

Ранджбар МЕШКИН
Данила РАТУШНЫЙ

ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА КИТАЯ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Дата поступления в редакцию: 25.05.2026.

Для цитирования: Мешкин Р. Д., Ратушный Д. Н., 2026. Ядерная энергетика Китая: состояние и перспективы развития. – Геоэкономика энергетики. № 3 (35). С. 92–110. DOI: 10.48137/26870703_2026_35_3_92

Актуальность исследования обусловлена трансформацией мировой атомной энергетики в середине 2020-х гг., центром которой стала КНР, перешедшая от импорта технологий к серийному строительству и внедрению реакторов IV поколения. Цель работы – выявить ключевые тенденции развития атомной отрасли Китая в 2024–2025 гг., оценить реалистичность выполнения планов 14-й пятилетки и проанализировать его стратегический переход к технологическому лидерству. Исследование опирается на данные Всемирной ядерной ассоциации, доклады Китайской ассоциации ядерной энергетики, стратегический документ «Прекрасный Китай – 2035», а также аналитические обзоры *ITIF* и *Global Energy Monitor*; применены методы сравнительного, ретроспективного анализа и сценарного прогнозирования. Результаты показали, что, несмотря на рекордное одобрение строительства более 40 энергоблоков за 2022–2025 гг. и ввод первой в мире коммерческой АЭС IV поколения *Shidaowan-1 (HTR-PM)*, плановая цель 14-й пятилетки (70 ГВт к 2025 г.) не будет достигнута в срок из-за инерционности строительного цикла. Китай завершил локализацию технологий (*Hualong One*) и переходит к комплексному использованию ядерной энергии – производству розового водорода через высокотемпературные реакторы

МЕШКИН Ранджбар Даниал, кандидат исторических наук, ассистент, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН). Адрес: Российская Федерация, г. Москва, 117198, ул. Миклухо-Маклая, д. 6. E-mail: randzhbar-meshkin-d@rudn.ru. ORCID: 0000-0002-1619-3383

РАТУШНЫЙ Данила Николаевич, студент, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН). Адрес: Российская Федерация, г. Москва, 117198, ул. Миклухо-Маклая, д. 6. E-mail: khashmodai@mail.ru. ORCID: 0000-0003-4031-5667.

Ключевые слова: Китай, атомная энергетика, ядерные реакторы, *Hualong One*, IV поколение, водородная экономика, государственное планирование, технологическое лидерство.

и централизованному теплоснабжению (проект «Нуаньхэ-1»). Экономическое преимущество обеспечено дешевым государственным кредитованием (1,4 %), снижающим стоимость электроэнергии до 70 долл/МВт·ч против 105–160 долл. в западных странах. Главными вызовами остаются отставание мощностей по переработке отработавшего ядерного топлива, зависимость от импорта урана и сохранение моратория на строительство АЭС в глубине материка. Таким образом, к 2035 г. атомная энергетика КНР трансформируется из источника электроэнергии в универсальную низкоуглеродную платформу для промышленности, однако реализация стратегии требует форсированного замыкания топливного цикла.

Введение

В середине 2020-х гг. мировая атомная энергетика переживает трансформацию, центром которой стала Китайская Народная Республика. На фоне глобальных дискуссий о декарбонизации и энергетической безопасности Пекин демонстрирует беспрецедентные темпы строительства новых мощностей. По данным на август 2024 г., Китай строит почти половину всех новых атомных реакторов в мире¹. Китай перешел к серийному поточному строительству, фактически превратив атомную отрасль в конвейерное производство.

Исследование хронологически сфокусировано на переходном этапе между окончанием 14-го планового цикла (до 2025 г.) и стартом 15-го (2026–2030 гг.). Выбранный интервал фиксирует качественный сдвиг в развитии отрасли. С одной стороны, итоги 2025 г. служат базой для оценки уже реализованных задач. С другой — мартовская сессия Всекитайского собрания народных представителей (ВСНП) 2026 г. утвердила обновленную стратегию, задав планку установленной мощности на уровне 110 ГВт к концу десятилетия и встроив эти планы в макроконцепцию «Прекрасный Китай — 2035». Дополнительное обращение к статистике за предшествующие годы продиктовано производственной спецификой, поскольку реализация типового проекта в отрасли занимает от шести до семи лет.

Актуальность темы обусловлена не только масштабами китайской программы, но и качественным изменением стратегии: от импорта технологий КНР перешла к агрессивному внедрению собственных разработок и экспериментальных реакторов IV поколения. Цель исследования заключается в выявлении ключевых тенденций развития атомной энергетики КНР на современном этапе (2024–2025 гг.), оценке реалистичности выполнения государственных плановых показателей 14-й пятилетки и анализе стратегического перехода отрасли от модели догоняющего развития к технологическому лидерству в сфере реакторов IV поколения и комплексного использования ядерной энергии.

¹ China's nuclear power capacity nearly doubled since 2016 // <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=67746>, дата обращения 11.06.2026.

Важно отметить, что китайская модель управления атомной отраслью имеет свои черты, во многом схожие с российскими. Как отмечают О. В. Фокина и И. В. Исупов, в КНР «атомная энергетическая отрасль в стране полностью контролируется государством, включая надзорные и регулирующие органы», а национальные проекты имеют статус государственных планов, «одобряемых Госсоветом КНР» [Фокина, 2025: 104]. Это обеспечивает Китаю «лидерство по темпам роста и масштабам новых проектов» по сравнению с другими странами, где, как в случае с Индией, развитие сталкивается с трудностями в виде «проблем с проектированием и контролем качества».

Методологическую основу исследования составил системный анализ официальных правительственных документов КНР², отчетов международных профильных организаций³ и данных отраслевой статистики⁴.

Для оценки текущего состояния отрасли использовались данные Всемирной ядерной ассоциации (WNA), в частности доклады серии *World Nuclear Performance Report*. Оценка технологических перспектив и стратегии до 2035 г. проведена на основе аналитических докладов, включая стратегические документы *World Nuclear Association. World Nuclear Performance Report 2024*⁵, *World Nuclear Association. World Nuclear Performance Report 2025*⁶ и научного отчета авторитетного аналитического центра по вопросам политики в области науки и технологий *ITIF How Innovative Is China in Nuclear Power?* [Ezell, 2024].

