



ОТКРЫТАЯ НАУКА
издательство

Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 62

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

¹Родюков А.В., Куцов А.М., Максимов В.П.

ФГБОУ ВО «Сахалинский государственный университет», Южно-Сахалинск, Россия, (693020, город Южно-Сахалинск, ул. Ленина, д. 290), e-mail: ¹kaf_energo@sakhgu.ru

Ядерная энергетика – это отрасль, занимающаяся производством полезной для человечества энергии. Ядерную энергетику можно отнести к сравнительно недорогим дешевым и перспективным видам энергии. Использование процессов деления ядра дает такой объем тепловой и электрической энергии, что позволяет удовлетворять потребности любого общества с минимальным воздействием на окружающую среду. Однако, ядерная энергетика является постоянно предметом научных, политических и общественных споров и дискуссий. Сторонники ядерной энергетики отмечают важность ее развития. Они считают, что она не требует больших затрат на свое производство, она соответствует требованиям надежности и экологичности. Противники ядерной энергетики сомневаются в ее безопасности и технологичности. Они считают, что опасность связана с возможностью возникновением аварий, угрозой террористических атак и накоплением радиоактивных отходов. Результатам исследования мнения жителей Сахалинской области по поводу данной проблемы посвящена данная статья.

Ключевые слова: Ядерная энергия, органическое топливо, углеродные выбросы, опрос, исследование, респонденты.

RESEARCH FEATURES OF NUCLEAR POWER

¹Rodyukov A.V., Kutsov A.M., Maksimov V.P.

Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, (693020, Yuzhno-Sakhalinsk, Lenin St., 290), e-mail: ¹kaf_energo@sakhgu.ru

Nuclear energy is an industry that is engaged in the production of energy useful to mankind. Nuclear power can be attributed to relatively inexpensive cheap and promising types of energy. The use of nuclear fission processes provides such a volume of thermal and electrical energy that it can satisfy the needs of any society with minimal environmental impact. However, nuclear power is constantly the subject of scientific, political and public disputes and discussions. Proponents of nuclear energy note the importance of its development. They believe that it does not require large expenditures for its production, it meets the requirements of reliability and environmental friendliness. Opponents of nuclear energy doubt its safety and manufacturability. They believe that the danger is associated with the possibility of accidents, the threat of terrorist attacks and the accumulation of radioactive waste. This article is devoted to the results of a study of the opinion of the inhabitants of the Sakhalin region regarding this problem.

Keywords: Nuclear energy, fossil fuel, carbon emissions, survey, research, respondents.

Введение.

В конце XVI века, когда растущая стоимость дров заставила простых лондонцев нехотя перейти на уголь, елизаветинские проповедники выступили против топлива, которое, по их мнению, было буквально экскрементами дьявола. Уголь был черным, в конце концов,

грязным, находился в подземных слоях - вниз к аду в центре земли - и сильно пах серой, когда горел. Переход на уголь в домах, где обычно отсутствовали дымоходы, был достаточно трудным делом; открытое осуждение духовенства, хотя и было, безусловно, оправданным с экологической точки зрения, еще больше осложняло и задерживало своевременное решение насущной проблемы энергоснабжения.

Ядерная энергия – это форма энергии, высвобождаемой из ядра, сердцевины атомов, состоящей из протонов и нейтронов. Этот источник энергии может быть получен двумя способами: делением – когда ядра атомов распадаются на несколько частей или синтезом – когда ядра соединяются вместе.

Материалы и методы.

Относительные достоинства использования ядерной энергии горячо обсуждались и были одобрены как способствующие снижению выбросов углерода, и она известна в первую очередь как источник энергии с низким уровнем выбросов углерода. И наоборот, выяснилось, что ядерная энергия практически не способствует сокращению выбросов углерода; она, скорее всего, потеряет свой предпочтительный статус из-за экологических последствий радиоактивных отходов и опасности ядерных аварий.

