ещё множества стран, включая Россию. «Гравитационные волны Эйнштейна существуют!!! Это подтвердила группа международных ученых из обсерватории LIGO. После 40 лет безуспешных попыток физикам удалось записать звук столкновения двух черных дыр, которые находятся на расстоянии миллиарда световых лет от Земли. Об историческом открытии объявили в Национальном научном фонде США в Вашингтоне. Ученые говорят, что с ними впервые разговаривала Вселенная. «Думаю, мы открываем окно во Вселенную, окно в гравитационно-волновую астрономию», – заявил исполнительный директор LIGO Дэвид Райцо. Чем больше таких детекторов установят на поверхности Земли, тем больше удастся услышать, говорят ученые, которые верят, что приблизились к раскрытию загадки Большого взрыва». – Не буду обсуждать физику. Открыть под знаменем Эйнштейна волны от «чёрных дыр»- события миллиард лет назад, и отрицать волновые структуры планеты и Солнечной системы – мировое достижение!!! Отмечу огромный 40 летний труд тысяч учёных, которые в абсолютно недостижимых даях искали доказательства глупейшей идеи о рождении Вселенной в Большом взрыве. За это же время наука «не заметила» биосферного кризиса, придумала «парниковый эффект», и в борьбе с ним, в нарушение главных экологических законов о существовании систем живого, убивала биосферу планеты. Этот «писк» Вселенной – очередной блеф отнесительности науки от реалий жизни явно достоин Нобелевской премии. Голосую – ЗА!

Литература. 1. Вернадский В. И. Биосфера и ноосфера//М.: Рольф. 2002. 576 с. 2. Закачкиков А. И. Живая материя. Фундаментальная физика с литературными вставками.- М.: РОХОС, Серия «Relata Refero». 2005. – 288 с. 3. Поляков В. И. Экзамен на «Homo sapiens» (От экологии и макроэкологии... к МИРУ)/Саранск. Изд-во Мордовского гос. университета. – 2004 г. – 496 с. 4. Поляков В. И. ДУХ МИРА вместо хаоса и вакуума (Физическая структура Вселенной)/«Современные научные технологии».- № 4.- 2004.- С. 17–20. 5. Поляков В. И. Рождение материи/«Фундаментальные исследования» № 12.- 2007.- С. 46–58. 6. Поляков В. И. Экзамен на «Homo sapiens» – II». От концепций естествознания XX века – к естествопониманию/ИД «Академия естествознания».- 2008–596 с. 7. Поляков В. И. Основы естествопонимания структуры нуклонов, ядер, стабильности и радиоактивности атомов./«Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека»: IV Межд. Конф., Томск, 5–7 июня 2013. – Томск, с. 419–423. 8. Поляков В. И. Структуры атомов – орбитально-волновая модель/Успехи современного естествознания № 3. 2014. С. 108–113. 9. Поляков В. И. Про атом. Системность формирования структуры и свойства «Атомная стратегия» № 90, стр. 2–36, Май 2014, Proatom.Ru. 28/05/2014. 10. Поляков В. И. Формирование структуры ядер атомов и причины радиоактивного распада «Атомная стратегия» № 94, сент. 2014, стр. 20–23. 11. Системность структуры мироздания и физические параметры микромира (некоторые основы Новой физики) «Атомная стратегия» № 97, декабрь 2014, стр. 23–28. 12. Экология, энергетика, политика и... Разум «Атомная стратегия» № 103, июнь 2015, стр. 3–6. 13. О природе сил, действующих на физических полях «Атомная стратегия» № 105, август 2015, стр. 3–7. 14. Солнечный атом мироздания. Часть 1. Анти-гравитация/proatom.ru/28/12/2015. «Атомная стратегия» № 111, февраль 2016. 15. Реймерс Н. Ф. Экология. Теория, законы, правила, принципы и гипотезы//М.: «Россия молодая». 1994. 366 с. 16. Трофимова Т. И. Курс физики: учебное пособие для вузов//17-е изд. - М.: «Академия». –2008.- 560 с. 17. Физические величины: Справочник//А. П. Бабичев, Н. А. Бабушкина, А. М. Братковский и др.; Под ред. И. С. Григорьевой, Е. З. Мелихова. - М.: Энергоатомиздат, 1991. – 1232 с. 18. Шпенглер О. Закат Европы//Новосибирск: ВО «Наука». Сибирская издательская фирма. 1993. –592 с.

Александр
Просви́рнов

Тренды и тенденции технологической революции

Как-то незаметно технический прогресс подошел к точке возможного исчезновения человечества, как биологического вида. Пройдет несколько десятков лет и человек уже не сможет определить по тесту Тьюринга «человек перед вами или биоробот».

Известный футуролог, технический директор Google Рэй Курцвел прогнозирует по годам следующие события:

2019 г. — провода из любой сферы уйдут (имеется ввиду, наверно, все-таки, управляющие системы, а не силовые);

2020 г. — искусственный интеллект сравняется по мощности с людьми;

2025 г. — повсеместное использование гаджетов-имплантов;

2030 г. — за счет нано технологий удешевление производства всех продуктов;

2031 г. — печать человеческих органов на 3D принтерах во всех больницах;

2042 г. — бессмертие (первая реализация);

2044 г. — искусственный интеллект станет в 1 млрд раз более разумным;

2045 г. — планета Земля — один гигантский компьютер — технологическая сингулярность Земли;

2099 г. — технологическая сингулярность вселенной.

В эссе 2001 года «Закон ускоряющейся отдачи» Рэй Курцвел предположил, что Закон Мура (Гордон Мур — один из основателей Intel) удвоения количества транзисторов, размещаемых на кристалле интегральной схемы, каждые 24 месяца можно расширить на многие другие технологии. На основании своей гипотезы он предположил, что к 2045 году наступит технологическая сингулярность Винджа¹. Сам Вернор Виндж считает, что технологическая сингулярность может наступить уже около 2030 года.

Тем, что без гаджета уже и жизнь не «красна», никого не удивит, кажется эта «зараза» уже вошла во все ниши нашей жизни. Однако в других сферах нашего бытия не все так гладко. Легко рассуждать о технологической сингулярности Винджа, находясь в Силиконовой долине. Но как донести эти рассуждения до человека, пашущего деревянной сохой где-нибудь в Африке?

Интересно проследить, как мы «докатались до такой жизни» в развитии промышленности на базе теории технологических укладов, описанных в работе [1] под редакцией Сергея Глазьева. Всего их шесть, и каждый уклад характеризуется ключевыми технологиями.

Первый технологический уклад (1770–1830 гг) характеризуется применением прядильных машин в текстильной промышленности, механизацией труда, созданием поточного производства. Страны-лидеры: Великобритания, Франция, Бельгия [1].

Второй технологический уклад (1830–1880 гг): паровая машина, паровое судоходство, угледобыча, железные дороги. Страны-лидеры: Великобритания, Франция, Бельгия, Германия, США [1].

Третий технологический уклад (1880–1930 гг): неорганическая химия (конвертер, динамит), чёрная металлургия, железные дороги — гипотетический момент, по прошествии которого, технический прогресс станет настолько быстрым и сложным, что окажется недоступным пониманию, предположительно следующий после создания искусственного интеллекта и самовоспроизводящихся машин, интеграции человека с вычислительными машинами, либо значительного скачкообразного увеличения возможностей человеческого мозга за счёт биотехнологий



Рис. 1 Человеко-подобный робот Atlas фирмы Boston Dynamics (http://iit.csu.ru/news/it/google_s_newest_atlas_robot_2016/)

ги, кораблестроение, производство взрывчатых веществ. Страны-лидеры: Германия, США, Великобритания, Франция, Бельгия, Швейцария, Нидерланды [1].

Четвёртый технологический уклад (1930–1970 гг): двигатель внутреннего сгорания, конвейерное производство, проводная телефонная связь, автомобилестроение, самолётостроение, нефтехимия. Страны-лидеры: США, Западная Европа, СССР [1].

Пятый технологический уклад (1970–2010 гг): микроэлектроника, информатика, биотехнологии, геновая инженерия, новые виды энергии и материалы, освоение космического пространства, спутниковая связь, робототехника и т. д.

Шестой технологический уклад (2010 г-н. в.): нанoeлектроника, молекулярная и нанофотоника, наноматериалы и наноструктурированные покрытия, наносистемная техника, биотехнологии, нанобиотехнологии, информационные технологии, когнитивные науки, социогуманитарные технологии, конвергенция нано, био, инфо и когнитивных технологий (так называемая НБИКС-конвергенция (NBIC)) [1]

Ключевой фактор (прогноз Глазьева): нанотехнологии, клеточные технологии. Преимущество технологического уклада, по сравнению с предыдущим, по прогнозу будет состоять в резком снижении энергоёмкости и материалоемкости производства, в конструировании материалов и организмов с заранее заданными свойствами. [1]

Ожидается, что нанотехнологии произведут такую же революцию в манипулировании материей, какую произвели компьютеры в манипулировании информацией. [1]

Популярность нанотехнологиям придал американский ученый Эрик Дрекслер, работавший в лаборатории искусственного интеллекта Масачусетского технологического института и написавший в 1986 г. книгу «Машины созидания» («Engines of Creation»), в которой выдвинул концепцию универсальных молекулярных роботов, работающих по заданной программе и собираю-

щих что угодно (в том числе и себе подобных) из подручных молекул. Он довольно точно предсказал немало последовавших достижений нанотехнологий, и, начиная с 1989 г., его прогнозы сбываются. В 1997 г. Эрик Дрекслер объявил, что к 2020 г. станет возможной промышленная сборка наноустройств из отдельных атомов [1]

И что же нам принесет шестой технологический уклад?

Механический перенос закона Мура в вычислительной технике на другие отрасли промышленности вряд ли конструктивен. Отрасль энергетики, например, гораздо консервативнее, и здесь нужен качественный переход на новые источники энергии (аналог перехода на интегральные микросхемы, после которого и начался бум цифровой техники). Однако именно бум цифровой техники и сыграет роль трамплина, с которого и произойдет качественный скачок в промышленности и энергетике.

Основной базой современной технологической революции будет переход на роботизированное производство с элементами искусственного интеллекта, когда роль человека, как единицы физической силы будет сведена к минимуму со значением около 0. Современные человекоподобные роботы, например, робот Atlas фирмы Boston Dynamics (см. рис. 1) уже в состоянии самостоятельно передвигаться по пересеченной местности и делать еще массу полезных вещей. Еще в 2013 году его интеллект оценивался на уровне годовалого ребенка, а спустя 3 года можно видеть явный прогресс. На ролике компании видно, как он самостоятельно покидает штаб-квартиру Boston Dynamics, пройдя по коридору здания и открыв дверь для выхода из него, а затем Atlas странствует уже по реальному бездорожью. При внешнем воздействии робот падает, но самостоятельно поднимается и продолжает задание по подъему коробок. (http://iit.csu.ru/news/it/google_s_newest_atlas_robot_2016/)

«В середине августа 2010 ученые из университета Ридинга сообщили о создании робота, управляемого биологическим мозгом. Его мозг

сформирован из искусственно выращенных нейронов, которые размещаются на мультиэлектродном массиве. Этот массив представляет собой лабораторную ковзету приблизительно с 60 электродами, которые получают электрические сигналы, генерируемые клетками. Затем они используются для инициации движения робота. Подобные опыты прошли и в Аризонском университете. Там Чарльз Хиггинс сообщил о создании робота, управляемого мозгом и глазами бабочки. Ему удалось подсоединить электроды к зрительным нейронам мозга бабочки-бражника, подключить их к роботу, и он реагировал на то, что видела бабочка. Когда к ней что-то приближалось, робот уходил в сторону. На основании достигнутых успехов Хиггинс предположил, что через 10–15 лет реальностью станут «гибридные» компьютеры, использующие сочетание технологии и живой органической материи. И конечно это один из возможных путей к интеллектуальному бессмертию.» (http://tanuna.at.ua/blog/top_10_otkrytij_pervogo_desjatiletija_xxi_veka/2012-09-26-161)

На рынке появились компьютеры, которые умеют творить. Они обладают искусственными сервисами и нейронными сетями. Ярким примером могут служить сервисы Project Oxford. (<https://habrahabr.ru/company/microsoft/blog/263635/>)

До недавнего времени только чемпион мира по игре Го не проигрывал программе, однако пришло сообщение, что компьютер на нейронных сетях все-таки выиграл у человека. Искусственный интеллект уже не такое далекое будущее, как казалось недавно.

Не будем останавливаться на социальных проблемах роботизации, которые скажутся в колоссальной безработице, социальных взрывах, движении «неолудитов» и т. д. Ни одна система образования не будет в силах переучить то количество рабочих масс, выброшенных этой революцией за ворота предприятий. Образование ведет себя гораздо консервативнее, чем технологический прогресс. Да и не понадобится такое количество людей для новых профессий. Так что эпоха социальных взрывов еще впереди.

Существующая энергетика выглядит более архаично, чем промышленность, например, автомобильная, которая сейчас наиболее роботизирована. Производство энергии и ее распределение до потребителя до сих пор требуют привлечения значительных человеческих ресурсов, но здесь есть существенные запасы по уменьшению численности занятых за счет смены самой парадигмы производства энергии и ее потребления. [2]

Изменится технология производства энергии, которая позволит на два порядка уменьшить количество обслуживающего персонала, более того, основными источниками энергии будут необслуживаемые установки, заменяемые при отказе на новые или отремонтированные. [8] Источник энергии будет приближен к потребителю, что уменьшит систему распределения энергии и издержки на ее эксплуатацию. В употребление войдут индивидуальные (на одно домовладение, здание) системы аккумуляции электроэнергии, объединенные в SMART сети.

Половина всех введенных мощностей в мире в 2015 году пришлось на возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Когда многие эксперты кричали, что ВИЭ не может конкурировать с другими видами энергии, мировой рынок почему-то проголосовал за ВИЭ. Посмотрим, что покажет 2016 год. Может быть, доля ВИЭ еще более возрастет?

Что касается ядерного ренессанса, то он возможен только при качественном скачке, смене научно-технического принципа, при прорыве в способах и источниках генерации энергии. По данным аналитика Криса Недлера², «среднее время строительства 34 реакторов в мире от 2003 года к настоящему моменту составляет 9,4 года. Система издержек производства за последнее десятилетие выросла с \$1 тыс. до \$7 тыс. за проектный кВт». Это находится в соответствии с «законом Гроша», согласно которому, «если техническая система совершенствуется на базе неизменного научно-технического принципа, то с достижением некоторого уровня ее развития стоимость новых ее моделей растет как квадрат ее эффективности.» [1] Это мы видим как раз на примере новых проектов АЭС, издержки капложений которых растут нелинейно. К этому надо прибавить издержки на вывод из эксплуатации, примерно равные капложениям, а также расходы на хранение и утилизацию отработанного ядерного топлива и радиоактивных отходов. Существующие АЭС становятся неконкурентоспособными и из-за критически низких цен на газ и нефть. Иными словами, нельзя без смены научно-технического принципа «примочками» и «нашлепками» на старый проект создать конкурентно способные новые энергоблоки АЭС.

Совокупность выше указанных факторов толкают на поиск новых источников и генераторов энергии. Возможно, таким источником в шестом технологическом укладе и станут установки на базе низко- энергетических ядерных реакций (НЭЯР), однако не стоит их ожидать завтра. С момента открытия реакции деления ядра Урана в 1939 году прошло 15 лет до пуска демонстрационной АЭС в г. Обнинск, а реально АЭС в энергетику пришли гораздо позже. Вопрос только в приоритете. Кто первый вложится, тот и получит конкурентные преимущества на глобальном рынке. Глобализация ускоряет все процессы, и возможно, нам придется ждать не 15 лет, а гораздо меньше. «В течение следующих 15 лет, и особенно, если молодежь будет вовлечена, я ожидаю, что в мире будет обнаружен прорыв экологически чистой энергии, который спасет нашу планету и управление нашим миром», — это уже пророчество Била Гейтса.

В своем стремлении всунуть термин «нано» во все технологии шестого уклада С. Глазьев не упомянул аддитивные технологии [6], [7], которые также основаны на технологиях использования нанопорошка, как источника всех материалов производимой продукции.

Здесь прямая зависимость от революции в цифровых технологиях, поэтому вполне возможно, что закон Мура применим, и мы видим стремительное расширение зон применения 3-D принтеров, от области строительства до промышленности и медицины (трансплантации напечатанных органов). Эта технология наилучшим образом



Рис. 2 Прототип пилотируемого человеком квадрокоптера китайской фирмы Ebang (http://www.motoneus.ru/2016/01/07/Ebang_pervyy_kvadrokopter_dlya_poletov_cheloveka)

отвечает требованиям роботизированного производства. С ее помощью можно будет приблизиться к совершенному природному процессу зарождения и роста живого существа. Не нужны будут токари, слесари, металлурги и т.д. Роль человека будет в создании проекта детали, устройства, готового изделия, а уж создание изделия из порошков возьмет на себя 3-D принтер. Наверно, уже нельзя найти те отрасли, где 3-D принтер неприменим. Можно предположить, что наибольшую угрозу в будущей безработице сыграют именно 3-D принтеры, так как переучить рабочих на программистов быстро не получится. [6], [7]

Уже сейчас проглядываются контуры использования 3D принтеров в медицине. Военные хотели бы испытывать свои «штучки» не на живых людях, а на отдельных органах. Кроме этого они очень заинтересованы и в лечебных целях. «Например, бойцу демократии отрывает руку, а до госпиталя ползти сутки. Хорошо бы закрыть дыру, снять боль, дать ему возможность

большого доставить часто намного проще, чем крупный орган. Но это ещё пока мечты, хотя нужные роботы существуют.» (<https://habrahabr.ru/company/invitro/blog/194064/>)

Транспорт

Коллапс автомобильного транспорта в городах приведет к созданию новых видов транспорта и переходу в третье измерение (воздушный бассейн). Экспоненциальное развитие квадрокоптеров (см. рис. 2) приведет рано или поздно к созданию подобных или на другом принципе устройств для передвижения людей и грузов по воздуху.

Фирма «Террафуга», например, объявила, что уже в 2018 году создаст летающий автомобиль. Единственное, что должен сделать водитель, запустить свой компьютер управления и указать адрес перед взлетом. Цель проекта заключается в создании автомобиля, доставляющего по воздуху от двери к двери, и чтобы

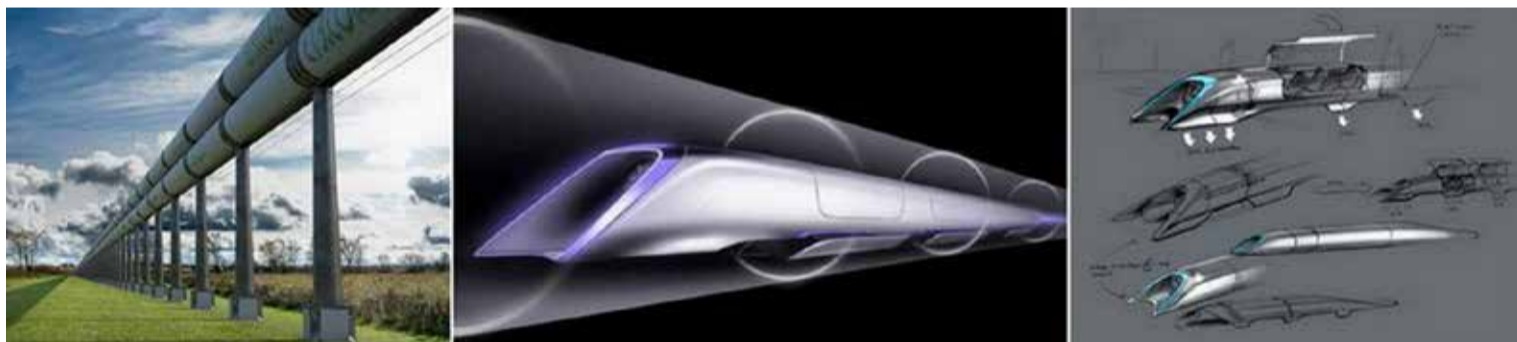


Рис. 3 Трубный транспорт Илона Маска «проект Гиперпетля» [5]

стрелять ещё 5 часов, а затем на своих двоих прийти к медсестре. В теории возможны либо роботы, которые соберут всё это по месту, либо заплатки из человеческих тканей, которые уже сейчас всерьез думают ставить на ожоги. Второй клиент — фармацевтика. Там лекарства испытываются по 15 лет до выхода на рынок. Как шутят американцы, проще убить коллегу, чем мышку. На мышку надо собрать кучу документов в руку толщиной. Сертифицированные мышки получают в результате очень дорогие. Да и результаты по зверьку отличаются от человеческих. Существующие модели испытаний на плоских клеточных моделях и на животных не достаточно релевантны. Примерно 7% новых лекарственных формул в мире не доходят до клинических испытаний из-за нефротоксичности, выявленной на стадии преклинических испытаний. Из тех, что дошли, около трети имеют проблемы с токсичностью. Именно поэтому, кстати, одна из первых задач — проверка функциональности нефронов, сделанных в лаборатории. Ткани и органы с принтера будут существенно ускорять разработку лекарств, а это огромные деньги. Третий клиент — госпитали. Рынок трансплантации почек в США, например — 25 миллиардов долларов. Сначала предполагается просто продавать 3D-принтеры в больницы, чтобы пациент мог получить что нужно. Следующий (теоретический) шаг — создание комплексов для печати органов прямо внутри пациента. Дело в том, что миниатюрную печатающую головку внутрь

транспортное средство могло быть припарковано в гараже, как обычная машина.

