

Исследовательская статья

УДК 911.9:339:620.9

DOI: 10.24412/2076-9091-2026-262-77-93

Борис Витальевич Тюков

Институт географии Российской академии наук,
Москва, Россия

ТРАНСФОРМАЦИЯ ОТРАСЛЕВОЙ И ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЭНЕРГОПЕРЕХОДА В ИНДИИ И КИТАЕ В XXI в.

Аннотация. Глобальный энергетический переход становится ключевым вызовом для стран Глобального Юга, где сосредоточены крупнейшие потребители энергии. Актуальность исследования заключается в необходимости понимания различных траекторий декарбонизации в развивающихся экономиках на примере Индии и Китая — второго и третьего по величине потребителей электроэнергии в мире. Цель работы — провести сравнительный анализ трансформации отраслевой и территориальной структур электроэнергетики двух стран и оценить их готовность к энергетическому переходу. Методология исследования базируется на анализе динамики структуры генерации и установленных мощностей за период 2000–2024 гг., изучении территориального распределения энергоресурсов и применении индекса энергоперехода (ETI) для оценки эффективности трансформации.

Ключевые слова: Китай, Индия, энергетический переход, страны Глобального Юга, зеленая энергетика, возобновляемые источники энергии

Финансирование: исследование не имело финансовой поддержки.

Research article

UDC 911.9:339:620.9

DOI: 10.24412/2076-9091-2026-262-77-93

Boris Vitalyevich TyukovInstitute of Geography, Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russia

TRANSFORMATION OF THE SECTORAL AND TERRITORIAL STRUCTURE OF THE ELECTRIC POWER INDUSTRY AND PROSPECTS FOR ENERGY TRANSITION IN INDIA AND CHINA IN THE 21st CENTURY

Abstract. The global energy transition is becoming a key challenge for the countries of the Global South, where the largest energy consumers are concentrated. The relevance of the study lies in the need to understand the different trajectories of decarbonization in developing economies using the example of India and China, the second and third largest consumers of electricity in the world. The purpose of the work is to conduct a comparative analysis of the transformation of the sectoral and territorial structures of the electric power industry of the two countries and assess their readiness for the energy transition. The research methodology is based on the analysis of the dynamics of the generation structure and installed capacities for the period 2000–2024, the study of the territorial distribution of energy resources and the application of the energy transition index (ETI) to assess the effectiveness of transformation.

Keywords: China, India, energy transition, Global South countries, green energy, renewable energy sources

Funding Statement: no funding was received for writing this manuscript.

Введение

Глобальный энергетический переход представляет собой фундаментальную трансформацию мировой энергетической системы от преимущественного использования ископаемых видов топлива к возобновляемым источникам энергии. В своем развитии это явление преодолело несколько стадий: первичное осознание проблемы загрязнения окружающей среды и поиск альтернативных источников энергии после нефтяных кризисов 70-х гг. XX в., технологическое развитие солнечной и ветроэнергетики в 90-е гг., их широкое внедрение в первой четверти XXI в.

В данный момент человечество находится на пути к полной декарбонизации, о чем заявляют правительства многих развитых стран, предлагая свои дорожные карты пути к углеродной нейтральности энергетики. Традиционными драйверами здесь являются страны Европейского союза (ЕС), где в 2020 г. был одобрен Европейский зеленый курс, представляющий собой набор политических инициатив Европейской комиссии, главной целью которых

является достижение климатической нейтральности ЕС к 2050 г. Однако и ряд азиатских стран, таких как Япония, Южная Корея, Таиланд, Вьетнам, Малайзия, ставят перед собой не менее амбициозные цели относительно 2050 г.

В данной статье будет проведен сравнительный анализ трансформации территориальной и отраслевой структур электроэнергетики Индии и Китая как стран, входящих в первую тройку крупнейших производителей и потребителей электроэнергии в мире. Также эти страны являются экономическими лидерами Глобального Юга и представляют интерес для изучения возможных сценариев и перспектив достижения углеродной нейтральности в контексте общемирового энергоперехода.

Материалы и методы исследования

В начале XXI в. Китай выработал обновленную энергетическую концепцию, базирующуюся на максимальном использовании внутренних энергетических ресурсов при сохранении существенной зависимости от импорта энергоносителей. Современный этап характеризуется двумя ключевыми трендами: активным развитием экологически чистой энергетики и смещением топливно-энергетического баланса в направлении природного газа. Данный подход призван снизить радикальность перехода от угольной генерации к климатически нейтральным энергоносителям и обеспечить более плавный переход к инновационным энергосберегающим технологиям. Все это совершается в контексте американской политики «возвращения в Азию» и возобновления Вашингтоном курса на «сдерживание Китая». Общее состояние энергетической политики Китая характеризуется как переходное: от решения внутрихозяйственных задач к глобальному позиционированию [3].

Исследование стратегии КНР в сфере низкоуглеродного развития демонстрирует, что государство выбрало сбалансированную модель перехода к углеродной нейтральности. Ключевым приоритетом остается поддержание устойчивых темпов экономического развития и соответствующего роста уровня жизни населения. Специфика Китая заключается в значительной зависимости от угля в энергетическом балансе, что создает дополнительные ограничения для проведения ускоренной декарбонизации экономики [1].

Цзевэй Ли, Лин Цзинь, Хань Дэн и Линь Ян обращают внимание на концепцию Avoid, Shift, Improve («Избегание, сдвиг, улучшение»), которая представляет собой подход к экологической устойчивости, направленный на повышение эффективности за счет изменения поведения потребителей. В контексте изучения китайского энергоперехода они выделили следующие меры: avoid — снижение необходимости передвижений (сокращение мобильности), shift — переход на более экологичные виды транспорта (общественный, железнодорожный и водный транспорт), improve — совершенствование технологий (электромобили, более эффективные двигатели, альтернативные топлива).