В работе применены методы сравнительного анализа (для сопоставления экономических показателей КНР и США), ретроспективного анализа (для оценки выполнения планов предыдущих пятилеток) и сценарного прогнозирования, применяемого для построения альтернативных сценариев развития атомной отрасли КНР до 2035 г. Параметры сценариев сформированы на основе экстраполяции выявленных тенденций развития отрасли и оценки влияния ключевых технологических, институциональных и инфраструктурных факторов, определяющих темпы расширения атомной генерации.

² «“十四五” 现代能源体系规划》 [План создания современной энергетической системы в период 14-й пятилетки (2021–2025 гг.)] // https://www.mee.gov.cn/zcwj/zyygwj/202401/t20240111_1063458.shtml, дата обращения 11.06.2026.

³ China Building Half of World's New Nuclear Power Despite Inland Plants Pause // <https://globalenergymonitor.org/research/china-building-half-worlds-new-nuclear-power-despite-inland-plants-pause>, дата обращения 11.06.2026.

⁴ 《中国核能发展报告 (2025)》 蓝皮书发布 // <https://www.china-nea.cn/site/content/49225.html>, дата обращения 11.06.2026.

⁵ World Nuclear Performance Report 2024 // <https://world-nuclear.org/our-association/publications/global-trends-reports/world-nuclear-performance-report>, дата обращения 11.06.2026.

⁶ World Nuclear Performance Report 2025 // https://world-nuclear.org/images/articles/World_Nuclear_Performance_Report_2025_ec7e189b.pdf, дата обращения 11.06.2026.

Динамика ввода мощностей и исполнение государственных планов по развитию атомной энергетики

По состоянию на конец 2024 г. в Китае в коммерческой эксплуатации находилось 57 энергоблоков общей установленной мощностью от 55 до 58 ГВт. К концу 2025 г. установленная мощность энергоблоков, находившихся в коммерческой эксплуатации в Китае, по официальным источникам, достигла 62,5 ГВт⁷. В стадии сооружения находилось до 59 ГВт мощностей. Если говорить о роли атомной генерации внутри национального энергобаланса, то по итогам 2025 г. ее доля составила 4,82 %⁸. Отметим, что показатель 5 % не удастся преодолеть уже более шести лет. Но это связано не со стагнацией ядерной энергетики, а с рекордным ростом всего энергетического сектора страны.

Важным качественным достижением отрасли стал ввод в эксплуатацию высокотемпературного газоохлаждаемого реактора *HTR-PM* в 2023 г. В Китае данный реактор относят к IV поколению. Утверждается, что блок *Shidao Bay-1* (Шидаовань-1) стал первым в мире коммерческим блоком IV поколения, запущенным в эксплуатацию. Однако следует отметить, что на международном уровне пока нет единого мнения о полном соответствии *Shidao Bay-1* критериям IV поколения, и ряд экспертов рассматривает его как переходную технологию («поколение 3+» или прототип) [Ezell, 2024: 2].

Ключевой характеристикой периода 2022–2025 гг. стал феномен ускоренного одобрения. Если в период после аварии на Фукусиме (2011–2018 гг.) отрасль стагнировала, то последние три года демонстрируют рекордную динамику ежегодным одобрением строительства. При анализе перспектив развития важно сопоставить декларируемые цели с фактическим исполнением, так как китайское государственное планирование исторически склонно к установлению амбициозных целевых показателей.

В пределах 14-й пятилетки, рассчитанной на 2021–2025 гг., в качестве целевого ориентира была установлена планка в 70 ГВт установленной мощности к 2025 г. Итоговые результаты показали, что этот рубеж достигнут не был. По ряду источников недобор составлял примерно 12 ГВт, то есть около 17 %. В официальных китайских материалах приводится иная оценка: фактическое отставание определено на уровне 7,5 ГВт, или 10,5 %⁹. Расхождение заметно, однако в обоих случаях фиксируется одно и то же об-

⁷ 全国核电运行情况 (2025年1—12月) [Состояние эксплуатации атомных электростанций Китая (январь—декабрь 2025 г.)] // https://nnsa.mee.gov.cn/ywdt/hyzx/202602/t20260206_1143783.html, дата обращения 11.06.2026.

⁸ Там же.

⁹ 全国核电运行情况 (2025年1—12月) [Состояние эксплуатации атомных электростанций Китая (январь — декабрь 2025 г.)] // https://nnsa.mee.gov.cn/ywdt/hyzx/202602/t20260206_1143783.html, дата обращения 11.06.2026.

стоятельство: плановое значение выполнено не полностью. Речь идет уже о третьем подряд пятилетнем цикле, в котором заявленные показатели по атомной генерации не были реализованы в срок: целевой ориентир 13-й пятилетки, предполагавший достижение 58 ГВт к 2020 г., был закрыт лишь приблизительно четырьмя годами позже. Аналогичным образом не получили своевременного исполнения и параметры 12-й пятилетки [Nakano, 2026]. Тем не менее в интерпретации О. В. Фокиной степень выполнения китайских планов может быть описана через категорию прогрессирующей устойчивой динамики [Фокина, 2025: 101]. Формальное невыполнение показателей сохраняется, однако сама траектория развития при этом не теряет поступательного характера.

Принятая в марте 2026 г. 15-я пятилетка задала для отрасли новый целевой уровень — 110 ГВт установленной мощности к 2030 г. [Nakano, 2026]. Данный показатель требует вполне конкретного прироста — около 48 ГВт за пять лет, т. е. речь идет о вводе, сопоставимом примерно с 40 крупными реакторами. В атомной отрасли сам механизм реализации всегда сдвинут во времени: между утверждением проекта и коммерческим пуском в КНР обычно проходит около семи лет. Следовательно, пятилетка 2026–2030 гг. в значительной степени будет закрываться не за счет будущих решений, а за счет тех блоков, которые получили одобрение в 2022–2025 гг. С этой точки зрения заданный ориентир достижим, но только в том случае, если сохранится текущий темп ввода объектов. Таким образом, наблюдается эффект отложенного роста:

- краткосрочный прогноз: цель 2025 г. (70 ГВт) будет достигнута с опозданием на полтора-два года (в 2026–2027 гг.);
- среднесрочный прогноз: благодаря «конвейерному» одобрению более 40 блоков за последние четыре года к 2030 г. Китай с высокой вероятностью обгонит Францию и США, став мировым лидером по установленной мощности, достигнув показателя в 110–120 ГВт.

