

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

На правах рукописи

Чжоу Цайцюань

**Эколого-экономическая эффективность использования энергетических
ресурсов Китая**

Специальность 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика
(экономика природопользования и землеустройства)

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Научные руководители:
кандидат экономических наук, доцент
Мамий Ирина Петровна;
доктор экономических наук, доцент
Ховавко Ирина Юрьевна

Москва – 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СЕКТОР КИТАЯ В КОНТЕКСТЕ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ.....	12
1.1. Тренды современной энергетики, вытекающие из концепции устойчивого развития	12
1.2. Современное состояние энергетического сектора Китая	27
1.3 Перспективы развития энергетического сектора Китая до 2030 г.....	46
ГЛАВА 2. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ: ПОНЯТИЕ, ПОКАЗАТЕЛИ, МЕТОДЫ РАСЧЕТА	51
2.1. Теоретико-методические основы измерения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов	51
2.2. Применение метода декаплинга для оценки эколого-экономической эффективности использования энергетических ресурсов	60
2.3. Оценка устойчивости развития регионов Китая методом декаплинга	69
ГЛАВА 3. ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ В КИТАЕ	88
3.1. Выделение однородных групп провинций Китая методом кластерного анализа	88
3.2 Оценка возможности достижения углеродной нейтральности на основе рационального использования энергоресурсов в Китае к 2060 г.	103
3.3. Основные направления региональной политики повышения эффективности использования энергетических ресурсов в Китае	112
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	121
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	126
Приложение А.....	141
Приложение Б	144
Приложение В.....	145

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. За последние 20 лет Китай (КНР¹) прошел большой путь, прочно заняв место второй, а по некоторым оценкам и первой, экономики мира. Это превратило его в крупнейшего потребителя энергетических ресурсов. Поскольку основу энергетического сектора Китая составлял и до сих пор составляет каменный уголь, страна быстро превратилась в ведущего эмитента парниковых газов. Под влиянием происходящего в мире энергетического перехода, нацеленного на достижение углеродной нейтральности, перед страной остро встала необходимость повышения эффективности использования энергетических ресурсов и оптимизации структуры энергетического сектора с целью снижения экологической нагрузки от топливно-энергетического комплекса.

Начиная с XI пятилетки (2006-2010 гг.) в стране была сформулирована руководящая идеология устойчивого развития. Основной линией этой идеологии стало достижение гармонии между человеком и природой, ядром – экономическое развитие, фундаментальной отправной точкой – улучшение качества жизни людей, прорывом – технологические и институциональные инновации². На XVIII съезде партии (2012 г.) построение экологической цивилизации было включено в общую схему социалистической модернизации с китайской спецификой «пять в одном»³, а «зеленое развитие» объявили важной концепцией, связанной с общим развитием Китая.

В число государственных приоритетов КНР, отраженных в Энергетической стратегии Китая, входит обеспечение энергетической безопасности страны на основе повышения эффективности использования имеющихся ресурсов, оптимизации импорта энергоносителей, развития переработки энергоресурсов и соответствующей инфраструктуры внутри страны, а также снижение вредного воздействия выбросов, связанных с добычей и потреблением энергоресурсов, на окружающую природную среду и здоровье граждан.

В сфере энергообеспеченности КНР наиболее значимыми являются следующие проблемы. Во-первых, экономика Китая испытывает недостаток энергоресурсов. В 2018 г. КНР стала крупнейшим в мире импортером сырой нефти, в 2021 г. – крупнейшим в мире

¹ КНР – Китайская Народная Республика.

² Постановление Госсовета... (2003) № 3 - 国务院关于印发中国 21 世纪初 可持续发展行动纲要的通知 国发 (2003) 3 号 [Постановление Госсовета о выпуске Программы действий по устойчивому развитию Китая в начале XXI века. Государственное развитие (2003) № 3]. URL: https://www.gov.cn/zhengce/content/2008-03/28/content_2108.htm (дата обращения 05.02.2023).

³ «Пять в одном» – политика Коммунистической партии Китая, заключающаяся во «всестороннем содействии экономическому, политическому, культурному, социальному строительству и строительству экологической цивилизации».

импортером сжиженного природного газа. Доля импорта нефти в 2022 г. достигла 71,2%, а природного газа – 40,2%. Во-вторых, собственные месторождения углеводородов по территории Китая распределены неравномерно: основные месторождения каменного угля находятся в северных регионах, а сырой нефти и природного газа – в северо-западных и юго-западных. При этом в большинстве своем энергетические ресурсы потребляются в регионах, расположенных в прибрежной части юго-востока Китая. Отсюда возникает необходимость транспортировки энергоресурсов. В-третьих, отставание в реализации намеченных в сфере энергетики целей. Оценка реализации целевых индикаторов Энергетической стратегии Китая по итогам XIII пятилетки (2016-2020 гг.) показала, что поставленные задачи в области низкоуглеродного развития выполнены не в полной мере. В-четвертых, эффективность использования энергетических ресурсов в Китае остается достаточно низкой. Несмотря на опережающие темпы снижения энергоемкости в сравнении со среднемировыми показателями, современная величина энергоемкости ВВП в КНР на треть выше среднемировой.

Наличие нерешенных проблем в сфере эколого-экономической эффективности использования энергоресурсов КНР и определило выбор темы диссертации.

Степень научной разработанности проблемы. Проблемы оценки эффективности использования энергетических ресурсов исследуются в работах международных институтов, работах западных, российских и китайских ученых.

Содержание понятия эффективности использования энергетических ресурсов рассматривается в работах Цзян Цзиньхэ, Ши Дань, Ли Цзиан, Сяо Сяоай, Юань Ицзюнь, Иващенко М.А. и Мамий И.П., Орлова Д.В., Сидоровой Н.Г. и Сидорова Д.Е. и др.

Методики оценки эффективного использования энергетических ресурсов представлены в работах Ли Ся, Юань Ицзюнь, Ли Чэньюй, Чжан Шицян, Мяо Чжи, Ван Лу, Сунь Юминь, Башмакова И.А., Санеева Б.Г., Любимовой Е.В., Ивановой А.Е. и др.

Проблематика декарбонизации рассматривается в работах российских ученых: Аникиной и Аникина, Акулова, Арсаханова и др., Забелиной, Захаровой и др., Полякова, Яшаловой; в работах китайских ученых: Сюэ Цзяньчунь, Цао Либо, Лянь Шуймин, Ли Цзуньин, Сюй Чжунлинь, Чжоу Яньнань, Ян Юй, Ченг Бо, Фан Фэньянь, Ду Цинкунь, Чен Цзяян, Жун Юань, Чжэн Шэнлинь, Цзи Яньли, Сюэ Цзе, Сунь Вэньцзе, Жэнь Шунли, Лю Кай, Зан Чаоян, Чжан Цзилун, Сюэ Бин, Пан Цзясин, Чен Синпэн и др. Особо отметим фундаментальную работу финского ученого Р. Тарйо, сформировавшего методологию оценки декарбонизации.

Проблема эффективного использования топливно-энергетических ресурсов остается для Китая актуальной, что обусловлено быстро меняющимися внутренними и внешними

условиями экономической жизни страны, потребностью диверсификации энергетической стратегии и другими объективными причинами. Несмотря на наличие работ по указанной проблематике, вопросы эффективности по видам энергоресурсов, по этапам их производства, переработки и конечного потребления остаются недостаточно проработанными. В какой-то мере данное исследование призвано восполнить этот пробел.

Целью диссертационного исследования является определение путей повышения эколого-экономической эффективности использования топливно-энергетических ресурсов в Китае. Исходя из поставленной цели, сформулированы следующие задачи:

- 1) Рассмотреть современное состояние энергетики Китая, выявить тенденции развития энергетики, оценить уровень достижения Целей устойчивого развития в энергетике;
- 2) Оценить возможность достижения Китаем углеродной нейтральности к 2060 г. при сохранении выявленных в работе трендов энергетического и промышленного развития;
- 3) Сформулировать понятие эколого-экономической эффективности с учетом целей устойчивого развития Организации Объединенных Наций и на его основе сформировать систему показателей для оценки эколого-экономической эффективности использования энергетических ресурсов, провести по ним расчеты для ряда регионов Китая.
- 4) По показателям, включающим экономические, экологические и социальные характеристики, методом кластерного анализа определить однородные группы провинций за ряд лет. Выявить ключевые показатели, влияющие на перемещения провинций по кластерам с различным уровнем устойчивого развития; сформулировать основные направления энергетической политики повышения эффективности использования энергетических ресурсов в Китае.

Объектом эколого-экономического исследования является энергетический сектор Китая.

Предметом исследования выступают экономические отношения, возникающие в энергетическом секторе Китая под действием разнородных факторов (глобальных трендов устойчивого развития, исторических особенностей развития регионов Китая, государственной энергетической и промышленной политики).

Методологической основой исследования является системный подход к исследованию проблем взаимодействия экономики и природы. В процессе исследования использовались общенаучные методы сравнительного анализа, научной классификации и

научных обобщений, а также методы кластеризации, анализа динамики и прогноза, табличный и графический методы.

Информационная база исследования сформирована на основе статистических баз данных Национального статистического бюро КНР, официальных документов региональных правительств, исследований китайских и зарубежных научно-исследовательских центров, занимающихся общими и специализированными вопросами развития энергетики. Дополнительно привлекались материалы Организации Объединенных Наций, Международного энергетического агентства и британской нефтегазовой компании «British Petroleum» –. Для обработки количественных данных использовались современные версии пакетов прикладных программ: Microsoft Excel, Statistica.

Научная новизна результатов исследования:

По результатам исследования выделены и обоснованы следующие положения, обладающие научной новизной:

1) Выявлены основные направления трансформации энергетического сектора Китая за период 2000-2020 гг., заключающиеся в 1) реструктуризации энергетического сектора (сокращении доли каменного угля и увеличении доли природного газа и возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в структуре энергобаланса Китая) и 2) снижении углеродоемкости и энергоемкости экономики. По результатам анализа достижений Китаем Целей устойчивого развития в области энергетики показано продвижение страны в сторону устойчивого развития.

2) По эмпирическим статистическим данным за период с 2000 г. по 2020 г. автором получены прогнозные оценки объемов производства и потребления трех видов углеводородных энергоносителей (каменного угля, нефти, природного газа) и выбросов CO₂ на период до 2030 г., позволившие сделать вывод о невозможности достижения углеродной нейтральности к 2060 г. при сохранении существующей энергетической политики. На основании анализа государственных планов энергетического развития впервые получена оценка необходимого дополнительного (сверх предусмотренного планами) объема сокращения угольной генерации к 2030 году для достижения углеродной нейтральности к 2060 году, являющаяся основанием для корректировки реализуемых мер энергетической политики

3) Систематизированы подходы к определению понятия эффективности использования энергетических ресурсов. Предложен новый методический подход к определению уровня и динамики устойчивого развития, позволяющий на основании индексов декаплинга оценивать эколого-экономическую эффективность использования

энергоресурсов на отдельных территориях, по видам энергоресурсов, стадиям их переработки и/или потребления. Полученные автором оценки эколого-экономической эффективности по отдельным провинциям (Шаньси и Пекин) и для Китая в целом показали положительную динамику, при этом показатель сильного декаплинга (сильной эффективности), характерный для экономики устойчивого развития, в КНР к настоящему времени не достигнут.

4) Разработан оригинальный подход, использующий метод кластерного анализа, и позволяющий провести ранжирование провинций по уровню устойчивого развития в динамике. Определен набор экономических, экологических и социальных показателей, составляющих признаки кластеризации и характеризующих состояние провинций. Выявлены ключевые показатели, в наибольшей степени обуславливающие динамику перемещений провинций по кластерам с разным уровнем устойчивого развития. Показано, что изменения ключевых показателей провинций являются результатом как реструктуризации энергетического сектора за счет реализации мер государственного управления (строительство газопроводов, атомных станций, объектов ВИЭ), так и принятия региональных мер повышения эколого-экономической эффективности использования энергетических ресурсов путем рационализации энергопроизводства и энергопотребления.

Выявлен и обобщен набор инструментов планирования и стимулирования энергосбережения, примененных в передовых провинциях и показавших свою эффективность на практике.

Положения, выносимые на защиту:

I. Трансформация китайского энергетического рынка в сторону устойчивого развития определяется двумя основными факторами: 1) реструктуризацией энергетического сектора в пользу природного газа и ВИЭ преимущественно за счет сокращения угольной генерации; и 2) повышением эффективности использования энергоресурсов для обеспечения энергетической независимости страны.

II. Выполненные автором оценки объемов производства и потребления трех видов углеводородных энергоносителей (каменного угля, нефти, природного газа) и выбросов CO₂ на период до 2030 г. показали невозможность достижения углеродной нейтральности к 2060 г. при сохранении существующей энергетической политики. Для достижения углеродной нейтральности к 2060 г. необходимого к 2030 г. дополнительно сократить угольную генерацию в размере 73,44 млн кВт•ч., что можно обеспечить путем повышения энергоэффективности и мер энергосбережения, стимулировать которые позволяет развиваемый в Китае углеродный рынок.

III. На основании системы ранжирования уровней устойчивого развития, основанной на расчете показателей декарбонизации, проведены оценки изменений уровня устойчивого развития в Китае в целом (за период 2000-2020 годы), в провинции Шаньси и в Пекине (за период 2012 - 2020 годы), показавшие переход от относительной неэффективности к слабой эколого-экономической эффективности. Выявлены и проанализированы причины снижения уровня устойчивого развития в отдельные годы. Автором показано, что резкое снижение уровня устойчивого развития в отдельные годы было обусловлено как объективными (погодные условия), так и субъективными факторами (некоторые управленческие решения).

IV. Разбиение на кластеры по выбранным показателям проведено для 2000, 2010 и 2020 гг., при этом установлено, что ключевыми показателями, определяющими перемещения провинций по кластерам устойчивого развития в Китае, являются «Доля промышленного производства в ВРП, %» и «Потребление каменного угля /ВРП, тыс. тонн / млрд юаней». Показано, что переход провинций в кластеры более высокого уровня устойчивого развития обусловлены двумя основными факторами:

- изменением структуры энергетического баланса за счет доступа к газопроводному природному газу (провинции Юньнань, Хэйлуцзянь), развитием атомной (провинция Ляонин) и возобновляемой энергетики (провинции Гуйчжоу, Хэбэй);

- повышением эколого-экономической эффективности использования энергетических ресурсов путем рационализации энергопроизводства и энергопотребления, а также энергосбережения (провинции Ляонин, Цзянси, Гуанси, Цинхай, Хэнань, Аньхой, Чунцин).

Важнейшими мерами рационализации энергопроизводства и энергопотребления, применяемыми в передовых провинциях, и доказавшими свою эффективность на практике, являются: планирование мер энергосбережения в региональных бюджетах, ликвидация устаревших производственных мощностей, стимулирование внедрения передовых энергосберегающих технологий в промышленности и в быту, дифференциация цен на электроэнергию и введение повышенного тарифа для энергоемких предприятий, система квотирования энергопотребления в государственных учреждениях.

Теоретическая значимость исследования заключается в разработке научно-методического аппарата, обеспечивающего получение объективной количественной оценки уровня эколого-экономической эффективности использования энергетических ресурсов (уровня устойчивого развития). Предложенная система оценки подтверждается результатами расчетов для отдельных провинций, так и для Китая в целом.

Практическая значимость исследования заключается в возможности использовать научные результаты исследования научно-исследовательскими организациями, занимающимися проблемами производства и использования энергоресурсов, органами государственного управления КНР при выработке приоритетов в стратегии достижения углеродной нейтральности, странами – внешнеторговыми партнерами Китая – участниками мирового и внутреннего рынка энергоресурсов.