Основную роль здесь сыграют дешевые источники энергии на базе LENR технологий. Доступность подобных источников преобразуют и воздухоплавательный парк. Снова будут в почете безопасные гибридные дирижабли.

Проект Илона Маска «Гиперпетля» по перевозке на сверхзвуковых скоростях (см. Рис. 3) может в корне изменить отрасль перевозок, как грузовых, так и пассажирских [5].

Проблемы научного познания.

В ближайшее время произойдет переоценка знаний о Земле. Скорее всего главенствующие концепции железного ядра Земли, органической природы зарождения нефти и газа, постоянства размеров Земли уступят место новым концепциям, основанным на парадигме постепенного роста материального состава Земли за счет низко- энергетических ядерных реакций. Количество специалистов, которые приветствуют концепцию постоянно расширяющейся Земли (см. рис. 4) постоянно растет. Главным препятствием для понимания этого явления было отсутствие материального источника для роста Земли в диаметре. Концепция ядра Земли из протоматерии [9] (по сути нейтронного ядра) и постоянного производства элементов от низших до высших

на периферии ядра позволяет определить этот источник материи для постоянного расширения Земли. Есть два фактора, подтверждающих эту гипотезу: постоянная дегазация водорода и выделяемое в недрах Земли тепло, которое нельзя объяснить существующей на сегодня концепцией естественного распада радиоактивных элементов.

В Российской академии наук прошло заседание научного совета [3]. С докладом выступил д.г.-м.н. Владимир Полеванов. Основной посыл доклада — из Земли происходит постоянная дегазация водорода, который является источником для образования месторождений газа и нефти. Выступивший в прениях директор Института ядерных исследований Безруков Леонид Борисович рассказал об исследованиях нейтрино Земли, которые подтверждают теорию постоянной дегазации водорода из Земли. Самое интересное, что работа была инициирована с целью опровергнуть факт водородной дегазации, однако получилось наоборот.

Данные проекта ARGO (многолетние замеры температурных полей океанов) показывают, что вода океанов нагревается всей массой от Земли мощностью примерно 400 ТВт. Объяснить это естественным распадом радиоактивных элементов не представляется возможным.

Оценка гигантских запасов аравийской нефти дает только 7% на концепцию органического происхождения этой нефти. 93% этих запасов объяснить органическим происхождением невозможно. Число специалистов, склоняющихся к концепции неорганического происхождения газа и нефти, все время растет.

Многие существующие физические теории, скорее всего, тихо умрут, уступив место теориям, основанным на «эфире». Забытый «эфир», в который верили авторы используемых сейчас теорий (Максвелл, Менделеев, да и сам Эйнштейн) снова завоеует умы исследователей. Сейчас, конечно, в этом вопросе полный разброд и шатания. Каждый автор считает свой подход единственно правильным и отвергает разработки других. Но рано или поздно выкристаллизуется единая теория.

Какие страны ближе к шестому технологическому укладу? Скорее всего, это страны с высоким ресурсным потенциалом и при этом с высоким валовым внутренним продуктом (ВВП) на душу

населения. Именно наивысшую производительность труда позволяют достичь факторы шестого технологического уклада. Пока мы на тринадцатом месте по этому показателю в двадцатке крупнейших экономик мира.

Список из двадцати крупнейших экономик мира по версии ЦРУ выглядит следующим образом (см. таблицу 1) (<http://aftershock.news/?q=node/376563>). Чтобы не выпасть из двадцатки необходимо переводить промышленность страны на рельсы шестого технологического уклада. Другого не дано.

Кто же воспользуется плодами шестого технологического уклада? Отнюдь не европейцы. «В 1960 году люди европейского происхождения составляли четверть мирового населения; в 2000 году — уже одну шестую; в 2010 — одну восьмую; к 2050 году они будут составлять всего лишь одну двадцатую! Такова печальная статистика исчезающей расы. И распространение этой статистики среди широкой публики ведет к паническим настроениям в Европе. В 2000 году население Европы, от Исландии до России, составляло 728 миллионов человек. При сохранении текущего уровня рождаемости, без учета иммиграции, количество населения к 2050 году сократится до 600 миллионов человек. Таков прогноз Демографического отдела ООН, изложенный в докладе «Перспективы мирового населения: ситуация 2000 года» от 28 февраля 2001 г. Согласно другому исследованию, население Европы за тот же период времени сократится до 556 миллионов

² Крис Недлер — калифорнийский аналитик в области энергетики, корреспондент CBS News, футурист в области энергетики, появлялся в таких СМИ, как BBC TV, Fox Business, CNN national radio, Australian Broadcasting Corp., CBS radio and France, автор книг — «Инвестиции в возобновляемую энергию» (Investing in renewable energy) и «Извлечение выгоды из пика экономики» (Profit from the Peak).



Таблица 1 Двадцатка стран с наибольшим ВВП (<http://aftershock.news/?q=node/376563>)

№	Страна	ВВП по ППС, млрд.\$			Год к году, %	Население, млн. чел.	ВВП по ППС на душу, \$
		2015	2014	2013			
1	Китай	19 510	18 270	17 020	7,1	1 367,5	14 267
2	Соединенные Штаты	17 970	17 520	17 100	2,5	321,4	55 912
3	Индия	8 027	7 484	6 976	7,3	1 251,7	6 413
4	Япония	4 658	4 631	4 613	0,5	126,9	36 706
5	Германия	3 842	3 785	3 726	1,5	80,9	47 491
6	Россия	3 471	3 612	3 590	-1,7	146,3	23 725
7	Бразилия	3 166	3 265	3 260	-1,5	204,3	15 497
8	Индонезия	2 839	2 712	2 582	4,9	260,0	10 919
9	Великобритания	2 660	2 594	2 524	2,7	64,1	41 498
10	Франция	2 647	2 617	2 612	0,7	66,6	39 745
11	Мексика	2 220	2 170	2 124	2,2	121,7	18 242
12	Италия	2 174	2 156	2 166	0,2	61,9	35 121
13	Южная Корея	1 849	1 801	1 744	3,0	49,1	37 658
14	Саудовская Аравия	1 681	1 625	1 571	3,4	27,8	60 468
15	Испания	1 636	1 588	1 566	2,2	48,1	34 012
16	Канада	1 628	1 612	1 573	1,7	35,1	46 382
17	Турция	1 576	1 530	1 486	3,0	79,4	19 849
18	Австралия	1 489	1 454	1 560	-2,3	22,8	65 307
19	Иран	1 382	1 370	1 313	2,6	81,8	16 895
20	Тайвань	1 114	1 089	1 050	3,0	23,4	47 607
ЕС из ТОП-20		12 959	12 740	12 594	1,4	321,6	40 295
БРИК		34 174	32 631	30 846	5,3	2 969,8	11 507
АТР из ТОП-20		27 965	27 387	26 970	1,8	627,9	44 537

Таблица 1 Двадцатка стран с наибольшим ВВП (<http://aftershock.news/?q=node/376563>)

человек. В последний раз столь значительное сокращение европейского населения наблюдалось во время Черной Смерти – эпидемии чумы в 1347–1352 гг. » [4]

Современные европейские руководители видят решение этой проблемы в иммиграции, однако опыт Франции показывает, что ассимиляции практически не происходит, а иммигранты живут своими анклавами и пытаются навязать свой образ жизни, отличный от европейского.

Заключение

Нефть и газ никогда не закончатся, если потреблять не больше, чем постоянно производит Земля. Но век энергетики, основанной на органическом топливе, заканчивается. На смену придут ВИЭ, где, возможно, определяющую роль сыграют установки НЭЯР, которые будут ключевым элементом шестого технологического уклада.

Ближайшее будущее покажет, можно ли применять Закон Мура в промышленности? Будем ли мы удваивать технологические новинки в промышленности каждые 24 месяца?

Основой шестого технологического уклада является образование, основанное на научных школах, выпестованных десятилетиями. Создать подобные научные школы на пустом месте зано не получится, значит уже сейчас необходимо организовать преемственность знаний от стареющего поколения молодым.

Любые прогнозы описывают только возможности технологии и не гарантируют повсеместного использования достижений техники на благо всех. Расслоение общества будет происходить до фантастических уровней. Рядом с дворцом, управляемым искусственным интеллектом, могут находиться обыкновенные бараки, обитатели которых в один день вдруг захотят поднять владельца дворца «на вилы» или угостить «коктейлем Молотова». Вся история человечества показывает, что любая цивилизация начинает деградировать

численно (рождаемость обратно пропорциональна уровню образования) и рано или поздно, гибнет под натиском «варваров», превосходящих ее численно. Если наша цивилизация захочет компенсировать это численное неравенство за счет биороботов, то будет еще хуже.

Главная опасность состоит в создании на биологической основе искусственного интеллекта, сравнимого с человеческим. Рано или поздно, технологическая революция приведет к созданию неотличимых от людей биороботов. Состязаться с ними у человека не будет возможности, стало быть, его закат неизбежен. Слава богу, нам не придется уже жить в эту «пору прекрасную», но обидно за внуков и правнуков. Вся надежда только на дух «варварства» человечества, и может быть, в будущем возникнет движение за жизнь в гармонии с природой без засилья машин. Может быть, у человечества хватит разума остановить технологическую революцию в разумных пределах без угрозы исчезновения человека, как вида.

Литература. 1. «Нанотехнологии как ключевой фактор нового технологического уклада в экономике», Под редакцией академика РАН С.Ю. Глазьева и профессора В.В. Харитоновой, МОНОГРАФИЯ, Москва, 2009. <http://www.glazev.ru/upload/iblock/b12/b12e5e876427fd9c3cac3aace1e53079.pdf> 2. Александр Просвиринов, «Гигантомания — нет, нет, нет! Распределенной энергетике — да, да, да!», 12/2015, «Атомная стратегия», <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=6461> 3. «Водородная «бомба» под ногами и под нефтяной экономикой», заседание Научного Совета Российской Академии Наук, <https://www.youtube.com/watch?v=Rw3HmV4zO6E> 4. Патрик Бьюкенен, «Смерть Запада», http://modernlib.ru/books/byukenen_patrik_smert_zapada/read 5. Александр Просвиринов, «Железный человек» Элон Маск — Генри Форд 21 века», 10/07/2015, «Атомная стратегия», <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=6117> 6. А.А. Просвиринов, «Наступление 3D принтеров неотвратимо», «Атомная стратегия», 09/2014, стр. 18–19, <http://www.proatom.ru/files/as94.pdf> 7. А.А. Просвиринов, «Новая технологическая революция пронесется мимо нас», «Атомная стратегия», 11/12/2012, <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4189> 8. Александр Просвиринов, «Как мы прожигаем наше национальное достояние», 11/03/2014, «Атомная стратегия», <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5136> 9. Белозеров И.М. «Природа глазами физика», монография, Томск, 2008 г., <http://lenr.seplm.ru/articles/belozerov-im-zemlya-glazami-fizika>



Н.Н. Григорьев,
проф. кафедры «Технических средств навигации»
ГУ морского и речного флота
им. адм. С.О. Макарова;

В современном мире термин «человеческий фактор» воспринимается как нечто негативное, то, что несет угрозу. Процент аварийности по причине человеческого фактора внедряет в сознание пагубность его влияния на жизнь человека.

Но именно благодаря человеческому фактору возможен прогресс. Прогресс в области технологий позволяет принимать более эффективные управленческие решения в тех отраслях, где интенсивность процессов существенно возросла. Более того, как заметил британский ученый Альфред Норт Уайтхед: «Цивилизация движется вперед путем увеличения числа операций, которые мы можем осуществлять, не раздумывая над ними». Работа, доведенная до автоматизма, увеличивает производительность и снижает риски от неправильных действий. Человеку, которого все чаще называют общим термином «оператор», отводится роль стороннего наблюдателя.

Современные технологии нашли самое широкое применение в области мореплавания. Сегодня, с учетом резко возросшего уровня интенсивности судоходства, размеров судов и их скорости, районов плавания, которые ранее представлялись как абсурдные с точки зрения безопасности мореплавания в зависимости от сезона, без передачи целого ряда функций навигационным автоматизированным системам уровень аварийности вырос во многократно. Таким образом, высокий уровень влияния человеческого фактора на уровень аварийности следует рассматривать в контексте готовности и способности человека по своим профессиональным и психофизиологическим качествам принимать ответственные управленческие ре-

Матрица Человечески

предусмотренных штатным положением и обусловленных личностными свойствами субъекта деятельности или особенностями конкретной ситуации.

На принятие управленческих решений оказывает влияние объем предоставляемой информации, который зачастую носит избыточный характер. А в силу ограниченности человека в способности перерабатывать большое количество информации (от 5 до 9 единиц), учитывая ограничение во времени при отборе наиболее важной вследствие быстрой динамики смены информации одной на другую и ее осмысление, человек попадает в жесткие временные рамки.

Модели аварийности

Стремление отыскать некую закономерность в причинах, которые ведут к авариям и катастрофам, породило несколько моделей причинно-следственной зависимости. Наиболее известны модели: пирамида В.Х. Хайнриха (Heinrich Pyramid, 1931 г.) и модель «швейцарский сыр» Джеймса Ризона (Reason's Swiss Cheese Model, 1990 г.).

Согласно модели аварийности Хайнриха, катастрофе предшествует череда происшествий: прежде всего это инциденты, которым не придали значения (до 300), значительные поломки и промахи персонала (29), и, наконец, вершину пирамиды «венчает» крупная авария или катастрофа. Встречаются модификации пирамиды Хайнриха, где числовой ряд начинается с 3000 и даже с 30000 и доходит до 1 (рис. 1).

У этой модели есть уязвимое место. Как объяснить катастрофы, подобные «Титанику», когда самое современное по тем временам судно гибнет в первом же рейсе? Случай в ми-



Рис. 1. Пирамида Хайнриха.

шения в совокупности с теми данными, которые ему предоставляют современные технические средства.

Человеческий фактор (ЧФ) можно охарактеризовать как функцию множества переменных. В целом, под ЧФ понимается интегральная характеристика человека (или коллектива) как субъекта профессиональной и трудовой деятельности, включающая в себя параметры профессионально важных качеств (ПВК), психических состояний работника (адаптации, утомления, интерференции навыков, конечного порыва, фрустрации, напряженности и т.д.), движущих сил поведения (мотивов, интересов, отношений), и других социально-ролевых функций (формальных и неформальных),

ровом судоходстве далеко не единственный. Аналогичные ситуации встречаются в авиации и в космонавтике. Существуют объяснения трагедии «Титаника» в рамках модели пирамиды Хайнриха, но они не выдерживают серьезной критики, так как подобные аварии происходят в результате действий людей, которые не имели прямого отношения к предыстории катастрофы, поскольку их не объединяет единый функциональный цикл. Включать в причины аварии инциденты, не влияющие на конструктивные характеристики судна, при постройке судна и его эксплуатации, нелогично.

Джеймс Ризон предложил остроумную метафору для череды ошибок, ведущих к катастрофе: «Каждая дырка в ломтике — отдельная

аварийности: и фактор

ошибка. Таких «дырок» много в любой системе на каждом из уровней, они находятся в разных местах и обладают разной степенью потенциальной разрушительности. Однако следующий уровень-ломтик, в котором нет проблемы на том же месте, защищает всю систему от эпик фейла» (epic fail – трагическая, масштабная неудача, катастрофа). Эта метафора хорошо известна специалистам в области риск-менеджмента. Она нашла своё применение в авиации, здравоохранении и инженерии (рис. 2).

Суть модели «швейцарский сыр» сводится к тому, что к аварии приводит целый ряд обстоятельств, совпадающих во времени и в пространстве. Но при всей своей лаконичности, метафора не может претендовать на научность оценки.

Судно – это динамическая система, поведение которой можно представить системой дифференциальных уравнений. В общем случае – это система нелинейных уравнений, но в определенных ситуациях можно ограничиться и линейной системой, и предсказать поведение динамической системы. При резких маневрах судна динамика его поведения становится нелинейной, и, следовательно, непредсказуемой. По этому поводу Фритхоф Капра в «Паутине жизни» пишет: «Еще одно свойство нелинейных уравнений, которое всегда смущало ученых, заключается в том, что точное предсказание часто бывает неосуществимо, даже если уравнения строго детерминированы. Эта поразительная особенность нелинейности обусловила важный сдвиг акцента от количественного анализа к качественному».

При расследовании аварий эксперты руководствуются линейной динамикой судна, и готовы проследить всю динамику происшествия, в то время как события развиваются в подавляющем большинстве случаев нелинейно. моряки давно подметили: «когда в море пожар, на берегу дают много мудрых советов».

Матрица аварийности

Автор предлагает иную модель аварийности, которая базируется на системе дифференциаль-

ных уравнений, описывающих поведение системы: «судно (судовое оборудование) – человек – внешние воздействия».

Порядок такой системы весьма высокий. Оно и понятно, отображая всю полноту динамики судна, нельзя ограничиваться системой второго порядка, принимая за переменные – механизмы, как нечто единое, в том числе и самого человека. Нельзя следовать посылу Рене Декарта: «Я рассматриваю человеческое тело как механизм». Человек нечто более масштабное в многообразии поведенческих реакций. Это и должно быть отражено в системе дифференциальных уравнений. Коэффициенты, включенные в левую часть системы уравнений, отображающие состояние человека, его физические и психофизиологические параметры, будут наиболее динамичными. Именно этой динамике будет принадлежать решающее значение при приеме управленческих решений – их качество.

Матрица аварийности находится в состоянии динамического равновесия до тех пор, пока совокупность внутренних и внешних факторов не выйдет за рамки линейности. Переход от линейной системы к нелинейной ведет к состоянию бифуркации. Термин «бифуркация» характеризует поведение многофункционального динамического объекта (каковым является современное судно) в сложных, неравновесных состояниях, поведение которого нельзя описать системой линейных дифференциальных уравнений, обусловленных состоянием самого судна, так и условиями внешней среды. Состояние динамического равновесия судна может быть описано системой дифференциальных уравнений, где левая часть описывает внутреннее состояние системы и включает в себя исправно функционирующее состояние судовых систем и механизмов и состояние человека, ответственного за принятие управленческих решений, со всеми его физическими и психофизиологическими параметрами. Правая часть – это совокупность внешних воздействий, способных повлиять на поведение судна, вывод его из состояния устойчивого динамического равновесия. Утрата устойчивости системы ведет

к бифуркации – переходу от линейной системы уравнений, описывающих поведение судна в область нелинейности.

Современный мир полон ситуаций, таящих потенциальную аварийность. И только благодаря тому, что причинно-следственные зависимости между событиями имеют протяженность во времени, эти ситуации не завершаются авариями. Существует множество причин, способствующих аварийности, когда определитель из коэффициентов левой части уравнения стремится к нулю. Из причин, влияющих на состояние динамики коэффициентов из-за человеческого фактора, не последнее место занимает усталость.

На основании исследований, выполненных по программе влияния усталости среди моряков, проблемы со здоровьем нарастают нелинейно. При наличии 1–2 факторов усталости риски увеличиваются вдвое, при наличии 7–8 факторов усталости риски возрастают в 30 раз [The Cardiff Seafarers' Fatigue Programme (Smith, Allen and

«Безумие»]. А причин, как положительных, так и отрицательных, таящихся в термине «человеческий фактор», оказывающих влияние на поведение человека, на принятие им управленческих решений, великое множество.

