

УДК 332.055.2

***СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ ЦЕПОЧЕК  
ДОБАВЛЕННОЙ СТОИМОСТИ В АТОМНОЙ ОТРАСЛИ***

***Горбенко А. В.***

*канд. экон. наук, доцент*

*ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ»*

*Россия, г. Москва*

***Ташова С. Р.***

*магистр*

*ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ»*

*Россия, г. Москва*

***Макаров М. С.***

*Эксперт отдела обеспечения информацией*

*ФГБОУ «РЭА» Минэнерго России*

*Россия, г. Москва*

**Аннотация**

В статье приводится подробный анализ формирования структуры глобальных цепочек добавленной стоимости в атомной отрасли. Рассмотрены различные аспекты развития систем организации международного производства. Выделены основные проблемы построения концептуальной модели цепочки добавленной стоимости при формировании ценности на каждом этапе внедрения инноваций. Проведена оценка результатов функционирования цепочки добавленной стоимости в атомной энергетике.

**Ключевые слова:** глобальные цепочки добавленной стоимости, атомная отрасль, глобализация.

***MODERN PROBLEMS OF OPTIMIZATION OF VALUE CHAINS  
IN THE NUCLEAR INDUSTRY***

***Gorbenko A. V.***

*Candidate of Economic Sciences, Associate Professor*

*InEI Federal State Budgetary Educational Institution "MEI"*

*Russia, Moscow*

***Tashova S. R.***

*Master's degree*

*InEI Federal State Budgetary Educational Institution "MEI"*

*Russia, Moscow*

***Makarov M. S.***

*Expert of the Information Security Department*

*Federal State Budgetary Educational Institution "REA" of the Ministry of Energy of*

*Russia*

*Russia, Moscow*

**Annotation**

The article provides a detailed analysis of the formation of the structure of global value chains in the nuclear industry. Various aspects of the development of international production management systems are considered. The main problems of constructing a conceptual model of the value chain in the formation of value at each stage of innovation are highlighted. An assessment of the results of the functioning of the value chain in the nuclear energy industry has been carried out.

**Keywords:** global value chains, nuclear industry, globalization.

Глобальные цепочки добавленной стоимости (ГЦДС) в значительной степени сформировались под влиянием углубления международного разделения труда, став ключевым результатом трансформаций мирового рынка. Считается, что их активное развитие началось в 1970-е годы в ответ на изменения глобальной конъюнктуры, и с тех пор они стали определяющей чертой

международной торговли и промышленной кооперации. Это привело к формированию новых тенденций в размещении производств, расширению трансфера технологий, а также к заметным сдвигам в структуре экспорта и импорта.

Современная деятельность транснациональных корпораций сосредоточена преимущественно в сфере услуг, где создается высокий уровень добавленной стоимости. Вместе с тем участие в ГЦДС несет в себе как выгоды, так и риски: повышается сложность управления, усиливается зависимость от внешних факторов, растут инвестиции в исследования и разработки [2]. Эти аспекты побуждают ТНК непрерывно совершенствовать управленческие подходы, чтобы поддерживать конкурентоспособность и устойчивое развитие [1].

Последствия пандемии COVID-19 усилили скепсис в отношении глобализации и породили новые вызовы для ГЦДС. Защита внутреннего рынка и протекционизм стали более заметными, частично из-за нарушений в мировых производственных и логистических цепочках. Однако выводы о необходимости полной «деглобализации» оказались не столь однозначными. Исследования показывают, что национализация или регионализация цепочек поставок далеко не всегда повышают устойчивость к глобальным шокам. Эта проблема обсуждается в связи с мировыми финансовыми дисбалансами, ростом неравенства доходов и давними дебатами о необходимости пересмотра систем организации международного производства. Таким образом, еще до пандемии наблюдалась тенденция к снижению роли ГЦДС в мировой торговле, и события последних лет только ускорили переоценку их значимости [8]. Несмотря на это, сложно отрицать, что ГЦДС остаются важным фактором развития международных экономических связей, и отказ от их преимуществ может обернуться сужением спектра возможностей для инноваций и повышения эффективности [10].