Апробация и реализация результатов исследования. Результаты данного исследования представлены автором на следующих международных конференциях:

1. Международная научная конференция «Ломоносов-2017», Москва, МГУ им. М. В. Ломоносова.
2. Международная научная конференция «Ломоносов-2020», Москва, МГУ им. М. В. Ломоносова.
3. Международная научная конференция «Ломоносов-2022», Москва, МГУ им. М. В. Ломоносова.
4. Международная научная конференция «Ломоносовские чтения – 2023», Москва, МГУ им. М. В. Ломоносова.
5. Научная конференция «Экономика КНР в свете решений XIX съезда КПК», 2018 г., Москва, ИДВ РАН.
6. Международная научно-практическая конференция «Интеграция науки и практики как механизм развития цифровой экономики» Ярославского государственного технического университета, 2018 г., Ярославль.
7. Научная конференция «40 лет экономических реформ: итоги и перспективы», Москва, ИДВ РАН, 2019.
8. Международная научно-практическая конференция «Построение систем управления устойчивым развитием территории: концепция эффективного взаимодействия бизнеса, органов власти и населения», 2023 г., Москва, МГУ им. М. В. Ломоносова совместно с ВРОО ВЭО России, Институт экономики и управления промышленными предприятиями имени В. А. Роменца НИТУ, «МИСиС» и др.

Публикации результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 10 статей общим объемом 8,4 п.л., в том числе 5 статей общим объемом 2,9 п.л. в журналах рекомендуемых Ученым советом МГУ для защиты в диссертационном совете МГУ по научной специальности 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономика природопользования и землеустройства) (личный вклад 2.5 п.л.).

Публикации, материалы из которых включены в диссертацию.

Статьи, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для

защиты в диссертационном совете МГУ им. М. В. Ломоносова по специальности:

1. Чжоу, Ц. Анализ структуры производства и потребления энергетических ресурсов стран-членов БРИКС» // Инновации и инвестиции. – 2020. – №. – 7. – С. 53-57. (общий объем 0,581 п.л., личный вклад 0,581 п.л., двухлетний импакт-фактор журнала РИНЦ: 0,548)

2. Чжоу, Ц. Сотрудничество стран – членов БРИКС в контексте производства и потребления энергетических ресурсов// Инновации и инвестиции. – 2020. – №.8. – С. 34-37. (общий объем 0,465 п.л., личный вклад 0,465 п.л., двухлетний импакт-фактор журнала РИНЦ: 0,548)

3. Чжоу, Ц. Анализ тенденций развития энергетической стратегии КНР до 2030 г. на основе энергетического баланса// Аудит и финансовый анализ. – 2020. – №.3. – С. 215-219. (общий объем 0,581 п.л., личный вклад 0,581 п.л., двухлетний импакт-фактор журнала РИНЦ: 0,251)

4. Чжоу, Ц. Анализ тенденции развития энергетических стратегий стран-членов БРИКС в области использования энергетических ресурсов»// Аудит и финансовый анализ. – 2020. – №. 2. – С. 190-193. (общий объем 0,465 п.л., личный вклад 0,465 п.л., двухлетний импакт-фактор журнала РИНЦ: 0,251)

5. Никоноров С. М., Мамий И. П., Чжоу Ц. Проблемы и перспективы достижения углеродной нейтральности в условиях устойчивого развития экономики Китая / // Инновации и инвестиции. – 2023. – №.1. – С. 26-32. (общий объем 0,814 п.л., личный вклад 0,41 п.л., двухлетний импакт-фактор журнала РИНЦ: 0,548).

Прочие публикации по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях:

1. Мамий И. П., Чжоу Ц., Юдина Т. Н. Экономико-статистический анализ добычи и потребления нефти и газа в КНР в период с 11-й по 13-ю пятилетку/ 40 лет экономических реформ в КНР, Москва, 01–02 апреля 2019 г. – Москва: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Дальнего Востока Российской академии наук, 2020. – С. 252-267. (общий объем 0,65 п.л., личный вклад 0,3 п.л.)

2. Чжоу, Ц., Мамий И. П. Экономический анализ добычи и потребления каменного угля в КНР в период с 2005-2017 гг.// Теоретическая экономика. – 2019. – № 3 (51). – С. 108-112. (общий объем 0,581 п.л., личный вклад 0,4 п.л., двухлетний импакт-фактор журнала РИНЦ: 0,547)

3. Чжоу Ц., Кметь Е. Б. Анализ влияния факторов на развитие российско-китайской торговли в области энергетических ресурсов // Экономика и предпринимательство. – 2015. – № 12-2(65). – С. 122-128. (общий объем 0,875 п.л., личный вклад 0,5 п.л., двухлетний импакт-фактор журнала РИНЦ: 0,268)

4. Чжоу Ц., Володина С. Г. Анализ влияния факторов на развитие энергетического рынка России и Китая / // Евразийский союз ученых. – 2015. – № 5-2(14). – С. 92-96. (общий объем 0,375 п.л., личный вклад 0,3 п.л.)

5. Сюй Полин, Чжоу Цайцюань, 2020 – 徐坡岭, 周才荃 俄罗斯对能源石化产业的期望、政策扶持与行业发展前景 [J] 欧亚经济, 2020(3):1-24 [Сюй, П. Ожидания, политическая поддержка и перспективы развития энергетической и нефтехимической промышленности в России / Сюй Полин, Чжоу Цайцюань // Оу я цзин цзи [Экономика России, Восточной Европы и Центральной Азии]. 2020. № 3. С.1-24]. (общий объем 3,00 п.л., личный вклад 1,50 п.л.)

Структура и объем исследования

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, библиографического списка (127 источников) и трех приложений. Основная часть работы изложена на 125 страницах. Работа содержит 33 таблицы и 26 рисунков.

ГЛАВА 1. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СЕКТОР КИТАЯ В КОНТЕКСТЕ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

1.1. Тренды современной энергетики, вытекающие из концепции устойчивого развития⁴

В докладе Организации Объединенных Наций (ООН) «Наше общее будущее» 1987 г. впервые были предложены долгосрочные стратегии в области охраны окружающей среды, которые позволили бы обеспечить устойчивое развитие человечества на длительный период. «Повестка дня на XXI век», принятая представителями 179 государств на конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро) в 1992 г. призвала страны интегрировать экономические, социальные, экологические и другие цели в стратегически ориентированный план действий на национальном уровне.

В «Программе дальнейшего осуществления Повестки дня на XXI век», принятой Генеральной Ассамблеей ООН на ее девятнадцатой специальной сессии (23–28 июня 1997 г.)⁵, государства-члены подтвердили важность национальных стратегий устойчивого развития и поставили цели о том, что необходимо сформулировать национальную стратегию устойчивого развития, отражающую вклад и ответственность всех соответствующих сторон к 2002 г.

На Международном форуме по национальным стратегиям устойчивого развития, состоявшемся в Аккре, Гана, в 2001 г., были представлены Руководящие принципы подготовки национальных стратегий устойчивого развития. В этом документе национальная стратегия устойчивого развития определяется как «скоординированный, совместный и повторяющийся процесс мышления и действий, направленный на сбалансированное и комплексное достижение экономических, экологических и социальных целей»⁶. Самое главное, Национальная стратегия устойчивого развития призывает к институциональным изменениям. Его цель – перейти от традиционно статического «бумажного» подхода к построению адаптивной системы, способной к постоянному совершенствованию. Это должен быть процесс, «включающий анализ ситуации, формулирование политики и планов действий, реализацию, мониторинг и периодический обзор». Это циклический и интерактивный процесс планирования,

⁴ Положения данной главы вошли в работы Чжоу Ц. Анализ тенденции развития энергетических стратегий стран-членов БРИКС в области использования энергетических ресурсов //Аудит и финансовый анализ. – 2020. – №. 2. – с. 190-193.; Чжоу Ц. Анализ тенденций развития энергетической стратегии КНР до 2030 г. на основе энергетического баланса // Аудит и финансовый анализ. 2020. №.3 С.215- 219.

⁵ A/S-19/33. Resolutions and decisions adopted by the General Assembly during its 19th special session, 23 to 28 June 1997. New York, 1997. URL: <https://digitallibrary.un.org/record/253102?ln=en> (дата обращения: 13.02.2023).

⁶ Национальные стратегии устойчивого развития (НСУР). [Электронный ресурс]. URL: <https://sdgs.un.org/ru/topics/national-sustainable-development-strategies> (дата обращения: 13.02.2023).

взаимодействия и действий, в котором упор делается на управление прогрессом в достижении целей в области устойчивого развития (ЦУР), а не на разработку «плана» как конечного продукта⁷.

Как ответ руководству ООН, в марте 1994 г. Государственный совет Китая принял «Повестку дня Китая на 21 век – Белую книгу по народонаселению, окружающей среде и развитию Китая в 21 веке»⁸ в качестве программного документа, призванного направлять национальное экономическое и социальное развитие Китая. Это положило начало процессу «устойчивого развития» Китая⁹. В начале 2003 г. Государственный совет обнародовал «План действий Китая по устойчивому развитию в начале 21 века»¹⁰, в котором были указаны цели, ключевые области и защитные меры для устойчивого развития Китая. Этот документ является важным политическим документом для дальнейшего продвижения устойчивого развития Китая.

В период XV-XX Всекитайских съездов (1997-2022 гг.) представители Коммунистической партии Китая выдвинули новые требования к стратегиям устойчивого развития. Стратегия устойчивого развития связана с долгосрочным развитием китайской нации и благополучием будущих поколений, является всеобъемлющей, фундаментальной и долгосрочной. Например, в XVI съезде Коммунистической партии Китая (1997 г.) определили стратегию устойчивого развития как стратегию, которая должна быть реализована в ходе модернизации Китая¹¹. На XVII съезде (2002 г.) назвали «постоянное повышение способности к устойчивому развитию»¹² одной из целей всестороннего построения благополучного общества. В докладе XVIII съезда (в 2012 г.) включили построение экологической цивилизации в общую схему социалистической модернизации «пять в одном» с китайской спецификой и сделали зеленое развитие важной концепцией, связанной с общим развитием Китая¹³.

⁷ Национальные стратегии устойчивого развития (НСУР). URL: <https://sdgs.un.org/ru/topics/national-sustainable-development-strategies>

⁸ China's China's agenda 21: White Paper on China's Population, Environment and Development in the 21st Century // China Popul Today. 1994. V 11(4). P. 5-8. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12288811/>

⁹ Постановление Госсовета... (2003) № 3 - 国务院关于印发中国21世纪初 可持续发展行动纲要的通知 国发(2003) 3号 [Постановление Госсовета о выпуске Программы действий по устойчивому развитию Китая в начале XXI века. Государственное развитие (2003) № 3. – Текст электронный]. – URL: https://www.gov.cn/zhengce/content/2008-03/28/content_2108.htm (дата обращения 05.02.2023)

¹⁰ Program of Action for Sustainable Development in China in the Early 21st Century // People's Daily Online. 2003. [Электронный ресурс]. URL: http://en.people.cn/200307/26/eng20030726_121013.shtml (дата обращения: 21.04.2023).

¹¹ Полный текст доклада товарища Цзян Цзэминя на XVI Всекитайском съезде Коммунистической партии Китая. [Электронный ресурс]. URL: <https://fuwu.12371.cn/2012/09/27/ART11348734708607117.shtml> (дата обращения: 21.04.2023).

¹² Полный текст доклада Ху Цзиньтао на 17-м Всекитайском съезде Коммунистической партии Китая. [Электронный ресурс]. URL: https://www.gov.cn/ldhd/2007-10/24/content_785431.htm (дата обращения: 21.04.2023).

¹³ Доклад Ху Цзиньтао на 18-м Всекитайском съезде Коммунистической партии Китая. [Электронный

В докладе XIX съезда (2017 г.) стратегия устойчивого развития определена как одна из семи основных стратегий, которые необходимо твердо реализовать для всестороннего построения благополучного общества¹⁴. На данном съезде стратегии устойчивого развития были приданы новые коннотации времени и впервые поставлена цель построения социалистической современной державы «процветающей, сильной, демократической, цивилизованной, гармоничной и красивой»¹⁵, а построение экологической цивилизации стало важной частью социализма с китайской спецификой в новую эпоху.

В докладе XX съезда (2022 г.) было указано, что необходимо содействие «зеленому развитию» и гармоничному сосуществованию человека и природы. Уважение к природе, приспособление к природе, охрана природы – неотъемлемые требования комплексного строительства современной социалистической страны. Необходимо твердо установить и практиковать представление о том, что «зеленая вода и пышные горы» – это золотые горы и серебряные горы, и следует планировать развитие с позиции гармоничного сосуществования человека и природы¹⁶.

Поэтому устойчивое развитие – это стратегия, основанная на взаимной координации и совместном развитии общества, экономики, населения, ресурсов и окружающей среды, в основном включает экологическое устойчивое развитие, экономическое устойчивое развитие и социальное устойчивое развитие, координация населения, ресурсов и экологической среды. Все это будет постоянно улучшать комплексную национальную мощь и конкурентоспособность Китая. Стратегия основана на защите природных ресурсов и окружающей среды, при условии стимулирования экономического развития, с целью улучшения и повышения качества жизни человека, и его цель – относительное удовлетворение потребностей современного человека без причинения вреда в отношении развития будущих поколений. Руководящая идеология реализации стратегии устойчивого развития заключается в том, чтобы придерживаться ориентации на человека, основной линией является гармония между человеком и природой, ядром является экономическое развитие, фундаментальной отправной точкой является улучшение качества жизни людей и прорыв – это технологические и институциональные инновации.

Цели устойчивого развития призывают к глобальным действиям по искоренению

ресурс]. URL: https://www.gov.cn/ldhd/2012-11/17/content_2268826.htm (дата обращения: 21.04.2023).

¹⁴ Си Цзиньпин. Решающая победа в построении умеренно зажиточного общества всесторонним путем и достижение великой победы социализма с китайской спецификой в новую эпоху / Доклад на девятнадцатом съезде Коммунистической партии Китая. [Электронный ресурс]. URL: https://www.gov.cn/zhuanti/2017-10/27/content_5234876.htm (дата обращения: 21.04.2023).

¹⁵ Там же.

¹⁶ 20-й съезд Коммунистической партии Китая горячо обсудил экологически чистое развитие и выступил за гармоничное сосуществование человека и природы. [Электронный ресурс]. URL: http://www.gov.cn/xinwen/2022-10/22/content_5720798.htm (дата обращения: 14.06.2022)

бедности, защите планеты и улучшению жизни и будущего всех людей во всем мире. Цели устойчивого развития были единогласно приняты всеми государствами-членами Организации Объединенных Наций в сентябре 2015 г. в рамках «Преобразование нашего мира: Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 г.», в которой изложен 15-летний план по достижению 17 целей и связанных с ними задач (далее – ЦУР ООН). Никогда прежде мировые лидеры не предпринимали совместных действий по столь широкой и всеобъемлющей политической повестке дня¹⁷.

В рамках достижения ЦУР ООН принят методологический подход: цели – задачи – индикаторы. Всего ЦУР ООН включают 17 целей, для каждой из которых указано 169 задач. Для каждой задачи разработано несколько статистических индикаторов – всего более 230. Эти цели, задачи и индикаторы отражают устойчивое развитие по направлениям: экономическое, экологическое и социальное. Из этих 17 целей, 7-я и 13-я цели подходят к теме настоящего исследования: обеспечение доступа к недорогим, надежным и устойчивым современным источникам энергии для всех и принятие срочных мер по борьбе с изменением климата и его последствиями.

Важным направлением концепции устойчивого развития является понятие декаплинга. «Эффект декаплинга» предполагает рассогласование темпов потребления ресурсов и воздействия на окружающую среду. Тем самым темпы экономического роста должны базироваться на относительно более низких темпах выбросов загрязняющих веществ и потребления природных ресурсов. Отсюда два вида декаплинга: ресурсный декаплинг и декаплинг воздействия на окружающую среду.

В данном исследовании нами предпринята попытка проанализировать возможности КНР реализовать цели устойчивого развития в сфере энергетики. Прежде всего, обратимся к энергетической стратегии Китая.