Применительно к вопросам безопасности мореплавания все это многообразие параметров человеческой психики, включенное в систему дифференциальных уравнений, отображающих поведение динамической системы «судно-человек-внешние воздействия», сохраняет линейный (предсказуемый) характер поведения, или переходит в состояние нелинейности (непредсказуемости). Такой переход обусловлен, главным образом, стабильностью или нестабильностью физических и психофизиологических параметров человека, принимающих управленческие решения. Таким образом, причина аварийности кроется в определителе, состоящем из коэффициентов левой части системы дифференциальных уравнений. Если определитель системы стремится

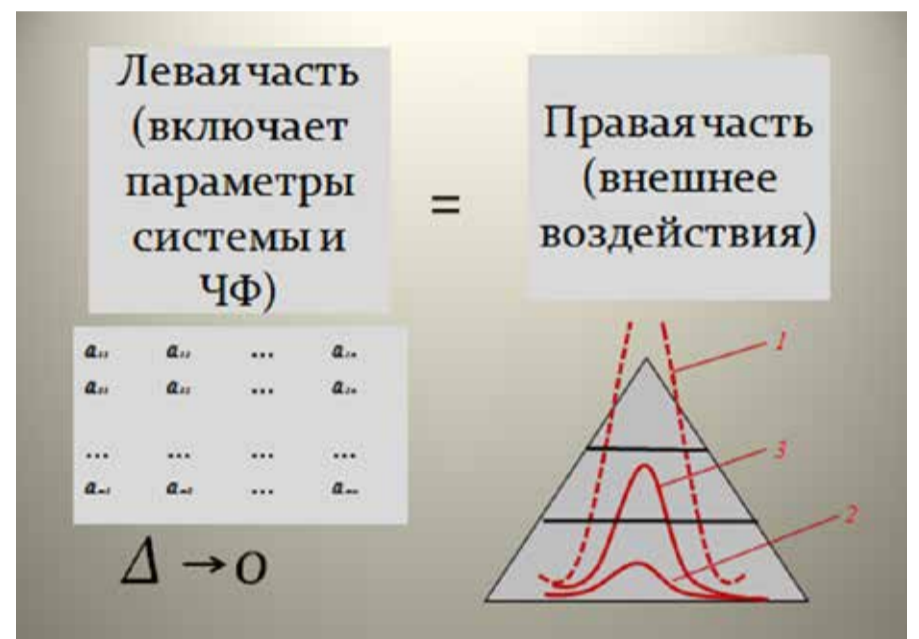


Рис. 3. Матрица аварийности

Wadsworth, 2006]. А по данным the New Zealand Maritime Report [Gander, 2005], 25% моряков ощущали усталость, по крайней мере, в половине своих последних рейсов.

Представляя в Университете Виргинии результаты своих семилетних исследований в Институте Мелон, профессор Гарри М. Джонсон рассказал о последствиях усталости: «Если вы устали – вы безумны... Усталый человек выкажет характерные симптомы той или иной формы безумия, и не всегда в малой степени. Неповоротливость, невнимательность, расстройство речи, провалы памяти, упрямство и болезненное упорство, галлюцинации, потеря сознания, блуждание и припадки гнева – все это обычные симптомы усталости, если даже они начинаются в большой постепенности» [Н. К. Рерих Листы дневника т. 2,

как к нулю, это ведет к аварии или катастрофе – кривая 1 (рис. 3). Если же определитель «далек» от нуля, то это происшествие попадает в разряд «инцидентов, которым не придали значения» – кривая 2. Промежуточное состояние определителя – «мелкие аварии» – кривая 3.

Таким образом, пирамида Хайнриха может «сработать», и это будет подтверждением ее объективности, но может и дать сбой, как это бывало множество раз. Тогда начинаются поиски «черного кота в темной комнате».

Американский капитан Ричард А. Кейхилл, автор книги «Столкновения судов и их причины» в качестве эпиграфа взял следующее высказывание: «Незаурядный моряк использует свою незаурядную рассудительность, чтобы избежать ситуаций, требующих его незаурядного мастерства».

Принимая за основу матрицу аварийности как инструмент, характеризующий динамику событий, это высказывание можно перефразировать следующим образом: незаурядный моряк должен использовать свою незаурядную рассудительность, чтобы избежать ситуаций, когда система дифференциальных уравнений, описывающих динамику перехода триады «судно-человек-внешние воздействия» из линейной системы дифференциальных уравнений в нелинейную систему.

Такой переход носит скачкообразный характер, который и ведет к аварии. Это можно пояснить на житейском примере. Двигаясь навстречу друг другу, два человека сталкиваются, хотя причин для этого вроде бы и не было. Прекрасно ориентируясь в пространстве и прогнозируя развитие ситуации, при наступлении «скачка» и происходит переход от линейной (прогнозируемой) ситуации к нелинейной (непрогнозируемой). Итог – «авария».

Выводы

Только комплексный подход к проблемам, учитывающим все ключевые компоненты, входящие в динамику безопасности мореплавания, будет способствовать снижению аварийности. Причем «человеческому фактору», как наиболее динамичной компоненте, следует уделять самое пристальное внимание.

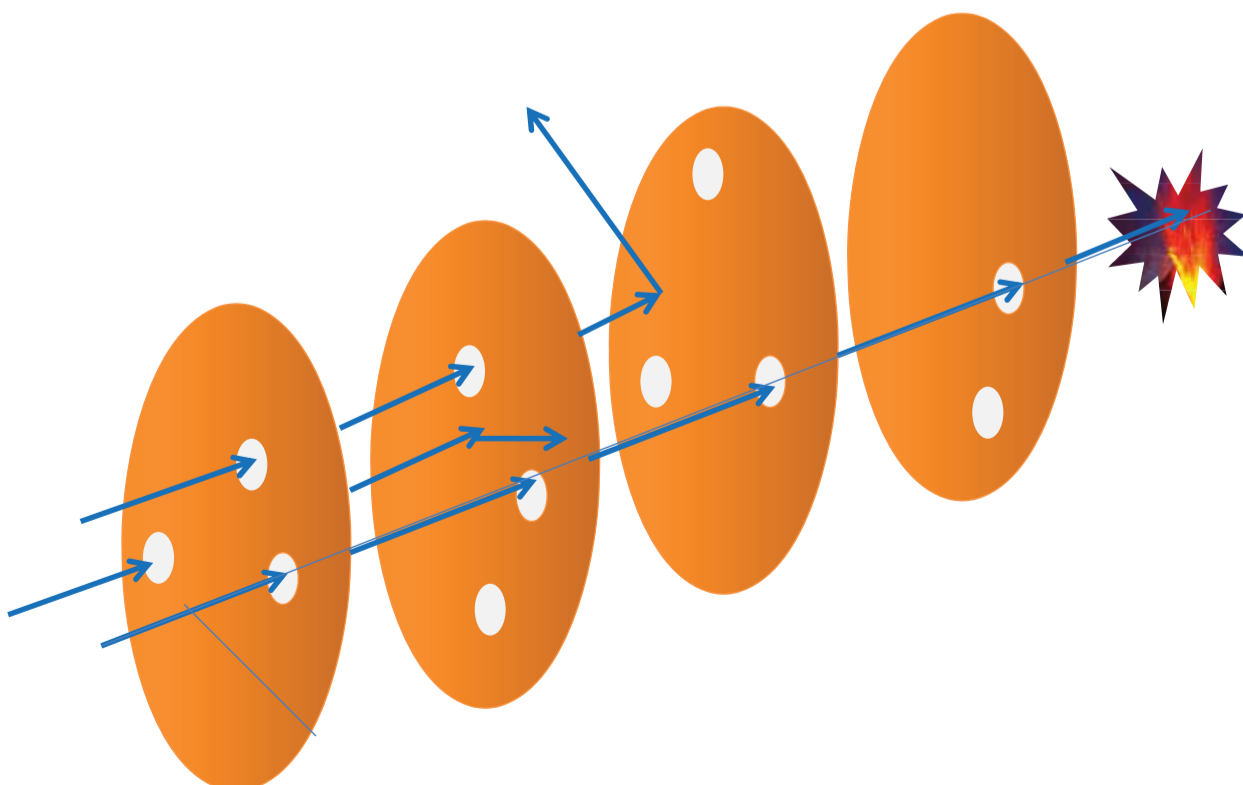


Рис. 2. Модель «Швейцарский сыр» Джеймса Ризона



Н.В. Никифоров, *к.т.н., Советник РФ 1 класса, академик ВАН КБ, член Комитета ТПП РФ по качеству продукции*

Мифы и уроки Чернобыля 30 лет спустя

Урок II: ядерное «разминирование», 1987 – 2000 годы

Древний завет наших предков: «Ляг в землю костями, — мертвые срама не имеют!»

Этот материал завершает материал, опубликованный на сайте PProAtom 27 января 2016 года и в журнале «Атомная стратегия» в №2 за февраль 2016 года, об утверждении создателя американских атомных и водородных бомб Теодора Б. Тейлора о том, что «АЭС и другие ядерно- и радиационно-опасные предприятия являются ядерными минами, которые могут быть приведены в действие в ходе военной бомбардировки либо террористической акции».

Настоящие материал содержит свидетельства широкомасштабной операции «разминирования» ядерно-оружейного комплекса (ЯОК), проведенной в период «перестройки» России 1988–2000 годов «под прикрытием» международной помощи в обеспечении глобальной ядерной и радиационной безопасности.

На «грешной» волне нового мышления и гласности новая команда руководителей СССР под предводительством Генерального секретаря ЦК КПСС М.С. Горбачева реализовывала идеи перестройки внешней политики, опубликованные в книге Горбачева «Перестройка и новое мышление для нашей страны и для всего мира» (1988 г.):

- Идея глобализации, как геополитическое признание современного мира единым и взаимозависимым.
- Отказ от убеждения, что безопасность современного мира держится на балансе сил двух противоположных систем, и признание баланса интересов в качестве гаранта этой безопасности.
- Признание приоритета общечеловеческих ценностей (?) над любыми другими (национальными, классовыми и т.п.), т.е. отказ от социалистического принципа пролетарского интернационализма.
- Деидеологизация межгосударственных отношений, совместное решение глобальных наднациональных проблем (безопасности, экономики, экологии, прав человека), совместное строительство «общеевропейского дома» и единого европейского рынка, войти в который планировалось в 1990-х годах.
- Идея конверсии оборонной промышленности, как «драйвера» создания экономной экономики (прим. авт.: — товарно-долларовый обмен «оборонки» на «пищевку» и «ширпотреб» за счет прибылей «нефтянки»).

Напомню известный порядок значимых событий и «загогулин»¹ конверсии ЯОК.

- В августе 1985 г., в сороковую годовщину ядерной бомбардировки Хиросимы, СССР ввел односторонний мораторий на подземные испытания ядерного оружия.
- В подтверждение своих мирных побуждений 15 января 1986 г. Генеральный секретарь ЦК КПСС М.С. Горбачев выступил с заявлением «В 2000-й год без ядерного оружия». В нем предлагался план поэтапной и полной ликвидации ядерного оружия к XXI веку.
- В декабре 1987 г. в Вашингтоне был подписан договор по ракетам средней и малой дальности, по которому к маю 1990 г. были ликвидированы более 2,5 тыс. ракет, в т.ч. почти 2/3 советских. Это составило примерно 4% мирового запаса ядерного оружия.

- 27 апреля 1988-го в своём кабинете «покончил жизнь самоубийством» академик Легасов Валерий Алексеевич — член правительственной комиссии по расследованию причин и по ликвидации последствий аварии Чернобыльской АЭС <http://www.luchmir.com/Pravo/Legasov22.htm>.
- В августе 1988 года на Невадском испытательном полигоне в США впервые был проведен совместный американо-русский эксперимент по контролю за проведением подземных ядерных взрывов, в котором участвовали специалисты из особо секретных институтов Министерства атомной энергетики и промышленности СССР. В сентябре 1988 года совместный российско-американский эксперимент был продолжен на Семипалатинском полигоне СССР. Техническими руководителями этого эксперимента были директор НИИ импульсной техники (Москва) Виктор Никитович Михайлов и начальник испытательного отделения ВНИИ технической физики (Челябинск-70) Николай Павлович Волошин. Об этих экспериментах В.Н. Михайлов рассказал в своей книге «Я-ястреб».
- В ноябре 1988 года Михайлов назначен на должность заместителя Министра атомной энергетики и промышленности СССР по ядерно-оружейному комплексу (ЯОК), сменив на этом посту Александра Дмитриевича Захаренкова.

Из книги В.Н. Михайлова «Я — ястреб», перевыпущенной в 2004 году:

«Не успел я в министерстве собрать команду своих единомышленников, как наступил переломный этап в стране — август 1991 года. В это время я был в командировке в Женеве, где мы с американцами обсуждали технические средства контроля за подземными ядерными взрывами. Меня

беспокоила судьба ядерно-оружейного комплекса России. Когда спустя месяц я вернулся в Москву, с трудом узнал своих коллег и товарищей — растерянность, желание уйти в тень событий, а нередко в таких ситуациях и выяснение вопроса: «На какой стороне баррикад был бы ты?»

Однако жизнь требовала активной работы для сохранения уникального научного и производственного комплекса атомной индустрии. Я стал бороться за сохранение российского министерства. Нет, я не оговорился. Это была именно борьба, в которой столкнулся и с интригами, и с подлогом, и с запугиванием. Пришлось пережить и унижительные анонимные письма, и оскорбительные окрики руководства. Конечно, сегодня все эти люди говорят о Министерстве, что только о нем всегда они мечтали. Я не могу их судить. Они такими были с детства и такими останутся навсегда. Для моих близких друзей эти сложные жизненные ситуации порой были не по силам.

Я прошел подобные ситуации, прежде чем перебраться в министерское кресло, весь этот путь борьбы, а иногда мне кажется, что вся моя жизнь прошла в окопах. Но не жалею об этом — это была школа воспитания характера. Полигонная закалка мне часто помогала в жизни.

Она помогла и когда решался вопрос, быть или не быть в России Министерству по атомной энергии. Скажу откровенно, этот узел противоречий очень острожно разрубил только Борис Николаевич Ельцин на совещании ученых и руководителей отрасли в Кремле в январе 1992 года».

- Весной 1989 г. Президиум ВС СССР принял Указ «О сокращении Вооруженных Сил СССР и расходов на оборону в течение 1989–1990 гг.», по которому вооруженные силы были сокращены на 500 тыс. человек, оборонные расходы — на 14,2%, войсковые части СССР выведены из социалистических стран.
- В соответствии с решениями съездов народных депутатов СССР Совмином СССР принимается постановление от 15.12.1990 № 1278 «О Государственной программе конверсии оборонной промышленности и развития производства гражданской

продукции в оборонном комплексе на период до 1995 года», в котором, в частности, говорится:

«Одобрить разработанные Министерством авиационной промышленности СССР, Министерством гражданской авиации СССР, Министерством судостроительной промышленности СССР, Министерством общего машиностроения СССР, Министерством связи СССР и Министерством атомной энергетики и промышленности СССР основные показатели государственных союзных целевых программ по реализации важнейших направлений научно-технического прогресса, в том числе по развитию:

- гражданской авиации согласно приложениям N 2, 3, 4, 5 (не приводятся);
- гражданского судостроения согласно приложениям N 6, 7, 8, 9 (не приводятся);
- космической программы в интересах народного хозяйства согласно приложениям N 10, 11, 12, 13 (не приводятся);
- средств связи народнохозяйственного назначения и в интересах международного сотрудничества СССР согласно приложениям N 14, 15, 16, 17 (не приводятся);
- производства перспективных материалов и соединений высокой чистоты, изделий электронной техники и волоконно-оптических средств связи на предприятиях Министерства атомной энергетики и промышленности СССР согласно приложениям N 18, 19, 20, 21 (не приводятся);
- В июле 1991 г. в Москве был подписан договор об ограничении стратегических наступательных вооружений, предусматривавший ликвидацию части ядерного оружия.
- 20 августа 1991 года руководство СССР обращается к советскому народу и вносит на утверждение Верховного Совета СССР решение о введении чрезвычайного положения. Решением ГКЧП в Москву вводится бронетехника. Председатель Верховного Совета РСФСР Борис Николаевич Ельцин организует противодействие ГКЧП и 8 декабря 1991 года по решению, принятому на встрече в Беловежской Пуще



¹ Аллегория (образное выражение) Б.Н. Ельцина.

руководителей союзных республик, СССР прекращает существовать как единое государство.

- После революционных событий распада СССР 30.12.1991 г. в Минске подписывается «Соглашение между государствами — участниками Содружества Независимых Государств по Стратегическим силам», в статье 4 которого сказано:

«До полной ликвидации ядерного оружия решение о необходимости его применения принимается Президентом Российской Федерации по согласованию с главами Республики Беларусь, Республики Казахстан, Украины, в консультации с главами других государств — участников Содружества.

На период до полного уничтожения ядерного оружия, размещенного на территории Украины, находится под контролем объединенного командования Стратегических сил с целью его неиспользования и разукрупнения к концу 1994 г., в том числе тактического ядерного оружия — до 1 июля 1992 г.

Процесс уничтожения ядерного оружия, размещенного на территории Республики Беларусь и Украины, осуществляется при участии Республики Беларусь, Российской Федерации и Украины под совместным контролем государств Содружества».

- Указом Президента РФ Б.Н. Ельцина в марте 1992 г. В.Н. Михайлов назначен Министром Российской Федерации по атомной энергии и занимает этот пост до июля 1998 года.
- 20 марта 1992 г. за № 2551-1 Верховный Совет РФ принимает закон «О конверсии оборонной промышленности в Российской Федерации».

Этот закон не содержит требований к сохранению потенциала оборонной промышленности. В статье 10 этого закона, названной «Защита военно-экономического и научно-технического потенциала Российской Федерации», определены только общие требования к экспорту продукции, технологий, сырья, оборудования, лицензий и информации. Во второй версии закона, принятой спустя шесть лет, от 04.98 № 60-ФЗ г., в статье 4 «Основные принципы проведения конверсии» декларируется основной принцип конверсии: «сохранение потенциала оборонной промышленности на уровне, обеспечивающем обороноспособность и безопасность Российской Федерации» и «ответственность государства за социально-экономические последствия принимаемых им решений о проведении конверсии».

Этот принцип, однако, не получает своего правового обеспечения в правительственных и ведомственных правовых и нормативных документах. В условиях экономического кризиса 90-х годов у руководителей оборонных предприятий отсутствует понимание мер и перспектив, необходимых для сохранения потенциала.

- В 1992 году утверждена Целевая Программа конверсии Минатома России, работы по которой осуществлялись в 1992–1995 годах за счет средств льготного конверсионного кредита на сумму около 80 млн рублей в ценах тех лет.
- Распоряжением Президента РФ от 08.11.1992 № 662-рп утверждено Соглашение между Российской Федерацией, Соединенными Штатами Америки, Японией и Европейскими сообществами об учреждении Международного научно-технического центра (МНТЦ). В Соглашении об учреждении МНТЦ сказано, что деятельность Центра направлена на — «предоставление «оружейным» ученым России и СНГ, в особенности располагающим знаниями и навыками в области оружия массового уничтожения и средств доставки, возможности для переориентирования своих талантов на мирную деятельность; — содействие в решении национальных и международных технических проблем; — поддержку в переходе к рыночной экономике; — поддержку фундаментальных и прикладных исследований и технических разработок; — поощрение интеграции «оружейных» ученых из России и СНГ в мировое научное сообщество».

Международный центр поддержки науки

Международный научно-технический центр был учрежден в марте 1994 г. Европейским Сообществом, США, Японией и Российской Федерацией. Затем членами МНТЦ стали Финляндия, Швеция и Грузия, а Канада, Белоруссия, Армения и Казахстан заявили о намерении стать его членами.

На вопросы нашего корреспондента о задачах центра и его деятельности отвечает исполнительный директор МНТЦ Глен Швейцер (США).

— Уважаемый господин Швейцер, какова цель преследовалась при создании МНТЦ?

— МНТЦ учрежден как международная межправительственная организация, которая предоставляет возможность ученым и специалистам, обладающим серьезными знаниями в области разработки и изготовления оружия массового уничтожения и ракетных систем доставки, переориентировать свою деятельность на решение мирных задач. Центр осуществляет финансовую поддержку фундаментальных и прикладных исследований и технических разработок в области создания новых источников энергии, обеспечения ядерной безопасности, охраны окружающей среды.

МНТЦ утверждает, финансирует и контролирует научно-технические проекты в указанных направлениях, осуществляемые, в первую очередь, на территории России, а также других заинтересованных стран СНГ.

— Какова структура МНТЦ?

— Структура МНТЦ включает: Совет управляющих (из представителей четырех основных учредителей центра,

который осуществляет руководство деятельностью центра и утверждает все проекты, финансируемые через центр; Международный научный консультативный комитет, который обеспечивает рецензирование предлагаемых проектов; Секретариат, возглавляемый исполнительным директором, который является ответственным за прохождение предложений, заключение договоров, финансирование и контроль выполнения проектов.

— Что можно сказать о первых шагах МНТЦ, какова тематика проектов?

— Совет управляющих на двух своих заседаниях одобрил 76 проектов с общим объемом финансирования около 40 млн. долларов. 73 проекта выполняются российскими организациями, один проект — Грузией, один — Белоруссией и один — Секретариатом. Сроки выполнения работ по проектам — от одного до трех лет. Исполнителями почти половины утвержденных тем являются специалисты по ядерному оружию. 15 % тем выполняются специалистами по анализу и разработке ядерных материалов, остальные темы — специалистами

по химическому и бактериологическому оружию, ракетной технике.

Тематика проектов разнообразна: создание безопасных ядерных установок, конверсия плутония, управляемые термоядерные аппараты, экология, медицина и т.п.

— Из каких организаций поступают предложения по использованию военного научно-технического потенциала в мирных целях?