Конкурентные и стратегические преимущества компаний возрастают при их присоединении к ГЦДС в сфере цифровизации [3]. Позиция в цепочке добавленной стоимости и ее связь с углеродными выбросами также заслуживают внимания. Исследования показывают, что повышение статуса страны или отрасли в ГЦДС способствует снижению выбросов углерода, связанных с экспортом (СЕЕЕ), что важно для устойчивого развития атомной энергетики. В высокотехнологичных сегментах атомной промышленности более быстрый переход к нисходящей фазе U-образной зависимости между уровнем цифровизации и углеродными выбросами приводит к сокращению негативного экологического воздействия. Это означает более эффективное использование ядерных материалов, сокращение отходов и повышение безопасности процессов, что в совокупности формирует благоприятную среду для достижения как экономических, так и экологических целей. Кроме того, возникновение протекционизма, дефицит квалифицированной рабочей силы и рост масштабов электронной торговли усложняют управление цепочками поставок, повышая издержки и сроки поставок. Эти факторы требуют пересмотра стандартов и практик в области управления рисками, включая усиление кибербезопасности, диверсификацию поставщиков и внедрение резервных систем [9]. Экологические аспекты ГЦДС в атомной отрасли заслуживают особого внимания. Перемещение производств в регионы с менее жесткими экологическими нормами может усилить углеродный след, что критично для сектора, требующего строгого соблюдения экологических стандартов [5]. Улучшение координации между участниками ГЦДС и интеграция цифровых технологий помогают уменьшить экологические риски, обеспечивая баланс между экономической эффективностью и ответственным отношением к окружающей среде [4]. Наконец, еще один аспект, влияющий на устойчивость ГЦДС в атомной энергетике, — это обеспечение доступа к редкоземельным элементам, необходимым для производства реакторов и систем управления.

Доступность этих материалов определяет надежность критически важных компонентов, а значит, и стабильность функционирования всей отрасли. Исследования показывают, что Азия, Африка и Европа обладают значительным потенциалом наращивания добычи редкоземельных элементов, что может повысить устойчивость поставок для атомной энергетики и других высокотехнологичных секторов, способствуя укреплению безопасности и надежности производственных процессов. В целом, анализ литературы свидетельствует о том, что цифровизация и укрепление позиций в глобальных цепочках добавленной стоимости способны существенно повысить эффективность и устойчивость атомной отрасли. В то же время важно учитывать риски, связанные с миграцией производств, углеродными выбросами и дефицитом стратегически важных материалов. Оптимизация ГЦДС, внедрение передовых цифровых решений, повышение экологической ответственности и обеспечение надежного доступа к критическим ресурсам могут стать базисом для долгосрочного развития атомной энергетики в условиях динамичных изменений на мировом рынке.

Цепочка добавленной стоимости в атомной энергетике представляет собой концептуальную модель, описывающую постепенное формирование ценности на каждом этапе внедрения инноваций — от фундаментальных исследований до утилизации и переработки отработанного топлива для реакторов на быстрых нейтронах. Такой подход обеспечивает последовательное повышение экономической, технологической, экологической и социальной значимости разрабатываемых решений. Применение концепции цепочки добавленной стоимости в атомной отрасли способствует поддержанию её эффективности и устойчивости. На ранних этапах, связанных с фундаментальными исследованиями, формируется основа для последующих инноваций: учёные исследуют физические свойства элементарных частиц, моделируют ядерные реакции и создают материалы с уникальными характеристиками. Подобные

разработки, обеспечивающие высокую устойчивость к экстремальным температурам и коррозии, находят применение не только в ядерных реакторах, но и за их пределами, например в авиационном двигателестроении или ракетной технике. Аналогичным образом накопленные на ранних стадиях знаний могут быть использованы и в смежных областях, таких как инновационное судостроение или космические технологии, демонстрируя межотраслевую востребованность результатов исследований, проводимых для нужд атомной энергетики.