Также они ввели дополнительный стратегический вектор — Institutional Capacity & Technology Development, отражающий важность развития управленческих структур и технологий¹.

Шу Чжан и Вэньин Чен используют вероятностное представление выбора технологий и динамики переключения на другие виды топлива в рамках энергетического перехода, которое показывает, что достижение Китаем цели углеродной нейтральности возможно, но требует межсекторальных совместных усилий. Если пик выбросов CO₂ в Китае придется на 2025-й, а не на 2030-й г., то потери благосостояния сократятся как минимум на 50 %, предельные затраты на снижение выбросов в 2050 г. будут сохранены в разумных пределах, а чрезмерной зависимости от технологий удаления углерода удастся избежать. С пиком в 2030 г. Китаю практически невозможно достичь кумулятивных выбросов ниже 250 ГВт в 2010–2050 гг., а это означает, что либо целевого показателя в 1,5 градуса, предусмотренного во многих исследованиях, будет трудно достичь, либо Китаю придется генерировать значительные отрицательные выбросы в течение длительного времени во второй половине этого столетия [8].

В случае достижения углеродной нейтральности Китая прогнозируемое повышение средней глобальной температуры снизится примерно на 0,2–0,3 °C. На пути перехода энергетики к углеродной нейтральности декарбонизация ископаемого топлива, применение энергосберегающих технологий и CCU (технологии улавливания и хранения углерода) важны на ранней стадии, за которой следует резкое увеличение доли ВИЭ в будущем энергоснабжении, что должно поддерживаться накопителями энергии и интеллектуальными системами [9].

Индия планирует переход к углеродной нейтральности позже, чем Китай, и довольно прагматично подходит к своему энергопереходу. Руководство Индии не планирует отказываться от использования углеводородов в краткосрочной и среднесрочной перспективе. Энергетическую безопасность страна обеспечивает за счет диверсификации источников поставок [2].

Политика Индии в энергетическом секторе имеет два направления: реформирование отрасли традиционной энергетики и расширение доли возобновляемой. К первому блоку относится повышение эффективности угольных станций, расширение распределительной сети, увеличение доли газа, а также разработка новых месторождений. Несмотря на амбициозные цели в области зеленой энергетики, развитие сектора сталкивается с рядом проблем: низким уровнем технологического развития, отсутствием долгосрочной программы поддержки со стороны правительства, а также географическими диспропорциями в развитии. К этому списку следует добавить и высокий уровень конкуренции со стороны компаний из Китая и Малайзии [4].

Б. Рой и А. Шаффарцик считают, что настоящий поэтапный отказ от угля должен был бы включать в себя два аспекта, которые отсутствуют в текущем

¹ Cornell University — Review on Decarbonizing the Transportation Sector in China: Overview, Analysis, and Perspectives. URL: <https://arxiv.org/abs/2310.00613> (дата обращения: 14.10.2025).

плане индийского правительства. Во-первых, это решение оставить уголь «в яме» и прекратить добычу, даже несмотря на то что это все еще считается экономически целесообразным. Вместо этого продолжающееся расширение угольного комплекса создает впечатление, что поэтапный отказ от угля будет осуществляться не согласованными усилиями, а, скорее, результатом банального исчерпания запасов угля в одних штатах и финансово нежизнеспособных проблемных активов — в других. Интерес Индии к углю еще далек от завершения, хотя он и замедляется и, возможно, никогда не достигнет китайских масштабов. Во-вторых, это должны быть огромные совместные усилия людей, правительства и бизнеса по преобразованию энергетической системы; не только от системы, основанной на ископаемом топливе и ядерной энергии, к системе, основанной на ВИЭ, но и от централизованной системы с высокой капитализацией к децентрализованному энергоснабжению [6].

А. Мохан и другие рассматривают энергопереход в Индии с экономической точки зрения. Высокие капитальные затраты на аккумуляторные батареи и сильно проявляющаяся сезонность ветрогенерации в настоящее время делают дорогостоящей замену угольной генерации в Индии гибридными электростанциями, даже в штатах с относительно более высокими затратами на угольную генерацию. Однако снижение затрат на эти технологии в сочетании с проектным финансированием по более низким процентным ставкам может помочь сократить разрыв. Решающее значение будет иметь доступ к капиталу по низкой цене, например через Зеленый климатический фонд или международную помощь. Снижение стоимости гибридных систем на 6 % в годовом исчислении в течение следующего десятилетия может помочь избежать строительства новых угольных электростанций начиная с 2030 г. и обеспечить поэтапный вывод из эксплуатации существующих электростанций к 2040 г. [5].

Основным показателем для оценки эффективности энергетического перехода какой-либо страны является ETI (Energy Transition Index) — индекс энергоперехода. ETI основан на индексе эффективности энергетической архитектуры (ЕАPI), публикуемом Всемирным экономическим форумом с 2013 по 2017 г. В то время как ЕАPI оценивал эффективность энергетических систем стран, ETI дополнительно рассматривает перспективный компонент готовности к переходу. Индекс представляет собой сводную оценку, объединяющую 40 переменных, которые охватывают наиболее важные аспекты в различных измерениях производительности системы и готовности к переходу (см. табл.) [7].

Выбор параметров и переменных был продиктован отзывами, полученными на семинарах заинтересованных сторон в разных странах, чтобы обеспечить надежность и более широкую применимость концептуальной основы. Итоговый вклад отдельной переменной в общую оценку ETI будет различным для разных переменных в зависимости от количества переменных, сгруппированных по измерениям.