— Из 76 утвержденных проектов 42 проекта представлены организациями Москвы и Московской области, 7 — Санкт-Петербурга, 4 — Новосибирска, 13 — Арзамаса-16 и Челябинска-70. Что касается отраслевой принадлежности, то 30 проектов относятся к Минатому; 15 — к Академии Наук; 5 сосредоточены в учебных институтах, непосредственно связанных с Минатомом; 4 выполняются в учреждениях здравоохранения; 10 — из сферы Государственных комитетов оборонной промышленности, химии и нефтехимии; 4 проекта — из независимых организаций. В числе разработчиков — сотрудники ВНИИЭФ, ВНИИТФ, МИФИ, НИИИТ, ПО «Маяк», Института органической химии, Института высокой температуры, Физического института им. П.Н. Лебедева, Института математики и механики (Екатеринбург).

— Назовите, пожалуйста, темы нескольких интересных, на Ваш взгляд, проектов.

— Все утвержденные проекты представляют значительный интерес в научно-техническом аспекте. В качестве

примера могу назвать следующие проекты:

— «Информационно-вычислительная сеть для обеспечения деятельности научных центров и организаций при разработке совместных научно-технических проектов и конверсионных программ» (сеть охватывает 15 региональных центров); исполнитель — НИИТ, ЦНИИС, МНИИРС, ЦНИИатоминформ; стоимость проекта 1214 тыс. долларов.

— «Создание технологического комплекса для лазерного разделения изотопов средних масс» (получение изотопов для медицинских исследований); исполнитель — НИИЭФА, ЦКБМ, ВНИИЭФ; стоимость проекта 1057 тыс. долларов.

— «Создание установки для обнаружения веществ в багаже и почтовых отправлениях на основе импульсного нейтронно-рентгеновского генератора «Заслон» (имеются в виду обычные взрывчатые вещества); исполнитель — ВНИИА; стоимость проекта 427 тыс. долларов.

— «Захоронение и долговременное хранение в геологических формациях отходов от производства плутония для военных целей и от радиохимической переработки отработанного ядерного топлива, а также некоторых видов ОЯТ с реакторов АЭС»; исполнитель — ВНИИПИПТ, ГХК, ВНИИТФ, ПО «Маяк», ИФХ РАН, ВНИПИЭТ, ИГЕМ РАН, ИБФ РАМН; стоимость проекта 365 тыс. долларов.

— Чем гарантируется высокий научно-технический уровень проектов?

— Поскольку число предложений относительно невелико, имеется воз-

можность привлеченным высококвалифицированным специалистам детально ознакомиться с каждым проектом и выявить как их стратегическую целесообразность, так и практическую полезность. Система контроля хода выполнения работ предусматривает, помимо контроля со стороны Совета управляющих и Секретариата, ответственность ведущего института, а также научного руководителя проекта, назначаемого дирекцией ведущего института.

— Какие средства выделяются на финансовую поддержку проектов?

— Стоимость проектов определяется объемом исследований и числом исполнителей; минимальная стоимость составляет 37 тыс. долларов, максимальная — более трех млн. долларов.

— Итак, МНТЦ утвердил 76 проектов. Какова дальнейшая перспектива деятельности Центра?

— К нам поступило на рассмотрение еще более 200 предложений, и, кроме того, у нас имеются сведения, что много предложений на подходе. Сейчас наша основная задача состоит в том, чтобы довести все утвержденные проекты до завершения.

— И наконец, господин Швейцер, как Вы считаете: может ли публикация в «Атомпрессе» материалов по тематике МНТЦ способствовать расширению сферы внедрения разработок и привлечению новых ученых из оборонных отраслей к использованию их интеллекта в мирных целях?

— МНТЦ готов предоставить вашей газете информацию. И мы надеемся, что ее публикация будет полезной.

Интервью взял А.ШВЕБЕЛЕВ.

Поддержка фундаментальных и прикладных исследований и технических разработок осуществлялась МНТЦ путем выделения странами участниками персональных «грантов» (выплат, не облагаемых налогами и сборами) членам творческих коллективов, работающих в оружейных организациях России и представивших в МНТЦ предложения по проектам, отвечающим названным выше условиям.

Ниже приведена вырезка из газеты «Атомпресса» 1995 года.

Одновременно с деятельностью МНТЦ начинается межлабораторное сотрудничество оружейных институтов Минатома России и национальных оружейных лабораторий США (Лос-Аламосской, Ливерморской, Сандийской и других). В феврале 1994 года делегация Министерства энергетики (DOE) США посещает институты ЯОК. Подписываются меморандумы встреч о сотрудничестве по темам, представляющим взаимный интерес.

Далее:

- 18 февраля 1993 года Вашингтоне заключено межправительственное соглашение между Российской Федерацией и Соединенными Штатами Америки, предусматривающее необратимую переработку не менее 500 тонн российского оружейного урана (эквивалентных примерно 20 тысячам ядерных боезарядов [1] [2]) в низкообогащенный уран — топливо для атомных электростанций США [3].
- Позднее, 14 января 1994 года для выпол-

нения межправительственного соглашения был заключен контракт ВОО-НОУ между российской и американской компаниями по обогащению урана. <https://ru.wikipedia.org/>

- В сентябре 1994 года застрелился академик Владимир Зиновьевич Нечай — директор ядерного центра Челябинск-70 (РФЯЦ-ВНИИТФ) <http://sozidanie-iku.narod.ru/patrioty.html>.

- В апреле 1996 года состоялась Московская встреча на высшем уровне по ядерной безопасности, в подготовке материалов к которой автор принимал участие, будучи сотрудником Минатома.

Цитирую выписку из Справки, подготовленной Минатомом России, для двусторонних встреч Ельцина с представителями стран-участниц встречи.

«О состоянии дел по техническому содействию в области ядерного разоружения. США»

Российско-американское сотрудничество по проблемам ликвидации ядерного оружия и предотвращения его распространения осуществляется на основе заключенного 17 июня 1992 года рамочного «Соглашения между Российской Федерацией и Соединенными Штатами Америки относительно безопасных и надежных перевозок, хранения и уничтожения оружия и предотвращения распространения оружия».

(Примечание авт.: Это соглашение было ратифицировано Федеральным законом РФ от 22 июля 2008 года (!) № 128-ФЗ с учетом международных протоколов от 16.06.1999 г., от 03.02.2005 г., от 16.06.2006 г.)

«В развитие этого рамочного Соглашения было подписано 7 соглашений между Министерством Российской Федерации по атомной энергии и Министерством обороны США:

- о предоставлении контейнеров для расщепляющихся материалов (июнь 1992 г.) на 50 млн долларов США,
- о поставке комплектов для переоборудования железнодорожных грузовых и сторожевых вагонов (август 1992 г.) на 2 О млн долларов США,
- о предоставлении оборудования для ликвидации последствий аварийных ситуаций и связанного с ними обучения (июнь 1992 г.) на 15 млн долларов США,
- о поставке защитных покрытий (июнь 1992 г.) на 5 млн долларов США,
- о проектировании хранилища для делящихся материалов (октябрь 1992 г.) на 15 млн долларов США,
- о строительстве хранилища делящихся материалов (сентябрь 1993г.) на 75 млн долларов США,
- по учету, контролю и физической защите ядерных материалов (сентябрь 1993 г.) на 10 млн долларов США.

Общая сумма финансовых средств, предусмотренных американской стороной для реализации данных соглашений, составляет 190 млн долларов США. В 1995 году подписаны два соглашения между Минобороны России и Минобороны США в области безопасности транспортировки и хранения ядерного оружия. Ряд соглашений, таких как Соглашение по переоборудованию железнодорожных вагонов, Соглашение по поставкам оборудования для ликвидации аварийных ситуаций, Соглашение по поставкам защитных покрытий либо полностью реализованы, либо их реализация близка к завершению и российская сторона получила реальное оборудование от американской стороны, стоимость которого соответствует предусмотренным в соглашениях суммам. Практически в соответствии с графиком выполняется Соглашение по поставкам контейнеров для расщепляющихся материалов.

Однако оценка реализации других соглашений американской и российской сторонами и, особенно оценка реальной, осязаемой помощи, полученной российской стороной, различна. Суммируя вышесказанное, можно прийти к выводу, что из 190 млн долларов США, выделенных на реализацию перечисленных соглашений, к настоящему времени российской стороной получена помощь в размере не более, чем 50 млн долларов, а система оказания помощи, предложенная американской стороной, по ряду соглашений не позволяет оценить реальную помощь, получаемую Россией.

ФРГ

Сотрудничество с ФРГ осуществляется в соответствии с рамочным межправительственным Соглашением об оказании помощи России в ликвидации сокращаемого ею ядерного и химического оружия от 16.12.1992 г.

Состоялись пятое и шестое заседания Совместной российско-германской комиссии по вопросам осуществления рамочного Соглашения, на которых стороны выразили удовлетворение высоким качеством поставляемого оборудования.

Франция

Российская Федерация заключила с Французской Республикой следующие межправительственные Соглашения: рамочное Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Французской Республики о сотрудничестве в области безопасного уничтожения ядерного оружия в России и использования в мирных целях высвобождаемых оружейных ядерных материалов, подписанное в Париже 12 ноября 1992 г.

В развитие указанного Соглашения разработаны и подписаны:

Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Французской Республики о сотрудничестве в области безопасности и мониторинга радиационной обстановки при транспортировке, складировании и уничто-

жени ядерного оружия от 12 ноября 1992 г.;

Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Французской Республики о сотрудничестве в целях обеспечения надежности и безопасности транспортировки ядерного оружия в России от 20 октября 1993 г.;

Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Французской Республики о сотрудничестве в области демонтажа ядерного оружия в России от 20 октября 1993 г.

Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Французской Республики о хранении в безопасных условиях водородсодержащих литевых материалов, полученных при демонтаже ядерного оружия в России, от ноября 1994 года.

К настоящему времени полностью подготовлена площадка под строительство хранилища. С апреля 1996 г. запланировано начало строительства здания.

Великобритания

В рамках российско-британского Меморандума от 09.11.92 г. о взаимопонимании в области безопасного обращения с ядерным оружием, подлежащим сокращению работ в 1995 году российско-британский Координационный Комитет.

В настоящее время английская сторона выполнила свои обязательства по поставке транспортных средств и оказала финансовую поддержку российской стороне (КБ АТО) в сумме 600 тысяч фунтов стерлингов (около 1 млн долл. США), необходимую для ввода в эксплуатацию всей техники, переданной российской стороне. Закончена поставка в Россию суперконтейнеров. Российская сторона обратилась с просьбой о дополнительной поставке суперконтейнеров. При этом потребность в дополнительных суперконтейнерах составляет 600 штук.

В рамках Меморандума продолжено развитие научно-технического сотрудничества в области фундаментальных наук и в области безопасного обращения с ядерным оружием, подлежащим сокращению. Стороны договорились разработать межведомственный меморандум о научно-техническом сотрудничестве.

Япония

В рамках межправительственного Соглашения от 13.10.93 в целях содействия в области ликвидации подлежащего сокращению в России ядерного оружия российско-японским Комитетом по сотрудничеству осуществляется дальнейшее сотрудничество в следующих областях:

- создание в Приморском крае установки по переработке жидких радиоактивных отходов от судовых реакторов (выделено около 28 млн долл. США);
- предоставление различного оборудования и техники для оснащения аварийных формирований Минатома России, в том числе и для обеспечения экологически чистого процесса слива и утилизации жидкого ракетного топлива МБР.

Италия

В рамках межправительственного российско-итальянского Соглашения от 01.12.93 г. между российской и итальянской сторонами осуществляется сотрудничество в области проектирования, реализации и установки систем и аппаратуры, предназначенной для обнаружения загрязнения, возникающего при аварии с ядерными боеприпасами, включая распыление плутония.

Итальянской стороне предложен российский состав Совместной комиссии, создаваемой в соответствии со статьей 12 Соглашения.

10.09.95 итальянской стороне передан перечень технических средств и оборудования с указанием аварийно-технических центров, для которых оно предназначено.

Во исполнение названных соглашений на предприятия атомной отрасли России поступает валютная «помощь», в частности из США, в размере 200–250 миллионов долларов США ежегодно.

Мировые СМИ создают этой помощи PR, рассказывая о «жареных» фактах хищений, контрабанды, возникновения «черного» рынка российских ядерных материалов (ЯМ) оружейного качества, пугая общественность экологическими



угрозами, исходящими российских ядерных объектов, и призывая к реформированию атомной отрасли.

Перед Московской встречей на высшем уровне по ядерной безопасности, состоявшейся в апреле 1996 г. особый международный резонанс получили три случая хищений ЯМ. Это:

- «5 марта 1994 года. Россия, г. Санкт-Петербург. Федеральная служба безопасности России арестовала трех подозреваемых, пытавшихся сбыть 3,05 килограмма высокообогащенного урана (90% обогащения);
- 10 августа 1994 года. ФРГ, г. Мюнхен. В ходе секретной операции, в которой сотрудники немецкой полиции выступили в роли потенциальных покупателей ядерных материалов, было изъято 560 граммов МОКС-топлива и 363 грамма плутония-239.
- 14 декабря 1994 года. Чешская Республика, г. Прага. По анонимному сообщению чешская полиция изъяла в припаркованной машине 2,7 килограмма высокообогащенного урана (87,7% обогащения)».

Известные случаи хищений высокообогащенных ЯМ, совершенных в период с 1992 по 2002 год опубликованы в The Nonproliferation Review, 2002.

В ноябре 1995 г. в Ливерморской национальной лаборатории США состоялось первая международная конференция по криминалистическому анализу ядерной контрабанды, в которой участвовали, в основном, представители спецслужб. Конференция рекомендовала странам-участницам образовать Международную техническую группу (МТГ) для разработки технических мероприятий по противодействию незаконному обороту ядерных материалов.

На первом семинаре МТГ в марте 1996 г. в Трансурановом институте в Карлсруэ (Германия) мне довелось принять участие в качестве руководителя группы специалистов Минатома России в обсуждении научно-методических вопросов проведения международного «кругового эксперимента» по идентификации задержанных в Мюнхене и в Праге контрабандных ядерных материалов. Представители США настаивали на проведении «кругового эксперимента», под которым понималось независимое исследование проб задержанных ЯМ в нескольких национальных научно-исследовательских институтах разных стран с целью подтверждения гипотезы их российского происхождения из Арзамаса 16 (ВНИИЭФ).

Мне не стоило больших усилий убедить иностранных специалистов в том, что т.н. «круговой криминалистический анализ», возможен только на основе единого стандарта методов измерений и при наличии единого банка технических характеристик ЯМ, производимых ядерными странами. С этой очевидной логикой технического предложения американцы не могли не согласиться. Я пригласил участников МТГ на второй семинар в ФЭИ в г. Обнинск для обсуждения методических вопросов. Этот семинар состоялся осенью 1996 года, по итогам которого был реализован совместный научно-методический проект ВНИИЭФ им А.А. Бочвара, Трансуранового института (Германия) и Ливерморской лаборатории (США).

Вопрос происхождения Мюнхенского плутония и Пражского урана американцами больше

не поднимался.

История конверсии 1990-х годов включает в себя также международную авантюру со скандальным случаем подписания Ельциным Распоряжения Президента РФ от 21.02.1992 г. о Концерне «Промэкология». Этим распоряжением концерну разрешалось «изготовление, закупка, хранение, транспортировка, поставка и продажа за рубли и СКВ красной ртути в пределах ежегодной квоты на экспорт в размере 10 тонн». Эта авантюра подробно описана экс-председателем Комитета по безопасности Госдумы РФ, генерал-лейтенантом милиции, писателем А.И. Гуровым в книгах-документах «Тайна красной ртути» (1995 г.) и «Блеф с красной ртутью или как развели царя Бориса» (2011 г.). Красную ртуть рекламировали тогда, как самый дорогой (от 400 тысяч до 1 млн долларов США за 1 кг.) стратегический материал, выручка от продажи которого за границу поправит финансовое положение России. На самом деле такой материал не существовал.

О «красной ртутью» я впервые услышал в 1996 году, будучи на семинаре МТГ в Трансурановом институте, где нас познакомили с немецкими результатами исследования ее состава: ртуть и мелкодисперсная смесь низкообогащенного урана с толченым красным кирпичем.

А.И. Гуров в своих книгах выстраивает несколько версий аферы с красной ртутью: обычное мошенничество, модель замаскированной контрабанды редкоземельных материалов, способ ухода от уголовной ответственности за сделку с несуществующим материалом и, наконец наиболее вероятная версия: переброска из-за границы огромных сумм денег для приватизации.

Советник Президента РФ по экологии, академик Яблоков в книге «Атомная мифология. Заметки эколога об атомной индустрии», выпущенной в 1997 году, пишет о Минатоме:

«Это не «становая отрасль», а едва ли не главная головная боль новой России... Минатом, пожалуй, сравним в своей самодостаточности и закрытости с системой ОГПУ-НКВД-МВД-КГБ. По отношению к КГБ российское общество уже давно поняло опасность такой самодостаточной закрытой системы. Выход был найден в разделении его на ряд самостоятельных строго функциональных ведомств, в большей степени находящихся под контролем общества и государства. То же необходимо сделать и с Минатомом».

В ноябре 1997 года я случайно познакомился с Яблоковым в самолете «Москва-Нью-Йорк». Яблоков летел в комиссию Конгресса США с докладом о «ядерных чемоданчиках КГБ СССР»², а я в составе межведомственной рабочей группы — на конференцию, связанную с вопросами физической безопасности ЯМ.

В самолете мы пытались разговорить Яблокова на волнующую тему ядерных чемоданчиков. От ответов Яблоков уходил, и у меня осталось впечатление их заученности. Диалог не получился. Какое впечатление произвело выступление Яблокова в Конгрессе США, не знаю. Вскоре эта сенсация всеми была забыта.

² В 1997 году мировой сенсацией стало заявление отставного генерала Александра Лебеда (кандидата на выборах Президента РФ 1996 г.) о пролахе в Минобороны России нескольких десятков портативных ядерных боеприпасов, названных журналистами «ядерными чемоданчиками». Заявление Лебеда подхватил Яблоков, утверждая, что боеприпасы были разработаны не для армии, а для диверсантов из КГБ. Яблоков утверждал также, что встречался с разработчиками «ядерных чемоданчиков».

Что касается расчленений Минатома. История перманентной административной реформы новой России насчитывает множество управленческих «расчленений», поставивших под угрозу национальную безопасность. Но, это — уже другая история, описанная И.А. Крыловым в начале 19-го века в басне «Квартет». Иван Андреевич не думал тогда о конспирологии интереса Козла, или косолапого Мишки «разделять и владеть». Об этом их интересе спустя полтора века Владимир Высоцкий спел песню про козла отпущения. На морали басни «Квартет» в конце 1980-х годов в США была разработана геополитическая доктрина «цветных революций». В названии доктрины видится аллегория нанесения непутевым цветоводам ущерба их оранжереям, тайным посевом в них одуванчиков и осота.

В начале 2000-х патриарх мировой политики Генри Киссинджер опубликовал книгу «Нужна ли Америке внешняя политика?», в которой ясно сформулировал современную политику США: «До тех пор, пока поколение новых национальных лидеров будет стеснено в выработке недвусмысленных предствлений об обоснованных национальных интересах, его уделом будет прогрессирующий паралич...»

Кампания конверсии ЯОК 1988–2000 годов, названная мною ядерным «разминированием» России, интересна для этики цветных революций — теории нравственности и морали. Если исходить из того, что Горбачев из человеколюбия, в одностороннем порядке старался опередить США во всеобщем ядерном разоружении, то его попытка удалась только в части присуждения ему нобелевской премии мира в 1999 году. Ельцин же только продолжал прогрессирующую конверсию Горбачева в окружении нового поколения младореформаторов.

Несоблюдение российскими организациями двойных стандартов западной помощи каралось санкциями США: например, в отношении НИКИ-ЭТ им. Н.А. Доллежалея и Московского авиационного института за их сотрудничество с Ираном в 1999 году.

«Драйвер» конверсии, одна из программ которого была названа «диверсификацией»³ предприятий, успешно выполнил задачу широкомасштабной диверсии⁴ в праве, в экономической науке, в образовании, инженерии и других важных направлениях обеспечения ЯОК национальной безопасности. Возможно, что в процессе той конверсии, кто-то кое-где тогда порой с пользой что-то сделал. Главное, что «драйвер конверсии» оказался «вирусом», нанесшим непоправимый ущерб мозгам «золотого» кадрового резерва России. Результатов сокращения ядерных вооружений и конверсии военных производств США я не знаю. Недавно узнал из СМИ, что США намерены в ближайшем будущем модернизировать свой ядерный арсенал в Европе.

В заключение приведу выдержку из интервью экс-министра Виктора Никитича Михайлова, опубликованного в журнале «Экономические стратегии» № 6, 2002 г., (стр. 46–59):

«Расскажу еще об одной беседе с Ельциным. Однажды он предложил: «А что, если продать весь ядерный оружейный комплекс, и Россия не будет ядерной державой?» Я ответил: «Борис Николаевич, ни Вам как президенту, ни, тем более, мне как министру не дано право решать: быть ли России ядерной державой. Это должен решить народ».