Энергетическая стратегия представляет собой общее направление развития энергетики на определенном временном этапе. Энергетическая стратегия Китая, сформулированная и реализуемая под руководством Коммунистической партии, нацелена на выполнение задач устойчивого развития. Она является важной частью национальной стратегической системы и создает базу для планирования и руководства устойчивым энергетическим развитием страны, в том числе с целью обеспечения энергетической безопасности. Содержание энергетической стратегии включает в себя:

- общие подходы и направления планирования и проектирования развития энергетики;

¹⁷ Цели в области устойчивого развития: 17 целей для преобразования нашего мира. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.un.org/zh/70001/page/180631> (дата обращения: 11.01.2023).

- руководящие принципы и цели развития энергетики;
- перечень основных мер по реализации планов развития энергетики.

При этом вышеперечисленные пункты формируются в соответствии с общей целью развития национальной экономики.

Энергетическая стратегия Китая формируется следующими программными документами. На национальном уровне утверждается Энергетический пятилетний план как составная часть национального плана экономического и социального развития. Также формируются среднесрочные и долгосрочные энергетические планы. На региональном уровне формируются более детальные энергетические планы отдельных провинций.

Энергетический пятилетний план в основном раскрывает общегосударственное стратегическое направление в области энергетики и предназначен для разработки масштабных и ключевых проектов развития энергетики на следующие пять лет. Он разрабатывается Национальной комиссией по развитию и реформам совместно с Государственным управлением по делам энергетики КНР. Данный документ устанавливает пятилетние цели развития энергетики, в том числе в форме крупных строительных проектов, а также обеспечивает основу для разработки последующих важных мер при формировании энергетических специальных планов.

Среднесрочные и долгосрочные специальные планы, как правило, отражают долгосрочные направления развития энергетики.

В таблице 1.1. представлена общая структура энергетической стратегии Китая в разрезе сроков планирования.

Таблица 1.1. – Структура национальной энергетической стратегии Китая

Пятилетнее планирование	Среднесрочное и долгосрочное планирование
<ul style="list-style-type: none"> - Энергетический пятилетний план экономического и социального развития Китая - Пятилетний план развития возобновляемых источников энергии (начиная с XI пятилетки) 	<ul style="list-style-type: none"> - План действий стратегии развития энергетики (2014-2020 гг.)¹⁸; - Стратегия революции в производстве и потреблении энергии (2016-2030 гг.)¹⁹; - Среднесрочный и долгосрочный план развития возобновляемых источников энергии²⁰.

Источник: составлено автором.

Процесс формирования энергетической стратегии Китая претерпевал

¹⁸ Циркуляр Главного управления... - 国务院办公厅关于印发能源发展战略行动计划（2014-2020年）的通知 [Циркуляр Главного управления Государственного совета по печати и распространению Стратегического плана действий по развитию энергетики (2014-2020 гг.)]. URL: http://www.gov.cn/zhengce/content/2014-11/19/content_9222.htm. (дата обращения: 12.06.2022).

¹⁹ Стратегия по изменению... – 能源生产和消费革命战略（2016—2030）[Стратегия по изменению в производстве и потреблении энергетических ресурсов (2016–2030 гг.). Национальный комитет реформ и развития КНР, 2016.]. URL: <https://www.ndrc.gov.cn/fggz/zcssfz/zcgh/201704/W020190910670685518802.pdf>. (дата обращения: 16.07.2020).

²⁰ Среднесрочный и долгосрочный план... – 可再生能源中长期发展规划 [Среднесрочный и долгосрочный план развития возобновляемых источников энергии.]. URL: http://www.nea.gov.cn/131053171_15211696076951n.pdf. (дата обращения: 13.03.2023).

концептуальные изменения, соответствующие трем историческим периодам:

- 1949-1980 гг.: стратегия развития самодостаточной энергетики;
- 1981-2005 гг.: стратегия развития диверсифицированной и взаимосвязанной энергетики;
- 2006-2020 гг.: энергосберегающая и эффективная стратегия энергетики.

На первом этапе, с момента образования Китайской Народной Республики в 1949 г. до начала реформы открытости в 1980 г., основная цель стратегического планирования заключалась в обеспечении энергетической безопасности экономического развития. В течение этого периода в рамках политики «самодостаточности» развитие энергетики достигло внушительных результатов. Открытие нефтяного месторождения Дацин в 1959 г. ознаменовало подъем новой нефтяной промышленности Китая и вывода его экономики на новый уровень. С тех пор был открыт и разработан ряд нефтяных и газовых месторождений: в Шэнли, Даганге, Ляохэ и т.д. Производство энергоресурсов росло высокими темпами, и энергетическая промышленность Китая вступила в период бурного развития. Так, в 1950 г. общее производство первичных энергоресурсов в Китае составляло всего 300 млн тонн условного топлива (т.у.т.), из которых добыча угля составляла около 96,7%, а сырой нефти – около 0,9%. К 1980 г. общее производство первичных энергоресурсов достигало 640 млн т.у.т., в том числе добыча каменного угля составила около 69,4%, сырой нефти – около 23,8%²¹.

На втором этапе развития энергетики Китая концепция энергетической стратегии была пересмотрена в соответствии принятой позицией относительно сложившейся международной ситуации. Энергетическая политика стала теперь ориентироваться на задачи экономического роста и модернизации социалистического строя. Реформам и изменениям подверглись:

- система управления энергетической отраслью;
- система ценообразования на энергоносители;
- структура энергетического рынка и другие области.

Данный этап также характеризовался реализацией нескольких крупномасштабных проектов по производству энергии в Шаньси, Внутренней Монголии, Синьцзяне и в других регионах.

Стержнем энергетической политики на втором этапе являлась корректировка структуры энергоснабжения и потребления и построение диверсифицированной системы энергоснабжения, которая могла гарантировать быстрое развитие национальной

²¹ Статистический ежегодник... – 中国能源统计年鉴 – 1986 北京: 中国统计出版社 1987, 554 页 [Статистический ежегодник по энергетике Китая 1986 г. Пекин: Чжунго тунцзи чубаньшэ, 1987. 554 с.].

экономики и поддерживать глобальную энергетическую безопасность. Это было обусловлено возникшим неравенством спроса и предложения энергоресурсов в рамках быстрого развития экономики после реформ и принятия политики открытости Китая. Важным объектом управления и планирования стала структура производства энергоресурсов (каменного угля, сырой нефти, природного газа, электроэнергии и других возобновляемых источников энергии), дополняющих друг друга, которая бы удовлетворяла растущий внутренний спрос на энергию. В связи с ростом доли сырой нефти и природного газа в использовании энергоресурсов Китай становится ведущей страной-потребителем и страной-импортером углеводородов.

При этом в значительных масштабах развивается международная деятельность по торговле энергоресурсами и обмену энергетическими технологиями. Например, в 2004 г. Китайская национальная нефтегазовая корпорация по разведке и разработке нефти и природного газа и Казахстанская национальная нефтетранспортная корпорация совместно учредили ООО «Китайско-Казахстанскую трубопроводную компанию» с 50% акций, отвечающую за проектирование нефтепровода между Китаем и Казахстаном, его строительство и предоставление технических услуг в области добычи и транспортировке сырой нефти. Правительство Китая все больше вынуждено уделять внимание энергосбережению, сокращению выбросов, а также разработке и использованию возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

На третьем этапе, начиная с XI пятилетки (2005-2020 гг.)²², Китай скорректировал свою энергетическую стратегию, взяв курс на «установление приоритета энергосбережения, взаимосвязь внутреннего и диверсифицированного развития, укрепление международного взаимовыгодного сотрудничества, построение стабильной, экономической и чистой энергетической системы и поддержание устойчивого развития экономики и общества».

На данном этапе Китай столкнулся со значительными проблемами в области производства и использования энергетики:

- дефицит производства энергоресурсов в экономике: зависимость от импорта сырой нефти увеличилась с 47 % в 2006 г. до 73,5 % в 2020 г.²³;
- масштабное загрязнение окружающей среды, в частности, из-за производства и

²² План развития энергетики... – 能源发展“十一五”规划 [План развития энергетики «Одиннадцатая пятилетка». 2007]. URL: <http://zfxgk.nea.gov.cn/auto79/201109/P020110921527315023013.pdf>. (дата обращения: 12.04.2022)

²³ Отчет о развитии отечественной нефтеперерабатывающей отрасли за 2020 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mofcom.gov.cn/article/tongjiziliao/sjtj/jsc/202105/20210503063494.shtml> (дата обращения: 13.05.2021).

²³ Там же.

использования коксующихся углей низкого качества.

На фоне данных проблем возникает необходимость развития «зеленой экономики», контроля общего потребления энергетики и энергоемкости, а также корректировки структуры использования энергетических ресурсов. Таким образом, основной приоритет развития XI энергетической пятилетки заключается в энергосбережении, диверсификации импорта энергоресурсов, защите окружающей среды и укреплении международного взаимовыгодного сотрудничества, что должно способствовать построению стабильной экономичной и экологической энергетической системы. *Все это обуславливает постановку общей цели развития энергетики Китая – повышение эффективности использования энергетических ресурсов.*

Для достижения цели повышения эффективного использования энергоресурсов в энергетических секторах Китай принял ряд мер энергетической политики, касающихся угледобывающей и нефтегазовой промышленности, а также сохранения экологии:

- отказ от небольших угольных шахт с устаревшими технологиями, низкой эффективностью, нерациональным использованием энергоресурсов и серьезным загрязнением среды: число мелких угольных шахт сократилось к 2010 г. практически в 2 раза (с 22 тыс. до 10 тыс.);

- внедрение эффективных и экологических технологий, с использованием современного оборудования материалов для модернизации существующих угольных шахт и предприятий по обогащению угля;

- строительство крупных современных угольных шахт;

- внедрение практики замены мазута коксующим углем, нефтяным коксом и природным газом;

- перевод городского транспорта на гибридные автомобили;

- строгий контроль выбросов диоксида серы на электростанциях с помощью комплексных мер, таких как использование топлива с низким содержанием серы;

- внедрение технологий сжигания с низким содержанием азота и поощрение тепловых электростанций к сокращению выбросов оксидов азота.

Результаты применения вышеперечисленных и других мер показали правильность принятой экономической и, в том числе, энергетической политики Китая, позволившей ему достаточно легко перенести финансовый кризис 2008 г. При этом планы XI пятилетки как по добыче, так и по потреблению энергетических ресурсов был перевыполнены по ряду ключевых показателей:

1. Объем производства первичных энергоресурсов составил в 2010 г. 2,97 млрд т.у.т. при среднегодовом приросте +6,6 % (против планируемых 2,45 млрд т.у.т. и приросте

+3,5%).

2. Потребление первичных энергоресурсов фактически достигло 3,24 млрд т.у.т. со среднегодовым приростом +6,6% (против планируемых 2,7 млрд т.у.т. и +4%).

3. Доля сырой нефти в производстве первичных энергоресурсов снизилась к 2010 г. на 1,3 %.

4. Доля неископаемых источников энергии²⁴ достигалась до 9,4%, превысила планируемый показатель – 8.1%.

Тем не менее, при достижении планов XI пятилетки вопрос реализации некоторых стратегических задач оставался открытым:

1. Оставался низким удельный объем производства энергоресурсов: объем производства углеводородов на душу населения составлял в среднем 7,3 % от общемирового уровня. Доля потребления сырой нефти к концу пятилетки снизилась всего лишь на 0,5 п.п. и составила 20 % при увеличении ее добычи всего лишь на 2,1 % за пятилетку.

2. Доля потребления природного газа в первичных энергоресурсах к концу пятилетки составляла 3,8 % против планируемых 5,3%.

3. Оставалась нерешенной поставленная в рамках XI пятилетки задача уменьшения энергоемкости ВВП на 20 %.

В результате, на период XII энергетической пятилетки 2010-2015 гг. были сформулированы новые требования. Основным приоритетом данного этапа планирования являлось усиление регулирования структуры потребления энергоресурсов, путем снижения доли использования каменного угля и сырой нефти и увеличения доли использования ВИЭ²⁵.

Для достижения новых целей требовалось повысить эффективность добычи, преобразования и использования энергоресурсов и энергии, усилить контроль общего потребления энергоресурсов, чтобы создать безопасную, стабильную, экономичную и чистую современную систему энергетики.

Для повышения эффективности использования энергоресурсов и энергии, а также регулирования структуры их потребления, на данную пятилетку был разработан ряд мер в

²⁴ В Китае к неископаемым источникам энергии относят неисчерпаемые энергетические ресурсы (ресурсы, объем и качество которых не изменяется в результате использования), в качестве которых рассматриваются энергия воды (течений, приливов-отливов), ветра и других климатических явлений, геотермальная энергия земных недр, энергия солнца и ядерная энергия звезд.

²⁵ Уведомление Государственного совета ... [2013] № 2 - 国务院关于印发能源发展“十二五”规划的通知国发〔2013〕2号[Уведомление Государственного совета о печатании и распространении «Двенадцатого пятилетнего плана» развития энергетики Гуофа [2013] № 2]. URL: http://www.gov.cn/zwggk/2013-01/23/content_2318554.htm. (дата обращения: 23.04.2023).

рамках энергетической политики. Так, для центральных и западных регионов Китая с богатыми угольными ресурсами, была обозначена необходимость поощрения практики комплексной разработки теплоэнергетики, повышения приоритета использования пустой угольной породы, угольного шлама, отходов обогащения и других угольных ресурсов с низкой теплотворной способностью для производства электроэнергии. Кроме того, в данных регионах было запланировано выделение ключевых зон с относительно хорошей инфраструктурой, создание демонстрационных проектов по производству олефинов и полигенерации на основе каменного угля. Также в качестве приоритетов развития энергетики Китая было обозначено освоение и внедрение высоких технологий и исследование дополнительных технологических возможностей в соответствии с территориальными и прочими особенностями и условиями страны. Такая модернизированная модель развития отрасли глубокой переработки каменного угля с высокой добавленной стоимостью и длинной производственной цепочкой была призвана обеспечить стратегические технологические резервы для адаптации к будущим преобразованиям в энергетической отрасли в целом. Таким образом, в период XII пятилетки эффективность преобразования каменного угля на производство природного газа, алкенов, и на сжижение достигли 56%, 40% и 42% соответственно.

В области переработки сырой нефти, на основе стратегического канала импорта, для налаживания симбиоза нефтеперерабатывающей и химической промышленности, постепенно формируются три основных кластера нефтеперерабатывающей промышленности в регионе Бохай, дельте Янцзы и дельте Чжуцзян. В результате реализации принятых мер ожидалось, что к 2015 г. объем сырой нефти для первичной переработки достигнет 620 млн тонн, а объем производства переработанной нефти – 330 млн тонн. В области использования природного газа, до конца XII пятилетки планировалось создание газовых электростанций мощностью 30 млн кВт.

Результаты реализации энергетического плана XII пятилетки характеризуются следующими основными количественными показателями, достигнутыми к 2015 г.

1. Объем производства первичных энергоресурсов достиг 3,65 млрд т.у.т. при среднегодовом росте 103%.
2. Объем потребления первичных энергоресурсов достиг 4,3 млрд т.у.т. при среднегодовом росте 103,6 %.
3. Объем производства сырой нефти при среднегодовом росте 101,1% вырос на 14 млн тонн по сравнению с результатами 2010 г. и составил 214 млн тонн.
4. Объем потребления нефти достиг 181 млн тонн.
5. Произошли изменения в структуре потребления первичных энергетических

ресурсов за счет увеличения доли неископаемых энергоносителей на 2,6 %, природного газа – на 1,9%, снижения потребления каменного угля на 5,2%.

6. Энергоемкость ВВП сократилась на 18,4%.

7. Доля не ископаемых источников энергии в первичной энергии достигла до 12% по сравнению с планируемого показателя – 11,4%.

Что касается масштабных строительных проектов, то в результате форсирования строительства трех континентальных дорог для импорта сырой нефти на северо-западе (Чжунха), северо-востоке (Китай–Россия) и юго-западе (Китай–Мьянма), а также опорных магистральных трубопроводов было проложено 8,4 тыс. км трубопроводов для перекачки сырой нефти и 21 тыс. км нефтеперерабатывающих турбоприводов. В результате годовой объем перевозок нефти увеличился на 190 млн тонн.