Таблица

Структура переменных, составляющих индекс энергоперехода²

Группа	Подгруппа	Вес подгруппы (%)	Показатель	Вес показателя в подгруппе (%)
Оценка работы системы	Экономическое развитие и рост	33	Доступность	70
Оценка работы системы	Экономическое развитие и рост	33	Вклад энергетического сектора в экономику	10
Оценка работы системы	Экономическое развитие и рост	33	Энергоемкость	20
Оценка работы системы	Экологическая устойчивость	33	Загрязнение воздуха	25
Оценка работы системы	Экологическая устойчивость	33	Углеродоемкость	25
Оценка работы системы	Экологическая устойчивость	33	Интенсивность выбросов CO ₂ на душу населения	25
Оценка работы системы	Экологическая устойчивость	33	Доля низкоуглеродной энергии	25
Оценка работы системы	Безопасность и доступ	33	Доступ к энергетическим ресурсам	35
Оценка работы системы	Безопасность и доступ	33	Безопасность поставок	35
Оценка работы системы	Безопасность и доступ	33	Разнообразие поставок	30
Оценка готовности к переходу	Капитал и инвестиции	17	Доступ к капиталу	25
Оценка готовности к переходу	Капитал и инвестиции	17	Недавние инвестиции в энергетику	25

² Составлено на основе данных: Fostering Effective Energy Transition 2025 — The World Economic Forum. URL: <https://www.weforum.org/publications/fostering-effective-energy-transition-2025/> (дата обращения: 14.10.2025).

Группа	Подгруппа	Вес подгруппы (%)	Показатель	Вес показателя в подгруппе (%)
Оценка готовности к переходу	Капитал и инвестиции	17	Недавние инвестиции в ВИЭ	25
Оценка готовности к переходу	Капитал и инвестиции	17	Прямые иностранные инвестиции	25
Оценка готовности к переходу	Регулирование и политическая приверженность	17	Наличие законодательства, поддерживающего энергетический переход	33
Оценка готовности к переходу	Регулирование и политическая приверженность	17	Приверженность международным соглашениям	33
Оценка готовности к переходу	Регулирование и политическая приверженность	17	Политическая стабильность	33
Оценка готовности к переходу	Институты и управление	17	Верховенство закона	33
Оценка готовности к переходу	Институты и управление	17	Отсутствие взяточничества	33
Оценка готовности к переходу	Институты и управление	17	Эффективность государственного управления	33
Оценка готовности к переходу	Инфраструктура и инновационная бизнес-среда	17	Логистика	25
Оценка готовности к переходу	Инфраструктура и инновационная бизнес-среда	17	Инфраструктура для транспортировки энергии	25
Оценка готовности к переходу	Инфраструктура и инновационная бизнес-среда	17	Устойчивость инфраструктуры	25
Оценка готовности к переходу	Инфраструктура и инновационная бизнес-среда	17	Инновационные технологии	25
Оценка готовности к переходу	Человеческий капитал	17	Качество образования	50
Оценка готовности к переходу	Человеческий капитал	17	Доля занятых в секторе ВИЭ	50

Группа	Подгруппа	Вес подгруппы (%)	Показатель	Вес показателя в подгруппе (%)
Оценка готовности к переходу	Структура энергосистемы	17	Доля энергии с низким уровнем выбросов	33
Оценка готовности к переходу	Структура энергосистемы	17	Эффективность энергетического баланса	33
Оценка готовности к переходу	Структура энергосистемы	17	Зависимость от импорта топлива	33

Результаты исследования

1. Сравнительный анализ трансформации отраслевых структур электроэнергетики Индии и Китая в первой четверти XXI в.

Электроэнергетический сектор Индии был исторически связан с углем, который здесь начали добывать еще в 1774 г. во времена Ост-Индской компании. Сейчас страна занимает второе место по установленной мощности и выработке электроэнергии из угля. Помимо угля, еще одной важной статьёй является гидроэнергетика. Индия с ее богатым гидроэнергетическим потенциалом в виде одних из крупнейших речных бассейнов Азии Инда, Ганга и Брахмапутры с их притоками, а также муссонным климатом, который обеспечивает стабильное пополнение водных ресурсов, входит в первую десятку стран по выработке гидроэнергии³.

Во второй половине XX в. электроэнергия в Индии вырабатывалась главным образом на основе этих двух источников. Также небольшая доля (до 5 %) обеспечивалась за счет нефти и газа. Первая АЭС была введена в эксплуатацию в 1969 г. Ядерная энергия тоже обладала малой долей в общей структуре выработки. Соотношение выработки из угля и водных ресурсов было примерно одинаковым, однако во время шестого пятилетнего экономического плана (1980–1985) доля угля начала стремительно возрастать, дойдя до отметки в 73 % к концу XX в.

В течение первой четверти XXI в. уголь был основным источником выработки электроэнергии. С 2012 г. его доля в структуре генерации не опускалась ниже 70 % (рис. 1). Однако доля в структуре установленных мощностей с 2015 г. планомерно идет на снижение (рис. 2). Наряду с этим происходит наращивание мощности и объемов выработки электроэнергии из новых возобновляемых источников, таких как солнце, ветер, биомасса и биогаз.

³ Renewable energy statistics 2022 — International Renewable Energy Agency. URL: <https://www.irena.org/publications/2022/Jul/Renewable-Energy-Statistics-2022> (дата обращения: 14.10.2025).