30 декабря 1999 года Б.Н. Ельцин заявил по телевидению о своей отставке и, по человечески, попросил у народа прощение за срам своего президентского правления. Его, как водится на Руси, я простил. За свой корпоративный грех личной конверсии в Минатоме прошу прощения у внуков.

Символично соседство надгробия Б.Н. Ельцина с памятником знаменитому иллюзионисту КИО (на фото: — памятник КИО слева, Новодевичье кладбище).

³ Диверсификация (новолат. diversificatio — изменение, разнообразие; от лат. diversus — разный и facere — делать) — расширение ассортимента выпускаемой продукции и переориентация рынков сбыта, освоение новых видов производств с целью повышения эффективности производства, предотвращения банкротства. Такую диверсификацию называют диверсификацией производства. Простым объяснением этого термина может являться известная поговорка «Не клади все яйца в одну корзину». [https://ru.wikipedia.org/]
⁴ Диверсия (от лат. diversio — «отклонение, отвлечение») — скрытые, но тщательно подготовленные специальные мероприятия диверсионно-разведывательных групп (ДРГ) или отдельных разведчиков [https://ru.wikipedia.org/]



М.Н. Тихонов,
Международный
клуб учёных, Санкт-
Петербург



М.И. Рылов,
Ген. дир. ООО «РЭСцентр»,
Санкт-Петербург

Время собирать камни

Природа не признаёт шуток, она всегда серьёзна, строга и права; ошибки и заблуждения исходят от людей.
И.В.Гёте

Катастрофа на японской АЭС «Фукусима-1» в марте 2011 г. — крупнейшая радиационная авария в мире после Чернобыльской АЭС. Япония крайне неохотно делится информацией о Фукусимской катастрофе. В правительственном докладе Японии отсутствует описание необходимых деталей для полного понимания специалистами-проектировщиками и эксплуатационниками АЭС происшедших процессов.

Ядерная энергетика Японии

По плотности размещения АЭС (в кВт на 1 км²) Япония (86,1) занимала пятое место после Бельгии — 194,1, Южной Кореи — 188,5, Тайваня — 138,3 и Франции — 116,0. В трёх северных префектурах: Мияги, Фукусима, Ибараки находится 14 ядерных энергоблоков, 11 из которых были автоматически остановлены в результате мартовского землетрясения 2011 г. Все реакторы на северо-востоке Японии относятся к типу кипящих корпусных водо-водяных реакторов ВВР с проектным сроком эксплуатации 40 лет. В России энергетические кипящие реакторы отсутствуют, единственный опытный реактор типа ВК-50 эксплуатируется в НИИАРе (Дмитровград). Они получили широкое распространение в США, Швеции, Японии и др.

Атомная электростанция «Фукусима-1» вошла в число 25 крупнейших АЭС мира (6 энергоблоков мощностью 4,7 ГВт).

Реакторные установки для I, II и VI энергоблоков были сооружены американской корпорацией «General Electric», для III и V — «Toshiba», для IV — «Hitachi». Все реакторы спроектированы корпорацией «General Electric» (табл. 1, рис. 2). Архитектурное проектирование энергоблоков выполняла компания «Ebasco». Строительные конструкции возводила японская фирма «Kajima». Реакторная установка оснащена системами поддержания качества теплоносителя, газового удаления (прежде всего водорода, образующегося в процессе радиолитиза воды в активной зоне), отвода остаточного тепла от активной зоны при остановке реактора и системами безопасности. В 1990–2000 гг. эксплуатирующая организация приняла ряд дополнительных мер по управлению запроектными авариями и внесла изменения в схемы и процедуры АЭС.

С начала пуска этих блоков на них были проведены реконструкции, связанные с уроками, полученными при авариях на Чернобыльской АЭС и АЭС «Три Майл Айленд» в США, и направленные на исключение ошибок персонала. Уровень планировки земельного участка для размещения основных зданий находится на 10 м выше уровня моря. Для защиты причала и водозаборных сооружений от воздействия волн построена защитная дамба высотой 5,7 м.

«Фукусима-1» подключена к сети четырьмя линиями электропередач. 26 марта 2011 г. I блоку «Фукусимы-1» исполнилось 40 лет. За месяц до аварии было получено разрешение на продление лицензии на его эксплуатацию.

К строителям АЭС предъявляются строгие требования на сейсмостойкость. При малейшей



угрозе подземных толчков реакторы отключаются. Факторы, приведшие к аварии, можно разделить на две группы: конструктивные характеристики реакторов и расположение АЭС на берегу океана с охлаждением вспомогательных систем из океана.

Природные предпосылки катастрофы

Регион Тихого океана характеризуется повышенной энергонасыщенностью. Над поверхностью Тихого океана находится атмосферная область с высокой электропроводностью между ионосферой и поверхностью воды. Вулканическая деятельность наиболее активна по периферии океана. Очаги землетрясений залегают на глубине 10–30 и даже 100 км. Землетрясения происходят в Японии почти ежедневно, но большинство из них незначительны. В общей сложности, в районе Японского архипелага в 2011 г. было зафиксировано 9723 подземных толчка. Большинство из них являлись афтершоками после мощного землетрясения магнитудой 9,0, которое потрясло северо-восток Японии 11 марта.

По оценкам специалистов Комитета изучения землетрясений Японии, вероятность появления в течение 30 лет у побережья префектуры Мияги землетрясения с магнитудой 7,5 составляет 99%. Подводные толчки часто сопровождаются цунами. От эпицентра расходятся гигантские волны со скоростью до 1000 км/ч. Вблизи побережья скорость волны снижается до 500 км/ч, её высота растёт. На сей раз, высота волн цунами составила 23 м. Площадь источника этого землетрясения была свыше 400 км длиной и шириной около 200 км. Процесс разрыва земной коры продолжался 170 с. Средний уровень оседания земли вдоль побережья района Мияги составлял около 0,8 м.

Атомная станция подверглась воздействию двух природных факторов: рекордного по мощности землетрясения и рекордной по высоте вол-

ны цунами. Эпицентр землетрясения находился в океане в 70 км от острова Хонсю на глубине 24 км, в 150 км северо-восточнее от АЭС Фукусима-1 и 2. Волна цунами вблизи АЭС превысила высоту 7 м.

Землетрясение и цунами породили техногенную катастрофу на атомной станции, ставшую причиной экологической и гуманитарной катастрофы на большой территории страны. В 6 префектурах возникли пожары, в том числе на крупнейших нефтеперерабатывающих заводах «Сендай» и «Итихара». Было полностью разрушено ряд автострад, железнодорожные пути, закрылись морские порты, затоплено 4 больших города. Окружающая среда оказалась заражена, люди были вынуждены покинуть свои дома. Число погибших в 12 префектурах Японии составило 15467 человек, 7482 — числились пропавшими без вести, ранены 5388 человек. Экономический ущерб от цунами превысил 300 млрд долл.

Воздействие стихии ощутили на себе и российские территории, в частности Южные Курилы и Сахалин. Как только гигантские волны достигли берегов Антарктики, угроза цунами была объявлена по всему Тихоокеанскому региону — на Филиппинах, в Индонезии и странах Латинской Америки. Японские власти стали рассматривать вопрос о перенесении столицы в менее сейсмически опасную зону.

Хронология событий на АЭС «Фукусима-1» неоднократно подробно освещалась во многих СМИ, в том числе, и в журнале «Атомная стратегия». Поэтому останавливаться на ней не будем. Перейдем к последствиям аварии.

Последствия радиационного воздействия аварии

По данным радиологического анализа можно выделить два периода интенсивного выброса радиоизотопов: первый соответствовал взрывам на реакторах с 12 по 15 марта, когда в атмосферу были выброшены короткоживущие радио-

нуклиды, второй период — с 20 по 24 марта во время сильного разогрева и разгерметизации реакторов.

На первом этапе уровень радиоактивности снижался быстро почти до естественных природных значений. На втором этапе, когда территории вокруг АЭС были загрязнены радиоизотопами йода и цезия, спад активности стал менее динамичен. 30–31 марта наблюдался существенный подъём радиоактивности вследствие взрыва водорода на I энергоблоке и выбросов с III блока. Сумма выбросов йода-131 достигла 190 тыс. ТБк (1 ТБк эквивалентен 1 трлн. Бк). К 15 марта уровень аварии на АЭС «Фукусима-1» был повышен до 7-го уровня, достигнув оценки аварии на ЧАЭС.

В связи с господствующими ветрами основная масса выброшенных радионуклидов ушла в северо-восточном и восточном направлениях в сторону Тихого океана, достигнув берегов США. Наличие радиоактивных изотопов было выявлено за тысячи километров от места аварии. Основные радионуклиды, выброшенные из реакторов: йод-131 и цезий-137. Всего в воздух было выброшено $1,5 \cdot 10^{17}$ ($1,8 \cdot 10^{18}$ на ЧАЭС) Бк йода-131 и $1,2 \cdot 10^{16}$ ($8,5 \cdot 10^{16}$ на ЧАЭС) Бк цезия-137. Выполненная оценка количества радиоактивных веществ, сброшенных в море с загрязнённой водой, показала, что с блока № 2 сброшено $4,7 \cdot 10^{15}$ Бк с блока № 3— $2,0 \cdot 10^{13}$ Бк, с блоков № 5,6 — $1,5 \cdot 10^{11}$ Бк.

200 тыс. доз йодистого калия было выделено населению для профилактики в самый первый период. Население отселено в радиусе 20 км от «Фукусимы-1». Живущим в радиусе 20–30 км от АЭС рекомендовано отселиться добровольно. Доз, превышающих нормы аварийного облучения, зафиксировано не было. Уровень облучения, вызванного присутствием «японских» радионуклидов, обнаруженных в ряде стран мира, намного ниже фоновых значений.

В течение 10 месяцев «ТЕРСО» могла лишь предполагать, что происходит внутри реакторов после расщепления топлива. В январе 2012 г. удалось получить первые кадры при помощи оптоволоконной камеры. Получено подтверждение, что топливо остаётся относительно холодным.

Сравнение Чернобыльской и Фукусимской аварий

Суммарный выброс радионуклидов йода и цезия на «Фукусиме-1» соответствует 10%-ному объёму того, что было выброшено во время Чернобыльской аварии (без учёта урана и плутония, которые были подняты при пожаре из активной зоны реактора ЧАЭС). Суммарная мощность разрушенных реакторов «Фукусимы-1» почти в 4 раза превосходит мощность IV энергоблока ЧАЭС. К этому необходимо добавить накопившиеся за 40 лет эксплуатации «Фукусимы-1» отработавшие ТВС, также сыгравшие негативную роль в развитии аварии.

На «Фукусиме-1» безвозвратно утрачены 4 энергоблока, на ЧАЭС — один. Уже через полгода после Чернобыльской аварии I, II, III блоки были запущены в работу.

Авария на АЭС «Фукусима-1» принципиально отличается от Чернобыльской аварии, где произошел одномоментный выброс радиоактивных веществ. На «Фукусиме-1» не было взрыва ядерного реактора, не произошло массивного разлета радионуклидов по воздуху. Объем радиоактивных выбросов на «Фукусиме-1» оказался в 7 раз меньше, чем на ЧАЭС, и был направлен в основном в сторону океана. Утечка радиоактивно зараженной воды со станции продолжается, устранить её значительно труднее. Необходим строгий контроль воды из-за миграции радиоизотопов в водоносных слоях.

Содержание радионуклидов цезия и йода в значительной части проб, отобранных в весенне-летний период в Дальневосточных регионах России, находилось на уровне чувствительности методов измерения или ниже. В пробах овощей и рыбы, отобранных в Приморском, Хабаровском и Камчатском краях, цезий-134 не обнаружен. Консервативная оценка максимальных годовых доз облучения населения за счёт радионуклидов цезия-137 и -134 даёт для островов Кунашир и Шикотан составляет 38 мкЗв/год, для Приморского края – 37 мкЗв/год, для острова Сахалин – 24 мкЗв/год. Максимальная индивидуальная годовая доза облучения населения может составить 81 мкЗв.

За время аварии на АЭС «Фукусима-1» погибло 3 человека, ранено 20 человек. Болезненное состояние 149 пациентов из 610 человек, поступивших в больницы префектуры Фукусима в первые два месяца после аварии, связано с радиофобией. Правительство Японии выделило 1,24 млрд долл. на мониторинг здоровья жителей префектуры Фукусима в течение 30 лет. На шестой неделе после начала аварии началась масштабная проверка влияния аварии на здоровье населения и окружающую среду.

Энергетическая трагедия Японии

Мощное землетрясение и цунами, обрушившееся на побережье Японии, нанесли удар по всей мировой ядерной энергетике. Радиофобии после аварий на Three Mile Island и ЧАЭС вновь завладели планетой. 21 из 24 государств сразу после аварии высказались за закрытие атомных станций. Ущерб от остановки АЭС «Фукусима-1» и других атомных станций оценивается в 90 млрд долл. ежегодно.

Начало наиболее сложного этапа ликвидации последствий аварии – извлечение расплавленного ядерного топлива из реакторов, планируется не раньше, чем через 10 лет – в 2021 г. Этот процесс займет примерно 25 лет, после чего ещё 5 лет специалисты ТЕРСО будут демонтировать здания реакторов и другие строения на территории станции. Демонтаж АЭС «Фукусима-1» в общей сложности продлится 40 лет. Катастрофа на АЭС Фукусима-1 поставила перед Японией сложные задачи по хранению и захоронению больших объёмов высокоактивных ядерных отходов.

Объём выбывших мощностей «Фукусимы-1» составил 4,7 ГВт, остальных пострадавших АЭС – 7,5 ГВт, что составляет около 8% суммарного производства энергии в Японии. До аварии на Японию приходилось 32% мирового импорта сжиженного природного газа. В последнее время этот показатель возрос на 30%. Замещение выбывших энергетических мощностей будет компенсироваться дополнительной генерацией на природном газе.

Правительство вынесло решение о необходимости запуска реакторов, так как возникла угроза нехватки электроэнергии в промышленном районе Кансай, к которому относятся крупные промышленные центры Осака и Киото. При неблагоприятном стечении обстоятельств нехватка электричества может составить до 18,6%.

Перспективы развития ядерной энергетике в Японии

Отказ от ядерной энергетике под действием общественного давления означал бы для Японии долгосрочную рецессию и обнищание населения. Япония ставит целью не допустить распространение радиофобии. Японское правительство

№ блока	Установленная Мощность, МВт(эл.)	Год начала эксплуатации
1	460	1970
2	784	1973
3	784	1974
4	784	1978
5	784	1077
6	1100	1979

Табл.1. Блоки АЭС «Фукусима-1»

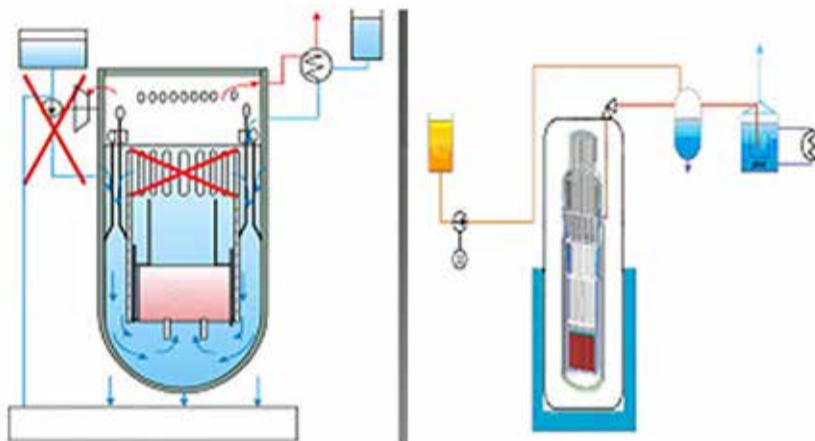
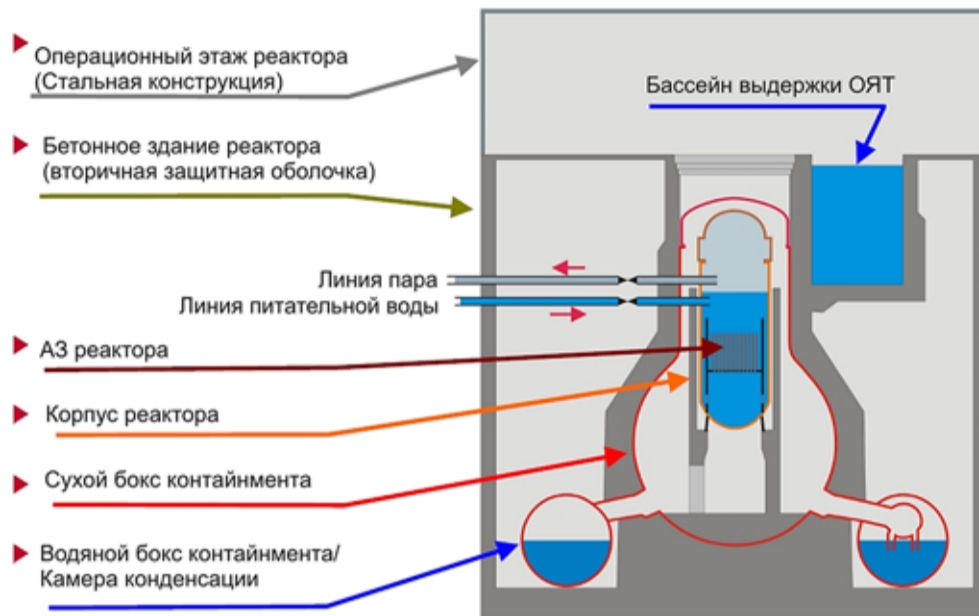


Рис.1. Схема и конструктивные недостатки реактора АЭС «Фукусима-1»

во главе с премьер-министром Синдзо Абэ приняло программу развития ядерной энергетике, содержащую положения об ужесточении безопасности АЭС. При подготовке к перезапуску АЭС в Японии проводятся следующие мероприятия:

- создан новый независимый регулирующий орган – Агентство по ядерному регулированию (NRA), подчинённое непосредственно правительству;
- подано 16 заявок на переоценку безопасности и повторный пуск энергоблоков, наиболее близки к повторному пуску 5 энергоблоков;
- по поводу безопасности ещё 28 блоков прошли общественные слушания. Таким образом, в итоге они могут быть перезапущены.

Японцы прагматичный народ. Поэтому, несомненно, развитие японской ядерной энергетике будет продолжено с новым уровнем безопасности.

Ушедший 2015 г. стал годом возвращения в строй японской ядерной энергетике. Уже вернулись в работу два блока на японской АЭС Сендай. Разрешения на эксплуатацию получены для 5 блоков. Японская энергокомпания «Kansai Electric Power» (KEPCO), под управлением которой находится АЭС «Такахама», рассчитывает возобновить работу третьего и четвёртого энергоблоков станции в течение двух месяцев.

Согласно озвученным в ноябре 2015 г. планам, предполагается вернуть в работу 21 энергоблок. Относительно судьбы ещё 18 японские регулирующие органы пока решают.

Уроки «Фукусимы-1»

Уроки аварии на японской АЭС, с одной стороны, обнадеживают, поскольку большинство станций островного государства после сильнейших ударов природной стихии остановились штатно.

Это подтвердило устойчивость атомной энергетике к различным природным и техногенным воздействиям. На АЭС «Фукусима-1» не произошло ядерного взрыва реактора. Станция, рассчитанная на 7-балльное землетрясение, выдержала 9 баллов. Если бы не наложение других факторов (цунами, проблемы с резервным энергоснабжением в первые часы после аварии), ситуацию можно было быстро нормализовать.

С другой стороны, вызывают тревогу просчёты конструкторов и неготовность руководства и персонала быстро принимать решения. Формально на момент начала аварии АЭС имела достаточно средств для предотвращения плавления топлива. Все блоки были сейсмостойки. Причиной расплавления топлива стала несвоевременная подпитка реакторов водой. Имеющиеся средства давали возможность за счёт внутренних ресурсов ЯЭУ обеспечить отвод тепла без внешней подпитки водой не менее 8 ч, в течение которых можно подготовить реакторные установки к приёму воды от заранее предусмотренного аварийного источника. На всех реакторах задержка в подпитке реакторов водой составила 5–6 ч при крайне допустимой не более 2–2,5 ч.

Реакторные установки имели многобарьерные системы защиты, но они не были взаимосвязаны с точки зрения ликвидации реальной нештатной аварии. Взрыв в реакторном здании блока № 1, повлиявший на ход аварийных работ и взрывы на блоках № 2–4, свидетельствуют не только об отсутствии эффективных систем подавления аварийного водорода, но также о недостатках систем вентиляции реакторного здания и сомнительной необходимости его использования как вторичной защитной оболочки, что заведомо исключает ручные операции при выполнении противоаварийных мер. Следует указать также на отсутствие надёжной технологии работы с облучённым топливом внутри реактора после

аварии с повреждением штатных подъёмных механизмов.

Ситуация на «Фукусиме-1» продемонстрировала неготовность японских операторов к нештатным ситуациям. Инструкции на случай аварии отсутствовали. Последствия небрежной подготовки к возможным неприятностям оказались катастрофическими.