Кроме строительного и технологического направлений модернизации энергетической отрасли приоритетом XII пятилетки стала реализация мегапроекта «Один пояс – один путь», заключающегося в развитии международного экономического и энергетического сотрудничества, задачами которого являются:

- усиление международного сотрудничества в области производства энергии и производства энергооборудования;
- совместные проекты по созданию энергетической инфраструктуры;
- расширение внешнеторговых связей в области торговли энергоресурсами;
- повышение роли Китая в глобальном управлении энергетикой.

Однако, стоит отметить, что далеко не все планируемые на пятилетку показатели были достигнуты. Особенно это касается параметров достижения экологичности энергетики и энергосбережения.

Таким образом, в энергетическом плане на XIII пятилетку (2016-2020 гг.) в качестве основной задачи было поставлено формирование современной чистой, безопасной эффективной низкоуглеродной энергетической системы. В том числе этому должно способствовать использование видов экологически чистого топлива. Также одной из важных задач было обозначено усиление резервных мощностей в части запасов каменного угля.

В соответствии с XIII пятилетним энергетическим планом энергетическая стратегия Китая предусматривает следующие стратегические направления развития энергетического сектора:

1. *Рост потребления электроэнергии.* Развитие экономики Китая и улучшение уровня жизни стимулируют рост спроса на энергию, вызывая несбалансированность спроса и предложения энергоресурсов. Следовательно, достижение энергоэффективности

становится первоочередной стратегической целью на будущее. В соответствии с требованиями планов XIII пятилетки, к 2020 г. потребление энергии на единицу ВВП будет сокращено на 15% по сравнению с 2015 г. Среднее потребление угля для угольных электростанций упадет ниже 310 г/кВт•ч, а коэффициент потерь достигнет уровня 6,5%, или менее²⁶.

2. *Построение зеленой экономики.* Кроме обязательного требования снижения выбросов углеводорода данный раздел энергетической стратегии предусматривает необходимость контроля общего количества ископаемых ресурсов, оптимизации энергетической структуры, сокращения доли потребления каменного угля, увеличения доли потребления природного газа и энергии, не связанной с ископаемыми ресурсами, а также значительного снижения интенсивности выбросов углекислого газа и выбросов загрязняющих веществ.

Положениями стратегических документов обозначены ориентиры достижения ряда ключевых показателей, например: сокращение общего потребления каменного угля до 4,1 млрд тонн, что составит 58% от потребления первичных энергоресурсов, увеличение потребления природного газа до 10%²⁷ и, в целом ВИЭ – до 15%. Таким образом, будет улучшаться структура энергетической отрасли путем замещения «грязной» энергии чистой, «зеленой». Согласно данным за 2020 г., на долю каменного угля приходилось 56,6% потребления первичной энергии с ожиданием дальнейшего снижения, а на долю природного газа – 8,2%, что приблизилось к целевому значению на 2020 г.²⁸.

В целом, согласно энергетическому плану XIII пятилетки, потребление энергетических ресурсов не должно превышать 5 млрд т.у.т. Внутреннее производство первичной энергии планируется повысить до 4 млрд т.у.т. Из них должно приходиться на каменный уголь – 3,9 млрд тонн, на сырую нефть – 200 млн тонн, на природный газ – 220 млрд куб. м и на неископаемые энергетические ресурсы – 750 млн т.у.т.

Кроме того, стратегия делает акцент на необходимости повышения уровня самообеспеченности энергетическими ресурсами более, чем на 80 % для обеспечения энергетической безопасности, что, опять же, связано с вопросом повышения эффективности использования энергоресурсов.

3. *Финансовое стимулирование построения чистой и низкоуглеродной*

²⁶ 13-й пятилетний план..., декабрь 2016. – 能源发展“十三五”规划（公开发布稿）2016年12月 [13-й пятилетний план развития энергетики (публичный выпуск), декабрь 2016.]. URL: http://www.nea.gov.cn/135989417_14846217874961n.pdf (дата обращения: 12.06.2021).

²⁷ Стратегия по изменению в производстве и потреблении энергетических ресурсов (2016–2030 гг.). Национальный комитет реформ и развития КНР, 2016.

²⁸ Statistical review of world energy 2021. British Petroleum, 2021. URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf>. (дата обращения: 15.04.2022).

энергетической системы. На XIII Национальном народном конгрессе Китая, состоявшемся в марте 2018 г., был предложен ряд корпоративных преференциальных мер, который включал снижение цен на 10% на электроэнергию для промышленных и коммерческих предприятий²⁹. До 2020 г. доля неископаемых источников энергии достигла 15,9%, повысил целевой доли в XIII пятилетки – 15%. В апреле 2020 г. Министерство финансов, налогообложения, промышленности и информационных технологий обнародовало соответствующую политику освобождения от налога покупок транспортных средств на альтернативных источниках энергии. Таким образом, объем продаж электрических автомашин достиг 3,5 млн единиц в 2021 г. по сравнению с 2015 г. – 254,6 тыс. единиц. На данный момент Китай является лидером продаж электрических автомобилей во всем мире³⁰. С 1 января 2021 г. по 31 декабря 2022 г. новые энергетические транспортные предприятия освобождены от налога на покупку транспортных средств³¹.

Национальное бюро статистики КНР не опубликовало официальную система индикаторов ЦУР ООН для Китая, поэтому единая система подобных индикаторов в Китае отсутствует. Из различных источников («Энергетических пятилетних планов экономического и социального развития Китая», «Пятилетних планов развития ВИЭ (начиная с XI пятилетки)», «Ежегодник экологической статистики КНР» и системы индикаторов устойчивого развития Китая, опубликованной Китайским международным обменным центром по экономике (China Center for International Economic Exchanges)) нами собраны используемые в настоящее время в Китае индикаторы. В таблице.1.2 представлено сравнение данной системы индикаторов и системы ЦУР ООН.

Таблица 1.2 – Перечень национальных показателей ЦУР КНР и ООН

№ задачи	Индикаторы ООН	Индикаторы КНР
7.1	Доля населения потребления электроэнергии от всей страны, %	Потребление электроэнергии для населения
	Доля населения, использующего в основном чистые виды топлива и технологии	Численность населения использования природного газа, млн чел.

²⁹ Экономические показатели автопрома в декабре 2021 г. [Электронный ресурс]. URL: https://wap.miit.gov.cn/gxsj/tjfx/zbgycq/art/2022/art_63f16aa43e3543c28bb285b7dc759eea.html. (дата обращения: 11.04.2022).

³⁰ Экономические показатели автопрома в декабре 2015 г. [Электронный ресурс]. URL: http://www.caam.org.cn/men/fckfiles/2015/kCikPn5/pQ7X7td/chn/3/cate_17/con_5183569.html. (дата обращения: 11.02.2022).

³¹ Постановление Министерства финансов... - 财政部 税务总局 工业和信息化部 关于新能源汽车免征车辆购置税有关政策的公告 财政部公告 2020 年第 21 号 [Постановление Министерства финансов КНР № 21 от 16.04.2020 г. Постановление о соответствующей политике освобождения транспортных средств на новой энергии от налога на покупку транспортных средств]. URL: <http://www.chinatax.gov.cn/chinatax/n810341/n810755/c5148808/content.html> (дата обращения: 11.02.2022).

Продолжение таблицы 1.2

№ задачи	Индикаторы ООН	Индикаторы КНР
		Общая протяженность газопроводов, км
		Уровень газификации города, %
		Общая протяженность трубы отопления, км
		Объем транспорта электроэнергии от северного на южный регион Китая, млрд
7.2	Доля ВИЭ в структуре конечного потребления, %	
		Доля неископаемых источников энергии в общем объеме потребления первичной энергии, %
		Объем производства электроэнергии от ВИЭ, кВт•ч.
		Доля неископаемых источников энергии, используемых для выработки электричества, %
		Установленная мощность генерации электроэнергии от солнечной энергии, млрд кВт
		Установленная мощность генерации электроэнергии от ветроэнергетики, млрд кВт
7.3	Энергоемкость ВВП (потребление первичных видов энергии на единицу ВВП), т.у.т. / доллар	Энергоемкость ВВП (потребление первичных видов энергии на единицу ВВП), т.у.т. / юаней
7.a	Международные финансовые потоки в развивающиеся страны для поддержки исследований и разработок в области экологически чистой энергии и производства ВИЭ, включая гибридные системы, доллар	Общий объем инвестиций в борьбу с загрязнением окружающей среды, млрд юаней, в том числе: инвестиции в контроль от промышленного загрязнения, млрд юаней
		Инвестиции в строительство городской экологической инфраструктуры, млрд юаней
		Завершенные инвестиции в проекты по контролю промышленных загрязнений в этом году, млрд юаней
7.b	Потребление электроэнергии от ВИЭ для населения, кВт / чел.	Использование солнечного водонагревателя в селе, тыс. кв. м.
13.1	Количество погибших, пропавших без вести и непосредственно пострадавших от стихийных бедствий на 100 тыс. человек	Количество чрезвычайных экологических ситуаций, шт.
13.a		Отношение инвестиций в борьбу с загрязнением окружающей среды к инвестициям в основной капитал, %

Источники: составлено автором на основе опубликованных данных^{32,33,34}.

³² A/70/L.1. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development / Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. United Nations, 2015. URL: https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf (дата обращения: 01.11.2021).

Как следует из таблицы, в целом система индикаторов Китая шире, чем ЦУР ООН. Но по многим декларируемым показателям часто отсутствуют статистические данные. Китайская система индикаторов устойчивого развития, опубликованная Китайским международным обменным центром по экономике (China Center for International Economic Exchanges), состоит из 5 основных направлений: экономическое развитие (4 индикатора, 11 показателей), социальное обеспечение (4 индикатора, 12 показателей), запасы природных ресурсов (4 индикатора, 9 показателей), потребление природных ресурсов и выбросы загрязняющих веществ (6 индикаторов, 10 показателей), управление и защита окружающей среды (7 индикаторов, 11 показателей), всего 53 показателя³⁵. Для того, чтобы Китай полностью выражал цели и задачи ЦУР ООН, обеспечил информационную базу для принятия политических решений по вопросу глобального управления окружающей средой, нам необходимо расширить систему индикаторов ЦУР с учетом эффективного использования энергоресурсов и борьбы с изменением климата.

Таким образом, на основе обзора исторических этапов формирования энергетической стратегии Китая в рамках перехода к устойчивому развитию можно резюмировать, что несмотря на изменение внутренних и внешних экономических условий, наблюдается общая тенденция, отраженная в энергетической стратегии двумя основными векторами:

1) трансформацией структуры потребления энергоресурсов в пользу преобладания природного газа и ВИЭ для обеспечения экологичности энергетики и сохранения окружающей среды;

2) повышением эффективности использования энергоресурсов и стремление к самодостаточности для обеспечения энергетической безопасности страны.

Исходя из актуальности данного вопроса, в качестве одной из основных в диссертации нами поставлена задача оценить результаты политики, нацеленной на эффективное использование энергетических ресурсов и преобразование структуры использования первичных энергоресурсов.

³³ Система глобальных показателей... – 2030 年可持续发展议程》各项可持续发展目标和具体目标全球指标框架 [Система глобальных показателей для целей и задач в области устойчивого развития «Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 г.». URL: https://unstats.un.org/sdgs/indicators/Global%20Indicator%20Framework%20after%202020%20review_Chi.pdf. (дата обращения: 12.11.2022)

³⁴ Чжан, Х., 2021 – 张焕波. 中国可持续发展评价报告 (2021) / 张焕波 郭栋王军中国国际经济交流中心美国哥伦比亚大学地球研究院阿里研究院飞利浦 (中国) 投资有限公司 张焕波 郭栋王军 [Чжан, Х. Отчет об оценке устойчивого развития Китая / Чжан Хуаньбо, Го Дун, Ван Цзюнь. Чжун го го цзи цзин цзи цзяо лю чжун синь мэй го гэ лунь би я да сюе ди цю янь цю юань а ли янь цю юань фэй ли пу (чжун г) тоу цзы ю сян гун сы [Китайский центр международных экономических обменов Philips (Китай) Investment Co., Ltd], 2021. Текст электронный]. URL: https://www.pishu.com.cn/skwx_ps/bookdetail?SiteID=14&ID=13468455 (дата обращения: 01.11.2021).

³⁵ Там же.

1.2. Современное состояние энергетического сектора Китая

Большая численность населения Китая, а также высокие темпы экономического развития приводят к растущим потребностям потребления энергоресурсов и высокому уровню загрязнения в связи с этим.

Научно-технический прогресс внес изменения в структуру запасов и добычи энергоресурсов страны. Изменение структуры источников энергии происходит постепенно. Вопрос будущей структуры энергоресурсов Китая остается открытым и вызывает оживленные дискуссии как на национальном, так и международном уровнях. Прогнозные оценки Международного энергетического агентства (МЭА) на период до 2030 г. предсказывают, что в мировом производстве энергоресурсов ведущее место по-прежнему будут занимать каменный уголь, природный газ и сырая нефть.

Согласно данным Национального бюро статистики КНР в 2020 г. доля каменного угля в структуре производства первичных энергоресурсов составила 67,5%, сырой нефти – 6,8%, природного газа – 6%³⁶. При этом по состоянию на 2000 г., доли данных энергоресурсов составляли 73%; 21,7% и 1,9% соответственно. В структуре потребления первичных энергоресурсов также происходили существенные изменения. Согласно данным Национального бюро статистики КНР, в 2020 г. в структуре потребления первичных энергоресурсов доля каменного угля составляла 56,9%, сырой нефти – 18,8%, природного газа – 8,4%³⁷. При этом в 2000 г. доля каменного угля в структуре потребления первичных энергоресурсов имела размер 68,5%, сырой нефти – 22%, природного газа – 2,2%.

Каменный уголь

В 2020 г. Китай импортировал каменный уголь 303,3 млн тонн, сырой нефти – 542 млн тонн, природного газа – 94 млрд куб. м, сжиженного газа – 47,7 млрд куб. м³⁸. Доля импорта сырой нефти³⁹ в 2020 г. достигла 73,5%, а природного газа – 43%, Китай стал крупнейшим в мире импортером природного газа в мире. Таким образом, Китай лидирует не только по объему потребления энергоресурсов, но и по объемам их импорта.

Неравномерность распределения собственных энергетических ресурсов на территории страны создает необходимость в дополнительных усилиях по созданию

³⁶ Статистические данные // Национальное бюро статистики КНР. [Электронный ресурс]. URL: <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01> (дата обращения: 13.03.2023).

³⁷ Там же.

³⁸ Там же.

³⁹ Степень зависимости от импорта сырой нефти = (объем импорта – объем экспорта) / (объем импорта – объем экспорта + объем производства).

инфраструктуры и ценовому регулированию потребительского рынка энергоресурсов. Кроме того, Китай предпринимает активные действия по развитию альтернативных источников энергии в связи с преобладанием на своей территории именно каменного угля – наиболее вредного для экологии топлива. Согласно программе «Стратегия по изменению в производстве и потреблении энергетических ресурсов (2016–2030 гг.)» происходит ускорение внедрения возобновляемых источников энергии в центральных и восточных регионах Китая и содействие строительству инфраструктуры ветроэнергетики в северо-восточном, северном и северо-западном регионах. К 2030 г. объем потребления неископаемых видов источников должен составлять 20% от общего объема потребления энергии в Китае. Но в нынешних условиях Китай не может полностью перейти на возобновляемую энергию, как, например, Дания, в силу того, что производство вышеупомянутых альтернативных источников энергии нестабильно и недостаточно для удовлетворения спроса.

В этой связи каменный уголь по-прежнему играет самую важную роль в добыче и в потреблении первичных энергоресурсов в Китае. Добыча каменного угля в Китае в основном сосредоточена в семи провинциях: Внутренняя Монголия, Шаньси, Шэньси, Хэбэй, Шаньдун, Хэнань и Гуйчжоу, а это 7 крупных угольных месторождений. Запасы данного ресурса сосредоточены в большей степени на севере и западе страны⁴⁰. Основными провинциями, которые производят каменный уголь, являются Хэбэй, Шаньси, Хэйлунцзян, Аньхой, Шаньдун, Хэнань, Гуйчжоу, Шэньси, Синьцзян. Таким образом, имеет место неравномерность добычи и потребления каменного угля по регионам. Несмотря на это, его производство имеет тенденцию к заметному росту (рисунок 1.1).