В дальнейшем фундаментальные знания трансформируются в конкретные технологические решения, направленные на совершенствование систем управления ядерными процессами, совершенствование защитных барьеров, создание более эффективных систем мониторинга и контроля. Здесь особую роль играют цифровые технологии, позволяющие оптимизировать работу ядерных установок и повысить их надёжность. Результаты таких разработок можно наблюдать в применении радиационно-устойчивой электроники не только в атомной отрасли, но и в аэрокосмической промышленности или медицинской технике, включая диагностическое оборудование и установки для лучевой терапии, где крайне важна способность аппаратуры работать в условиях высоких уровней радиации.

После формирования комплексных технологических решений наступает этап тестирования опытных образцов в условиях, максимально близких к реальным. Именно здесь выявляются потенциальные проблемы и оценивается безопасность и эффективность будущих промышленных систем. Для атомной энергетики этот процесс имеет принципиальное значение, так как от своевременной идентификации рисков, их минимизации и повышения эксплуатационной надёжности зависит доверие не только со стороны регулирующих органов, но и общества, которое крайне чувствительно к вопросам радиационной безопасности.

По мере перехода к промышленному внедрению отработанные технологии интегрируются в широкомасштабные производственные процессы, обеспечивая экономическую привлекательность и доступность инновационных решений для отрасли. В результате повышается рентабельность и улучшаются эксплуатационные характеристики энергоблоков. Это особенно важно для атомной энергетики, ориентированной на долгосрочную стабильность и соответствие высоким стандартам экологической и радиационной безопасности [7]. Завершает цепочку добавленной стоимости стадия обращения с отработанным топливом. Здесь переработка ядерных материалов для дальнейшего использования в реакторах на быстрых нейтронах позволяет не только более рационально расходовать ресурсы, но и снижать объём и радиотоксичность отходов. Таким образом, цепочка добавленной стоимости в атомной энергетике не сводится к простому набору последовательных действий, а формирует системный подход, в котором фундаментальные знания, технологические инновации, тщательная проверка, широкое внедрение и ответственное обращение с ресурсами взаимосвязаны и дополняют друг друга.

Именно такая логика развития позволяет атомной отрасли оставаться одним из ключевых источников низкоуглеродной энергии в глобальном масштабе, обеспечивать стабильное и надёжное энергоснабжение, а также транслировать накопленный интеллектуальный капитал в другие сферы, укрепляя позиции науки и промышленности и создавая благоприятные условия для устойчивого роста и инновационного развития. Ниже представлен перефразированный фрагмент, продолжающий предыдущий текст. Сохранены смысл и объём, но структура стала более связной, а прямое перечисление сведено к минимуму. При этом ключевые идеи и смысловые акценты остались неизменными.

Развитие технологий до промышленного масштаба позволяет обеспечить их экономическую привлекательность и широкую доступность. Такой переход



играет важную роль в формировании устойчивой энергетики: снижаются затраты, повышается рентабельность, а инновационные решения способны повысить эффективность и безопасность эксплуатации ядерных установок. По мере наращивания производственных мощностей обеспечивается стабильность и надежность энергоснабжения. Поддержание строгих стандартов безопасности создает условия для формирования надежной инфраструктуры, способной гарантировать бесперебойное энергоснабжение даже при повышенных требованиях к экологичности и безопасности ядерных объектов.