Е.О. Адамов и Д.С. Соловьев отмечают, что благодаря своим высоким экономическим и социальным выгодам ядерная энергия считается одним из наиболее эффективных источников энергии и основным компонентом энергетической политики для устойчивого роста, вызванного экологическим риском невозобновляемых источников энергии. В дополнение к внешним факторам, таким как потрясения цен на нефть, производство ядерной энергии постепенно растет на основе стратегии диверсификации мировой энергетики и экономической жизнеспособности ядерной энергии [1].

В 2022 году группой студентов Сахалинского государственного университета был организован и проведен опрос среди жителей Сахалинской области, который позволяет выявить отношение к ядерной энергетике. Опросы и интервью были проведены двенадцатью исследователями, подготовленными в рамках спецкурса «Альтернативная энергетика» на кафедре электроэнергетики и физики. Каждый фактор были взвешен и ранжирован с учетом их значимости, а все внутренние и внешние факторы, связанные с использованием ядерного топлива в электроэнергетике, были прояснены и обсуждены.

Ядерная энергетика является большим источником безуглеродной энергии и доступна круглосуточно и без выходных. Россия, Соединенные Штаты и Китай являются крупнейшим в мире производителем электроэнергии из ядерной энергетике. В настоящее время около 20 % электроэнергии в США вырабатывается атомными электростанциями. Доля атомной энергетике в общем объеме производства объединенных энергосистем (ОЭС) России в 2022 году составила 20 %. Старейшим действующим энергетическим реактором в России является реактор Нововоронежской АЭС № 4 ВВЭР-440, введенный в эксплуатацию 28 декабря 1972 года (возраст 50 лет). Китайская Народная Республика стала центром компетенций технического руководства, проектирования, строительства и эксплуатации атомных электростанций.

В.В. Долгов отмечает, что у ядерной энергетике есть ряд недостатков, которые привели к тому, что в США и в многих странах Европы либо не планируют или от неё отказываются. В противовес этому такие страны как Китай, Россия и Южная Корея, расширяют свои ядерно-

энергетические мощности. Китай и Россия даже продают атомные электростанции другим странам, надеясь превратить это в крупный экспортный бизнес [2].

В работе Т. Schulenberg, J. Starflinger, J. Heinecke отмечается, что по разным причинам Соединенные Штаты остановили будущие попытки использовать коммерческую ядерную энергию в качестве источника электроэнергии. Другие страны, такие как Франция, по-прежнему зависят от атомной энергии для производства электроэнергии, но не строят новые атомные электростанции взамен тех, срок службы которых приближается к концу. В США стареют 98 действующих атомных электростанций. Результаты: Атомная энергетика является основным производителем электроэнергии в Соединенных Штатах (примерно 20%), и на линии находится около 100 энергоблоков. Стоимость этих заводов представляет собой очень большие инвестиции, примерно 2–4 миллиарда долларов на завод для тех, которые были построены совсем недавно. Регулирование этих заводов также является крупным вложением государственных долларов и рабочей силы, поскольку это одна из наиболее жестко регулируемых отраслей в стране [3].

Ядерная энергетика также является одной из самых безопасных отраслей в Соединенных Штатах, главным образом благодаря сознательным усилиям всех участников (владельцев, проектировщиков, исследователей, политиков, регулирующих органов и общественности), направленных на обеспечение ее безопасности. Исторически это сознание безопасности существовало с момента зарождения отрасли, потому что всегда существовало понимание того, что потенциал вреда велик, и поэтому для защиты необходимы экстраординарные средства. Анализ риска, связанного с атомными электростанциями, сложен и требует знаний во многих областях и большой базы данных. Еще более сложным является правильное использование анализа рисков и его неопределенности при принятии решений.

Проведенный опрос жителей Сахалинской области показал, что степень понимания общественностью рисков, связанных с атомными электростанциями, является особенно важным вопросом, чтобы атомная энергетика могла продолжать вносить существенный вклад. При этом, следует отметить, что в процессе исследования респонденты особо выделяли только риски, связанные с техногенными авариями на атомных электростанциях (93 %). Ранжирование ответов показало, что значимость других рисков для людей существенно ниже. Так риски, связанные с добычей, обогащением и изготовлением ядерного топлива занимают (37 %), а риски, связанные с захоронением ядерных отходов (32 %).