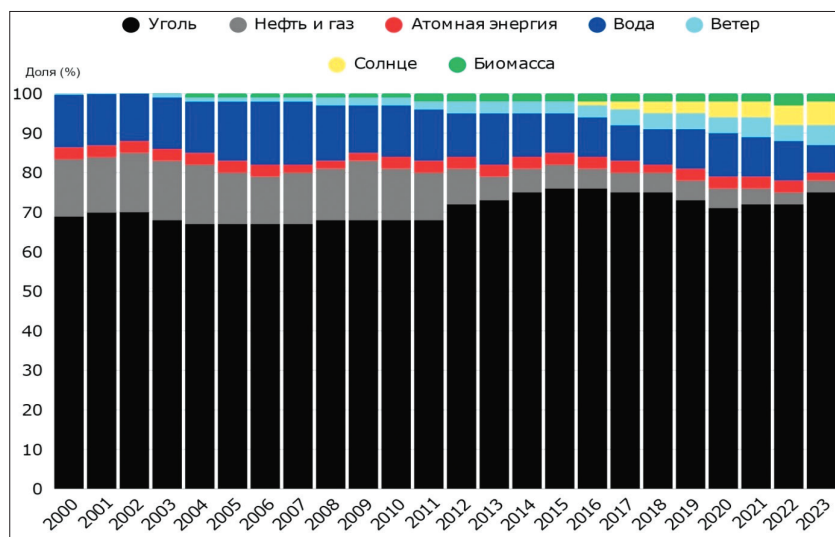


Рис. 1. Структура выработки электроэнергии в Индии в первой четверти XXI в.⁴

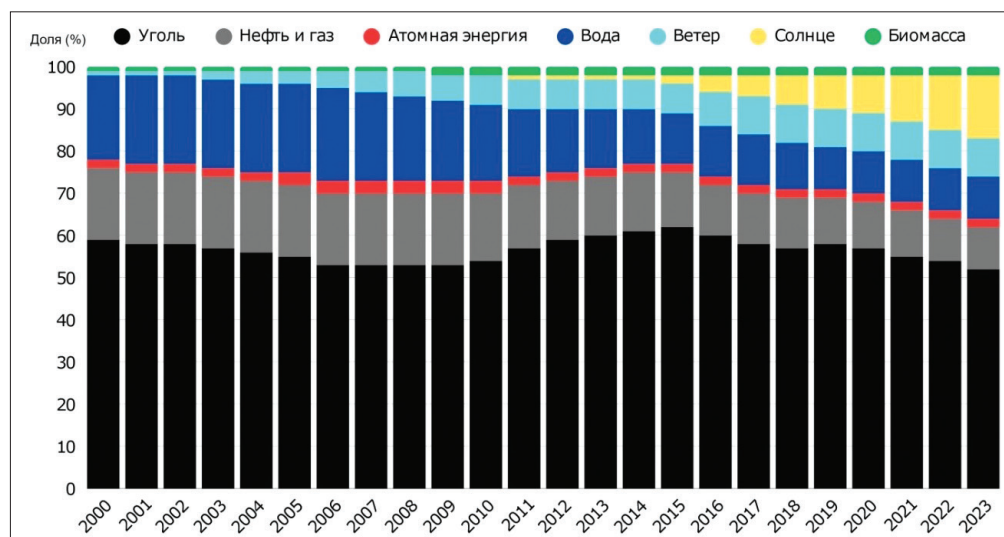


Рис. 2. Структура установленной мощности электроэнергии в Индии в первой четверти XXI в.⁵

Впервые в структуре выработки они появились в течение девятого пятилетнего плана (1997–2002), а на данный момент имеют долю в 14 % и около 40 % в структуре установленных мощностей⁶.

⁴ Составлено на основе данных: Source-wise electricity generation trend — India climate & energy dashboard. URL: <https://iced.niti.gov.in/energy/electricity/generation/power-generation> (дата обращения: 14.10.2025).

⁵ Там же.

⁶ Там же.

Электроэнергетический сектор Китая также главным образом завязан на угле, который начали добывать в промышленном масштабе с конца XIX в., и на гидроэнергетике, которая появилась в начале XX в. К началу XXI в. доля выработки электроэнергии из угля составила почти 80 %, на основе гидроэнергии — 16 % (рис. 3). Однако, в отличие от Индии, с 2011 г. наблюдается ее устойчивый спад. К 2024 г. доля угля сократилась до 60 % за счет развития мощностей ВИЭ.

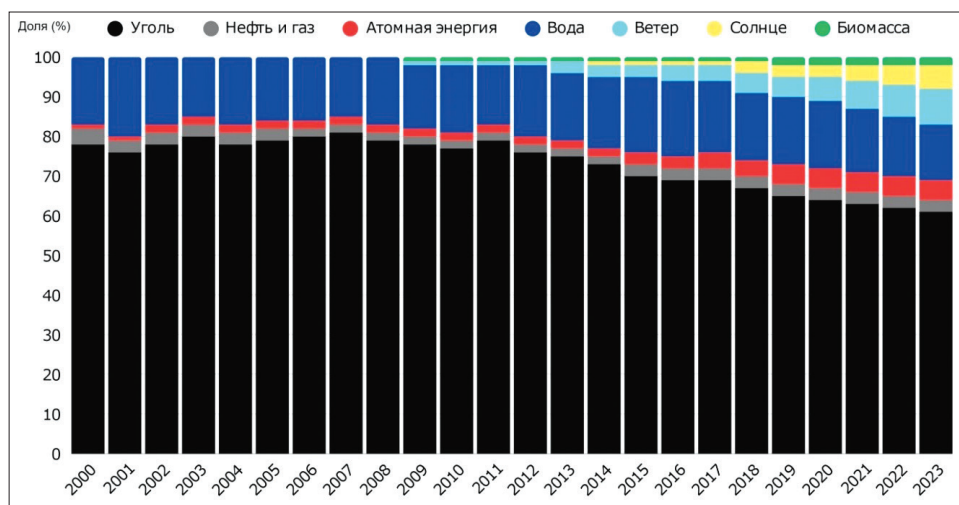


Рис. 3. Структура выработки электроэнергии в Китае в первой четверти XXI в.⁷

В структуре установленных мощностей спад начался еще раньше, с 2007 г. Доля снизилась с 70 до 40 %, что демонстрирует более значимую трансформацию, чем у Индии (рис. 4). В Китае менее развит нефтегазовый сектор и более развиты гидроэнергетика и ВИЭ. Доля мощности солнечной и ветроэнергетики достигла 20 и 15 % соответственно (по сравнению с 14 и 8 % в Индии).