Представляет интерес сравнение тенденций развития объемов производства и потребления каменного угля, представленных на рис.1.1 (объем произведенного ВВП КНР в среднегодовых ценах 2000 г.). Несмотря на схожесть тенденций нетрудно заметить, что объем и темп роста потребления ресурса опережают аналогичные показатели по добыче.

Рассмотрим динамику производства и потребления каменного угля (таблица 1.3).

⁴⁰ Ежегодная энергетическая статистика...2021 – 中国能源统计年鉴 – 2021 [Ежегодная энергетическая статистика КНР – 2021 г. Пекин: Чжунго тунцзи чубаньшэ, 2021. 354 с.].

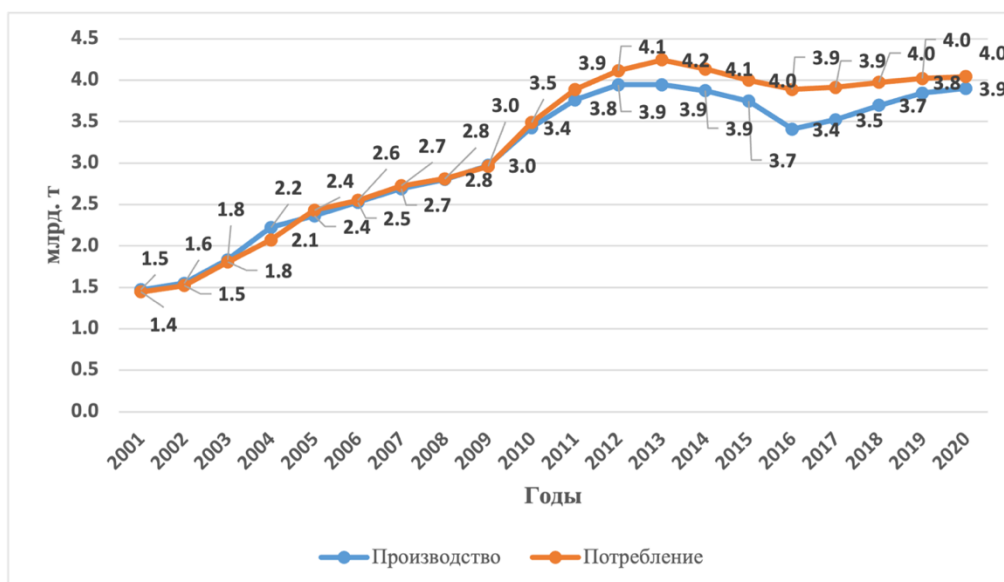


Рисунок 1.1 – Динамика добычи и потребления каменного угля в период 2000–2020 гг.

Источники: составлено автором на основе статистических данных^{41,42}

Таблица 1.3 – Пятилетние, базисные и среднегодовые темпы прироста производства и потребления каменного угля в период с X по XIII пятилетки, %

Пятилетки	Базисный темп прироста за пятилетку			Среднегодовой темп прироста по пятилетке		
	Производство	Потребление	ВВП	Производство	Потребление	ВВП
X (2001-2005 гг.)	60,0	71,4	68,5	9,9	11,4	11,0
XI (2006-2010 гг.)	36,0	34,6	88,1	6,3	6,1	13,5
XII (2011-2015 гг.)	-2,63	2,6	40,6	-0,5	0,5	7,0
XIII (2016-2020 гг.)	14,7	2,6	36,9	2,8	0,5	6,5

Источник: составлено автором на основе статистических данных^{43,44}.

Следует отметить, что с X по XIII пятилетку темп прироста производства и потребления каменного угля замедлился, особенно за период XI и XII пятилетки, соответственно, объем производства каменного угля снизился. Также, за XII пятилетку темп прироста потребления каменного угля значительно замедлился, чего нельзя сказать о темпе прироста его производства. Это произошло в связи с энергетической стратегией

⁴¹ Статистические данные. URL: <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>

⁴² Отчет об экономической деятельности..., 2020 – 2020 年中国煤炭工业经济运行报告 [Отчет об экономической деятельности угольной промышленности Китая за 2020 г.]. URL: <http://lwzb.stats.gov.cn/pub/lwzb/zxgg/202107/W020210723348607038720.pdf> (дата обращения: 12.05.2021).

⁴³ Статистические данные. URL: <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>

⁴⁴ Отчет об экономической деятельности..., 2020.

Китая – так с начала XI пятилетки были приняты меры по ограничению объема потребления каменного угля с целью реструктуризации энергетического баланса: замену каменного угля на природный газ и ВИЭ. Например, в XI пятилетке было определено снижение доли каменного угля в структуре потребления первичных энергоресурсов до 66,1%, в XII пятилетке – до 65%, в XIII пятилетке – до 58%.

Анализ трех временных горизонтов, обозначенных энергетической стратегией Китая, показывает, что идет структурная перестройка потребления первичной энергии и проводится политика сокращения использования каменного угля и существенного увеличения доли природного газа, атомной энергии и в долгосрочной перспективе – значительного увеличения доли возобновляемых источников энергии.⁴⁵

Уголь считается основной причиной загрязнения и изменения климата, на него приходится 44% глобальных выбросов углекислого газа. Для выработки того же количества энергии (электроэнергии и тепла) объем выбросов диоксида углерода в атмосферу, образующийся при сжигании угля, более чем в два раза превышает при сжигании природного газа⁴⁶. Для того, чтобы выйти на пик по углеродным выбросам к 2030 г. и достигнуть цель углеродной нейтральности до 2060 г., в Китае необходимо регулировать структуру потребления энергоресурсов.

Хотя, после глобального экономического кризиса 2008 г., темп прироста ВВП Китая замедлился, а темп прироста производства и потребления каменного угля и ВВП Китая двигался разнонаправлено. Очевидно, что за период XII и XIII пятилетки темп прироста потребления каменного угля составлял 2,6%, а среднегодовой темп прироста ВВП Китая за тот же период составлял 6,5-7,0%⁴⁷. Это доказывает то, что за последние эти годы Китай в экономическом своем развитии постепенно проходит экономическую трансформацию в сторону низкоуглеводной экономики.

Разность между ними является объемом импорта каменного угля из-за границы. Согласно данным от Национального бюро статистики КНР, в 2020 г. Китай являлся самым большим импортёром каменного угля во всей мире, его объем импорта достиг 303,3 млн тонн (рисунок 1.2). А основными направлениями экспорта Китая были Индонезия, Австралия, Россия, Монголия, на которые приходилось 35,4%, 31,8%, 15,1%,

⁴⁵ Ц. Чжоу, И.П. Мамий Экономический анализ добычи и потребления каменного угля в КНР в период с 2005-2017 гг. / Теоретическая экономика. 2019. № 3. С.108–112.

⁴⁶ Богманс, К. Более экологичное будущее начинается с перехода от угля к альтернативным источникам энергии. [Электронный ресурс] / К. Богманс, К. М. Ли // IMF Blog: электрон. журн. 2020. URL: <https://www.imf.org/zh/News/Articles/2020/12/08/blog-a-greener-future-begins-with-a-shift-to-coal-alternatives> (дата обращения: 16.04.2022).

⁴⁷ Темп прироста ВВП Китая в 2020 г. замедлялся от коронавируса, чем в 2019 г., в этом году составил 4,8%, а в 2019 г. – 6%.

12% соответственно⁴⁸.



Рисунок 1.2 – Импорт и экспорт каменного угля в период 2000–2020 гг. в Китае

Источник: составлено автором на основе статистических данных⁴⁹.

На рисунке 1.2 выражен основной тренд импорта и экспорта каменного угля в Китае в период 2000-2020 гг. Примечательно, что в 2008 г. произошел переломный момент относительно соотношения между импортом и экспортом каменного угля – до 2008 г. объем экспорта был больше объема импорта, а в 2009 г. объем импорта пошел резко вверх, его темп роста вырос на 3 раза, чем в 2008 г. Это объясняется отменой налога на импорт угля (кроме бурного), которую обусловили следующие причины: во-первых, качество ввозимого иностранного каменного угля лучше китайского, что менее загрязняет окружающую среду; во-вторых, кроме поставок из Монголии и России большинство импортированного каменного угля транспортируется морскими судами, его торговая цена ниже, чем цена внутреннего каменного угля из северного региона, транспортированного по железным дорогам, для потребления в восточном и южном регионе Китая (в провинциях Гуандун, Гуанси, Фуцзянь, Чжэцзян); в-третьих, в некоторых традиционных угольных месторождениях объем запаса меньше, что делает трудным и дорогостоящим добычу высококачественного каменного угля. Основными экспортерами угля являются Индонезия, Австралия, Россия и Монголия.

В 2013 г. импорт каменного угля Китая достиг пика, в 2015 г. его объем снизился на 122,9 млн тонн по сравнению с 2013 г., это соответствует заданному тренду его

⁴⁸ Statistical review of world energy 2021. British Petroleum, 2021.

⁴⁹ Статистические данные. URL: <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>

потребления с учетом энергетической стратегий Китая.

Использование каменного угля в Китае имеет два этапа – преобразование и конечное потребление. На этапе преобразования каменный уголь используется в основном в производстве электроэнергии, тепла, кокса и в обогащении каменного угля (рисунок 1.3). В течение 20 лет эта структура остается стабильной.



Рисунок 1.3 – Использование каменного угля в процессе преобразования

Источник: составлено автором.

С целью повышения эффективности использования каменного угля обычно проходит преобразование в сфере энергетики той провинции, где производят каменный уголь. В Китае самым распространенным путем преобразованием является замена угля на производство электроэнергии, тепла и обогащения (таблица 1.4).

Таблица 1.4 – Распределение провинций, занимающихся преобразованием каменного угля Китая в 2018 г.

№	Преобразование	Провинция
1	Теплоэлектроцентрали и когенерационные установки	Аньхой, Гуандун, Хэбэй, Хэнань, Цзянсу, Ляонин, Внутренняя Монголия
2	Теплоцентрали и котельные	Хэбэй, Хэнань, Хэйлунцзян, Цзилинь, Цзянсу, Ляонин, Внутренняя Монголия
3	Обогащение угля	Аньхой, Гуйчжоу, Хэбэй, Хэнань, Хэйлунцзян
4	Коксоугольные заводы	Хэбэй, Нинся, Цинхай
5	Производство газа	Гуандун, Гуанси, Хэнань, Внутренняя Монголия
6	Переработка угольной продукции	Фуцзянь, Гуандун, Хэбэй

Источник: составлено автором на основе опубликованных данных⁵⁰.

⁵⁰ Ежегодная энергетическая статистика...2021.

По использованию каменного угля на этапе конечного потребления, среди отраслей и в целом по Китаю, промышленность занимает самое главное место. Ее доля в потреблении в 2020 г. составляла 77,4%⁵¹. Использование каменного угля в промышленности, особенно в отраслях производства химического сырья, химической продукции и неметаллических минеральных продуктов, представляет собой основную часть его потребления с долей в 92,9%.

Кроме того, доля использования каменного угля в секторах жилищного и домашнего хозяйств составляет 9,7%, в том числе в деревнях – 88,4%. Газопроводы коксового или природного газа не могут быть выстроены по всему Китаю, особенно в сельских районах, в регионах со слаборазвитой экономикой, где население использует каменный уголь для всех бытовых нужд (отопления, приготовления еды). По мере развития экономики и регулирования инфраструктуры Китая доля таких территорий уменьшается. В качестве сравнения, в 2000 г. его доля составляла 15,2%.

Нефть

Государственное управление по надзору за рынком КНР и Государственным комитетом по стандартизации КНР одобрило национальный стандарт «Классификации запасов нефтегазовых минеральных ресурсов». Данный стандарт был предложен Министерством природных ресурсов КНР, и официально введен в действие с 1 мая 2020 г.

Предметом классификации в данном документе является степень разведки и разработки углеводородных месторождений с позиции геологической оценки и подтверждения продуктивности. Определяется она как по горизонтальному, так и по вертикальному направлениям. При этом выделяется три уровня геологических запасов – предполагаемые, вероятные и разведанные, связанные с состоянием активов и геологической надежностью.

Классификацию запаса сырой нефти и природного газа КНР можно увидеть на рисунке 1.4. Она содержит пять принципиальных экономико-статистических понятий: общие ресурсы, разведанные, вероятные и предполагаемые запасы, а также остаточные извлекаемые запасы. В КНР нефтегазовые ресурсы делятся на геологические запасы и ресурсы. Под ресурсами понимаются не добытые углеводороды, которые, согласно предположениям, построенным на основании комплекса геолого-геофизических признаков и аналогий, существуют и будут рано или поздно открыты.

⁵¹ Ежегодная энергетическая статистика...2021.



Рисунок 1.4 – Классификация запасов сырой нефти и природного газа КНР

Источник⁵².

Разведанные запасы в основном распределены в шести бассейнах находящиеся на северо-востоке и северо-западе Китая: Сунляо, Бохайский залив, Ордос, Джунгар, Тарим и Бохайское море. Согласно статистике от ВР доля разведанных запасов сырой нефти Китая в 2020 г. составляет 3,5% от мировых⁵³.

Увеличение запасов сырой нефти на 69,2% в период 2000–2020 гг. (рисунок 1.5) связано:

- во-первых, с открытием новых месторождений в Китае;
- во-вторых, с более высоким уровнем бурового оборудования;
- в-третьих, ростом спроса на сырую нефть (спрос за анализируемый период увеличился в 3,4 раза, при среднегодовом темпе прироста в 6,4%).

С учетом необходимости обеспечения энергетической безопасности страны существует необходимость увеличения запасов нефти.

⁵² Связующий документ... - 中国国家标准《石油天然气资源/储量分类》(GB/T 19492-2004) 与《联合国化石能源和矿产储量与资源分类框架》(2009) 对接文件 [Связующий документ между Национальным стандартом Китайской Народной Республики и Организации Объединенных Наций «Классификация запасов полезных ископаемых нефти и газа»]. URL: https://unece.org/DAM/energy/se/pdfs/UNFC/UNFC-China-Bridging-Documents-Public-Comment/BD_between_GB_T_19492-2004_and_UNFC-c.pdf. (дата обращения: 11.01.2022).

⁵³ Statistical review of world energy 2021. British Petroleum, 2021.



Рисунок 1.5 – Динамика запасов, производство и потребления сырой нефти в Китае в период 2000–2020 гг.

Источник: составлено автором на основе статистических данных^{54,55}

Следует заметить, что в связи с технологическими ограничениями за этот период объем производства сырой нефти рос медленнее потребления сырой нефти: в конце периода объем потребления сырой нефти увеличился в 3,5 раза, по сравнению с его началом, а объем производства сырой нефти наоборот возрос только на 19,6%. Поэтому разница между производством и потреблением сырой нефти компенсируется импортом. Год за годом происходит увеличение объема импорта сырой нефти. В 2020 г. РФ экспортировала в Китай 83,4 млн тонн сырой нефти, что составляет около 15% от общего импорта нефти Китаем. В таблице 1.5 приведены базисные и среднегодовые темпы прироста производства и потребления сырой нефти с X по XIII пятилетку.

⁵⁴ Статистические данные. URL: <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>

⁵⁵ Отчет о развитии отечественной нефтеперерабатывающей отрасли за 2020 г. URL: <http://www.mofcom.gov.cn/article/tongjiziliao/sjtj/jsc/202105/20210503063494.shtml>

Таблица 1.5 – Пятилетние, базисные и среднегодовые темпы прироста производства и потребления сырой нефти с X по XIII пятилетку, %

Пятилетки	Базисный темп прироста за пятилетку			Средние темпы прироста за пятилетку		
	Запасы	Производство	Потребление	Запасы	Производство	Потребление
X (2001-2005 гг.)	13,6	10,4	41,3	2,6	2,0	7,2
XI (2006-2010 гг.)	14,3	9,7	33,2	2,7	1,9	5,9
XII (2011-2015 гг.)	9,4	5,9	23,0	1,8	1,2	4,2
XIII (2016-2020 гг.)	2,9	-2,5	31,4	0,57	-0,5	5,6

Источник: составлено автором на основе статистических данных⁵⁶.