Такая динамика требует значительных финансовых вливаний. Финансирование отрасли в Китае выстроено через многоуровневую систему. В ней задействованы и государственные механизмы, и внебюджетные каналы, и частные инвестиции [Бутузова, 2024: 911]. При этом нынешний этап развития имеет ограничение пространственного характера. Как отмечает *Global Energy Monitor*, негласный мораторий на строительство АЭС во внутренних районах страны все еще сохраняется после катастрофы на Фукусиме-1¹⁰. Правительство КНР не меняет принцип размещения: новые станции по-прежнему концентрируются в прибрежной зоне. Причина связывается

¹⁰ China Building Half of World's New Nuclear Power Despite Inland Plants Pause // <https://globalenergymonitor.org/research/china-building-half-worlds-new-nuclear-power-despite-inland-plants-pause>, дата обращения 11.06.2026.

с экологическими рисками для речных бассейнов. Отсюда возникает территориальный перекося: основной массив генерации тяготеет к восточному и южному побережью.

Таким образом, состояние отрасли к 2025 г. точнее описывается не как ровное расширение, а как жесткое масштабирование в условиях внутренних ограничений. Технологическая база уже отработана, инвестиционное продвижение сохраняется, однако ввод мощностей идет с временным отставанием от плановых ориентиров. Этот разрыв сам по себе важен, но на долгосрочную направленность процесса он, по сути, не влияет.

Технологическая трансформация отрасли

Вторым фундаментальным трендом, определяющим современный облик атомной отрасли Китая, является завершение трансфера иностранных технологий и переход к доминированию собственных инженерных решений. Если в начале XXI в. стратегия КНР строилась на адаптации западных проектов — французских *M310* и американских *AP1000*, — то к 2025 г. отрасль опиралась на национальную технологическую базу. Аналитики отмечают, что Китай опережает США примерно на 10–15 лет в способности разворачивать реакторы IV поколения в промышленных масштабах [Ezell, 2024: 4].

Центральным элементом этой стратегии стал реактор третьего поколения «Хуалун-1» (*Hualong One / HPR1000*). Разработка данного проекта позволила преодолеть зависимость от лицензионных ограничений, с которыми Пекин сталкивался при строительстве реакторов *AP1000* компании *Westinghouse*. Показательно, что утвержденные в апреле 2025 г. проекты расширения АЭС базируются исключительно на отечественных технологиях. Согласно официальным данным, уровень локализации ключевого оборудования для новых проектов достиг 100 %, что свидетельствует о формировании практически полностью независимой национальной производственной цепочки¹¹.

Стратегия догоняющего технологического суверенитета, реализованная Китаем в 2010–2020-е гг., в существенной мере повторяет модель, ранее примененную в других высокотехнологичных отраслях КНР: сначала — заимствование внешнего решения, затем — постепенное освоение критических узлов, после чего — выход на собственный серийный продукт. Но переход от начальной зависимости к полной локализации прошел в ядерной энергетике быстрее, чем во многих сопоставимых секторах. Дистанция между первым *AP1000*, заложенным в 2009 г., и *Hualong One* с полной локализацией к 2025 г. укладывается примерно в 15 лет, что является очень коротким сроком для такого типа технологий. Экспортная стадия не была

¹¹ China to accelerate Hualong One's mass construction // <https://www.chinadaily.com.cn/a/202603/05/WS69a95013a310d6866eb3bf23.html>, дата обращения 11.06.2026.

отложена на неопределенное будущее: по темпам она оказалась как минимум сопоставимой с тем, что наблюдалось в тепловой энергетике и секторе ВИЭ, в отдельных аспектах — даже опережающей.

Во многом это объясняется внутриотраслевой координацией, которая в Китае изначально опиралась на сохранение полного государственного контроля по всей цепочке. За счет этого были сняты многие издержки согласования. Не менее существенным оказалось и то, что китайская система не воспроизвела западный эффект *regulatory ratchet*, т. е. последовательного удорожания проекта под давлением нарастающих регуляторных требований [Nakano, 2026].

Наиболее значимым достижением китайской атомной программы стал ввод в коммерческую эксплуатацию первой в мире АЭС IV поколения «Шидаовань-1» (*Shidaowan-1*) в провинции Шаньдун. В отличие от традиционных водо-водяных реакторов, этот высокотемпературный газоохлаждаемый реактор с шаровой засыпкой (*HTR-PM*) использует гелий в качестве теплоносителя и обладает пассивными системами безопасности, исключающими расплавление активной зоны даже при полной потере электроснабжения, принудительной циркуляции теплоносителя или теплоносителя как такового. Особенностью *HTR-PM* является то, что они считаются более безопасными и эффективными. Согласно данным Т. С. Батраченко, КНР занимает лидирующую позицию по разработке технологий реакторов IV поколения, имея в эксплуатации или строительстве четыре из шести перспективных технологий, определенных Международным форумом GIF [Батраченко, 2024: 349]. Важно подчеркнуть, что 93,4 % материалов и оборудования для этого проекта стоимостью 16 млрд долл. было произведено внутри Китая [Ezell, 2024: 5]. Успешный запуск «Шидаовань-1» фактически вывел КНР в технологические лидеры, так как аналогичные проекты в других странах пока не вышли за рамки экспериментальных установок.

Параллельно с гигаваттными мощностями Китай активно осваивает нишу малых модульных реакторов (*SMR*). На базе АЭС «Чанцзян» в провинции Хайнань на завершающей стадии находится строительство первого в мире коммерческого наземного модульного реактора «Линлун-1» (*Linglong One*), который прошел полную сертификацию МАГАТЭ¹². Модульность конструкции позволяет производить ключевые узлы в заводских условиях, что существенно сокращает сроки монтажа и капитальные затраты. Развитие *SMR* рассматривается не только как способ энергоснабжения изолированных территорий, но и как технологический плацдарм для экспансии на рынки развивающихся стран, где крупные энергоблоки избыточны для локальных сетей.