Таким образом, несмотря на вышеперечисленные различия, можно выделить общие черты трансформации отраслевых структур электроэнергетики Индии и Китая — спад установленной мощности угольной энергетики за последние 10 лет и гидроэнергетики в течение всей первой четверти XXI в. примерно на 10 процентных пунктов, рост мощностей и выработки электроэнергии из ВИЭ (особенно начиная с ранних 2010-х гг.).

⁷ Составлено на основе данных: IRENASTAT Online Data Query Tool. URL: https://pxweb.irena.org/pxweb/en/IRENASTAT/IRENASTAT__Power%20Capacity%20and%20Generation/Country_ELECSTAT_2025_H2_PX.px/ (дата обращения: 13.10.2025).

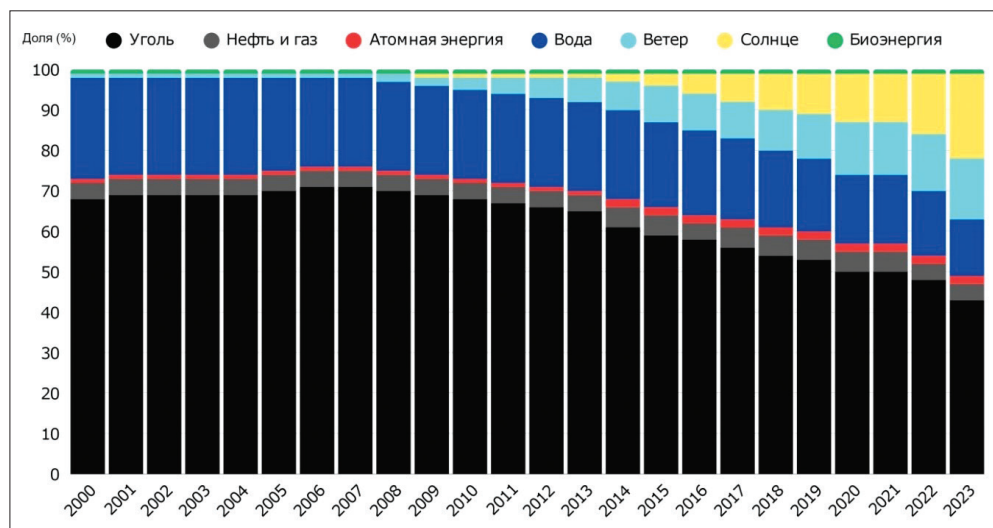


Рис. 4. Структура установленной мощности электроэнергии в Китае в первой четверти XXI в.⁸

2. Сравнительный анализ трансформации территориальной структуры электроэнергетики Индии и Китая в первой четверти XXI в.

Территориальная структура электроэнергетики Индии имеет вполне четкое географическое распределение: в северных и северо-восточных штатах преобладает гидроэнергетика, в штатах Центрального и Восточного зональных советов — угольная энергетика, а у большинства штатов запада и юга Индии — смешанная структура электрогенерации (см. рис. 5). Существуют штаты, выработка электроэнергии на территории которых производится полностью за счет лишь одного (Ладакх, Джамму и Кашмир, Сикким, Нагаленд, Мегхалая — вода) или по большей части одного энергоресурса с долей более 90 % (Химачал-Прадеш, Аруначал-Прадеш, Манипур — вода; Бихар, Чхаттисгарх, Харьяна, Джаркханд, Мадхья-Прадеш, Одиша, Уттар-Прадеш, Западная Бенгалия — уголь; Трипура — нефть и газ).

Помимо вышеперечисленных штатов, где угольная энергетика занимает долю более 90 %, значительную долю уголь играет также в штатах Андхра-Прадеш, Махараштра, Пенджаб. Примечательно, что во всех «угольных» штатах (за исключением Андхра-Прадеш и Пенджаба) доля угля как в структуре установленной мощности, так и в структуре выработки за последние 10 лет не меняется. Тенденции снижения подвержены штаты на юге и западе страны (Гуджарат, Тамилнад, Карнатака, Раджастан, Телангана). Там угольные мощности сменяют возобновляемые источники энергии (ветровая и солнечная энергетика)⁹.

⁸ Составлено на основе данных: IRENASTAT Online Data Query Tool.

⁹ Составлено на основе данных: Source-wise electricity generation trend...