Следует заметить, что рост запасов происходил неравномерно. Анализ динамики запасов сырой нефти по пятилеткам позволяет выделить две тенденции:

- увеличение запасов сырой нефти пришлось на X (темп прироста составил более 13,6%) и XI пятилетки (темп прироста составил 14,3%). Основные причины этого феномена заключаются в том, что быстро развивающаяся экономика, автомобилизация, рост благосостояния населения Китая требовали все больших объемов производства и потребления энергетических ресурсов (нефти и газа, которые начали заменять каменный уголь).

- наблюдается снижение объемов запасов в XII пятилетке до 9,4%, в XIII – до 2,9%.

Темпы прироста добычи и потребления сырой нефти за период 2000–2020 гг. снижаются от пятилетки к пятилетке – в XIII пятилетке происходит значительное уменьшение производства нефти, что соответствует стратегической цели снижения доли неископаемых энергоносителей. Таким образом, темпы прироста производства сырой нефти снижаются, высокий темп прироста потребления поддерживается, увеличивая разрыв между производством и потреблением.

С 2016 г. Китай стал самым крупным импортёром сырой нефти во всем мире, согласно данным ВР в 2020 г. его объем импорта 542 млн тонн – базовый темп прироста с 2000 г. достиг до 571% (рисунок 1.6).

⁵⁶ Статистические данные. URL: <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>

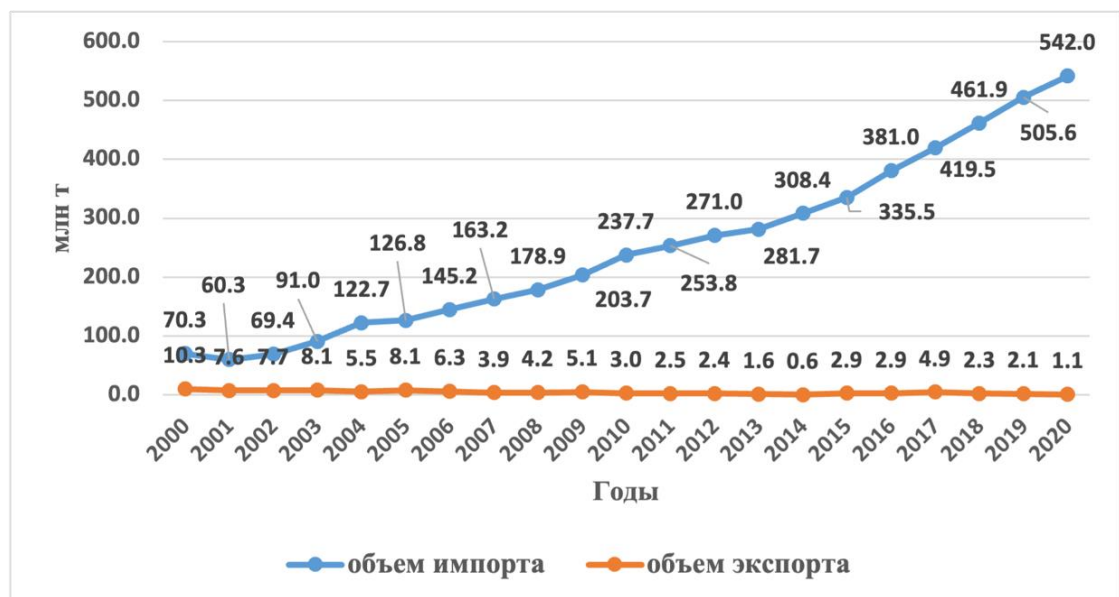


Рисунок 1.6 – Импорт и экспорт сырой нефти в период 2000–2020 гг. в Китае

Источник: составлено автором на основе статистических данных⁵⁷.

В результате преобразования сырой нефти производят бензин, дизельное топливо, керосин, мазут и другие нефтепродукты. В Китае нефтепереработка проходит только в провинциях Аньхой, Внутренняя Монголия, Нинся.

Основными источниками импорта нефти являются Саудовская Аравия, Россия, страны Южной и Центральной Америки и Западная Африка, на которые в 2020 г приходилось 15,2%, 15%, 12,9% и 12,9% соответственно⁵⁸. Китай одновременно совершенствует свою сеть нефтепроводов и диверсифицирует источники импорта сырой нефти за счет трубопроводных соединений с Казахстаном, Россией и Мьянмой. После эпидемии коронавируса Россия стала крупнейшим импортером сырой нефти в Китае⁵⁹.

В 2006 г. Китай открыл первый транснациональный нефтепровод между Китаем и Казахстаном, начал импортировать сырую нефть из Казахстана. В 2019 г. пропускная способность нефтепровода «Китай-Казахстан» достигла 10,88 млн тонн. Российский трубопровод «Восточная Сибирь-Тихий океан» стал вторым трубопроводом для импорта сырой нефти в Китай. С 2011 г. Россия будет поставлять 15 млн тонн сырой нефти в Китай по этому китайско-российскому нефтепроводу. Вторая нитка нефтепровода между Китаем и Россией по ней началась поставки нефти из России в рамках международного проекта «Сковородино – Мохэ – Дацин» в начале 2018 г., и объем импорта сырой нефти из России увеличится с 15 млн тонн до 30 млн тонн. Кроме того, Россия также транспортирует

⁵⁷ Отчет о развитии отечественной нефтеперекачивающей отрасли за 2020 г. URL: <http://www.mofcom.gov.cn/article/tongjiziliao/sjtj/jsc/202105/20210503063494.shtml>

⁵⁸ Statistical review of world energy 2021. British Petroleum, 2021.

⁵⁹ Чжоу Ц. Сотрудничество стран – членов БРИКС в контексте производства и потребления энергетических ресурсов / Инновации и инвестиции. – 2020. – №.8. – С. 34-37.

сырую нефть в Китай через морской транспорт. Китай открыл импортный нефтепровод Китай-Мьянма в январе 2015 г. с годовой пропускной способностью 22 млн тонн. Этот трубопровод может позволить обойти Малаккский пролив.

Природный газ

Природный газ в сравнении с сырой нефтью более концентрирован. В основном, выделяют три бассейна ресурсов природного газа: Тарим, Сычуань и Ордос, Внутренняя Монголия. Основными производственными провинциями являются провинции Сычуань, Шаньси, Синьцзян. Количество разведанных запасов природного газа в этих бассейнах составляет более 55% от всех национальных разведанных ресурсов. Запасы природного газа по регионам распределены неравномерно: в восточном регионе к северу от реки Янцзы больше нефти и меньше газа, в центральном регионе больше газа и меньше нефти, а в западном регионе имеет место баланс нефти и газа. Как показывает энергетическая статистика, в 2020 г. больше всего природного газа было найдено в провинции Сычуань, на втором и третьем местах расположились провинция Синьцзян и Внутренняя Монголия. Суммарно производство природного газа в трех провинциях составила 53,6% от общенационального показателя⁶⁰.

Энергетический баланс каждой провинции, приведенный в «Китайском статистическом ежегоднике по энергетике за 2020 год», показал, что 30 провинций разделены на три группы – с учетом производства и потребления природного газа, как показано на рисунке 1.7.

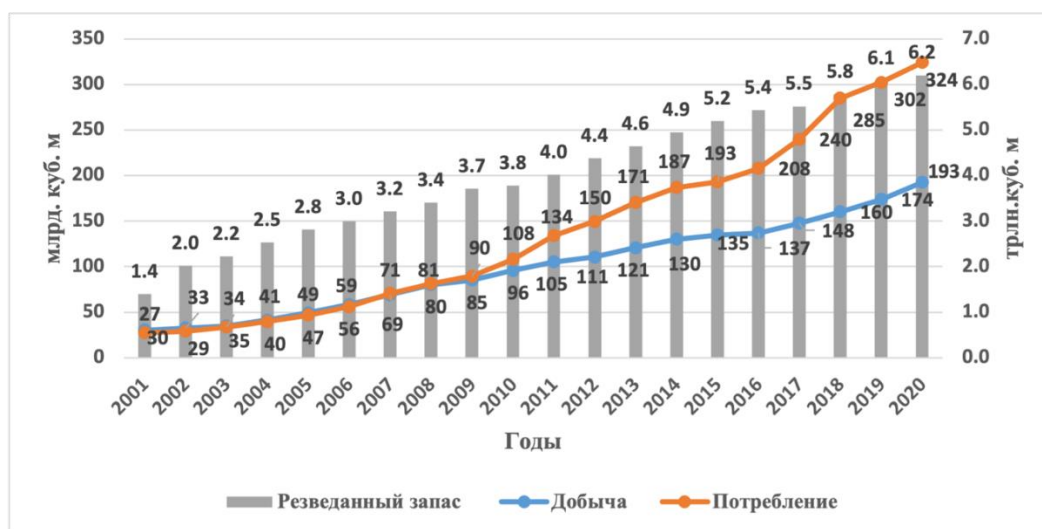


Рисунок 1.7 – Динамика запасов, производство и потребления природного газа в Китае в период 2000-2020 гг.

Источник: составлено автором на основе статистических данных^{61,62}.

⁶⁰ 13-й пятилетний план..., декабрь 2016.

⁶¹ Статистические данные. URL: <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>

⁶² Отчет о больших данных по энергетике Китая (2021 г.) – природный газ. [Электронный ресурс]. URL:

По данным рисунка 1.7 можно сделать выводы о том, что за период с 2000 г. по 2009 г. увеличение объема производства и потребления природного газа в КНР происходило в одинаковой степени: объем производства и объем потребления росли равномерно. После 2009 г. объем потребления превысил объем добычи (таблица 1.6).

Таблица 1.6 – Темпы прироста и среднегодовые темпы прироста производства и потребления природного газа в период с X по XIII пятилетки, %

Пятилетки	Базисный темп прироста за пятилетку			Среднегодовые темпы прироста за пятилетку		
	Запасы	Производство	Потребление	Запасы	Производство	Потребление
X (2001-2005 гг.)	100	63,3	74,1	14,9	10,3	11,7
XI (2006-2010 гг.)	26,7	62,7	92,9	4,8	10,2	14,0
XII (2011-2015 гг.)	30	28,6	44,0	5,4	5,2	7,6
XIII (2016-2020 гг.)	14,8	40,9	55,8	2,8	7,1	9,3

Источник: составлено автором на основе статистических данных^{63,64}.

Отметим, что это связано с планом на XII пятилетку, согласно которому было задано: повысить долю чистой низкоуглеродистой ископаемой и неископаемой энергии, содействовать эффективному и чистому использованию угля и ускорить оптимизацию структуры производства и потребления энергетических ресурсов.

С началом XII пятилетки правительство КНР начало обращать внимание на развитие низкоуглеродной энергетики. Несмотря на то, что базовый темп прироста потребления природного газа уменьшается по сравнению с XI пятилеткой, это не означает замедление тренда по его использованию.

Вследствие увеличения технологичности разведки и реализации требований энергетической стратегии о повышении использования природного газа, объем разведанного запаса увеличивается, но из-за ограничения техники производства и большого увеличения спроса на использование природного газа, объем производства так и не может полностью удовлетворять потребности экономики. По плану изменения в структуре потребления энергетических ресурсов, доля потребления природного газа должна увеличиться до 10% до конца XIII пятилетки. Такая установка связана, в том числе, с фактом, что одновременно с традиционной разведкой и разработкой природного газа в

<http://www.zgsyqx.com/list.asp?id=7125> (дата обращения: 11.01.2022).

⁶³ Статистические данные. URL: <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>

⁶⁴ Отчет о больших данных по энергетике Китая (2021 г.) – природный газ. URL: <http://www.zgsyqx.com/list.asp?id=7125> (дата обращения: 11.01.2022).

западном бассейне идет разведка сланцевого газа в провинциях Сычуань, Чунцин, Юньнань, Гуанчжоу, Хубэй, Шэньси, Шаньси. Уже в 2015 г. новые разведанные запасы природного газа составили 3,5 трлн. куб. м, а производство превысило 130 млрд куб. м.

Согласно статистике, в 2020 г. основными экспортёрами сжиженного природного газа (СПГ) морским транспортом являются Австралия (43,2%), Катар (11,9%), Малайзия (8,8%), Индонезия (7,9%), Россия (7,3%) и США (4,7%), а трубопроводным – Туркменистан (60,3%), Казахстан (15,1%), Россия (8,6%) и Узбекистан (7,3%)⁶⁵.

С учетом политико-экономической безопасности энергетики и достижения цели энергетической стратегии Китай расширяет свои возможности – его новым импортером становится Россия. 19 июля 2018 г. в рамках проекта «Ямал СПГ» первое судно с СПГ, поставленное в Китай, было перевезено через Северный путь (Арктический шелковый путь) на приемную станцию СПГ провинции Цзянсу. Тем самым была открыта новая глава в поставках СПГ в Китай⁶⁶. Вышеупомянутый проект был разработан совместно с российскими компаниями «Новатек» (50,1%), CNPC (20%), Total (20%) и «Фондом Шёлкового пути КНР» (9,9%) в рамках китайского мегапроекта «один пояс, один путь».

Кроме того, в конце 2019 г. российский природный газ из Чаяндинского нефтегазоконденсатного месторождения начал поступать в Китай по газопроводу века «Сила Сибири», что существенно увеличивает углеводородный потенциал КНР.

Основным назначением в использовании природного газа является отопление коммунально-бытового назначения в жилищном секторе и в домашних хозяйствах. Через газопровод «Сила Сибири» в основном поставляется импортный российский природный газ для населения, он проходит в восточные регионы – провинции Хэйлунцзян, Цзилинь, Ляонин, Хэбэй, Пекин, Шанхай и т.д. На рисунке 1.8 представлена динамика импорта китайского природного газа и СНГ за период с 2006 по 2020 г.

Промышленными отраслями природный газ в основном используется в нефтеперерабатывающей и коксохимической промышленности, в переработке ядерного топлива, в производствах химического сырья и химической продукции. Кроме того, в настоящее время природный газ как самое чистое топливо используется в транспорте⁶⁷.

Чтобы повысить долю природного газа в структуре потребления первичных энергоресурсов, китайское правительство расширило использование автобусов и такси на природном газе, и, соответственно, добавило газозаправочные станции, для автомобилей, чтобы стимулировать жителей покупать частные автомобили на природном газе. В конце

⁶⁵ Statistical review of world energy 2021. British Petroleum, 2021.

⁶⁶ Топорков А. Ямал-СПГ продал первую партию газа в Китай // Ведомости. 2017. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2017/12/27/746739-yamal-spg>. (дата обращения: 14.06.2022)

⁶⁷ Попов, С. П. География газовой промышленности Китая: новый ресурс развития // Пространственная экономика. 2013. № 2. С. 22-48.

2011 г. в Китае было всего 200 заправок СПГ. В 2020 г. количество заправок природного газа и СПГ увеличилось до 10,8 тыс. штук.



Рисунок 1.8 – Импорт природный газ и СНГ в период 2006-2020 гг. в Китае

Источник: составлено автором на основе статистических данных^{68,69}.

Сравнение прироста потребления 3 основных энергетических ресурсов – каменного угля, сырой нефти и природного газа за период с 2000 г. по 2020 г. позволило выявить главный тренд использования энергетических ресурсов в Китае. В целом природный газ имеет самый быстрый темп прироста потребления, темп прироста сырой нефти после X пятилетки стабилизировался, а темп прироста потребления каменного угля под воздействием энергетической политики очень сильно снизился (рисунок 1.9).

За период 2014-2017 гг. появилось снижение объема потребления каменного угля, что связано с китайской политикой устойчивого развития. После этого периода темп прироста потребления каменного угля становится отрицательным, чтобы снизить количество выбросов CO₂.