¹² China to accelerate Hualong One's mass construction // <https://www.chinadaily.com.cn/a/202603/05/WS69a95013a310d6866eb3bf23.html>, дата обращения 11.06.2026.

Инновационная активность подтверждается и наукометрическими показателями. За период с 2008 по 2023 г. доля Китая в общем объеме международных патентов в ядерной сфере выросла с 1,3 до 13,4 % [Ezell, 2024: 6]. Особенно заметен приоритет китайских разработчиков в области термоядерного синтеза, где по количеству патентных заявок КНР уже опережает США.

Новые сферы применения ядерной энергии

В долгосрочной перспективе роль атомной энергетики в КНР претерпит фундаментальный сдвиг, выходящий далеко за рамки традиционной генерации электроэнергии. В контексте национальной стратегии «Прекрасный Китай — 2035» (*Beautiful China 2035*) атомная отрасль рассматривается как системный интегратор, обеспечивающий глубокую декарбонизацию так называемых трудно поддающихся электрификации секторов (*hard-to-abate sectors*) — металлургии, химической промышленности. Согласно прогнозным моделям, для достижения целевых показателей экологического развития доля ядерной энергии в первичном потреблении должна существенно возрасти, обеспечивая базу для замещения угольной генерации не только в электросетях, но и в промышленных процессах.

До 2035 г. технологическая эволюция отрасли все заметнее связывается не просто с наращиванием атомной генерации, а с более широким режимом использования ядерной энергии. Центральное место в этой конфигурации отводится водороду¹³. Именно здесь проявляется один из наиболее существенных сдвигов текущего этапа. Важное различие состоит в логике возобновляемой энергетики: она ориентируется прежде всего на выпуск зеленого водорода через низкотемпературный электролиз. Китайская атомная стратегия выстраивается иначе: акцент переносится на термохимические циклы и высокотемпературный паровой электролиз — *HTSE*. Тем самым ядерная энергетика рассматривается уже не только как источник электроэнергии, но и как технологическая база для сопряженных энергетических цепочек.

Водород включен Китаем в 14-й пятилетний план как стратегически значимый энергоноситель, инвестиционные проекты поддерживаются государством через Национальный фонд развития водородной энергетики. На горизонте текущего десятилетия китайская администрация рассчитывает выстроить комплексную архитектуру обращения ресурса. Проектируемая система объединит производственную базу на основе современных электролизеров, логистических магистралей и широкой сети автозаправочных станций в единый функционирующий механизм.

¹³ 2035 “美丽中国” 目标下的我国核能和氢能发展前景 [Перспективы развития ядерной и водородной энергетики Китая в условиях реализации целей «Прекрасный Китай — 2035»] // https://www.cemf.net.cn/zh/publications#section_a, дата обращения 11.06.2026.

Технологической основой этого перехода служат высокотемпературные газоохлаждаемые реакторы (*HTGR*), подобные уже введенному в эксплуатацию в провинции Шаньдун. Эти установки способны генерировать технологическое тепло с температурой на выходе 750–950 °C, что критически важно для эффективности термохимического расщепления воды (например, через йодно-серный цикл). Потенциальный КПД подобного производства превышает 50 %, что меняет само экономическое сравнение разных моделей водородной генерации. При крупном промышленном масштабе розовый водород (чистый энергоноситель, который производят методом электролиза воды с использованием ядерной энергии) оказывается более привлекательным, чем водород, получаемый электролизом на основе ВИЭ.

Замысел правительства КНР строится на прямой физической интеграции атомных станций с химическими комплексами и металлургией. Подача высокопотенциального тепла вместе с реакторным водородом трансформирует логику тяжелой промышленности. Процесс прямого восстановления железа окончательно вытесняет кокс из технологической цепочки, а выпуск синтетического топлива и аммиака отвязывается от традиционной ресурсной базы. Для китайской макроэкономики подобный структурный маневр носит безальтернативный характер. Он нивелирует риски внешних углеводородных поставок, замыкая суверенный контур чистой энергии внутри государственных границ.

Функционал современных реакторов не ограничивается промышленным сектором, масштабируясь на сферу коммунального теплоснабжения. Указанный сдвиг прицельно решает старую проблему северных провинций: ежегодный старт зимнего сезона на базе угля традиционно провоцировал критическую деградацию атмосферы. Переключение городских сетей на ядерную когенерацию в потенциале ломает этот сценарий, превращая атомные станции в базовый драйвер экологического восстановления территорий. Практическая состоятельность данной модели уже получила подтверждение на примере пилотного проекта «Нуаньхэ-1» (*Nuanhe One*), реализованного на базе АЭС «Хайян» в провинции Шаньдун: станция уже используется для теплоснабжения городского населения, причем локальные угольные мощности в этой схеме были фактически полностью замещены¹⁴. До 2035 г. предполагается не точечное повторение такого опыта, а его разворачивание в ином масштабе. Речь идет о строительстве магистральных теплотрасс значительной протяженности — до 100 км. Именно эта техническая связка позволяет вынести источник тепла за пределы городской застройки и одновременно обеспечить теплоснабжение крупных агломераций без размещения реакторов в черте мегаполиса.

¹⁴ China to accelerate Hualong One's mass construction // <https://www.chinadaily.com.cn/a/202603/05/WS69a95013a310d6866eb3bf23.html>, дата обращения 11.06.2026.