Дальнейшая оптимизация и непрерывное совершенствование технологий в течение всего жизненного цикла оборудования вносят значительный вклад в устойчивость и надежность атомной энергетики. Продление срока службы установок, снижение эксплуатационных затрат и повышение эффективности их функционирования становятся важными факторами, обеспечивающими адаптацию к меняющимся условиям и внедрение новых технических решений без необходимости полной замены имеющихся систем. Это не только минимизирует экологический след, но и позволяет сохранять высокий уровень безопасности на всех стадиях функционирования ядерных объектов.

Ключевым этапом замыкания цикла становится обращение с отработанным топливом. Переработка и последующее использование ядерных материалов в реакторах на быстрых нейтронах оптимизируют расход ресурсов и существенно снижают объем долгоживущих радиоактивных отходов. Такая стратегия максимизирует эффективность использования сырья, минимизирует количество отходов и укрепляет экологические позиции отрасли [6].

Формируемая в результате цепочки добавленная стоимость распределяется между разными группами заинтересованных сторон. Для государственных органов и регулирующих инстанций она выражается в укреплении стандартов безопасности, росте уровня контроля и снижении рисков



аварий, что способствует устойчивому развитию отрасли и повышению доверия общества.

Научно-исследовательские организации получают доступ к новым данным и технологиям, что стимулирует дальнейшее развитие фундаментальной и прикладной науки. Такая база знаний способствует повышению квалификации специалистов, расширяет спектр возможностей для смежных областей — от медицинской физики до космических исследований — и обеспечивает основу для долгосрочного технологического прогресса.

Энергетические компании и операторы атомных электростанций благодаря цепочке добавленной стоимости получают прямую выгоду от повышения эффективности производства, оптимизации эксплуатационных расходов и совершенствования технологических процессов. Эти улучшения сказываются на их конкурентоспособности, позволяя быстрее адаптироваться к изменяющимся рыночным условиям и надёжнее обеспечивать потребителей энергией. Одновременно у производителей оборудования и поставщиков услуг расширяются возможности участия в масштабных проектах, что стимулирует развитие компетенций и способствует появлению новых продуктов и технологий. Их решения непосредственно влияют на качество и безопасность ядерных установок, превращая этих участников рынка в стратегических партнёров, от которых во многом зависит устойчивое будущее атомной энергетики.

Таким образом, сформированная вокруг атомной отрасли система распределения добавленной стоимости обеспечивает оптимальный баланс интересов всех вовлечённых сторон. Государственные органы усиливают контроль и безопасность, задавая высокие стандарты для работы всей отрасли. Научно-исследовательские организации получают доступ к новым технологиям и данным, что стимулирует дальнейшее развитие фундаментальных и прикладных исследований. Бизнес, включая атомные компании и их смежных

партнёров, укрепляет экономические позиции, повышая качество продукции и услуг. Общество при этом выигрывает от стабильного энергоснабжения, снижения негативного влияния на окружающую среду и расширения возможностей для экономического роста и социального развития.

Инвесторы и финансовые институты обнаруживают в атомной энергетике надёжный объект для долгосрочных вложений. Высокий уровень предсказуемости доходов и применение передовых стандартов безопасности и эффективности снижают риски, делая атомный сектор одним из наиболее привлекательных направлений для капитальных инвестиций. Рост стоимости активов, а также участие в формировании устойчивой энергетической системы, укрепляют репутацию инвесторов, повышая их ценность как партнёров при реализации будущих проектов. Таким образом, вложения в атомную энергетическую закладывают фундамент для экономически стабильного, экологически ответственного и стратегически продуманного развития.

Атомные компании, являясь центральным звеном этой сложной системы, получают выгоду на всех уровнях — от фундаментальных исследований, направленных на поиск новых материалов и реакторных конструкций, до промышленного внедрения инновационных технологий и последующей переработки ядерного топлива (Рисунок 1).