Риски от добычи до производства типичны для рисков, связанных с добычей и использованием любой руды, и с учетом современных технологий и стандартов безопасности они представляют риск для рабочих, но не для населения. Риски удаления отходов в настоящее время оцениваются несколькими федеральными программами, спонсируемыми Министерством энергетики и Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ). Текущие оценки показывают, что предлагаемые в настоящее время методы захоронения ядерных отходов не связаны с чрезмерным риском для населения.

Обсуждение. По состоянию на 2022 год ядерная энергия была довольно важным глобальным источником энергии, на долю которого приходилось около 10 % от общего производства энергии в мире [4]. После угля, газа и гидроэнергии, атомная энергия занимала 4-е место в мировом энергобалансе по количеству производимой энергии. Атомная энергия может играть важную роль в обеспечении нашего энергоснабжения еще довольно долгое

время. Атомные электростанции могут снабжать энергией целые города, не прибегая к другим источникам энергии.

Ядерная энергетика отмечается участниками опроса как перспективный источник энергии, реально альтернативный ископаемому углеродному топливу, хотя вопрос о том, можно ли ее считать формой возобновляемой энергии и действительно ли она чище традиционной энергии, является предметом дискуссии.

Большинство участников опроса (84 %) вполне осведомлены о том, что энергия ядерной энергетики вырабатывается путем деления радиоактивных изотопов, в частности урана-235. В этом процессе ядра разрушаются бомбардировкой нейтронами, инициируя цепную реакцию, в которой с каждым событием деления высвобождается больше нейтронов. В конечном итоге это означает, что минимальная бомбардировка может инициировать деление всей массы урана, что приводит к огромному выходу энергии. Участники исследования понимают (82 %), что как на угольных электростанциях, генерируемая энергия используется для испарения воды и силовых турбин для выработки электроэнергии.

Практически все респонденты (95 %) знакомы с фактами катастроф атомных электростанций и их последствиями на Три-Майл-Айленде (1979 г.), Чернобыле (1986 г.) и Фукусиме (2011 г.). В то же время, общественное мнение о безопасности ядерной энергетики разделяют 67 %, а мнение о потенциальной опасности лишь 27 %.

Катастрофы на атомных электростанциях привели к обоснованному ужесточению правил строительства ядерных установок, что значительно снизило их экономическую эффективность. Еще одним соображением при реализации ядерной энергетики является экологическая угроза, создаваемая непредвиденным катастрофическим событием. Некоторые из самых страшных экологических катастроф в истории, такие как упомянутые ранее, произошли из-за неправильного надзора за объектами ядерной энергетики, и они нанесли неисчислимый ущерб окружающей среде и человеческим жизням. Затем возникает вопрос, можно ли считать ядерную энергию возобновляемой. Подсчитано, что доступных запасов урана-238 хватит только на ядерные реакторы в течение следующих 100 лет или около того. Хотя были предложения по разработке «реакторов-размножителей», которые могли бы генерировать делящийся материал для производства постоянного источника топлива, эта технология еще не реализована. В конечном счете, ядерная энергия имеет значительно меньший углеродный след, чем ископаемое топливо, но имеет много связанных с этим недостатков, включая экономические ограничения, опасность для окружающей среды и потенциально ограниченный период жизнеспособности. При нынешнем уровне знаний ядерная энергетика может стать отличным мостом между нашей зависимостью от ископаемого топлива и более постоянным, возобновляемым и экологически чистым решением глобальных энергетических потребностей.

В нашем современном обществе, где почти все важные устройства работают на электричестве, а потребность в энергии на душу населения постоянно растет, крайне важно обеспечить население достаточным количеством энергии, что можно сделать с помощью атомных электростанций.