Параллельно рассматривается и другая линия развития — специализированные низкотемпературные реакторы бассейнового типа «Яньлун», рассчитанные исключительно на задачи районного отопления. Их конструкция заметно проще, а профиль безопасности, напротив, выше, что и формирует интерес к ним как к отдельному формату развития ядерного теплоснабжения. В то же время амбициозные планы по наращиванию мощностей до 150–200 ГВт к середине 2030-х гг. неизбежно сталкиваются с вызовом ресурсного обеспечения. Собственные запасы природного урана у Китая ограничены, именно поэтому форсируется переход к замкнутому ядерному топливному циклу. В этой логике стратегия «трех шагов» (термо-ядерные реакторы — быстрые реакторы — реакторы синтеза), утвержденная еще в 1980-е гг., вступает в решающую вторую фазу. Ключевая роль здесь отводится реакторам на быстрых нейтронах, прежде всего проектам типа *CFR-600*, строительство которых ведется в Сяпу. Смысл таких установок заключается в возможности нарабатывать новое делящееся вещество из обедненного урана-238. В теоретическом пределе это расширяет ресурсную базу примерно в 60 раз¹⁵. Для страны с ограниченным урановым обеспечением такой параметр имеет не второстепенное, а системное значение.

Однако именно на этом участке и проявляется наиболее уязвимое место. Темпы переработки отработавшего ядерного топлива пока не соответствуют темпам его накопления. Растущий парк легководных реакторов увеличивает объем отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) быстрее, чем развивается радиохимическая инфраструктура КНР¹⁶. Отсюда возникает стратегический разрыв. Поэтому ввод крупномасштабного завода по переработке ОЯТ в интервале 2030–2035 гг. следует рассматривать как критическое условие устойчивости всей модели.

Важной стратегической дилеммой периода до 2035 г. остается вопрос строительства АЭС в глубине материка. Развитие технологий пассивной безопасности (в частности, малых модульных реакторов *SMR* и газоохлаждаемых реакторов), не требующих больших объемов воды для аварийного расхолаживания, создает предпосылки для пересмотра этого ограничения. Реалистичным представляется, что в ближайшем будущем Китай может санкционировать ограниченное строительство *SMR* во внутренних районах для энергоснабжения изолированных промышленных зон и дата-центров, что станет поворотным моментом в географии отрасли.

Таким образом, к 2035 г. атомная энергетика Китая трансформируется из вспомогательного источника электричества в универсальную энергетическую платформу, обеспечивающую экономику электричеством, про-

¹⁵ Nuclear Power Industry Chain Report: Approval Acceleration and Supply Chain Prosperity // https://pdf.dfcfw.com/pdf/H3_AP202405061632470678_1.pdf, дата обращения 11.06.2026.

¹⁶ Там же.

мышленным паром, теплом и водородом, что является фундаментом для достижения целей углеродной нейтральности.

Результаты исследования. Экономика, экспорт и системные вызовы

Успехи китайской ядерной программы обусловлены не только политической волей, но и фундаментальными экономическими факторами, создающими уникальную конкурентную среду по сравнению с западными рынками. В то время как на Западе атомная энергетика страдает от постоянного удорожания проектов, Китаю удастся удерживать капитальные затраты на низком уровне благодаря эффекту масштаба и государственной поддержке. Стоимость строительства новых реакторов в КНР составляет примерно 2,5–3 тыс. долл./кВт, что составляет около одной трети от стоимости аналогичных проектов во Франции и США [Ezell, 2024: 11].

Ключевым драйвером этой эффективности является доступ к дешевому капиталу: около 70 % стоимости реакторов покрывается кредитами государственных банков по ставкам, достигающим 1,4 %, что значительно ниже рыночных условий для западных компаний. Это напрямую влияет на нормированную стоимость электроэнергии (*LCOE*). По расчетам аналитиков, стоимость атомной генерации в Китае составляет около 70 долл./МВт·ч, в то время как в США этот показатель достигает 105 долл., а в Евросоюзе — 160 долл. При сравнении с другими источниками энергии внутри страны атомная генерация в Китае демонстрирует высокую конкурентоспособность, особенно при низких ставках дисконтирования [Лю, 2023: 5].

Накопив компетенции внутри страны, Пекин переходит к активной внешней экспансии, используя свои финансовые возможности и технологический прогресс и рассматривая экспорт ядерных технологий как инструмент геополитического влияния [Торопчин, 2022: 168]. Правительство ставит амбициозную цель — экспортировать 30 ядерных реакторов к 2030 г., что может принести китайским компаниям до 145 млрд долл.¹⁷. Экспортная экспансия ядерных технологий КНР тесно переплетена с геополитическими инициативами. Институциональной основой китайской экспансии выступает инициатива «Один пояс — один путь». Как отмечает Г. В. Торопчин, Пекин выбрал формат «зеленого Шелкового пути» в качестве главного инструмента для занятия рыночной ниши, освободившейся после реструктуризации западных гигантов *Westinghouse* и *Areva* (ныне *Orano*).

Однако на международной арене Китай сталкивается со сложной конкурентной средой. В исследовании Н. Яндзиковой подчеркивается двойствен-

¹⁷ China could build 30 'Belt and Road' nuclear reactors by 2030: official // <https://www.reuters.com/article/business/china-could-build-30-belt-and-road-nuclear-reactors-by-2030-official-idUSKCN1TL0HY/>, дата обращения 11.06.2026.

ный статус КНР: «Китай является ключевым стратегическим партнером России в ядерной энергетике, однако отличается от всех других стран-партнеров тем, что он также является крупным производителем и нередко воспринимается как конкурент» [Яндзикова, 2025: 233]. На текущий момент успехи Китая географически ограничены. Г. В. Торопчин указывает, что Пакистан остается «флагманским примером» и фактически единственным партнером такого уровня в Азиатско-Тихоокеанском регионе. Реализации глобальных амбиций КНР препятствует ряд факторов, главным из которых является «доминирование России в прорывных областях ядерной техники и значительная доля «Росатома» на международном рынке», а также нехватка политической воли у элит некоторых стран для сотрудничества с Китаем в стратегической сфере [Торопчин, 2022: 169].

Китайские корпорации *CNNC* и *CGN* используют государственную поддержку для предложения комплексных решений развивающимся странам. При этом Пекин активно использует механизмы энергетической дипломатии, предлагая партнерам не только строительство под ключ, но и не ограниченное строгими требованиями ОЭСР льготное кредитование, обучение персонала и поставки топлива, что создает долгосрочную технологическую привязку. Флагманским продуктом для экспорта является реактор *Hualong One*. Успешная сдача двух блоков *Hualong One* (К-2 и К-3) на АЭС «Карачи» в Пакистане стала доказательством экспортного потенциала этой технологии. Тем не менее на 2022 г. доля Китая на мировом рынке экспорта реакторов составляла всего 1–2 %, существенно уступая России (18,1 %) и США (16,4 %).