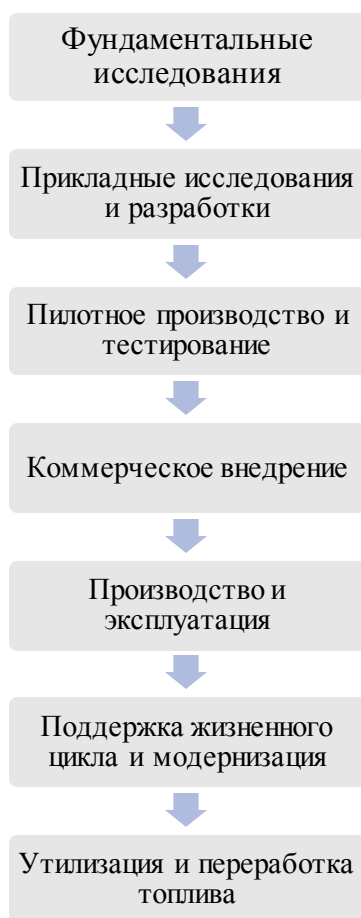


Рисунок 1 Цепочка добавленной стоимости в атомной энергетике

Составлено авторами

Это позволяет не только повышать производительность и снижать издержки, но и укреплять меры радиационной и экологической безопасности. Благодаря такому подходу атомные предприятия не просто отвечают текущим запросам рынка, но и готовы к будущим вызовам, обеспечивая энергетическую стабильность и надёжный переход к более экологичным источникам энергии.

Кроме того, общество, оказываясь в фокусе всех преобразований, получает доступ к чистой низкоуглеродной энергии и пользуется преимуществами от снижения выбросов парниковых газов, что особенно важно в контексте глобальных климатических вызовов. Вместе с тем, развитие атомной отрасли способствует созданию новых рабочих мест, модернизации инфраструктуры и укреплению энергетической независимости регионов. Эти факторы повышают общий уровень благосостояния, улучшая качество жизни и обеспечивая

Вектор экономики | [www.vectoreconomy.ru](http://www.vectoreconomy.ru) | СМИ Эл № ФС 77-66790, ISSN 2500-3666

надёжную основу для стабильного, социально и экологически ориентированного прогресса. Атомная энергетика, таким образом, становится важным элементом в уравнении энергетической безопасности, экономической стабильности и экологической ответственности, отвечая интересам как нынешних, так и будущих поколений.

Результаты функционирования цепочки добавленной стоимости в атомной энергетике оказывают комплексное влияние на всю отрасль, затрагивая экономические, экологические и социальные аспекты её развития. Одним из наиболее значимых достижений становится повышение эффективности использования ядерного топлива. Так, реакторы на быстрых нейтронах, упомянутые в докладах Международного энергетического агентства (IEA), играют ключевую роль в утилизации актиноидов, уменьшая долгосрочные риски и сокращая объём радиоактивных отходов, подлежащих длительному хранению. В свою очередь, внедрение передовых методов переработки топлива, подтверждённое отчётами Российской энергетической ассоциации (РЭА), повышает коэффициент использования сырья, минимизирует отходы и позволяет более рационально использовать ресурсы.

С экономической точки зрения формирование добавленной стоимости проявляется в создании высокотехнологичных рабочих мест, развитии инфраструктуры и стимулировании инвестиционной активности. По данным аналитических отчётов Банка России (ЦБ РФ), длительные инвестиционные горизонты, высокая рентабельность и предсказуемость доходов делают атомную энергетику особенно привлекательной для долгосрочных вложений. Такой приток инвестиций укрепляет устойчивость национальной энергетической системы, повышает её конкурентоспособность и обеспечивает долгосрочную финансовую стабильность.

Не менее важны и социальные эффекты, связанные с распространением низкоуглеродной энергии и смягчением последствий изменения климата, о чём

свидетельствуют данные IEA. Развитие атомной энергетики с применением современных технологий и строгих регуляторных норм гарантирует высокие стандарты безопасности, снижает риск аварий и повышает степень доверия общества. Это способствует росту общественной поддержки, укреплению международной репутации и созданию благоприятных условий для дальнейшего инновационного развития отрасли. Кроме того, инфраструктурные проекты в атомной сфере стимулируют экономический рост регионов, способствуют социальной стабильности и повышению уровня жизни местного населения.