По сравнению с другими технологиями, ядерная энергетика также является достаточно эффективной с точки зрения затрат материалов и выработки энергии.

По мнению большинства респондентов (67 %) ядерная энергия является более эффективной по сравнению с ископаемыми видами топлива, таким как бурый уголь, сырая нефть, мазут.

По мнению лиц, принявших участие в анкетировании, ядерную энергию надо отнести к невозобновляемым источникам энергии так же, как и другие виды ископаемого топлива, например, уголь, нефть и газ (58 %). Однако ядерные ресурсы могут использоваться значительно дольше, чем некоторые виды ископаемого топлива, а в некоторых случаях почти бесконечно, если используется рециркуляция неиспользованного или отработавшего уранового топлива, ториевых топливных ресурсов и быстрых реакторов (37 %).

К основным преимуществам ядерной энергетики участники опроса относят:

- 1) концентрированный и надежный источник мощной энергии, использование которого не зависит от погодных условий (82 %);
- 2) достижимы высокие параметры мощности, что делает агрегаты пригодными для непрерывной работы с базовой нагрузкой (90 %);
- 3) незначительные эксплуатационные выбросы углекислого газа и относительно небольшое количество отходов по сравнению с тепловыми электростанциями, работающими на ископаемом топливе (61 %);
- 4) небольшое количество необходимого топлива по сравнению с тепловыми электростанциями, работающими на ископаемом топливе (59 %);
- 5) ядерная энергетика может стать источником электроэнергии для зарядки электрического транспорта и индивидуальных средств передвижения.

Ядерный источник энергии большинством респондентов рассматривается как наиболее реальный способ производства электроэнергии XXII века (73 %).

Однако часть респондентов отмечает (34 %), что развитие ядерной энергетики должно базироваться на основе конкуренции, на основе снижения затрат и становления стратегических преимуществ перед другими видами топлива и энергии. Кроме того, участники опроса признают, что проблематика ядерной энергетики крайне политизирована не только из-за опасений техногенных катастроф, но и по поводу военно-стратегических соображений, и даже лоббирования ископаемой энергетики отдельными промышленно-политическими кругами.

Возникновение потенциального изменения климата, частично вызванного выбросами ископаемого углекислого газа (CO_2), вызывает озабоченность участников опроса (87 %). Опрашиваемые вполне допускают, что развитие углеродной энергетики будет зависеть от так называемых углеродных кредитов или финансовых стимулов, которые дадут шанс ядерной энергетике благодаря низкому выбросу CO_2 . Основные энергетические сценарии будущего России отводят ведущую роль ядерной энергетике рассматривая её в рамках «возобновляемых источников энергии». Предлагаемый прогноз авторов опроса о том, что экономическое процветание государств, связанное с многократным увеличением потребления энергии и ростом углеродных выбросов, возможно только с использованием ядерной энергии, разделяют многие респонденты исследования (55 %).

Очевидным результатом проведенного исследования является необходимость строительства новых реакторов, чтобы решить проблему роста энергопотребления и сокращения (или хотя бы стабилизации) углеродных выбросов. К сожалению, мировое сообщество к этому не готово. В Европе идет отказ от ядерной энергетики, идет ограничение

действующих АЭС в Европе, инвесторы не готовы вкладывать ядерную энергетику капиталы, политики не создают благоприятного климата для таких инвестиций.

Другим результатом исследования является слабая общественная поддержка в планах развития ядерной энергетики. Неспособность современных ядерных проектов конкурировать в общественном пространстве легко может привести к крупным банкротствам и реструктуризации вложений существующих крупных коммерческих поставщиков. Широкое народное просвещение, формирование программ лояльности к ядерной энергетике является опорой её развития. Программы строительства ядерных энергоблоков продолжают только там, где существуют соответствующее образование и политическая поддержка (Китай, Россия и Индия).