Несмотря на успехи, отрасль сталкивается с серьезными структурными рисками. Главным узким местом является отставание мощностей замыкающей стадии топливного цикла. Китай принял стратегию замкнутого ядерного топливного цикла (ЗЯТЦ), однако промышленные мощности по переработке отработавшего ядерного топлива остаются недостаточными. Вторым фактором уязвимости остается зависимость от импорта природного урана. Несмотря на развитие внутренней добычи, Китай вынужден импортировать значительные объемы сырья для обеспечения работы своего быстрорастущего флота реакторов, потратив на импорт урана в 2021 г. около 1,31 млрд долл. [Лю, 2023: 7].

Рост числа энергоблоков сам по себе создает новую нагрузку на контур безопасности, что обуславливает постоянное обновление систем управления безопасностью и заметный интерес Китая к риск-информированным методам эксплуатации и надзора. Детерминистский подход сохраняет свое место, но вокруг него наращивается вероятностный слой – *PSA/PRA (Probabilistic Safety Assessment / Probabilistic Risk Assessment)*. Именно в таком сочетании сегодня и выстраивается практика, близкая одновременно к рекомендациям МАГАТЭ и к американскому опыту регулирования [Chu et al., 2025].

Обсуждение

Проведенный анализ демонстрирует, что атомная энергетика Китая находится в точке бифуркации. С одной стороны, статистические данные подтверждают беспрецедентный для XXI в. темп ввода мощностей. С другой стороны, выявленное расхождение между плановыми показателями 14-й пятилетки и фактическим состоянием указывает на инерционность инвестиционных циклов в атомной отрасли.

Вопрос о технологическом лидерстве Китая остается открытым. Основания для такой постановки понятны: КНР заявляет о вводе в эксплуатацию первого в мире реактора IV поколения — *Shidaowan-1*, — но именно вокруг этой квалификации и сохраняется наибольшее число споров. Тем не менее коммерческая эксплуатация такой установки уже дает Китаю реальный опыт, инженерную наработку, практику обращения с технологией вне лабораторного или проектного режима, отсутствующие у большинства стран ОЭСР. На этом уровне преимущество КНР выглядит вполне осязаемым: там, где у одних сохраняются чертежи и концепты, у других уже формируется производственная компетенция.

Экономическое сопоставление выводит на поверхность различие не частного, а системного порядка. Для США и стран ЕС критическим ограничителем выступает стоимость капитала: при высоких ставках дисконтирования продолжительные атомные стройки быстро теряют инвестиционную привлекательность. В Китае ситуация устроена иначе: Государственный характер финансирования удерживает *LCOE* атомной генерации в зоне конкурентоспособности. Из этого вытекает и различие в функции самой АЭС. В западной логике такой объект чаще оценивается как коммерческий проект с жесткой чувствительностью к срокам и цене капитала. В китайской — как элемент долгой инфраструктурной работы и база для будущей водородной экономики. Но именно здесь появляется и встречное ограничение. Дефицит мощностей по переработке ОЯТ уже не выглядит периферийной технической проблемой. Если программа замыкания топливного цикла не будет ускорена, к 2030 г. атомный ренессанс рискует столкнуться не с нехваткой строящихся блоков, а с кризисом бэкэнда — обращения с отходами и отработавшим топливом.

Сценарии развития атомной отрасли КНР до 2035 г.

Наиболее оправданной выглядит трехчастная модель сценирования дальнейшей динамики китайской атомной отрасли — базовый сценарий, оптимистический и консервативный. Основанием для такой конструкции служит не один параметр, а совокупность переменных, от которых зависит траектория атомной энергетики КНР.

Первая группа связана с темпами одобрения и последующего ввода новых блоков. Здесь сходятся два условия: политическое решение Госсовета КНР и практическая способность ключевых корпораций — *CNNC*, *CGN*, *SPIC* — удерживать режим фактически конвейерного строительства. Вторая группа факторов относится уже к топливному циклу. Решающее значение будет иметь не формальная постановка задачи, а реальный ввод промышленных мощностей по переработке ОЯТ, а также коммерческое разворачивание быстрых реакторов, прежде всего *CFR-600* и *CFR-1000*.

Отдельный узел образует пространственное ограничение. Сохранение либо отмена негласного моратория на строительство АЭС во внутренних районах страны напрямую влияет на доступность атомной генерации для крупных промышленных провинций — Хунани, Хубэй, Цзянси, Сычуани. Еще один блок неопределенности связан с коммерциализацией технологий IV поколения, включая *HTR-PM* и *TMSR*. Именно здесь решается, смогут ли они выйти за пределы демонстрационного статуса и стать источником высокопотенциального тепла для водородной экономики и промышленной декарбонизации. Наконец, сохраняется фактор общеэнергетического масштаба. Речь идет о скорости роста спроса на электроэнергию и о способности энергосистемы принять возрастающий объем базовой генерации. Именно конфигурация этих пяти переменных и будет определять, по какой из возможных траекторий пойдет развитие отрасли.

Архитектура базового сценария (инерционное лидерство) опирается на удержание текущих темпов экспансии. Речь идет о стабильном согласовании 10–12 новых энергоблоков ежегодно, что позволит достичь уровня в 100–110 ГВт к 2030 г. и выйти на 150 ГВт к середине следующего десятилетия. При таком раскладе доля атома в энергобалансе увеличится до 8–10 %. Однако жизнеспособность этой модели напрямую зависит от запуска завода по переработке ОЯТ в Ганьсу. Параллельно ожидается точечное внедрение малых модульных реакторов и запуск пилотных водородных проектов.