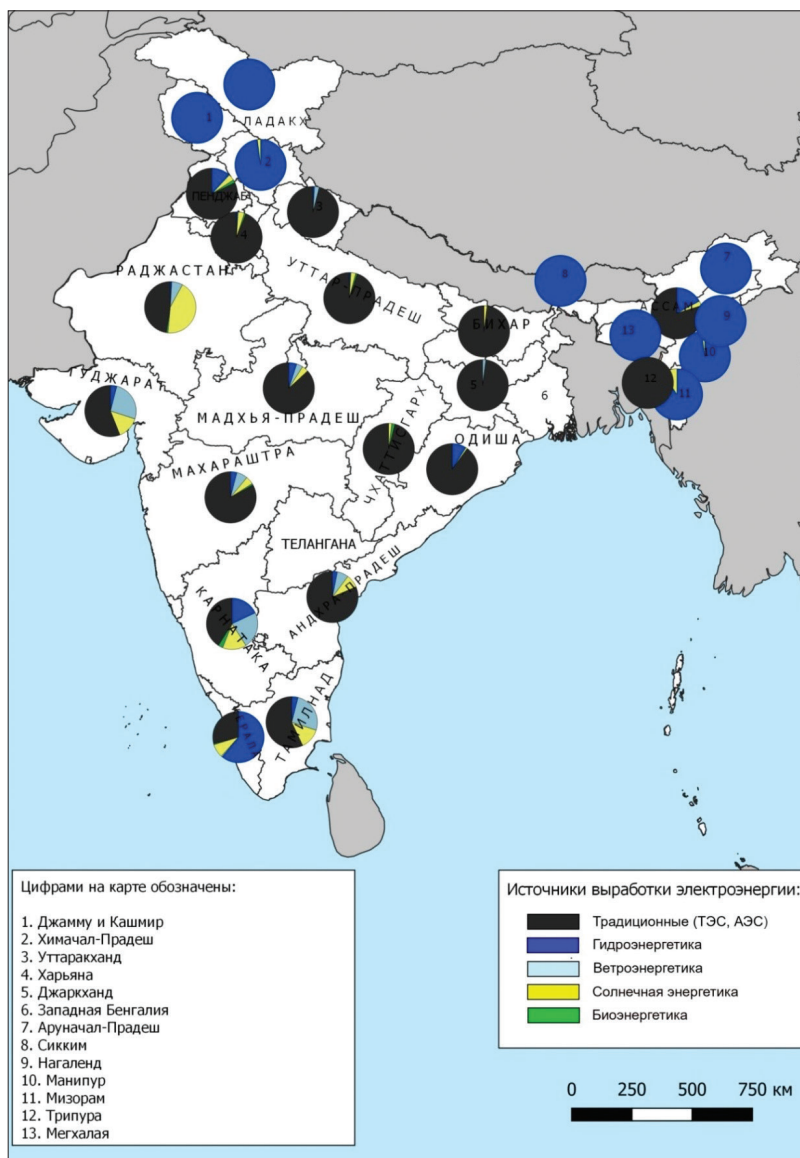


Рис. 5. Выработка (по источникам) электроэнергии в штатах и союзных территориях Индии¹⁰

В Китае основные мощности ветровой и солнечной энергетики расположены на севере и северо-западе страны в пустынном и слабозаселенном регионе (Синцзян-Уйгурский автономный район, Внутренняя Монголия, провинции Ганьсу, Цинхай, Шаньси) (рис. 6). В отличие от Индии, где всего лишь около половины штатов имеют преобладающую мощность угольной энергетики, в Китае уголь преобладает почти во всех провинциях. Выделяются две провинции с преобладанием гидроэнергетических мощностей: Сычуань и Юньнань.

¹⁰ Составлено на основе данных: Source-wise electricity generation trend...

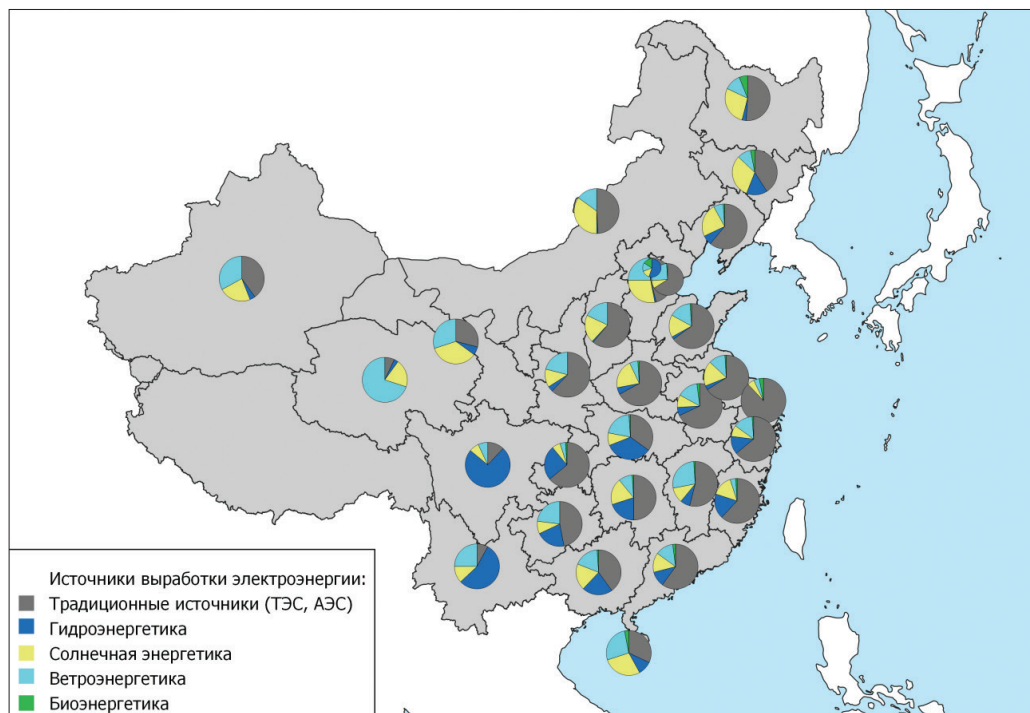


Рис. 6. Установленная мощность основных источников электроэнергии в провинциях Китая

Именно в этих провинциях в верхнем течении реки Янцзы находятся одни из крупнейших по мощности ГЭС не только в Китае, но и в мире¹².