В работе И. Е. Карякиной, В. П. Максимова и А. Ю. Кулишовой отмечается, что развитие ядерной энергетики возможно лишь на основе изменения мышления людей в сторону большего понимания целостности, связности и взаимообусловленности разных процессов, происходящем за счёт появившейся потребности постоянно переучиваться под давлением перманентно меняющейся информационной среды. Именно такие теории нужно осваивать, развивать, и внедрять во все уровни системы образования. Таким образом, проводя изменения в системе образования, можно оказывать влияние на развитие науки, а за ними последуют изменения в области энергетики, преобразуя её в биосферно-безопасное русло и обеспечивая экологическую безопасность глобальной экономической системы [7].

Заключение.

Ядерная энергия производит электричество и тепловую энергию, которые можно использовать для предприятий и населенных пунктов. Атомные электростанции производят возобновляемую, чистую энергию. Они не загрязняют воздух и не выделяют парниковых газов. Они могут быть построены в городских или сельских районах и не изменяют коренным образом окружающую среду.

Однако побочным продуктом ядерной энергии является радиоактивный материал. Радиоактивный материал представляет собой совокупность нестабильных атомных ядер. Эти ядра теряют свою энергию и могут воздействовать на многие окружающие их материалы, включая организмы и окружающую среду. Радиоактивный материал может быть чрезвычайно токсичным, вызывать ожоги и повышать риск развития раковых заболеваний, болезней крови и распада костей.

Решением данной проблемы являются реакторы на быстрых нейтронах, которые обладают основным преимуществом, топлива для них человечеству хватит на тысячи и десятки тысяч лет. Это топливо уже добыто, оно лежит на складах радиоактивных отходов. Топливо в «замкнутом топливном цикле» появляется не из воздуха, а из бесполезного до этого урана-238 и тория после облучения в быстром реакторе, и дальнейшей химической переработки чтобы из отработанного топлива выделить полезные плутоний-239 и уран-233. Быстрые реакторы по сравнению с реакторами на тепловых нейтронах – дают в 1,5 раза больше нейтронов на одно деление, и их хватает и на цепную реакцию, и на наработку нового топлива.

С экономической точки зрения при массовом строительстве реакторы на быстрых нейтронах дороже обычных тепловых ядерных реакторов, но при массовом строительстве таких реакторов и росте стоимости ископаемого топлива в ближайшей перспективе (15-30 лет)

их рентабельность вырастет. И надо сделать всё возможное, чтобы общество было морально к этому готово.

Список литературы

1. Адамов Е.О., Соловьев Д.С. Ядерная энергетика – вызовы и решение проблем // Энергетическая политика. 2017. Вып. 3. С. 21–30.
2. Долгов В.В. Энергоблоки на основе ВВЭР с сверхкритическими параметрами теплоносителя // Атомная Энергия. 2012. Т. 92. Вып. 4. С. 277–280.
3. Schulenberg T., Starflinger J., Heinecke J. Three pass core design proposal for a high performance light water reactor // Progress in Nuclear Energy. 2008. V. 50. pp. 526–531.
4. Карякина, И. Е. Проблемы и перспективы электроэнергетики Российской Федерации / И. Е. Карякина, В. П. Максимов, А. Ю. Кулишова // Экономика и предпринимательство. – 2022. – № 7(144). – С. 103-110. – DOI 10.34925/EIP.2022.144.7.016. – EDN ORUDTW

References

1. Adamov E.O., Soloviev D.S. Nuclear energy – challenges and problem solving // Energy policy. 2017. Iss. 3, pp. 21–30.
 2. Dolgov V.V. Power units based on VVER with supercritical parameters of the coolant // Atomic Energy. 2012. T. 92. Vol. 4, pp. 277–280.
 3. Schulenberg T., Starflinger J., Heinecke J. Three pass core design proposal for a high performance light water reactor // Progress in Nuclear Energy. 2008. V. 50. pp. 526–531.
 4. Karjakina, I. E. Problems and prospects of the electric power industry of the Russian Federation / I. E. Karyakina, V. P. Maksimov, A. Yu. – 2022. – № 7(144). – pp. 103-110. – DOI 10.34925/EIP.2022.144.7.016. – EDN
-