Альтернативная траектория «технологического прорыва» (оптимистический сценарий) завязана на форсированную коммерциализацию инноваций. Главными драйверами здесь выступают быстрые и торий-содержащие установки, а также возможная отмена запрета на возведение АЭС в глубине материка. В этом случае к 2035 г. мощность генерации способна взлететь до 180–200 ГВт, превысив порог в 10–12 % от общего энергопроизводства. Атом начнет активно проникать в смежные отрасли — от металлургии до синтеза водорода, а экспорт реакторов *Hualong One* дополнительно снизит зависимость макроэкономики от импортного топлива.

Наконец, консервативная модель (задержка бэкэнда) иллюстрирует риски инфраструктурного отставания. Если процесс замыкания топливного цикла забуксует, после 2028 г. регуляторы будут вынуждены притормозить выдачу лицензий на новые блоки. Как следствие, целевые показатели со-

жмутся до 90—95 ГВт к 2030 г. и 130 ГВт к 2035 г. Сохранение ограничений на внутриматериковые станции ограничит потенциал ядерной декарбонизации, вынуждая Пекин закрывать дефицит энергии за счет форсированного ввода ВИЭ и дополнительных закупок импортного СПГ.

Сопоставление сценариев, выполненное с опорой на ретроспективу исполнения 12-, 13- и 14-й пятилеток, а также на текущие институциональные индикаторы, позволяет считать наиболее вероятным базовый вариант. В расчет здесь принимаются не только прежние результаты планирования, но и вполне конкретные параметры настоящего момента: объем капитальных вложений, число уже одобренных блоков, степень готовности ключевых инфраструктурных проектов. При такой совокупности признаков вероятность базового сценария оценивается примерно в 55—60 %.

Два других сценария выглядят менее вероятными, хотя и не маргинальными. И оптимистическая, и консервативная траектории могут быть оценены на уровне около 20 % каждая. Иными словами, поле неопределенности сохраняется, но его структура несимметрична: инерционный путь пока просматривается отчетливее остальных.

В логике стратегии «Прекрасный Китай — 2035» атомная энергетика, по крайней мере в базовом и особенно в оптимистическом сценарии, выходит далеко за пределы обычной электрогенерации. За ней закрепляется инфраструктурная функция более широкого порядка. Именно через нее может удерживаться базовая нагрузка энергосистемы в условиях растущей доли переменных ВИЭ. Тем же контуром обеспечиваются высокопотенциальное тепло и водород, необходимые промышленному сектору. Сюда же относится и постепенное вытеснение угольных ТЭЦ из систем централизованного теплоснабжения городов. Иная конфигурация возникает при консервативном варианте, тогда значительная часть этой роли смещается в сторону ВИЭ и импортного СПГ. Усиливается зависимость от внешних рынков, причем именно от тех сегментов, для которых характерна повышенная ценовая волатильность. Тем самым возрастает и неопределенность вокруг долгосрочной цели — достижения углеродной нейтральности к 2060 г.

Заключение

Состояние китайской ядерной энергетики в 2024—2025 гг. указывает на завершение одного этапа и начало другого. Период технологической адаптации, по существу, уже позади. На первый план выходит фаза, которую все труднее описывать как простое догоняющее развитие. Масштаб одобренных проектов, инвестиционная плотность и скорость разворачивания собственных технологических решений позволяют говорить уже о реализуемой претензии на глобальное лидерство. Сдержанный скепсис в отношении выполнения государственных планов сохраняет основания, но

только частично. Более существенным становится другой показатель: курс на многократное расширение отрасли уже обеспечен и инвестиционно, и организационно. Об этом говорит и объем вложений, и беспрецедентное число новых блоков, получивших одобрение.

Китайская модель в этой связи выглядит особенно примечательно. В одном контуре соединены государственное планирование, доступ к дешевому капиталу и переход к собственным технологическим платформам. В результате образовался задел, который обеспечивает КНР не абстрактное, а вполне измеримое преимущество по темпам строительства с возможным отрывом от конкурентов на 10–15 лет. В горизонте до 2035 г. атомная энергетика КНР выходит из роли вспомогательного источника электроэнергии. Атомный сектор начинает выполнять функции одного из базовых элементов низкоуглеродной экономики, причем его значение определяется не только поставкой электричества — в промышленный контур включаются также тепло и водород. Отсюда происходит смещение и главного узла проблем — со строительства реакторов к замыканию топливного цикла и снижению зависимости от внешней ресурсной базы. Если именно этот вопрос не получит своевременного решения, дальнейшее расширение отрасли столкнется уже не с фронтальными технологическими, а со структурными ограничениями.

Список литературы

Батраченко Т. С., Стаханова П. В., Кирьянова Е. В., 2024. Краткий обзор крупнейших АЭС Китайской Народной Республики, а также проектов строительства реакторов четвертого поколения // Инновационные механизмы управления цифровой и региональной экономикой. С. 342–362.

Бутузова Д. А., Шереметьева К. О., Кирьянова Е. В., 2024. Финансирование и инвестиции в ядерную энергетику Китая // Инновационные механизмы управления цифровой и региональной экономикой. С. 909–919.

Лукашенко И. В., 2025. Водородные стратегии ведущих экономик: финансовая политика, технологии, перспективы // Мировая экономика и мировые финансы. 2025. Т. 4. № 2. С. 14–24.

Лю Ф., Вэй Л., Пань Ю., Ван С., 2023. Сравнение атомной энергетики Китая и США // *Advances in Economics, Business and Management Research* // <https://www.atlantis-press.com/proceedings/ftbm-23/125994701>, дата обращения 11.12.2025.

Торопчин Г. В., 2022. Атомный пояс и путь: выход Китая на международный ядерный рынок // Вестник Российского университета дружбы народов. Сер.: Экономика. 2022. Т. 30. № 2. С. 168–178.

Фокина О. В., Исупов И. В., 2025. Национальные проекты в сфере атомной энергетики: сравнение опыта России, Китая и Индии // Глобальная ядерная безопасность. Т. 15. № 3. С. 93–107.

Яндзикова Н., 2025. Международное сотрудничество России в ядерной сфере: регионы и стратегические приоритеты // Международная аналитика. Т. 16. № 3. С. 215–236.