3. Перспективы энергоперехода Индии и Китая

Согласно отчету об эффективности перехода к зеленой энергетике Всемирного экономического форума за 2025 г., Китай занял рекордно высокое, 12-е место в рейтинге стран по эффективности энергоперехода благодаря мощному инновационному потенциалу, недавним политическим обязательствам, включая план сокращения выбросов и крупнейшим в мире инвестициям в экологически чистую энергетику. Таким образом, Китай возглавил не только азиатский регион с развивающейся экономикой, но и в целом весь Глобальный Юг, увеличив показатель ЕТІ на 2,2 % по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. Индия продвинулась вперед в области энергоэффективности и инвестиционного потенциала, добилась успехов в области энергоемкости, снижения выбросов CH_4 , регулирования и финансовых инвестиций. Однако в рейтинге Индия занимает лишь 71-е место (после Малайзии, Вьетнама, Таиланда, Индонезии и Шри-Ланки в блоке развивающихся стран Азии).

¹¹ Составлено на основе данных: Projects — Global energy monitor. URL: <https://globalenergy-monitor.org/projects/> (дата обращения: 14.10.2025).

¹² Там же.

В контексте стран Глобального Юга Китай — это лидер, а Индия занимает средние по силе позиции.

На рынках Китая и Индии произошли общие улучшения, особенно в плане расширения доступа к энергии и повышения готовности к энергопереходу. Китай продемонстрировал высокий уровень готовности, опираясь на ведущие мощности ВИЭ и промышленную инфраструктуру, человеческий капитал, инновации и инвестиции. В 2024 г. на экономику Китая приходилось почти 40 % мировых инвестиций в экологически чистую энергетику. Несмотря на быстрое распространение ВИЭ и соответствующих технологий, интенсивность энергопотребления и выбросов остается относительно высокой. В то же время гибкость и разнообразие энергоснабжения могут быть еще более усилены для повышения энергетической безопасности. Китай продемонстрировал значительный прогресс благодаря расширению мощностей по ВИЭ и экологически чистой энергии при производстве и распространении технологий. Впервые в стране сократились выбросы CO₂ на 1,6 % по сравнению с аналогичным периодом прошлого года в первом квартале 2025 г., несмотря на растущий спрос на энергоносители.

Более 90 % инвестиций в экологически чистую энергетику с 2021 г. приходилось на страны с развитой экономикой и Китай. Только Китай привлек в 2024 г. 818 миллиардов долларов (инвестиций в ВИЭ), что на 20 % больше, чем в предыдущем году. Также Китай к 2030 г. должен превзойти США и Европу по ядерным мощностям. В то время как ядерная энергетика сегодня производит чуть менее 10 % мировых поставок электроэнергии, мощности увеличиваются, причем большинство проектов в стадии строительства находится именно в Китае.

Индия за последнее десятилетие также добилась значительных успехов в повышении готовности к энергопереходу за счет расширения доступа к энергии в целом и ВИЭ в частности, а также за счет совершенствования энергетического регулирования и инвестиций в ВИЭ и другие экологически чистые энергетические технологии. Дальнейшее повышение надежности электросетей, доступности энергии для сельских районов и снижение зависимости от импорта энергии могут способствовать прогрессу в обеспечении энергетической безопасности и переходу на зеленую энергетику.

Для управления перебоями в работе ВИЭ накопление энергии имеет важное значение для стабильности электросети и баланса спроса и предложения. Ожидается, что к 2030 г. глобальная мощность превысит 2 тераватт-часа, при этом ежегодный прирост установок составит в среднем 21 %. По прогнозам, Китай будет лидировать по этому показателю с долей в 43 %, за ним последуют США (14 %), Европа и Индия. Национальная программа Индии «Зеленый водород» (2023) предусматривает целевые стимулы, основанные на сильных сторонах промышленности каждого штата, таких как нефтехимический потенциал Гуджарата, база ВИЭ Тамилнада и производство стали в Одише, поддерживая развитие внутреннего производства и экспортного потенциала, а также согласовывая их с национальными и глобальными целями по декарбонизации¹³.

¹³ Fostering Effective Energy Transition 2025...

На данный момент Китай планирует достижение углеродной нейтральности на 2060 г., Индия — на 2070 г., однако эксперты исследовательского проекта Climate Action Tracker оценивают текущие показатели в контексте достижения этих целей негативно. В обеих странах отсутствуют отдельные целевые показатели по сокращению и удалению выбросов, целевой показатель не включает ни международную авиацию, ни морские перевозки, отсутствуют прозрачные предположения относительно удаления углекислого газа, а также информация или аналитические данные о предполагаемом пути или мерах по достижению нулевых выбросов¹⁴.

Выводы

Сравнительный анализ энергоперехода в Индии и Китае показывает, что обе страны активно снижают долю угольной генерации и наращивают мощности возобновляемых источников энергии, однако темпы и специфика трансформации существенно различаются. Китай демонстрирует более радикальные изменения: доля угля в структуре установленных мощностей за период с 2007 по 2024 г. сократилась с 70 до 40 %, в то время как в Индии аналогичное снижение происходит медленнее и началось позже. Обе страны столкнулись с общими закономерностями: планомерным снижением доли гидроэнергетики примерно на 10 процентных пунктов в течение первой четверти XXI в. и резким ростом мощностей солнечной и ветровой энергетики, особенно начиная с начала 2010-х гг.

Территориально энергетические системы двух стран демонстрируют принципиально различные модели развития. Индия характеризуется четкой региональной специализацией, а в Китае наблюдается более централизованная структура с преобладанием угля практически во всех провинциях. В контексте стран Глобального Юга Китай занимает лидирующие позиции (12-е место в глобальном рейтинге ЕТІ), тогда как Индия находится на средних позициях (71-е место). Опыт обеих стран, несмотря на различия в результатах, представляет ценность для других развивающихся экономик.