После появления идеологии перехода на низкоуглеродное развитие темп прироста потребления каменного угля в период XII пятилетки уменьшился, а за период с 2014 г. по 2017 г. показал отрицательный темп роста. Но на сегодняшний день в структуре потребления энергетических ресурсов каменный уголь также занимает самое главное место в Китае.

⁶⁸ Статистические данные. URL: <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>

⁶⁹ Отчет о больших данных по энергетике Китая (2021 г.) – природный газ. URL: <http://www.zgsyqx.com/list.asp?id=7125> (дата обращения: 11.01.2022).

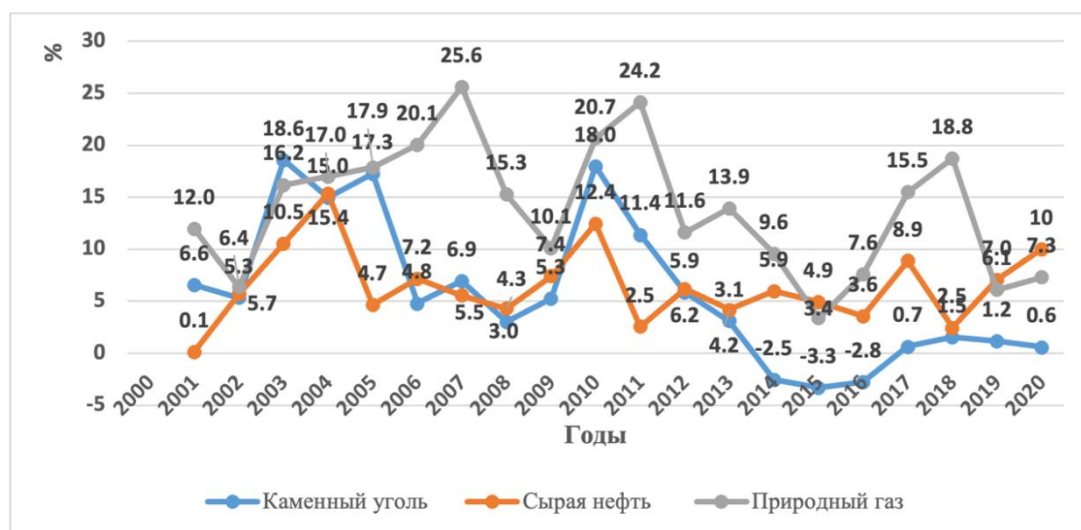


Рисунок 1.9 - Темп прироста потребления каменного угля, сырой нефти и природного газа в период 2000–2020 гг. в Китае, %.

Источник: составлено автором на основе статистических данных⁷⁰.

В таблице 1.7 обобщены основные результаты целевых показателей в период X-XIII пятилетки.

Таблица 1.7 – Основные результаты по достижению целевых показателей в период X-XIII пятилетки Китая

№	Целевые показатели	Пятилетка			
		X	XI	XII	XIII
1	Объем потребления первичной энергии, млрд т.у.т.	2,36 (1,32)	3,25 (2,7)	4,30 (4)	4,98 (5)*
в том числе:					
2	- доля каменного угля, потреблении первичной энергии %	72,80 (-)	69,20 (66,1)*	63,80 (65)	56,90 (58)
3	- доля потребления сырой нефти, %	21,70 (-)	17,40 (20,5)*	18,40 (18,3)*	18,80
4	- доля потребления природного газа, %	1,90 (-)	4,00 (5,3)*	5,80 (7,5)*	8,40 (10)*
5	- доля неископаемых источников энергии, %	3,00 (-)	9,40 (8,1)	12,00 (11,4)	15,90 (15)
6	Объем производства первичной энергии, млрд т.у.т.	2,16 (-)	2,97 (2,446)	3,61 (4,3)*	4,08 (4)
в том числе:					
7	- объем производства каменного угля, млрд тонн	2,35 (-)	3,20 (-)	3,75 (4,1)	3,90 (3,9)
9	- объем производства природного газа, млрд куб. м	49,30 (-)	94,80 (92)	134,60 (156,5)*	192,40 (220)*
11	Установленная мощность электроэнергии, млрд кВт	0,52 (0,37)	0,97 (-)	1,53 (1,49)	2,20 (2,00)

⁷⁰ Статистические данные. URL: <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>

Продолжение таблицы 1.7

№	Целевые показатели	Пятилетка			
		X	XI	XII	XIII
в том числе:					
12	- от каменного угля, млрд кВт	0,39 (-)	0,66 (-)	0,90 (0,96)*	1,08 (-)
13	- от гидроэлектростанции, млрд кВт	0,12 (-)	0,22 (-)	0,32 (0,29)	0,37 (-)
14	- от атомной электростанции, млн кВт	6,85 (-)	10,82 (-)	30,00 (40)*	50,00 (-)
15	- от природного газа, млн кВт	-	26,42 (-)	70,00 (56)	100,00 (-)
16	- от ветроэлектростанции, млн кВт	1,26 (-)	31,00 (-)	130,00 (100)	280,00 (-)
17	- от солнечной электростанции, млн кВт	-	0,86 (-)	40,00 (21)	250,00 (-)
18	Выбросы CO ₂ на единицу ВВП (углеродоемкость), млн тонн / трлн долл. (по цене 2015 г.)	1,32 (-)	1,08* (2010 г. сократить углеродоемкости на 20% по сравнению с 2005 г.)	0,84 (2015 г. сократить углеродоемкости на 17% по сравнению с 2010 г.)	0,68 (2020 г. сократить углеродоемкости на 18% по сравнению с 2015 г.)

В скобках указан планируемый показатель; * – показатель не достигнут; «-» – планируемый показатель не указан.

Источник: составлено автором на основе статистических данных⁷¹.

Из таблицы следует, что объемы производства и потребления сырой нефти и газа в течение ряда лет не достигали целевых показателей. А развитие возобновляемых источников энергии опережало целевые показатели. То есть в целом Китай ускоряет развитие возобновляемых источников энергии для скорейшего достижения углеродной нейтральности в рамках устойчивого развития.

В рамках XII энергетической пятилетки, с принятием «Закона о возобновляемых источниках энергии» КНР, общая выработка электроэнергии электростанциями на основе ВИЭ в 2020 г. составила 7779 млрд кВт•ч, что выше, чем в 2000 г. в 5,7 раз. В структуре источников энергии на производство электроэнергии Китая по сравнению с 2000 г., в 2020 г. доля ископаемого источника энергии снизилась на 15,6%, в том числе доля гидроэнергетики увеличилась на 0,6%, доля атомной энергии – 3,1%. (рис. 1.10)^{72,73}.

⁷¹ Статистические данные. URL: <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>

⁷² Ежегодная энергетическая статистика...2016. – 中国能源统计年鉴– 2016 [Ежегодная энергетическая статистика КНР. 2016 г. Пекин: Чжунго тунцзи чубаньшэ, 2016. 358 с.].

⁷³ Ежегодная энергетическая статистика...2020. – 中国能源统计年鉴– 2020 [Ежегодная энергетическая статистика КНР. 2020 г. Пекин: Чжунго тунцзи чубаньшэ, 2020. 356 с.].

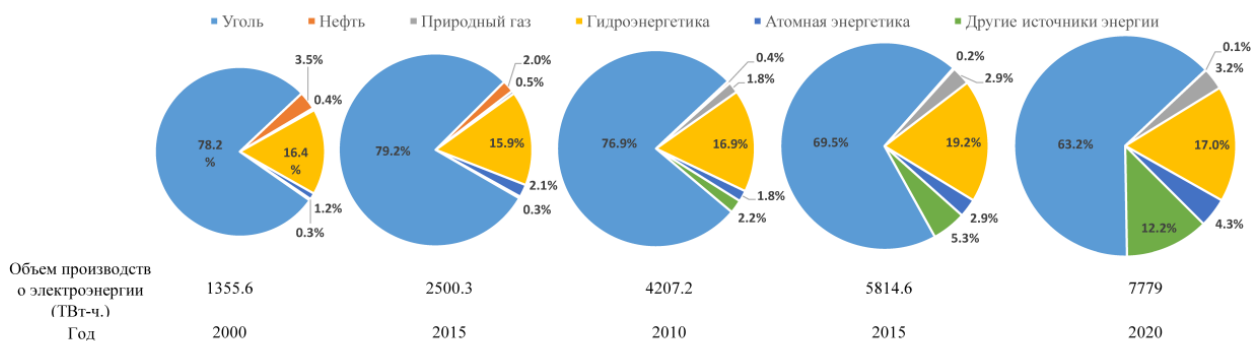


Рисунок 1.10 – Структура источников первичных энергоресурсов на производство электроэнергии Китая в период 2000–2020 гг.

Источник: рассчитано автором: 1. Tracking SDG 7 // The Energy Progress Report.
 URL: <https://trackingsdg7.esmap.org/results>; 2. Statistical review of world energy 2021. British Petroleum, 2021

При этом в данный период государство принимало ряд мер, например:

- в области развития гидроэнергетики, расширялось создание инфраструктуры для гидроэлектростанций с большим масштабом, поддерживалось развитие малых гидроэлектростанций в северо-западном регионе со слабым социально-экономическим развитием;

- в области развития ветроэнергетики было усилено развитие ветроэнергетики в среднего-восточном и южном регионе, а в северном регионе строятся ветроэлектростанции большого масштаба;

- оказывалась поддержка диверсификации использования солнечной энергии, активное продвижение развития технологий солнечной энергии для обогрева и охлаждения, реализация широкомасштабного использования солнечных водонагревательных систем, систем отопления и охлаждения, а также расширение использования солнечных водонагревательных систем в городах и селах;

- совершенствовались системы отопления на биомассе и развитие производства электрической энергии из биомассы на основе мусоросжигания;

- расширялась деятельность по разведке и оценке потенциала геотермальной энергетики и строительство новых геотермальных электростанций в западном регионе с большим масштабом, также создание геотермальных электростанций малого масштаба в восточном регионе.

Согласно стратегическому документу «Стратегия революции в производстве и потреблении энергии (2016-2030 гг.)», до 2030 г. в области развития ВИЭ Китай будет укреплять развитие ветроэнергетики, солнечной энергии, повышать их эффективность, соответственно, снижать их расход для достижения более конкурентоспособной цены их

конечного потребления по сравнению с другими видами энергоресурсов, используемых при производстве энергии.

Под руководством МЭА, Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA), Мирового Банка, Статистический отдел ООН (UNSD) и ООН сформирован официальный сайт «Tracking SDG 7», в котором представлены информационные базы индикаторов каждой из стран-участников и годовой отчет «Энергетический отчет о прогрессе». В нем оценивается прогресс каждой страны в достижении этих целей и дается обзор того, насколько мы близки к достижению ЦУР 7.⁷⁴

По результатам их исследования в таблице 1.8 показаны динамика индикаторов ЦУР 7 и 13 Китая и всего мира в период 2000-2020 гг.

Таблица 1.8 – Динамика индикаторов ЦУР 7 и 13 Китая и всего мира в период 2000-2020 гг.

№ задачи	Индикатор	В 2020 г.		Темп прироста в период 2000-2020 гг., %	
		Весь мир	Китай	Весь мир	Китай
7.1	Доля населения потребляющего электроэнергию от всей страны, %	91,0	100,0	16,7	3,1
	Доля населения использующего в основном чистые виды топлива и технологии	69,0	79,0	40,8	88,1
7.2	Доля ВИЭ в структуре конечного потребления, %	17,7	*	4,7	*
7.3	Энергоемкость ВВП, мегаджоуль / доллар (паритет покупательной способности в 2017 г.)	4,7	6,3	-24,2	-41,7
	Потребление электроэнергии от ВИЭ для населения, кВт / чел.	246,0	622,0	318,8	954,2
13.2	Общие годовые выбросы парниковых газов, млн тонн	32078,0	9974,3	35,7	199,7

*- нет данных

Источник: рассчитано автором на основе опубликованных данных^{75,76}.

Из таблицы 1.8. следует, что уровень использования чистой энергии Китая выше, чем средний уровень всего мира, энергоемкость ВВП снижалась быстрее, чем в мире, однако заметное отставание от мировых показателей наблюдается в динамике выбросов CO₂.

⁷⁴ Tracking SDG 7 // The Energy Progress Report. [Электронный ресурс]. URL: <https://trackingsdg7.esmap.org/results> (дата обращения: 13.03.2023).

⁷⁵ Tracking SDG 7 // The Energy Progress Report. URL: <https://trackingsdg7.esmap.org/results>

⁷⁶ Statistical review of world energy 2021. British Petroleum, 2021.

1.3 Перспективы развития энергетического сектора Китая до 2030 г.

В настоящее время основным документом среднесрочного и долгосрочного развития является «Стратегия по изменению в производстве и потреблении энергетических ресурсов (2016-2030 гг.)» (далее – Стратегия), разработанная Национальной комиссией по развитию и реформам и Государственным управлением по делам энергетики КНР в декабре 2016 г. Стратегия выстраивает ориентиры для дальнейшего развития энергетической отрасли в Китае. Ее основные положения заключаются в следующем:

- создание новой энергетической структуры, способствующей повышению энергоэффективности (снижению энергоемкости);
- построение чистой и низкоуглеродной энергетической системы на основе концепции «Умная энергетика»;
- развитие научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок (НИОКР) по направлениям развития высокоэффективной энергетической системы;
- содействие модернизации системы управления в энергетике;
- укрепление всестороннего международного сотрудничества для создания сообщества с едиными взглядами на развитие энергетики.

В соответствии с данной энергетической стратегией Китая сформированы целевые показатели XIV пятилетки (в период 2021-2025 гг.). В таблице 1.9. представлены соотношения заданных значений показателей по двум основным документам энергетической стратегии Китая. В целом Китай ускоряет развитие возобновляемых источников энергии для достижения углеродной нейтральности в рамках устойчивого развития.

Таблица 1.9 – Целевые показатели стратегических документов, формирующих энергетическую стратегию Китая

Показатели	Документ	
	Энергетический план XIV энергетической пятилетки (до 2025 г.)	Стратегия по изменению в производстве и потреблении энергетических ресурсов
Энергоемкость ВВП	к 2025 г. сократить энергоемкость ВВП на 13,5% по сравнению с 2020 г.	достижение среднемирового уровня
Доля использования не ископаемых источников энергии для выработки электричества, %	39	>50
Выбросы CO ₂ на единицу ВВП (углеродоемкость)	к 2025 г. сократить углеродоемкость на 18% по сравнению с 2020 г.	к 2030 г. сократить углеродоемкость на 60-65% по сравнению с 2005 г.

Источник: составлено автором на основе опубликованных данных^{77,78}.

⁷⁷ Планирование современной энергетической системы... – “十四五”现代能源体系规划 [Планирование современной энергетической системы «14 пятилетка»]. URL:

Согласно стратегическому документу «Стратегия революции в производстве и потреблении энергии (2016–2030 гг.)», в будущем Китай будет принимать ряд мер по повышению доли природного газа в структуре потребления первичных энергоресурсов и снижению использования каменного угля. Для этого важно:

- содействовать трансформации и модернизации традиционных отраслей с помощью регулирования структуры потребления энергоресурсов. Ограничить развитие отраслей с высоким энергопотреблением и высоким уровнем загрязнения, а также снижать количество промышленных предприятий с высоким потреблением каменного угля;

- совершенствовать стандарты и системы измерения эффективности энергоресурсов и энергии, улучшать системы её оценки и содействовать совершенствованию систем управления выбросами загрязняющих веществ и углерода;

- содействовать эффективности использования энергоресурсов в отраслях промышленности с высокой добавленной стоимостью, в высокотехнологичных и высокоэффективных отраслях. Внедрять более строгие стандарты эффективности использования энергоресурсов и выбросов загрязняющих веществ и углерода в отраслях, использующих уголь, таких как производство стали и строительных материалов;

- оптимизировать транспортную структуру, активно развивать железнодорожный транспорт, в том числе городской, водный транспорт, а также сокращать дальние автомобильные перевозки насыпных грузов, таких как каменный уголь;

- продолжать совершенствовать политические инициативы, направленные на продвижение внедрения и применение малолитражных транспортных средств и электромобилей, а также автомобилей на природном газе;

- содействовать внедрению передовых высокоэффективных энергосберегающих технологий и их использованию в различных областях экономической деятельности, таких как промышленность, строительство и транспорт;

- ускорить замещение каменного угля природным газом, а также обеспечить поставку природного газа согласно сезонным колебаниям спроса, увеличивать степень газификации в населенных пунктах.