Можно иметь надёжный реактор, но споткнуться на источниках резервного энергоснабжения и системах забора охлаждающей воды, на высокой уязвимости бассейнов выдержки отработавших тепловыделяющих сборок, на недостаточной подготовленности персонала и администрации для обеспечения работы АЭС в экстремальных условиях.

Требуется усилить ответственность за принятие важнейших инженерных решений в условиях высокой сейсмической активности. При строительстве АЭС, исходя из российских норм безопасности в атомной энергетике, необходимо учитывать возможность появления цунами высотой до 20 м в цунамиопасных районах Японии. АЭС должны иметь максимальные запасы прочности, надёжности и живучести. Требуются новые технологии защиты объектов с повышенной опасностью. Конструкторы должны закладывать в проекты максимальные запасы прочности, надёжности и живучести, невзирая на стоимостные показатели. Главным приоритетом проектирования АЭС является их безопасность.

По оценкам специалистов «Росатома», стоимость систем безопасности составляет около 40% стоимости энергоблока. Особо следует отметить недостатки по выбору проектных значений внешних воздействий, связанных с недостаточностью знаний о вероятностном поведении цунами. В связи с изменением климата повышается уровень океана, делая АЭС, расположенные в прибрежных зонах, ещё более уязвимыми. С установкой ловушек расплава и дополнительных систем доля стоимости систем безопасности ещё возрастёт.

Аварии на атомных объектах возникают внезапно и имеют тяжелейшие последствия планетарного масштаба. Необходимо объединение сил и средств различных стран для решения вопросов безаварийной эксплуатации объектов ядерной энергетике. Для этого требуется своевременное представление достоверной информации в полном объёме, а также разработка единой концепции ликвидации последствий аварии.

Точно прогнозировать протекание аварий очень сложно. Полностью исключить вероятность аварий на сложных технических объектах пока не удаётся. Сложные технологические системы требуют строгого соблюдения технологий и регламентов. Качество подготовки кадров для обслуживания таких систем должно быть поднято на уровень, соответствующий сложности объектов, создаваемых в XXI в. Для принятия обоснованных решений в короткие сроки и повышения эффективности мероприятий по ликвидации последствий аварии на АЭС, необходимо заранее моделировать сценарии вероятного развития аварии с учётом воздействия максимально возможного числа благоприятствующих аварий факторов. И на основе моделирования должны разрабатываться алгоритмы действий персонала по ликвидации последствий аварии для конкретного атомного объекта.

Недопустимо использование одного вида энергии при обслуживании аварийных АЭС. Для функционирования многочисленных систем защиты и управления реактором используется, в основном, только электрическая энергия, подача которой может быть нарушена. Поэтому для обеспечения безопасности АЭС необходимо вводить системы охлаждения реактора, функционирующие на основе естественных физических принципов (система отвода тепла самотеком, естественная циркуляция), действующих без участия оператора и при полном отсутствии основного и аварийного электропитания. Необходимо введение резервных систем охлаждения реакторов и их защитных корпусов, функционирование которых возможно в автономном режиме. В качестве независимого источника энергии может быть использована энергия струйных генераторов, в том числе применение струйных насосов для подачи воды в активную зону реакторов.

Первые дни аварии выявили все недостатки проекта реакторной установки и ошибки, допущенные эксплуатирующей организацией.



Но главной ошибкой оказалась высокая уязвимость систем аварийного энергоснабжения и системы забора морской воды.

Был ли шанс у персонала станции предотвратить взрывы водорода на АЭС? По проекту при превышении предельного давления срабатывает предохранительный клапан, и пар из корпуса реактора стравливается во внешний корпус — контаймент. Но его прочность была недостаточной, поэтому потребовалось сбросить водородно-паровую смесь в здание реактора. После модернизации 1992 г. реакторы этого типа должны были иметь вентиляционную магистраль для сброса давления из тора за пределы здания. Но во время аварии в результате такой вентиляции водород почему-то оказался не снаружи, а в помещениях реакторных зданий.

Выводы, сделанные из аварии

На каждом энергоблоке должен быть организован запас не повреждаемых при любых стихийных бедствиях технических средств, обеспечивающих энерго- и водоснабжение реакторов и пунктов хранения ОЯТ в течение достаточного времени. Первоочередные усилия персонала АЭС должны быть направлены на восстановление в течение первых трёх часов электро- и водоснабжения для расхолаживания ядерного топлива. В противном случае начнут развиваться необратимые процессы, ведущие к разрушению топливных сборок.

Эксплуатирующие организации, органы исполнительной власти, международные организации должны быть своевременно проинформированы о каждом подобном событии на АЭС с целью привлечения необходимой внешней помощи. К сожалению, данные об аварии на АЭС «Фукусима-1» Япония представила в МАГАТЭ лишь через несколько суток после аварии и от международной помощи отказалась.

В июне 2011 г. на конференции МАГАТЭ по ядерной безопасности был рассмотрен и одобрен план действий по ядерной безопасности. Ядерная инфраструктура Европы (143 АЭС) подверглась жёсткой проверке на устойчивость ударов стихии (стресс-тесты) от землетрясения до падения тяжёлого самолёта. По итогам стресс-тестов было принято решение о резком ужесточении требований по безопасности, которые должны быть реализованы всегда и везде.

В ГК «Росатом»:

- все энергоблоки АЭС были оснащены дополнительными передвижными дизель-генераторами, защищёнными от экстремаль-

ных внешних воздействий, позволяющими обеспечить длительное поддержание блоков АЭС в безопасном состоянии в условиях полного обесточивания АЭС;

- все энергоблоки АЭС оснащены дизельными насосами и мотопомпами для организации нештатной схемы подачи воды на охлаждение активных зон, парогенераторов, бассейнов выдержки ОЯТ. Дооснащение всех блоков АЭС рекомбинаторами водорода и системами контроля концентрации газов, образующих горючую смесь, будет выполнено к 2016 г. В случае обесточивания энергоблоков и невозможности подачи напряжения от штатных систем, подача напряжения будет осуществляться от передвижной аварийной дизель-генераторной станции (ПАДГС) по заранее проложенным кабельным трассам или путём прокладки кабелей, имеющихся на ПАДГС. Запас топлива рассчитан на 10 суток работы ПАДГС. Помимо дополнительных дизель-генераторов, каждый энергоблок оснащён аккумуляторными батареями, размещёнными в защищённом помещении. Заряд батарей обеспечивает их работу в течение 10 ч.

В случае проектной аварии, связанной с потерей питательной воды, на энергоблоках установлена система автономной подачи питательной воды с использованием передвижной насосной установки (ПНУ) с автономным дизельным приводом. Запас топлива рассчитан на работу в течение 24 ч.

Постфукусимский синдром

На момент аварии на АЭС «Фукусима-1» в мире эксплуатировалось 448 энергоблоков установленной мощностью 380280 МВт (эл.). В настоящее время (на 9.01.2016) статус действующих в мире имеет 441 блок, статус строящихся — 67 блоков. В это число входит и 51 японский энергоблок, которые были временно остановлены на проверку их безопасности. Все реакторы АЭС «Фукусима-1» включаться не будут.

На рис. 2 представлена динамика развития мировой ядерной генерации по годам.

Первый спад наметился после аварии на АЭС «Три-Майл-Айленд» в 1979 г. После аварии на Чернобыльской АЭС (1986 г.) в течение 20 лет сохранялась негативная реакция населения на развитие ЯЭ, постепенно сменявшаяся на положительную тенденцию роста ядерной генерации. После аварии на «Фукусиме-1» после кратковременного спада рост ЯЭ быстро восстановился. В настоящее время основная масса работающих энергоблоков имеют возраст около

30 лет.

После аварии на АЭС «Фукусима-1» страны разделились на три группы. Часть стран отказалась от ядерной энергетики вообще. В Германия к 2022 г. будут остановлены все 17 реакторов, которые обеспечивают 26% электроэнергии. Из экспортёра электрической энергии уже в марте 2012 г. Германия превратилась в её импортёра. В Швейцарии все блоки будут останавливаться по мере выработки ресурса. Последний блок должен быть остановлен в 2034 г. Но это решение пока не утверждено парламентом и в будущем может быть пересмотрено. Италия, остановившая все свои блоки ещё в 1988 г. после Чернобыльской аварии, но планировавшая развивать ЯЭ, от неё отказалась. От использования атомной энергии отказалась и Испания. После аварии на «Фукусиме-1» от ЯЭ отказались Венесуэла, Филиппины, Израиль, Марокко, Тунис, Уругвай, Кувейт, ранее планировавшие её развитие.

Ко второй группе относятся страны, отложившие принятие решения по развитию ядерной энергетики. Бельгия, в которой более 50% электроэнергии приходится на ядерную генерацию, решение пока не приняла. Таиланд, планировавший развитие ЯЭ, отложил реализацию этих намерений до лучших времён.

Перспективы развития мировой ядерной энергетики

Большинство стран приняло решение о продолжении развития ядерной энергетики. США, Великобритания, Россия, Китай, Франция продолжили политику развития ЯЭ. Белоруссия, Турция, Вьетнам, Бангладеш, Иордания, ОАЭ, начавшие строить АЭС, подтвердили планы дальнейшего развития ЯЭ. Польша, Саудовская Аравия, Египет также планируют строительство АЭС.

Всего, по данным PRIS, в 2015 г. было пущено 10 новых энергоблоков (восемь в Китае, по одному в Южной Корее и России), окончательно остановлено семь блоков (пять в Японии, по одному в Германии и Великобритании), начато сооружение семи новых блоков (шесть в Китае и один в ОАЭ).

Европа уже избавилась от синдрома «Фукусимы-1». Анализ различных вариантов энергообеспечения показал, что именно атомная энергетика способна обеспечить европейские страны достаточным количеством экологически чистой энергии. К февралю 2014 г. общественное мнение восстановило своё представление об ЯЭ.

Франция, где три четверти энергии вырабатывает АЭС, не отказывается от программ разви-

тия атомной энергетики. Для малых европейских стран атомная энергетика станет менее доступной. Еврокомиссия не позволит им строить новые реакторы. Поэтому Европе придётся больше экономить, вкладывать немалые средства в развитие возобновляемой энергетики, увеличивать импорт природного газа, заниматься добычей сланцевого газа. Большие средства инвестируются в генерирующие мощности, технологии энергопередачи, энергосбережения и энергонакопления.

Атомная генерация и экономика

Почему большинство стран высказалось в пользу дальнейшего развития ЯЭ? Дисбаланс в развитии энерготехнологий и принятии волевых политических решений влияет на ценовую составляющую мирового энергорынка. Самая дорогая на сегодняшний день электроэнергия в Дании (29 цент/кВт*час), где доля ВИЭ составляет около 40%. За отсутствием энергоёмкой промышленности, вся электроэнергия в стране, в основном, расходуется на бытовые цели, национальный ВВП менее чувствителен к стоимости электроэнергии.

Германии, где доля ВИЭ в энергогенерации составляет 25%, цена электроэнергии 25 цент/кВт*час. Планируя довести долю генерации ВИЭ до 50%, немецкая продукция рискует стать неконкурентоспособной. В стране много энергоёмких промышленных гигантов. Чтобы заменить 16% ядерной генерации на ВИЭ, потребуется около 150 млрд евро. Немецкие энергокомпании подали в суд, требуя компенсацию от правительства в размере около 20 млрд евро за упущенную выгоду из-за закрытия АЭС и затраченные средства на их модернизацию для повышения безопасности.

Одна из самых низких цен на электроэнергию (14 цент/кВт*ч) во Франции, где доля ядерной генерации 78%.

В Болгарии цена энергии, производимой АЭС «Козлодуй», составляет 2,2 цент/кВт*час, солнечных электростанций — 35 цент/кВт*час и ветряных — 9,5 цент/кВт*час. То есть солнечная электроэнергия в 17 раз дороже электроэнергии, получаемой от АЭС «Козлодуй».

Возобновляемая энергетика на сегодняшний день имеет целый ряд недостатков, основные из которых — проблема подключения ВИЭ к сетям и низкая эффективность. Сравнение годовой эффективности для разных видов генерации (солнечная энергетика — 1350 ч; ветроэнергетика — 1700 ч; гидроэнергетика — 2200 ч; атомная энергетика — 7960 ч) демонстрирует преимущество атомной энергетики.

На данный момент у атомной энергетики серьёзных альтернатив нет. Более того, ужесточение требований к безопасности АЭС неизбежно приведёт к выводу из эксплуатации наиболее старых станций (особенно в Западной Европе и США), что потребует строительства новых мощностей.

Китай и Индия, где потребность в энергии быстро растёт, не собираются сворачивать свои ядерные программы. Будут более взвешенно рассматриваться новые проекты АЭС, ужесточится порядок получения лицензий, будут пересмотрены схемы размещения новых атомных объектов. Индия планирует построить 23 АЭС, Китай — 77.

В 2015 г. Китай подключил к сети 8 новых энергоблоков. По суммарной мощности действующих АЭС, а также по числу действующих энергетических реакторов вышел на третье место после США и Франции. В настоящее время Китай приступил к возведению второго блока в рамках пилотного ядерно-энергетического проекта с использованием технологий «Hualong One». Это реактор третьего поколения собственной китайской разработки. Китай рассчитывает, что данный пилотный проект поможет китайскому оборудованию атомной энергетики выйти на внешние рынки. 2015 год стал годом наступлением китайского ядерного экспорта на новые рынки: Аргентины, Британии, Румынии, Ирана, Иордании, Кении, ЮАР.

Целевые показатели для китайской ядерной энергетики на 2020–2021 гг. 58 ГВт установленной мощности. Программы развития альтернативных возобновляемых источников энергии также продолжают реализацию. Прирост мощности

китайского атомного парка составил 8,144 ГВт (эл.). В декабре 2015 г. началось строительство ещё одного блока «Fangchenggang-3». На нём будет установлен реактор HPR-1000, модификация проекта «Hualong One» от корпорации CGN. Таким образом, теперь в Китае статус действующего имеет 31 блок, а статус строящегося – 24 блока.

В Южной Корее функционирует 21 реактор, обеспечивающий треть всей электроэнергии страны. Запланировано строительство ещё 11 реакторов.

Происходит возобновление работы японской ядерной энергетики. Вернулись в строй два блока на японской АЭС «Сендай». Для 5 блоков получены разрешения на эксплуатацию. Планируется вернуть в работу 21 энергоблок. Судьба еще 18 блоков пока не решена.

В Великобритании в течение последнего десятилетия поступательно растёт поддержка ЯЭ. Вызванный аварией на «Фукусиме-1» эффект снижения поддержки ЯЭ просуществовал недолго. Уже к концу 2011 г. 50% респондентов выступали за строительство новых АЭС в стране. В Германии 65% респондентов считают, что разворот её энергетической политики не влияет на планы развития ЯЭ в других странах, 55% высказались против немецкого политического вмешательства в процесс принятия решений об использовании ЯЭ в других странах. 85% респондентов считают, что ядерные исследования должны по-прежнему занимать приоритетное место в немецкой науке и заслуживают соответствующего финансирования. Во Франции только 8% опрошенных назвали риски ЯЭ основной причиной для беспокойства. В Швейцарии 74% граждан продемонстрировали растущее доверие к местным АЭС. Почти 64% респондентов считают ЯЭ достаточно недорогой. В Швеции 49% опрошенных поддерживают строительство новых энергоблоков АЭС на замену выбывающим, 30% выступают против, а 21% занимают неопределённую позицию.

В феврале 2012 г. в Париже образовалось новое объединение в поддержку ядерной энергетики, в которое вошли 12 стран Евросоюза, эксплуатирующих АЭС (Франция, Великобритания, Испания, Нидерланды, Швеция, Финляндия, Чехия, Словакия, Словения, Венгрия, Румыния, Болгария), и 4 страны, планирующие их строительство (Польша, Литва, Эстония и Латвия).

По оценке Торговой палаты США, объём мирового рынка ядерной продукции, услуг и топлива за 10 следующих лет составит 500–740 млрд долл. Сейчас в мире строятся 67 энергоблоков, более 150 проектов новых АЭС находятся на стадии лицензирования и на продвинутой стадии разработки. В ближайшие годы ожидается ввод в строй новых блоков в Китае, России, Южной Корее, ОАЭ, Пакистане. Что касается стран, входивших в бывший СЭВ, от строительства АЭС они не отказались.

Атомная энергетика в энергетической стратегии России

У России также нет оснований отказываться от своей энергетической стратегии. Продолжится строительство АЭС с реакторами ВВЭР-1000. Сроки эксплуатации энергоблоков с реакторами РБМК продлеваться не будут. 10 декабря 2015 г. был включен в сеть и выработал первую электроэнергию в энергосистему Урала энергоблок № 4 Белоярской АЭС с реактором БН-800. Ускоряются темпы работ по развитию реакторов на быстрых нейтронах с замкнутым топливным циклом, что позволит России увеличить запасы ресурсов ядерного топлива более чем на тысячу лет.

В связи с уменьшением бюджетного финансирования Программы Госкорпорации «Росатом» на 2009–2015 гг., направленной на серийное строительство энергоблоков АЭС на 30%, сроки строительства семи из девяти строящихся энергоблоков были сдвинуты. При этом было ускорено сооружение третьего и четвёртого блоков Ростовской АЭС в связи необходимостью обеспечить потребности юга России в электроэнергии. В приоритетном порядке будет финансироваться строительство замещающих мощностей. Физпуск первого блока ЛАЭС-2 перенесен на 2016 г., пуск второго блока Нововоронежской АЭС-2 – на 2018 г., первого блока Курской АЭС-2

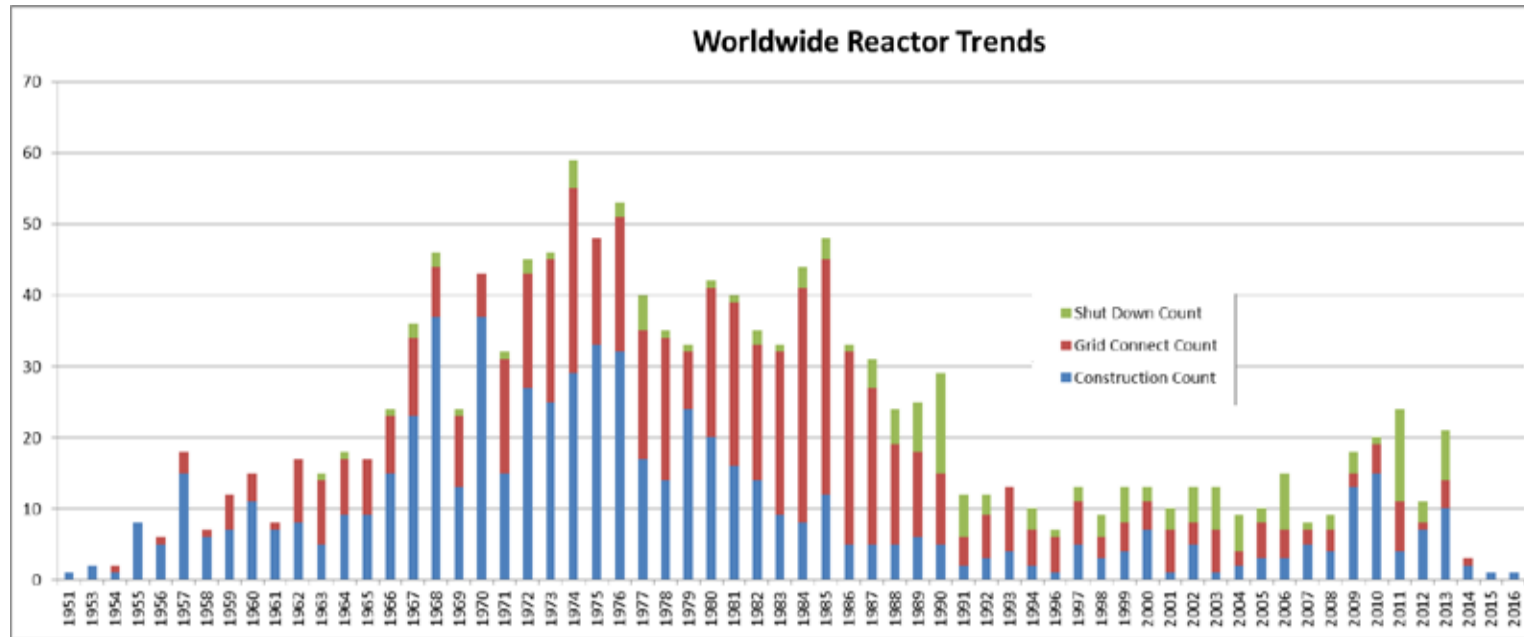


Рис.2. Число энергоблоков, вводимых в разные годы в мировой ЯЭ

Реактор. Страна-проектант	Защита от внешних воздействий	Защитная оболочка реакторного зала	Наличие СПОТ	Наличие ловушки расплава АЗ
ВВЭР-1200 (Россия)	+	Двойная	+	+
EPR-1600 (Франция)	+	Двойная	+	–
AP-1000 (США)	+	Двойная	+	–
APR-1400 (Корея)	+	Одинарная (двойная для экспорта)	+	–

Табл.2. Реакторы III поколения

– на 2021 г. Блок № 1 Нововоронежской АЭС планируется сдать к 1 января 2017 г.