Список источников

1. Макеев Ю. А. Энергетический переход в Китае: перспективы и препятствия / Ю. А. Макеев, А. И. Салицкий, Н. К. Семенова, Чжао Синь // Контуры глобальных трансформаций: политика, экономика, право. 2022. Т. 15. № 2. С. 9–32. <https://doi.org/10.23932/2542-0240-2022-15-2-1>. EDN: DJXEPG.
2. Мастепанов А. М., Сумин А. М. Энергетическая политика Индии в период энергетического перехода // Энергетическая политика. 2020. № 9 (151). С. 74–91. https://doi.org/10.46920/2409-5516_2020_9151_74. EDN: GCSVYX.

¹⁴ CAT net zero target evaluations — Climate Action Tracker. URL: <https://climateactiontracker.org/global/cat-net-zero-target-evaluations/> (дата обращения: 16.10.2025).

3. Матвеев В. А. Современная энергетическая политика Китая: внешние и внутренние вызовы. Москва: Институт Дальнего Востока Российской академии наук, 2022. 168 с. ISBN: 978-5-8381-0435-9. <https://doi.org/10.48647/IFES.2022.85.47.003>. EDN: TWYVOM.
4. Щедров И. Ю. Энергетический переход в Индии: проблемы и перспективы // Азия и Африка сегодня. 2022. № 9. С. 20–28. <https://doi.org/10.31857/S032150750020528-2>. EDN: DFPWVQ.
5. Mohan A. Sustained cost declines in solar PV and battery storage needed to eliminate coal generation in India / A. Mohan, Sh. Sengupta, P. Vaishnav et al. // Environmental Research Letters. 2022. Vol. 17. № 11. P. 114043. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac98d8>. EDN: DMDKDB.
6. Roy B., Schaffartzik A. Talk renewables, walk coal: The paradox of India's energy transition // Ecological Economics. 2021. Vol. 180. P. 106871. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106871>. EDN: OROIRM.
7. Singh H. V., Bocca R., Gomez P., Dahlke S., Bazilian M. The energy transitions index: An analytic framework for understanding the evolving global energy system // Energy Strategy Reviews. 2019. Vol. 26. P. 100382. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.100382>
8. Zhang S., Chen W. Assessing the energy transition in China towards carbon neutrality with a probabilistic framework // Nature Communications. 2022. Vol. 13. № 1. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-27671-0>. EDN: IMGUDI.
9. Zhao Ch. China's energy transitions for carbon neutrality: challenges and opportunities / Ch. Zhao, Sh. Ju, Yu. Xue et al. // Carbon Neutrality. 2022. Vol. 1. № 1. P. 7. <https://doi.org/10.1007/s43979-022-00010-y>. EDN: RVJNYB.

References

1. Makeev Yu. A., Salitsky A. I., Semenova N. K., Zhao Xin. Energy Transition in China: Prospects and Obstacles. Contours of Global Transformations: Politics, Economics, Law. 2022;15(2):9–32. <https://doi.org/10.23932/2542-0240-2022-15-2-1>. EDN: DJXEPG. (In Russ.).
2. Mastepanov A. M., Sumin A. M. India's Energy Policy during the Energy Transition. Energy Policy. 2020;(151):74–91. (In Russ.). https://doi.org/10.46920/2409-5516_2020_9151_74. EDN: GCSVYX.
3. Matveev V. A. Modern Energy Policy of China: External and Internal Challenges. Moscow: Federal State Budgetary Scientific Institution Institute of Far Eastern Studies of the Russian Academy of Sciences; 2022. 168 p. ISBN: 978-5-8381-0435-9. (In Russ.). <https://doi.org/10.48647/IFES.2022.85.47.003>. EDN: TWYVOM.
4. Shchedrov I. Yu. Energy Transition in India: Problems and Prospects. Asia and Africa Today. 2022;(9):20–28. (In Russ.). <https://doi.org/10.31857/S032150750020528-2>. EDN: DFPWVQ.
5. Mohan A., Sengupta Sh., Vaishnav P., et al. Sustained cost declines in solar PV and battery storage needed to eliminate coal generation in India. Environmental Research Letters. 2022;17(11):114043. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac98d8>. EDN: DMDKDB.
6. Roy B., Schaffartzik A. Talk renewables, walk coal: The paradox of India's energy transition. Ecological Economics. 2021;180:106871. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106871>. EDN: OROIRM.
7. Singh H. V., Bocca R., Gomez P., Dahlke S., Bazilian M. The energy transitions index: An analytic framework for understanding the evolving global energy system. Energy Strategy Reviews. 2019;26:100382. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.100382>

8. Zhang S., Chen W. Assessing the energy transition in China towards carbon neutrality with a probabilistic framework. *Nature Communications*. 2022;13(1):87. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-27671-0>. EDN: IMGUDI.

9. Zhao Ch., Ju Sh., Xue Yu., et al. China's energy transitions for carbon neutrality: challenges and opportunities. *Carbon Neutrality*. 2022;1(1):7. <https://doi.org/10.1007/s43979-022-00010-y>. EDN: RVJNYB.

Информация об авторе / Information about the author:

Тюков Борис Витальевич — аспирант лаборатории географии мирового развития, Институт географии Российской академии наук, Москва, Россия.

Tyukov Boris Vitalyevich — Postgraduate Student at the Laboratory of Geography of World Development, Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.

borisvip169@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-3466-634X>

Статья поступила в редакцию: 19.11.2025;
одобрена после доработки: 25.12.2025;
принята к публикации: 29.12.2025.

The article was submitted: 19.11.2025;
approved after reviewing: 25.12.2025;
accepted for publication: 29.12.2025.