Таким образом, комплексный анализ достижений в рамках цепочек добавленной стоимости в атомной энергетике демонстрирует многоаспектную выгоду: от рационального использования топлива и уменьшения нагрузок на экологию до активизации инвестиционных потоков и укрепления социальной базы отрасли. Подтверждения этих выводов можно найти в отчётах как российских, так и международных организаций. Итогом становится не просто повышение эффективности и конкурентоспособности атомной энергетики, но и создание фундамента для формирования устойчивой, безопасной и социально ответственной энергетической системы будущего.

#### **Библиографический список:**

1. Рогатных Е. Глобальные цепочки добавленной стоимости и их влияние на развитие национальной экономики / Е. Рогатных // Мировое и национальное хозяйство. – 2016. – № 4(39). – 7 с.
2. Горбенко А. В. Информационное обеспечение оценки инновационного потенциала предприятий. //Москва:Изд-во РУСАЙНС – 2024.-130 с.
3. Аналитическая записка Федулова М., Чернядьев Д., Поршаков А. с.1-7  
URL: [https://cbr.ru/Content/Document/File/132380/analytic\\_note\\_20220125\\_dip.pdf](https://cbr.ru/Content/Document/File/132380/analytic_note_20220125_dip.pdf)
4. Глобальные цепочки добавленной стоимости в новых условиях: риски и возможности для России Симачев Ю., Федюнина А., Кузык М./ [Электронный

ресурс]. - Режим электронного доступа - URL: <https://www.hse.ru/mirror/pubs/share/382610423.pdf?ysclid=l2hesu75wl>.

5. Макроэкономические эффекты развития атомной энергетики (методология и практические оценки): научный доклад. – М.: Издательский дом «Международные отношения», 2018. – 70 с./ [Электронный ресурс]. - Режим электронного доступа - <https://ecfor.ru/wp-content/uploads/2018/03/makroekonomicheskie-effekty-razvitiya-atomnoj-energetiki.pdf>.

6. Обзор ядерных технологий. IAEA/ Международное Агентство Ядерных Технологий. – 2019 г./ [Электронный ресурс]. - Режим электронного доступа - URL:[https://www.iaea.org/sites/default/files/gc/gc63-inf2\\_rus.pdf](https://www.iaea.org/sites/default/files/gc/gc63-inf2_rus.pdf).

7. Горбенко А. О., Горбенко А. В. Безопасность электронного бизнеса. – 2024.- 225 с.

8. Цепочки добавленной стоимости как инструмент развития экономики региона сырьевой специализации / С. М. Никитенко, Е. В. Гоосен, Е. О. Пахомова, А. В. Колеватова // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 10-2. – С. 375-380.

9. Кондратьев В. Глобальные цепочки добавленной стоимости в современной экономике. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.perspektivy.info/rus/gos/globalnyje\\_cepochki\\_dobavlennoj\\_stoimosti\\_v\\_sovremennoj\\_ekonomike\\_2014-03-17.htm](http://www.perspektivy.info/rus/gos/globalnyje_cepochki_dobavlennoj_stoimosti_v_sovremennoj_ekonomike_2014-03-17.htm).

10. Global value chains in a changing world / Edited by Deborah K. Elms and Patrick Low // Fung Global Institute (FGI), Nanyang Technological University (NTU), and World Trade Organization (WTO), 2013. Printing by WTO Secretariat, Switzerland, 2013, p.21 [Электронный ресурс].- Режим электронного доступа - URL: [https://www.wto.org/english/res\\_e/booksp\\_e/aid4tradeglobalvalue13\\_e.pdf](https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/aid4tradeglobalvalue13_e.pdf).

*Оригинальность 75%*