Доля ядерной генерации в общем энергобалансе России в 2015 г. увеличилась до 18,6%. В 2014 г. энергоблоки всех десяти действующих российских атомных электростанций производили 17,2% от всего объёма выработки электроэнергии в России. Всего в прошедшем году атомные станции России выработали около 195 млрд кВтч. В целом по России выработка электроэнергии в 2015 г. увеличилась на 0,2%. Рост установленной мощности в России за 10 лет должен составить 18,3 ГВт.

В условиях кризиса приоритетными проектами для Госкорпорации «Росатом» становятся зарубежные площадки, акцент смещается на строительство АЭС за рубежом. Сейчас в портфеле проектных организаций «Росатома» 28 лотов на строительство зарубежных АЭС. На исходе уходящего 2015 г. в ходе визита премьер-министра Индии Нарендры Моди в Россию была намечена амбициозная программа развития атомной энергетики, предусматривающую строительство, по крайней мере, 12 блоков, отвечающих высочайшим мировым стандартам безопасности. 24 декабря 2015 г. «Росатом» подписал программу по локализации производства в Индии для АЭС российского проекта. Первый энергоблок АЭС «Куданкулам», построенный при участии «Росатома», уже сдан в коммерческую эксплуатацию; строительство второго также завершено. Сооружение третьего и четвёртого энергоблоков должно начаться в 2016 г. и завершиться в 2020–2021 гг. Всего Россия планирует построить в Индии до 25 атомных блоков в различных регионах страны. В 2016 г. Индия планирует запустить в работу свой реактор на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем.

В 2016 г. Россия начнёт строительство двух новых атомных блоков в Иране.

24 декабря 2015 г. «Росатом» получил генеральный контракт на строительство АЭС в Бангладеш. «Росатом» спроектирует, построит и введёт в эксплуатацию на условиях под ключ два энергоблока атомной электростанции с реакторами типа ВВЭР мощностью 1200 МВт каждый на площадке Руппур.

АО «ОКБМ Африкантов» разработало концептуальный проект опытного высокотемпературного газоохлаждаемого реактора RDE для Республики Индонезия.

Разработка проекта АЭС с реактором на базе технологии высокотемпературных газоохлаждаемых реакторов (ВТГР) мощностью 10 МВт для когенерации электроэнергии и промышленного тепла осуществляется в рамках ядерной программы Индонезии. Со стороны российской группы компаний, АО «ОКБМ Африкантов» определено

главным конструктором реакторной установки. Инновационная технология высокотемпературных газоохлаждаемых реакторов открывает новый сектор рынка для атомной энергетики в сфере неэлектрического применения и водородной энергетики.

Тенденции развития ядерной энергетики

В 2015 г. в мире подключены к сети 10 новых реакторов. На фазе подготовки к физическому пуску в ближайшие месяцы находятся еще 4 реактора.

Мировая ядерная энергетика возрождается. А грядущий 2016 г. обещает стать еще более активным для мирного атома.

Ключевым трендом станет ускоренный переход на реакторы нового поколения с современными системами безопасности. Атомной энергетике нет альтернативы в этом столетии, без неё энергетический кризис не преодолеть. На повестке дня разработка реакторов, способных работать без тяжёлых аварий и замена ими всего парка АЭС. Мировая атомная энергетика подходит к новому этапу развития на основе ядерных установок малых и средних мощностей. Энергетический запас установок малой и средней мощности позволяет создавать локальные сети с необходимым уровнем надёжности и запаса энергоресурса без присоединения к большим сетям.

В планах развитие нового поколения гибридных ядерных энергетических систем. Оно может быть реализовано на основе концепции внутренне самозащищённых ядерных энергетических источников – жидкосольевых гибридных токамиков, в которых осуществляется самообеспечение топливом и эффективное преобразование энергии. Уже существуют отечественные наработки по использованию обычных и быстрых реакторов малой мощности, которые обеспечивают себе пассивную безопасность.

На заключительном этапе находится строительство ПАТЭС с энергоблоками КЛТ-40 С. Планируется развитие атомной энергетики малой мощности (до 100 МВт, эл.) для энергообеспечения отдалённых регионов страны и космических исследований.

Большое внимание уделяется радиационной и ядерной безопасности, совершенствованию законодательства и технического регулирования. Решается проблема централизованного хранения ОТВС ядерных реакторов. Российская атомная отрасль оказалась единственной, которая за годы после «Фукусимы-1» не потеряла объём заказов, а увеличила их в два раза.

После кратковременного спада, вызванного постфукусимским синдромом, начался рост числа действующих реакторов. На 17.12.2015 г. статус действующих блоков в мире имеют 442 блока, статус строящихся – 67. В России статус действующих имеют 35 блоков, в том числе два блока с быстрыми натриевыми реакторами БН.

По проектам «Поколение 3+» (реакторы с повышенными требованиями безопасности) сооружается 4 блока. Остальные блоки сооружаются по проектам поколений 2+ и 3.

Единственный проект с ловушкой расплава – это российский реактор ВВЭР-1200. 2 блока ВВЭР-1000 с ловушкой расплава функционируют на китайской станции «Тяньвань» и два в Индии на АЭС «Куданкулам».

Остальные технические характеристики энергоблоков примерно одинаковы. Южнокорейский реактор APR-1400 (на АЭС «Шин-Кори»), имеет одинарную защитную оболочку. Экспортный вариант для ОАЭ имеет двойную оболочку (табл. 2).

Российские проекты характеризуются наличием инновационных решений: ловушка расплава на случай запроектной аварии; цифровая система контроля и управления, включая системы безопасности АЭС; двойная защитная оболочка над зданием реактора; главные циркуляционные насосы на водяной смазке; комплекс диагностики состояния основного оборудования и металла АЭС; способность энергоблока АЭС работать в режиме суточного регулирования нагрузки и многое другое.

Заключение

Второй раз после Чернобыльской аварии атомная энергетика оказалась перед угрозой недоверия мировой общественности к атомным технологиям. Для восстановления положительного импульса развития ядерной энергетики предстоит большая работа. Японская трагедия – повод трезво оценивать риски и отказаться от экономии на безопасности.

Анализ энергетической безопасности мира подтверждает, что ядерная энергетика представляет важнейшую составляющую мирового энергобаланса, без которой человечество обойтись не может, и равноценной замены ей пока не найдено. Абсолютным большинством стран принято решение о продолжении развития ядерной энергетики. Ключевым вопросом развития ЯЭ является её безопасность, поэтому во всем мире резко ужесточены требования по безопасности АЭС.

Надеемся, полученные уроки пойдут человечеству на пользу.

Библиография. 1. Рябчук Е. Ф. Японская катастрофа // Энергия: экономика, техника, экология, 2012, № 12, с. 64–66. 2. Римский-Корсаков А. А. Две аварии // Атомная стратегия-XXI, апрель 2011, № 53, с. 20–21. 3. Гуменюк В. И., Тихонов М. Н., Федосовский М. Е. Постфукусимский синдром: проблемы и решения // Науч.-техн. ведомости СПбГПУ, 2012. 4. Ваганов В. А. За 50 лет до «Фукусимы-1» // Атомная стратегия-XXI, апрель 2012, № 65, с. 13–14. 5. Гагаринская И. В. Общественное мнение о ядерной энергетике // Атомная стратегия-XXI, март 2014, № 88, с. 11. 6. Муратов О. Э. Ядерная энергетика после Фукусимы-1 // Атомная стратегия-XXI, март 2014, № 88, с. 12–15. 7. Гагаринский А. Ю. Обращение с РАО в ядерно-энергетической стратегии России // Энергия: экономика, техника, экология, 2014, № 7, с. 2–9. 8. Фролов И. Э. Атомная промышленность России: итоги реформирования, политика и проблемы развития // Проблемы прогнозирования, 2014, № 6, с. 3–15. 9. Велихов Е. П., Гагаринский А. Ю., Субботин С. А., Цибульский В. В. Энергетические вызовы России // Энергия: экономика, техника, экология, 2014, № 10, с. 2–10.



Виктор Алейников



«Не сарай строим!»

29 февраля 2016 г. в ОБЭО «Зеленый мир» поступило Открытое обращение от В. П. Алейникова, бывшего строителя ЛАЭС-2, в котором излагается его видение серьезных проблем, связанных с нарушением технологий строительства и монтажа при строительстве ЛАЭС-2 (текст на 9 страницах с приложением, всего 50 стр.).

По мнению председателя Совета общественной благотворительной организации «Зеленый мир» О. В. Бодрова, крайне важно, чтобы эта информация была проверена специалистами. 3 марта 2016 г. специальным письмом эта информация была направлена в Комитет по природным ресурсам Госдумы, в Законодательное собрание Ленинградской области и ЗАКС Санкт-Петербурга (в постоянные комиссии по экологии). В обращении говорится о необходимости всесторонней проверки изложенных фактов и принятия мер для устранения серьезных нарушений, которые могут сказаться на безопасности строящейся ЛАЭС-2.

На пресс-конференции, организованной по поводу этого обращения 3 марта 2016 г. в Институте региональной прессы, первое слово было предоставлено Виктору Петровичу Алейникову, который записал своё видеобращение.

«Уважаемые земляки, обращаюсь к вам, поскольку опыт предыдущих обращений к непосредственным начальникам на строительстве Ленинградской АЭС-2, в государственные контролирующие органы, не привели к ожидаемым результатам. В то же время возможные глобальные негативные последствия нарушений технологии строительства ЛАЭС-2 могут представлять опасность не только для жителей Соснового Бора, но и для Санкт-Петербурга, Северо-западного региона России и стран Балтийского моря.

Осознавая ответственность за эти возможные последствия, я решил обратиться к вам в надежде, что изложенные мною факты будут способствовать устранению нарушений, свидетелем которых я был.

Расскажу об общей атмосфере и настроении строителей ЛАЭС-2, о нарушениях технологии строительства, фальсификациях результатов термообработки сварочных стыков главного циркуляционного трубопровода (ГЦТ) первого контура реактора ВВЭР-1200 в реакторном цехе первого энергоблока ЛАЭС-2, а также о финансовых махинациях и других нарушениях.

Мой профессиональный путь в атомной отрасли до строительства ЛАЭС-2

Большая часть моей профессиональной деятельности связана с атомной отраслью. Недавно я был награжден почетным знаком «Ветеран атомной энергетики и промышленности».

В 1978 г. после окончания судостроительного техникума в г. Николаев (Украинская ССР) и получения специальности «судовой техник-электрик», я был направлен на работу в г. Сосновый Бор, Ленинградской области, в Научно-Исследовательский Технологический Институт (НИТИ им. Александра), где принимал участие в испытаниях судовых атомных реакторов для подводных лодок. Последней моей должностью в институте было «оператор управления электроэнергетической системой судового атомного реактора» в здании 103. Это была интересная творческая работа.

В 1991 г. я перешел на работу на Ленинградскую атомную электростанцию в цех ТАИ, в качестве электрослесаря по обслуживанию автоматики и средств измерений. Я работал в зданиях 460, 660, 661, 667, которые входили в комплекс хранилища жидких радиоактивных отходов (ЖЖРО), куда по спецканализации поступала радиоактивная вода с ЛАЭС. В зданиях 460 и 660 эта вода выпаривалась до солевого остатка. Радиоактивный солевой остаток перемешивался с битумом и отправлялся на хранение в зд. 667. Что будущие поколения людей будут делать с этим накопленным запасом радиоактивного битума и других радиоактивных материалов, не известно.

Нарушения технологии при бетонировании объектов ЛАЭС-2

С 16 ноября 2009 г. по январь 2010 г. я работал в ЗАО «Туннельный отряд-3» Санкт-Петербургского Метростроя на строительстве ЛАЭС-2.

Нарушения технологии при строительстве ЛАЭС-2, в частности при проведении бетонных работ, я видел собственными глазами. По инструкции моего руководителя, заливка бетона должна была производиться при температуре

не ниже +10 оС. Этот температурный режим при проведении бетонирования не выдерживался. Заливка бетона на зданиях 10 УКТ (здание хранилища свежего ядерного топлива) и 10 УКА (здание безопасности) проводилась при отрицательных температурах атмосферного воздуха. Для экономии солиерки руководством было дано указание использовать не все тепловые пушки «Галакси», предназначенные для обогрева при бетонировании в тепляках. В результате температурный режим бетонирования не выдерживался.

Нарушения технологии при проведении сварочных работ

С февраля 2010 г. по 1 февраля 2016 г. я работал наладчиком сварочного и газоплазморезательного оборудования в МСУ-90. В мои обязанности входил ремонт и обслуживание сварочного и плазморезательного оборудования, в том числе находящегося на площадке строящейся ЛАЭС-2. МСУ-90 входит состав концерна «ТИТАН-2», председателем Совета директоров которого является Г. М. Нагинский, бывший член Совета Федерации от Ленобласти, бывший заместитель министра обороны России, бывший генеральный директор Спецстроя России.

В марте 2013 г. главным сварщиком МСУ-90 Шубинским А. В. я был направлен на курсы по обучению специальности «оператор передвижных термических установок». На вопрос, зачем мне — наладчику это нужно, зам. главного инженера Гусев Николай Иванович ответил, что планируется производить термическую обработку ответственных сварных соединений трубопровода первого контура реакторов строящейся ЛАЭС-2, а также других ответственных сварных швов новой станции. Для этого нужны термисты, и будет произведена дополнительная оплата труда по факту совершения работ.

Для обучения специальности операторов-термистов была собрана группа, в которую вошли Из отдела главного сварщика:

1. Алейников В. П.
 2. Просвиринов А. А.
 3. Корнилово Е. Н.
- С участка № 1 МСУ-90 монтажники:
1. Абдуллаев Мамедкерим Алмамед-Оглы
 2. Анохин Владимир Васильевич
 3. Лукин Михаил Николаевич
 4. Макаров Павел Александрович
 5. Сальников Василий Александрович

6. Тудасев Александр Геннадьевич
Из частного образовательного учреждения (ЧОУ) «Северо-Западный учебный центр «Электромонтаж» (лицензия 1185 от 20.01.2012, Санкт-Петербург, Колпинский район, поселок Петр-Славянка, Софийская улица, д. 96,) прибыли два преподавателя, прочитавшие в течение двух-трех недель теоретический курс по термообработке в помещении ОТБ МСУ-90. Затем в помещении «НПФ «БЕНТАМ», мы провели две пробные практические работы по термообработке.

Шубинский Андрей Владимирович выдал мне «Дневник профессиональной практики слушателя курсов профессиональной переподготовки», сказав, что его необходимо будет заполнять, когда будем проходить практику в учебном центре ЧОУ. Но в дальнейшем никакого практического обучения не последовало.

Осенью 2013 г. для поездки на ЛАЭС-2 мне понадобилось мое удостоверение наладчика, находившееся в кабинете начальника, которого в это время замещал другой человек. При поиске удостоверения в столе начальника я обнаружил диплом «Оператора-термиста передвижных термических установок» № 040-13, выписанный на мое имя и «выданный» мне 03 июня 2013 г. Никаких практических занятий, ни аттестации или экзаменов на специальность оператора-термиста я не проходил. Остальные монтажники, с которыми я обучался на курсах термистов, также не видели своих дипломов, и никакой информацией об этом не обладали. Нас даже не поставили в известность о том, что мы уже «дипломированные термисты».

В начале 2014 г. новый Главный сварщик МСУ-90 Секачев Руслан Николаевич попросил ксерокопию моего диплома оператора-термиста. На вопрос, для каких целей это нужно, он ответил, что МСУ-90 должно иметь подтверждение проведенного обучения.

Нарушения технологии при термообработке главного циркуляционного трубопровода (ГЦТ) первого энергоблока ЛАЭС-2

В конце 2013 — начале 2014 г. главный сварщик МСУ-90 Р. Н. Секачев сообщил о том, что

меня хотят откомандировать в Турбинный цех № 2 ЛАЭС-2 для термообработки ответственных сварных швов кольца, являющегося основанием какого-то большого важного бака. Я предложил МСУ-90 заключить дополнительное трудовое соглашение о том, что я — наладчик буду совмещать работу по другой специальности — оператора-термиста. Но, сославшись на зам. главного инженера Гусева, Секачев ответил, что эту работу надо выполнять как «шабашку». Для того чтобы посмотреть, какая будет реакция руководителя, я предложил оплату за «шабашку» по 5 тыс. руб. за смену. Через неделю Секачев ответил, что зам. главного инженера Гусев с таким вариантом не согласен. И меня отправили на термообработку сварных швов как наладчика. В этом качестве я должен был контролировать работоспособность термоустановки «Weldotherm» и устранять неисправности в случае их возникновения.

Сам процесс термообработки кольца контролировали украинские монтажники из Харькова или Донецка, не имеющие квалификации термиста (!), работавшие в составе МСУ-90 как монтажники.

В сентябре 2014 г. начинались работы по сварке и термообработке сварных соединений главного циркуляционного трубопровода (ГЦТ) первого энергоблока ЛАЭС-2.

ГЦТ первого контура реактора состоит из четырех независимых петель. Каждая петля включает парогенератор, главный циркуляционный насос (ГЦН) и трубы, которые соединяются 7-ю сварочными стыками. Каждая петля имеет два сварных стыка ГЦТ к самому реактору, два сварных стыка к парогенератору, два — к ГЦН и один сварочный стык трубопровода между ГЦН и парогенератором. Таким образом, на четырех петлях ГЦТ первого контура энергоблока с реактором ВВЭР-1200 имеется 28 сварочных стыков. Из разговоров сварщиков, каждый стык оценивается в 8 млн руб., то есть вся эта работа стоила примерно 224 млн руб.

Режим термообработки включает «подогрев под сварку». После сварки стыка и контроля качества сварного соединения производится «высокий отпуск» сварного соединения и его «термоотдых». Эти работы осуществлялись двумя типами термоустановок: тремя немецкими «Weldotherm» и тремя российскими высокочастотными установками индукционного типа «Курай».

Установки «Weldotherm» работали практически без замечаний. «Курай» же часто ломался, и его постоянно приходилось ремонтировать. Работа персонала была организована сменами по 12 часов. Только в октябре 2014 г. мы отработали 21 смену, то есть 252 рабочих часа за месяц. При таком напряженном графике работы возрастает вероятность ошибок при её выполнении.

Когда меня посылали на эту работу, я согласился выполнять ее только при условии, что оплата труда будет производиться согласно ТК РФ, то есть будут учитываться сменная работа и работа в вечерние и ночные часы. Главный сварщик МСУ-90 пообещал, что оплата будет производиться согласно ТК РФ. Но, получив зарплату, мы увидели, что её начислили из расчета дневного времени. Все рабочие, занимавшиеся монтажом, сваркой и термообработкой ГЦТ, были недовольны. Но, привыкшие к постоянному обману, считали, что что-то делать бесполезно.

Возмущенный таким обманом, я решил уволиться. 17 ноября 2014 г. написал заявление об увольнении и передал его главному сварщику Секачеву, который пообещал регулировать данный вопрос. В тот же день вечером мне на телефон пришло смс-сообщение из банка о переводе недостающей оплаты. Я отозвал свое заявление об увольнении. Видимо, администрация испугалась, что уволиться захотят многие, и некому будет выполнять работы по сварке и термообработке ГЦТ первого контура. Вопрос был урегулирован. Но недовольство осталось.

Ответственную высококвалифицированную работу термистов выполняли работники, имевшие липовые дипломы, а за выполненную работу пытались оплатить меньше, чем предусмотрено Трудовым кодексом РФ.

В конце 2014 г., заступив на смену после выходного дня, при осмотре оборудования в шкафу управления термоустановки «Курай» я обнаружил посторонние элементы на клеммной колодке, к которой подсоединяются провода от термопар, контролирующей температуру режима термооб-

работки сварочного стыка ГЦТ к реактору. Этими не штатно подключенными элементами оказались четыре переменных сопротивления, которыми можно изменять термоздс термопар во время проведения термообработки сварных швов. Благодаря этой «хитрости» оператор термообработки, регулируя переменное сопротивление, может произвольно менять ход диаграммы режима термообработки сварного шва. Таким образом, в протоколе термообработки сварного шва можно показать любое, требуемое по технологии значение температуры, хотя реальное значение температуры может быть при этом совсем иным.

Данное нарушение было обнаружено в момент завершения «высокого отпуска» (режима многочасовой термообработки), предназначенного для снятия остаточных напряжений сварочных стыков соединения третьей петли ГЦТ и корпуса реактора. Качественное выполнение режима термообработки такого соединения очень важно, так как снятие внутреннего напряжения со сварного шва непосредственно влияет на прочность, долговечность и безопасность при эксплуатации, как реактора, так и всей атомной станции. Нарушение технологии термообработки несет потенциальную угрозу разрушения этого соединения, и может привести к радиоактивному загрязнению Северо-западного региона России и Балтийского моря.