Chu Y., Yang K., Yi Y., Chen S., Yang M., 2025. Risk Management in Nuclear Power Plant Configuration: Practices and Applications in China // Processes 2025. No. 6. Vol. 13 // <https://www.mdpi.com/2227-9717/13/6/1926/pdf?version=1750227330>, дата обращения 11.06.2026.

Ezell S. J., 2024. How Innovative Is China in Nuclear Power? Assessing the Strength of Its Nuclear Innovation System // Information Technology and Innovation Foundation (ITIF). 29 p.

Nakano J., Yeh Y.-H., 2026. China's Nuclear Energy Priorities Under Its 15th Five-Year Plan // Center for Strategic and International Studies (CSIS) // <https://www.csis.org/analysis/chinas-nuclear-energy-priorities-under-its-15th-five-year-plan>, дата обращения 11.12.2025.

Ranjbar Danial MESHKIN, PhD in History, Assistant, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN University)

Address: 6 Miklukho-Maklaya St., Moscow, 117198, Russian Federation

E-mail: randzhbar-meshkin-d@rudn.ru

ORCID: 0000-0002-1619-3383

Danila N. RATUSHNY, student, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN University)

Address: 6 Miklukho-Maklaya St., Moscow, 117198, Russian Federation

E-mail: khashmodai@mail.ru

ORCID: 0000-0003-4031-5667

NUCLEAR ENERGY OF CHINA: CURRENT STATE AND DEVELOPMENT PROSPECTS

DOI: 10.48137/26870703_2026_35_3_92

Received: 25.05.2026.

For citation: Meshkin R. D., Ratushny D. N., 2026. Nuclear Energy of China: Current State and Development Prospects. – *Geoeconomics of Energetics*. № 3 (35). P. 92–110. DOI: 10.48137/26870703_2026_35_3_92

Keywords: China, nuclear energy, nuclear reactors, Hualong One, Generation IV, hydrogen economy, state planning, technological leadership.

Abstract

The relevance of the study is determined by the transformation of global nuclear energy in the mid-2020s, with China becoming its central actor as it has moved from importing technologies to the serial construction and deployment of Generation IV reactors. The aim of this study is to identify the key trends in the development of China's nuclear industry in 2024–2025, assess the feasibility of achieving the targets of the 14th Five-Year Plan, and analyze China's strategic transition towards technological leadership. The study draws on data from the World Nuclear Association, reports of the China Nuclear Energy Association, the strategic document *Beautiful China 2035*, and analytical reviews by the Information Technology and Innovation Foundation (ITIF) and Global Energy Monitor. Comparative and retrospective analysis, as well as scenario forecasting, were employed. The results show that, despite the record approval of 40+ power units in 2022–2025 and the commissioning of the world's first commercial Gen IV NPP Shidaowan1 (HTRPM), the planned target of the 14th Five-Year Plan (70 GW by 2025) will not be achieved on time due to the inertia of the construction cycle (actual ~60 GW). China has completed the localization of Hualong One technology and is moving towards the integrated use of nuclear energy, including the production of pink hydrogen using high-temperature reactors and the development of district-heating systems, such as the Nuanhe-1 project. The economic advantage is ensured by lowcost state lending (1.4 %), which reduces the cost of electricity generation to USD 70/MWh, compared with USD 105–160/MWh

in Western countries. The main challenges remain insufficient spent nuclear fuel re-processing capacity, dependence on uranium imports, and the continued moratorium on inland NPP construction. Thus, by 2035, China's nuclear energy will transform from an electricity source into a universal lowcarbon platform for industry; however, the strategy's implementation requires accelerated closing of the nuclear fuel cycle.

References

Batrachenko T. S., Stakhanova P. V., Kiryanova E. V., 2024. A Brief Overview of the Largest Nuclear Power Plants in the People's Republic of China, as well as Fourth-Generation Reactor Construction Projects. *Innovative Mechanisms of Digital and Regional Economy Management*. Pp. 342–362. (In Russ.)

Butuzova D. A., Sheremeteva K. O., Kiryanova E. V., 2024. Financing and Investments in China's Nuclear Energy // *Innovative Mechanisms of Digital and Regional Economy Management*. Pp. 909–919. (In Russ.)

Lukashenko I. V., 2025. Hydrogen Strategies of Leading Economies: Financial Policy, Technologies, and Prospects // *World Economy and World Finance*. Vol. 4. No. 2. Pp. 14–24. (In Russ.)

Liu F., Wei L., Pan Y., Wang S., 2023. Comparison of Nuclear Power between China and the United States // *Advances in Economics, Business and Management Research* // <https://www.atlantispress.com/proceedings/ftbm-23/125994701>, accessed: 11.12.2025. (In Russ.)

Toropchin G. V., 2022. Nuclear Belt and Road: China's Entry into the International Nuclear Market // *RUDN Journal of Economics*. 2022. Vol. 30. No. 2. Pp. 168–178. (In Russ.)

Fokina O. V., Isupov I. V., 2025. National Projects in the Field of Nuclear Energy: A Comparison of the Experience of Russia, China and India // *Global Nuclear Safety*. Vol. 15. No. 3. Pp. 93–107. (In Russ.)

Yandzikova N., 2025. Russia's International Cooperation in the Nuclear Sphere: Regions and Strategic Priorities // *Journal of International Analytics*. Vol. 16. No. 3. P. 215–236. (In Russ.)

Chu Y., Yang K., Yi Y., Chen S., Yang M., 2025. Risk Management in Nuclear Power Plant Configuration: Practices and Applications in China // *Processes* 2025. No. 6. Vol. 13 // <https://www.mdpi.com/2227-9717/13/6/1926/pdf?version=1750227330>, accessed 11.06.2026. (In Eng.)

Ezell S. J., 2024. How Innovative Is China in Nuclear Power? Assessing the Strength of Its Nuclear Innovation System // *Information Technology and Innovation Foundation (ITIF)*. 32 p. (In Eng.)

Nakano J., Yeh Y.-H., 2026. China's Nuclear Energy Priorities Under Its 15th Five-Year Plan. Washington, D.C.: Center for Strategic and International Studies (CSIS) // <https://www.csis.org/analysis/chinas-nuclear-energy-priorities-under-its-15th-five-year-plan>, accessed: 11.12.2025. (In Eng.)