контрольных точек, выходя за допустимые пределы режима термообработки. Посчитав, что рабочая термопара может быть неисправной и поэтому занижает показания, я переключил рабочую термопару контрольной точки ВКЗ на дублирующую ее термопару. Но показания дублирующей термопары оказались еще ниже. Сменному руководителю, ответственному за термообработку, я сказал, что проблема, вероятно, не в термопарах, а в неправильно уложенных термистами нагревательных ковриках, или в неправильно установленных заглушках внутри трубопровода из-за чего недостаточно тепла в районе контрольной точки ВКЗ. Поэтому температура выходит за пределы допустимого от регламентного режима термообработки.

На предложение остановить начатый «высокий отпуск» и устранить причины нарушения регламентного режима термообработки, мой руководитель стал убеждать, что останавливать «высокий отпуск» нельзя, так как это затянет время термообработки на несколько дней, и в итоге мы будем наказаны за эту задержку. Он взял колодку дублирующей термопары от контрольной точки ВК6, расположенной совсем в другой точке обрабатываемого сварного шва, и подключил ее к компенсационному кабелю контрольной «проблемной» точки ВКЗ. Показания температуры

были госповерены и имели свой номер. Значительная часть термопар госповерку не проходила. Многие термопары после термообработки выходили из строя. И мы, наладчики, их ремонтировали. Меняли изоляторы, делали «скрутки» в месте соединения чувствительного элемента термопары. А сварщики-аргонщики сваривали их концы. Восстановленные таким способом термопары, не проходя госповерки на точность измерения температуры, вновь использовались при термообработке сварных швов.

По окончании работ по термообработке сварочных стыков ГЦТ, я вернулся на основное рабочее место в здании «Бентам», принадлежащее МСУ-90 холдинга «Титан-2». Но периодически приходилось ездить на ЛАЭС-2 для ремонта сварочного оборудования или термоустановок «Weldotherm», которые перевезли в помещение турбинного цеха № 1 первого энергоблока ЛАЭС-2. Там с их помощью продолжали термообработку сварных стыков трубопроводов.

В очередной приезд для ремонта установки «Weldotherm» в турбинный цех № 1 ЛАЭС-2 21 февраля 2015 г., я увидел, что термообработку на соседней термоустановке ведет незнакомый человек. Оказалось, что недовольные оплатой труда термисты отказались проводить эту работу. И теперь её выполняют



Подпись

Доложив о нарушении своему непосредственному руководителю-инженеру, я написал об этом замечании в его рабочем компьютере для передачи данной информации главному сварщику МСУ-90. Мой непосредственный руководитель также был сильно возмущен, осознавая возможные последствия в будущем.

Отсоединив нештатные переменные сопротивления, я выбросил их в мусор, чтобы в дальнейшем это не повторилось. Никто из сменщиков не признался, что это было сделано кем-то из них. Заступив на смену 5 января 2015 г., при осмотре оборудования «Курай» после завершения «высокого отпуска» сварочного стыка ГЦТ (уже не помню точно какого, но вероятнее всего это был один из сварочных стыков ГЦТ первой или второй петли первого контура реактора), я обнаружил, что параллельно компенсационному проводу термопары контрольной точки № 2 опять было подсоединено переменное сопротивление. Сфотографировав на мобильный телефон это подсоединение и диаграмму «высокого отпуска» на самописце, я доложил об этом нарушении старшему инженеру на смене, который, как и в предыдущий раз, сильно возмущался этим фактом.

13 января 2015 г. в нашу смену был начат «высокий отпуск» сварочного стыка № 7 четвертой петли ГЦТ первого контура реактора первого энергоблока ЛАЭС-2. Температура контрольной точки ВКЗ отставала от температур других кон-

термопары от контрольной точки ВК6 идеально совпало с требуемым по регламенту графиком диаграммы.

Затем сменный руководитель сделал запись на самой диаграмме: «Обрыв термопары, переключено на дублирующую», но «дублирующей» она была не для точки ВКЗ, а для точки ВК6. В результате сфальсифицированного режима термообработки этот сварной стык трубопровода первого контура не будет обладать проектной величиной прочности.

Чтобы выяснить причину понижения температуры при термообработке я по личной инициативе забрался через ГЦН в трубопровод и увидел, что на этом участке трубопровода термистами неплотно установлены заглушки. В верхней части заглушки обнаружилась довольно большая щель. Вероятно, поэтому из-за потока холодного воздуха контрольная точка ВКЗ при термообработке не успевала нагреваться до нужной температуры. Это был прокол термистов. Но фиктивный протокол результатов термообработки этого сварного шва показывал, что всё «сделано по регламенту».

(Этот день запомнился еще и тем, что по реакторному цеху водили делегацию из Венгрии. Их фотограф фиксировал все подряд внутри реакторного цеха, а заместитель директора ЛАЭС рассказывал о надежности новой строящейся станции).

Таким образом, только часть термопар, использованных при термообработке, изначально

украинские монтажники из МСУ-90, не имеющие соответствующей квалификации, но не отказавшиеся от предложенной работы из-за боязни потерять работу.

25 февраля 2015 г., в одной из сварочных кабинок «Бентама», где вновь прибывающие сварщики сваривают образцы для аттестации при приеме на работу, я увидел действующую установку, состоящую из сварочного трансформатора, подававшего питание на коврики, которые обогревали большой кусок металла, заматанный в теплоизоляцию. На программаторе «Термодат-14 Е», управлявшем контактором, подающим питание на нагревательные коврики, была установлена программа термообработки. А самописец рисовал диаграмму термообработки. На мой вопрос: «что это такое», — коллега-наладчик, выполнявший эту операцию, пояснил, что какая-то диаграмма термообработки на ЛАЭС-2 были забракована и ее «рисуют» заново, точнее фальсифицируют, используя элементарный подлог.

Страх потерять работу заставляет работников идти на явные нарушения технологии строительства и подлог. Ведь для исправления ошибок потребуется время, а это — деньги! Проще подделать требуемый результат термообработки и промолчать о возникших проблемах. Те, кто находят силы не соглашаться и перечить начальству, долго не задерживаются. Им дают самую мало оплачиваемую работу, и в итоге они увольняются.

Текущая кадры на стройке ЛАЭС-2

Работая в отделе главного сварщика (ОГС) МСУ-90 холдинга «Титан-2», я удивлялся тому, что в период 2013–2015 гг. для работы на ЛАЭС-2 к нам устраивались все новые сварщики со всех регионов России. После аттестации, они направлялись на сварочный участок. Я даже шутил, что на стройке ЛАЭС-2, «их, наверное, сжигают», поэтому и приходится набирать новых.

Часть сварщиков набирались через посреднические фирмы. В этих фирмах-посредниках сварщики получали зарплату, реально работая на стройке ЛАЭС-2 под руководством МСУ-90. По моим оценкам, до 70% сварщиков на сварочном участке ЛАЭС-2 не задерживались более 3–4 месяцев. В чем причина?

Один конкретный пример. При встрече возле управления МСУ-90 знакомый сварщик из Калининграда, участвовавший в сварке конденсаторов охлаждения в турбинном цехе № 2 ЛАЭС-2, сообщил, что увольняется: «Да зае..ло тут всё в этой конторе! Приехал сюда работать и заработать денег, а прораб предложил поставить в табеле, что я якобы работал в субботу-воскресенье, а причитающиеся за эти дни деньги отдать ему. Но я приехал сюда зарабатывать и выйду работать в субботу-воскресенье. После этого прораб поставил меня на самую мало оплачиваемую работу. Столько я и дома заработать могу».

Другой пример «стеснительного» прораба, одаривающего у сварщика на неделю 10 тысяч рублей. Через неделю он заявляет: «Извини, сейчас денег нет, но я тебе поставлю рабочие дни в субботу-воскресенье, а ты можешь не выходить, отдыхай. Деньги, которые я тебе должен, получишь в зарплату».

Если пройти по площадке строящейся ЛАЭС-2 и взглянуть на стены временных туалетов, можно многое узнать о том, что думают рабочие организаций-субподрядчиков, нанятые на строительство «стройки века ЛАЭС-2», и их моральном состоянии, которое, конечно же, сказывается на качестве строительно-монтажных и наладочных работ.

Замена немецких самописцев-регистраторов термоустановок

Изначально в немецких термоустановках «Weldotherm» стояли штатные самописцы для регистрации режима термообработки. Но возникла проблема с изменением даты и времени регистрации, которые устанавливались единожды, и в дальнейшем фиксировали эти параметры в протоколе термообработки. В техническом описании по эксплуатации установок на русском языке не было четко прописано, как можно менять дату и время, хотя это было возможно (в чем я убедился в мае 2013 г.). Это создавало трудности для оператора-термиста, обслуживавшего установку, например, выставить дату регистрации более раннего времени. Я разбирался с этой проблемой, и в электронной почте от 30 и 31 мая 2013 г. написал Главному сварщику Шубинскому и заместителю Главного инженера МСУ-90 Гусеву, как это можно сделать. А также продемонстрировал этот прием начальнику сварочного участка МСУ-90 Мейке В. В.

Возможно, именно из-за трудностей изменения даты и времени на более раннее в этих регистраторах, что не позволяло производить манипуляции с диаграммами результатов термообработки, было принято решение заменить штатные регистраторы установок «Weldotherm» на другие регистраторы, а именно на японские регистраторы MR20000 фирмы «YOKOGAWA» (это только мое предположение).

Случай воровства на стройке

Воровство на ЛАЭС-2 тоже не редкость. Еще в бытность работы в ЗАО «Туннельном отряде № 3» (ТО-3) «Метрострой», который участвовал в сооружении фундамента под ядерный реактор, я был свидетелем того, как зам. начальника участка давал указание своим работникам украсть у со-

седней организации бак для воды. Потом работники ТО-3 украли доски у соседей, чтобы построить себе вагончик для обогрева, потому как им было сказано руководством, чтобы этот вопрос они решили сами. Затем из этого вагончика украли весь электроинструмент. Закон Кармы.

Осенью 2013 г. в турбинном цехе № 2 кто-то обрезал шесть сорокаметровых шлейфов у сварочных полуавтоматов с силовым медным кабелем сечением 95 квадратных миллиметров, которые впоследствии пришлось восстанавливать. Из того же турбинного цеха № 2, взломав дверь помещения МСУ-90, были похищены более десятка болгарок, а затем ещё и десяток малогабаритных сварочных инверторов. Как известно, рыба никогда не гниет с хвоста. Все равняются на руководство, как в приписках, так и воровстве.

Отклонения в технологии монтажа оборудования

К концу 2013 г. в реакторном цехе № 1 должен был быть смонтирован полярный кран. Г. Нагинский, возглавлявший в ту пору Спецстрой России, который был Главным подрядчиком ЛАЭС-2, пообещал кому-то в Москве, что полярный кран будет установлен перед новым 2014 годом. Я в то время обслуживал сварочные полуавтоматы, которыми приваривали основания для рельсов полярного крана. Сначала нужно было установить рельсы по уровням, а затем смонтировать на них полярный кран. Но геодезистам не удавалось установить требуемые уровни с нужным допуском, время шло, все было на нервах, пока Нагинский личным решением ни приказал установить части рельсов друг против друга, установить на них полярный кран, а остальные рельсы проложить уже после Нового года. Что и было сделано, вроде как в нарушение технологической последовательности. Зато Москва осталась «довольна».

Холдинг «Титан-2» позиционирует себя «лучшими строителями в мире», но, поработав в его структурном подразделении МСУ-90, я убедился в обратном, как на строительстве ЛАЭС-2, так и в самом МСУ-90.

Заключение

Нарушения технологии режимов термообработки сварочных стыков трубопровода первого контура реактора и фальсификация их результатов трудно для понять неспециалисту. Выражаясь простым языком, можно сказать, что в результате этих нарушений реальная прочность и длительность безопасной эксплуатации первого контура реактора могут не соответствовать проектным гарантиям.

После введения ЛАЭС-2 в эксплуатацию возможно возникновение аварии с разгерметизацией первого контура реактора ВВЭР-1200, подобно той, что показана в фильме «Китайский синдром». Устранить эту угрозу можно, лишь проведя повторную качественную термообработку квалифицированным персоналом, имеющим достаточный опыт и практику термообработки, тех сварочных стыков первого контура, на которых был нарушен режим термообработки или фальсифицирован их результат».

Реакция присутствующих на пресс-конференции представителей из Соснового Бора на выступление В. П. Алейникова была неоднозначной. Представители холдинга «Титан-2» подвергли сомнению представленные их бывшим сотрудником факты нарушений, назвав их фантастическими и невероятными.

Главный сварщик «Титана-2» Ядров Владимир Михайлович, заинтересовался не самим фактом нарушения технологии термоотжига, а тем, почему Алейников обращался к своим непосредственным руководителям-сменным инженерам, а не к представителям Заказчика, Генподрядчика, которые дежурили круглосуточно. (Хотя представить себе физическое присутствие этих представителей при проведении многочасового отжига, весьма затруднительно. Ред.). А в заключение пресс-конференции, Ядров заметил, что весь процесс автоматизирован, и вмешаться в него невозможно. Тем не менее, нештатные элементы в шкафу управления термоустановки «Курай» откуда-то материализовались!

Руководитель пресс-службы холдинга «Титан-2» Светлана Калужская посетовала на то, что в тексте Виктора Алейникова очень часто исполь-

зовались слова: «как я думаю, мне кажется, что». И делает отсюда вывод, что всё выступление носит некий предположительный характер и нечеткое изложение фактов. «Поэтому присутствующие здесь специалисты, безусловно, перепроверят эту информацию, но я уже знаю, что часть информации не подтвердится, потому что она так написана».

Главный механик «Титана-2» Рябов Сергей Викторович, прояснил ситуацию с установкой полярного крана. Изложенное Алейниковым соответствует действительности, но не является нарушением технологии монтажа крана. Полярный кран прошел успешные технические испытания, зарегистрирован в Ростехнадзоре, и нарушения как такового нет.

Большую заинтересованность в фактах, изложенных В. П. Алейниковым, проявили представители Заказчика: руководитель отдела информации и общественных связей ЛАЭС-2 Кашин Николай Евгеньевич, зам. главного инженера ЛАЭС-2 по инженерной поддержке Виктор Скворцов, начальник отдела внешних коммуникаций Ленинградской АЭС Андрей Альберти.

«Информация, которая была нам представлена, интересна и полезна, и будет нами перепроверена. Большинство изложенных событий – это были всё-таки мнения. Но есть и ряд моментов, которые необходимо обязательно проверить. Тем более что на ряде операций, самой процедуре сварки трубопровода первого контура, присутствуют представители Заказчика. Однозначно мы заинтересованы в том, чтобы энергоблоки новой станции были безопасны. Никто не разрешит эксплуатировать объекты, построенные по не соответствующим нормам и правилам. Конечно, мы всё перепроверим. И даже если что-то не подтвердится, лишняя проверка никогда не помешает. Большое спасибо за информацию. Если будет возможность встретиться с Виктором Алейниковым, мы с удовольствием встретимся».

На будущее представитель пресс-центра ЛАЭС попросил сообщать им о проводимых «Зеленым миром» мероприятиях по экологическим обследованиям ЛАЭС: «Мы будем благодарны Олегу Викторовичу Бодрову за приглашения, когда мы сможем, как сегодня, вместе обсуждать вопросы безопасности ЛАЭС, вести нормальный продуктивный диалог. Спасибо за указания на ошибки, но это исправляется и делается. ЛАЭС – это большая стройка, большой огромный механизм. Мы живем этим и готовы работать в диалоге с обществом».

Со своей стороны председатель Совета ОБЭО «Зеленый мир» Бодров О. В. предложил, чтобы на мероприятия, которые организуют ЛАЭС и ЛАЭС-2, приглашали бы и организацию «Зеленый мир», которая работает 27 лет в Сосновом Бору, но зачастую остается за бортом.

P. S. (от редакции)

Для тех, кто не знает или забыл об Основах концепции развития и совершенствования Культуры безопасности в ГК «Росатом», напомним основные моменты [по материалам презентации В. А. Машин, Гл. специалиста ЦИПК ГК «РОСАТОМ»].

К принципам управления Культурой безопасности относятся: ценности, нормы, представления, которые отражают усвоенные персоналом методы и практики выполнения своих профессиональных задач и обязанностей с учетом вопросов безопасности. Эти методы и практики поощряются руководством и отражают его ожидания в области обеспечения безопасности. Уровень Культуры безопасности можно оценить через эффективность процесса обеспечения безопасности ядерно-опасного объекта и видов деятельности, на которые данный процесс опирается.

Для обеспечения безопасности производятся анализ процессов и видов деятельности для выявления факторов угроз (проектных ошибок и технических отказов, ошибок и нарушений человека, природных воздействий) и корректировка процесса. Для контроля эффективности принятых мер при планировании, организации и выполнении работ, производится сбор, анализ, корректирующие меры, обучение и распространение информации по опыту эксплуатации. Культура безопасности определяется тем, насколько эффективно выявляются факторы угроз, анализируется вероятность возникновения и степень серьезности последствий, оценивается приемлемость уровня риска, принимаются меры по исключению или уменьшения риска. Культура безопасности определяется тем, насколько надежно и эффективно действует человек при вы-

полнении своих задач, предупреждая возможные ошибки и минимизируя их последствия на уровне организационных процессов и на уровне выполнения работ. Культура безопасности определяется тем, насколько полно и своевременно поступает информация о событиях низкого уровня, недостатках и отклонениях на ядерно-опасном объекте, насколько эффективно и своевременно исследуются причины событий и принимаются корректирующие меры, а извлеченные уроки служат задачам обучения и повышения надежности и эффективности деятельности человека.

Концепцией Культуры безопасности декларируется «Культура справедливых отношений, которая определяется атмосферой доверия, в которой персонал ядерно-опасного объекта имеет все стимулы для открытого и свободного предоставления важной информации, имеющей отношение к безопасности, включая сообщения о собственных ошибках и нарушениях, в которой он четко осознает необходимость разграничения приемлемого (допустимого) и неприемлемого (требующего дисциплинарных мер) поведения. К ним могут относиться: ошибки – заблуждения; ситуативные нарушения; организационно-оптимизирующие нарушения; индивидуально-оптимизирующие нарушения; безрассудные нарушения; злонамеренные действия».

На ядерно-опасных энергетических объектах может иметь место т. н. «нормализация отклонений» по причинам:

1. техника не всегда работает так, как предполагалось;
2. процедурам не всегда можно следовать в реальных условиях;
3. экономическое давление, нехватка ресурсов – нарушения правил и процедур («срезание углов»); исключения становятся правилами.

Культура безопасности контролируется (и оценивается) системой реактивных (например, N травми) и проактивных опережающих показателей (например, N сообщений об ошибках)

эффективности процесса обеспечения безопасности. При этом крайне важны проактивные показатели эффективности, которые позволяют на ранней стадии выявлять негативные тенденции и принимать корректирующие меры.

В различных организациях развитие системы управления безопасностью и Культуры безопасности находятся на разных стадиях:

1. отсутствие Системы управления безопасностью и процесса для целенаправленного создания и поддержания Культуры безопасности;
2. функционирование Системы управления безопасностью и процесса для целенаправленного создания и поддержания Культуры безопасности на основе запаздывающих (реактивных) показателей эффективности;
3. функционирование Системы управления безопасностью и процесса для целенаправленного создания и поддержания сильной Культуры безопасности с учетом как запаздывающих (реактивных), так и опережающих (проактивных) показателей эффективности.

К какой из этих стадий следует отнести Культуру безопасности на предприятиях Генподрядчика «Титан-2», производящего строительно-монтажные работы на ЛАЭС-2, внимательный читатель определит сам. Думается, что не только представители Заказчика, но руководители Генподрядчика должны быть очень благодарны своему бывшему сотруднику В. П. Алейникову, поведавшему о нарушениях при производстве строительно-монтажных работ на опасно-ядерном объекте, каковым является строящаяся атомная станция ЛАЭС-2. Ведь «Культура справедливых отношений», определяемая атмосферой доверия, и являющаяся неотъемлемой частью Культуры безопасности, приветствует именно такое равнодушное поведение рядовых сотрудников при выполнении своих профессиональных обязанностей.

В основы Культуры безопасности возможно полезно было бы включить и такой пункт, как выполнение особо важных, потенциально опасных по рискам работ силами сотрудников, проживающих в местах сооружения ОИЯЭ, а не приезжими работниками, порой руководствующимся принципом: «я прокукарекал, а там хоть не рассветай».

Редакция журнала «Атомная стратегия» и сайта «ПРОАТОМ» будет благодарна читателям, рассказавшим о фактах нарушения при создании ОИЯЭ, и позитивных примерах выполнения профессиональных обязанностей на стройках АЭС.

По материалам пресс-конференции ОБЭО «Зеленый мир» подготовила Т. А. Девятова