Для достижения цели углеродной нейтральности основными направлениями являются: повышение эффективного использования энергоресурсов и повышение доли использования ВИЭ. «Закон о возобновляемых источниках энергии» КНР, принятый в январе 2006 г., способствовал быстрому развитию ВИЭ в Китае. К концу 2019 г. достигнутая мощность ВИЭ (кроме гидроэнергетики) превысила гидроэнергетику; ВИЭ

http://www.nea.gov.cn/1310524241_16479412513081n.pdf. (дата обращения: 11.07.2022).

⁷⁸ Стратегия по изменению в производстве и потреблении энергетических ресурсов (2016–2030 гг.). Национальный комитет реформ и развития КНР, 2016.

стали вторым по величине источником энергии в стране для производства электроэнергии.

Следует отметить, что согласно документу «XIV пятилетний план развития ВИЭ», опубликованному под руководством Государственный комитет по развитию и реформам, доля ВИЭ должна достигнуть до 2030 г. – 25%.

Также необходимы такие меры как повышение объема инвестиций, разработка новых технологий использования ВИЭ, ускорение разработки технологий и оборудования для высокоэффективного использования солнечной энергии, и особенно, в области исследования материалов для создания солнечных батарей⁷⁹. В частности, в сельских населенных пунктах имеются условия для возможного развития солнечной энергии, неглубокой геотермальной энергии, энергии биомассы и т. д.

Коэффициент корреляции между производством и потребления энергоресурсов отражает силу связи между относительными движениями между ними. В период 2000–2020 гг. коэффициенты корреляции между производством и потребления каменного угля, сырой нефти и природного газа составили 0,994, 0,678 и 0,985. Следует отметить о том, что производство и потребление сырой нефти имеет самую слабую связь из трёх видов энергоресурсов, соответственно, между производством и потреблением каменного угля имеется самая сильная корреляция.

Используя метод наименьших квадратов, построены вероятностные прогнозы производства и потребления углеводородов: каменного угля, сырой нефти и природного газа до 2030 г. на основе данных за период 2000-2020 гг. В таблице 1.10 представлены уравнения тренда и результаты прогноза. Выбор уравнения тренда основан на сравнении коэффициентов детерминации для разных типов полученных уравнений: для получения прогноза выбрано уравнение, для которого R^2 больше.

Таблица 1.10 – Прогноз объем производства и потребления углеводородных энергетических ресурсов Китая до 2030 г.

Вид энерго-ресурса	Направление	Уравнение тренда	Коэффициент аппроксимации R^2	Прогноз	
				2020 г.	2030 г.
Каменный уголь (млрд т)	Производство	$Y^{\wedge}=0,79+0,33*t-0,009*t^2$	0,94	3,9	2,37
	Потребление	$Y^{\wedge}=0,67+0,35*t-0,009*t^2$	0,95	4,0	2,87

⁷⁹ Салыгин В.И., Улиев И.А., Рябова М.И. Проблемы и перспективы развития сектора возобновляемых источников энергии в Китае // Вестник МГИМО-Университета. 2015. Т. 43. № 4. С. 36-45.

Продолжение таблицы 1.10

Вид энерго-ресурса	Направление	Уравнение тренда	Коэффициент аппроксимации R ²	Прогноз	
				2020 г.	2030 г.
Сырая нефть (млн т)	Производство	$Y^{\wedge}=169,51+1,85*t$	0,54	194,8	266,86
	Потребление	$Y^{\wedge}=190,07+14,74*t+0,47*t^2$	0,99	736,0	1098,68
Природный газ (млрд куб.м.)	Производства	$Y^{\wedge}=15,92+5,68*t+0,11*t^2$	0,99	192,5	297,71
	Потребление	$Y^{\wedge}=20,75+0,96*t+0,65*t^2$	0,99	324,0	675,16
Доля ВИЭ в структуре конечного потребления, %		$Y^{\wedge}= 33,84 - 3,19t + 0,11t^2$	0.99		30,7

Источник: составлено автором на основе опубликованных данных^{80,81}.

Для прогноза производства и потребления каменного угля наилучшим уравнением является уравнение тренда 2-го порядка. Согласно прогнозу, производство и потребления каменного угля будет снижаться до 2030 г. Данная закономерность отвечает современной энергетической политике Китая по сокращению использования каменного угля для производства электроэнергии. К концу периода производство каменного угля может снизиться на 36,8%, а его потребление на 29,1%.

Прогноз производства сырой нефти осуществлен по модели линейного тренда. Для описания тенденции производства сырой нефти выбрана модель линейного тренда, несмотря на низкий показатель R², так как в период 2019-2020 гг. в связи с ограничениями по коронавирусной инфекции производство нефти сократилось, но в настоящее время оно снова выросло и вернулось к «допандемийному» уровню. Потребление нефти устойчиво возрастает и его динамика надежно описана уравнением параболы 2-го порядка. В период 2000-2020 гг. потребление сырой нефти возрастало в среднем на 25 млн тонне ежегодно. Разрыв между объемом производства и потребления сырой нефти продолжит увеличиваться, следовательно для Китая очень актуальной проблемой является поиск поставщиков для увеличения импорта сырой нефти.

Динамика добычи и потребления природного газа описывается уравнением

⁸⁰ Statistical review of world energy 2021. British Petroleum, 2021.

⁸¹ Tracking SDG 7 // The Energy Progress Report. URL: <https://trackingsdg7.esmap.org/results> (дата обращения: 13.03.2023).

параболы 2-го порядка и отражает восходящую динамику показателей. К 2030 г. по нашим оценкам добыча газа увеличится к уровню 2020 г. на 62,1%, а потребление – на 106,1%. Для данного вида ресурсов Китаю также необходимо обеспечить достаточный импорт во всем большем объеме.

Согласно требованию «XIV пятилетки до 2025 г. объемы производства сырой нефти и природного газа достигнут стратегической цели: объемы производства сырой нефти будут составлять 217,61 млн тонн (его величина должна достигнуть 200 млн тонн), а объемы производства природного газа будет составлять 237,96 млрд куб. м (его величина должна достигнуть 230 млрд куб. м). Однако, согласно нашим оценкам, доля потребления энергии от ВИЭ в Китае до 2025 г. не достигнет целей, заложенных в стратегии развития энергетической отрасли. (14,8%, против 20%).

Согласно требованию «Стратегия по изменению в производстве и потреблении энергетических ресурсов 2016-2030 гг.», при условии сохранения выявленных тенденций к 2030 г. доля потребления природного газа будет состоять на 8,8%, меньше, чем планировалось (15%). Поэтому разработку 14-й пятилетки нужно реализовывать на основе долгосрочной энергетической стратегии, чтобы выполнить задачи, которые не были еще решены в полном объеме⁸².

Поэтому одной из главных задач для регулирования использования энергоресурсов в Китае является увеличение энергоэффективности. Повышение эффективности использования энергоресурсов в рамках устойчивого развития экономики Китая позволит снизить выбросы CO₂ и внести вклад в энергетическую независимость Китая.

⁸² Чжоу Ц. Анализ тенденций развития энергетической стратегии КНР до 2030 г. на основе энергетического баланса // Аудит и финансовый анализ. – 2020. № 3 – С. 215-219.

ГЛАВА 2. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ: ПОНЯТИЕ, ПОКАЗАТЕЛИ, МЕТОДЫ РАСЧЕТА

2.1. Теоретико-методические основы измерения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов

Топливо-энергетические ресурсы (ТЭР) включают в себя совокупность различных видов энергоносителей, полученных напрямую или путем обработки и преобразования для создания следующих источников топлива и энергии: каменного угля, сырой нефти, природного газа, метана, гидроэнергии, ядерной энергии, энергии ветра, солнечной энергии, геотермальной энергии и биомассы. При этом к ТЭР относятся первичные энергоресурсы, полученные напрямую из природных источников, а также вторичные, в виде побочных продуктов, например, кокс, электричество, тепло, рафинированная нефть, возобновляемые источники энергии и другие продукты, полученные в результате технологической обработки и преобразования первичных энергоресурсов⁸³. На рисунке 2.1 представлена классификация топливно-энергетических ресурсов.



Следует отметить, что в настоящее время производится постоянное обновление перечня существующих видов ТЭР путем добавления новых энергоресурсов, полученных в результате исследований и разработок.

Подходы к классификации ТЭР также могут несколько различаться составом классификационных признаков. Так, согласно классификации Министерства природных ресурсов Китайской Народной Республики имеет место деление на коммерческие энергоресурсы и некоммерческие. К коммерческим относятся сырьевые источники энергии, поступающие на рынок энергоресурсов (например, каменный уголь, сырая нефть, природный газ и электричество). К некоммерческим энергоресурсам, в основном, относят дрова и растительные остатки (солома и т. д.)⁸⁵.

В широком понимании эффективность использования ресурсов может рассматриваться и как результативность в достижении целей («effectiveness») и как соотношение результата и расхода ресурсов на его достижение «efficiency»⁸⁶.

Рассмотрим более узкие подходы к содержанию понятия эффективности использования энергоресурсов (энергоэффективности).

Относительно критериев эффективности использования энергоресурсов существуют разные мнения и подходы, которые систематизированы в таблице 2.1.

⁸⁵ Обзор и классификация энергоресурсов. [Электронный ресурс]. URL: http://www.mnr.gov.cn/zt/wh/wskt/wskt_syzs/201202/t20120216_2041729.html (дата обращения: 14.07.2021)

⁸⁶ Cooper W. W. Data Envelopment Analysis: A comprehensive text with models, applications, references, and DEA-Solver software / W. W. Cooper. New York: Springer, 2007. 490 p.

Таблица 2.1 – Методические подходы к трактовке понятия «эффективность использования энергоресурсов»

Методический подход	Критерий эффективности	Ученые, применявшие данный подход, документ
Физический	Соотношение поступления и расходов ЭР в натуральном выражении; оценка эффективности на каждом этапе движения ЭР (добыча, переработка, конечное использование)	Цзян Цзиньхэ (2004) ⁸⁷
Экономический	Отношение объема использования ЭР к ВВП (добавленной стоимости, стоимости произведенных товаров и услуг)	Цзян Цзиньхэ (2004) ⁸⁸
	Отношение конечного потребления к экономическому выпуску	Ши Дань (2006) ⁸⁹
	Отношение объема конечного использования ЭР к ВВП, к численности населения	М. А. Иващенко, И. П. Мамий (2015) ⁹⁰
Технический (технологический)	Соотношение поступления и расходов ЭР в натуральном выражении; оценка эффективности использования производится после технической обработки	Ши Дань (2006) ⁹¹
	Энергосбережение	Д. В. Орлов (2015) ⁹²
Технико-экономический	Энергоемкость (потребление ЭР на единицу экономического показателя (ВВП, добавленной стоимости в отраслях или секторах экономики); энергоэффективность (соотношение объема произведенной полезной продукции и объема потребления энергии в данном производстве)	Международное энергетическое агентство (МЭА) ⁹³

⁸⁷ Цзян Ц., 2004 – 蒋金荷.提高能源利用效率与经济结构调整的策略分析/ 蒋金荷// 数量经济技术经济研究, 2004,(10):16-23. [Цзян, Ц. Стратегии повышения энергоэффективности и корректировки экономической структуры / Цзян Цзиньхэ // Шулян цзинци цзишу цзинци яньцзю [Количественная экономика Техническая экономика Исследования]. 2004. №10. С. 16-23.].

⁸⁸ Там же.

⁸⁹ Ши Д., 2006 – 史丹.中国能源利用效率的地区差异与节能潜力分析/ 史丹// 中国工业经济,2006,(10):49-58.[Ши, Д. Региональные различия эффективности использования энергоресурсов и потенциал энергосбережения в Китае / Ши Дань // Чжунго гуне цзинци [Китайская индустриальная экономика]. 2006. №10. С. 49-58].

⁹⁰ Иващенко М. А., Мамий И. П. Прогнозные топливно-энергетические балансы: методологические проблемы и варианты формирования // Вестник НГУЭУ. 2005. №4. С.128-134.

⁹¹ Ши Д. Региональные различия эффективности использования энергоресурсов и потенциал энергосбережения в Китае. 2006.

⁹² Орлов Д. В., Мумладзе Д. Г., Троценко В. М., Лесков И. А. Эффективность использования энергоресурсов // Евразийский союз ученых. – 2015. – №10(19). – С. 108-111.

⁹³ Показатели энергоэффективности: основы формирования политики / IEA [Электронный ресурс]. URL: https://iea.blob.core.windows.net/assets/08eba505-7103-4840-8f9f-e3a37a0315a3/Essentials_RU_final_FULL.PDF.

Продолжение таблицы 2.1

Методический подход	Критерий эффективности	Ученые, применявшие данный подход, документ
Технико-экономический	Определение минимально возможного объема ЭР для производства того же объема продукции (что требует совершенствования технологий в энергетической сфере)	Сяо Сяоай (2009) ⁹⁴
	Отношение расчетного оптимального потребления ЭР (энергии), необходимого для достижения поставленных экономических целей, к фактическому потреблению энергоресурсов	Юань Ицзюнь с соавт. (2012) ⁹⁵
	Соотношение прибыли от добычи и использования ЭР к затратам на ее производство и переработку с учетом существующего уровня развития техники и технологий и соблюдения требований к охране окружающей природной среды;	ст. 1 Федерального закона «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2009 N 261-ФЗ ⁹⁶
	Результативность (в производственной деятельности, инновационной сфере, во взаимодействии с потребителями, природоохранные мероприятия), рентабельность, удовлетворяющие нормам действующего законодательства	Н.Г. Сидорова с соавт. (2013) ⁹⁷

Источник: составлено автором.

Обобщая вышеизложенные подходы нами предлагается следующее определение эффективности использования энергетических ресурсов – это *сокращение затрат энергоресурсов для предоставления эквивалентных энергетических услуг при существующем уровне развития технологий, социально-экономических процессов и обеспечивающее соблюдение экологических норм по снижению негативного воздействия*

⁹⁴ Сяо, С., 2009 – 肖小爱. 基于 DEA 的区域能源利用效率比较研究 [D]. 湖南大学, 2009: 65. [Сяо, С. Сравнительное исследование региональной эффективности использования энергоресурсов на основе модели DEA: дис...магистра экономических наук / Сяо Сяоай; Ху нань да сюе [Хунаньский университет]. Чанша, 2009. 65 с.].

⁹⁵ Юань, И., 2012 – 原毅军. 结构、技术、管理与能源利用效率——基于 2000—2010 年中国省际面板数据的分析 / 原毅军, 郭丽丽, 孙佳 // 中国工业经济, 2012(07):18-30. [Юань, И. Структура, технология, управление и энергоэффективность — анализ на основе данных провинций Китая в период 2000-2010 гг. / Юань Ицзюнь, Го Лили, Сунь Цзя // Чжун го гун е цзин цзи [Китайская индустриальная экономика]. 2012. №7. С. 18–30].

⁹⁶ Федеральный закон от 23.11.2009 N 261-ФЗ (ред. от 13.06.2023) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» // КонсультантПлюс: электронная справочная правовая система.

⁹⁷ Сидорова Н.Г., Сидоров Д.Е. Теоретико-методологические основы эффективного использования топливно-энергетических ресурсов // Транспортное дело в России. 2013. № 4. С. 111-112.

на окружающую среду и здоровье населения с учетом обеспеченности производства собственными энергоресурсами.

Эффективность использования энергоресурсов может быть измерена системой показателей, включающей показатели технологические (на этапах производства, переработки, конечного использования отражающие отношение объема производства (переработки, потерь) и использования ресурсов в натуральном выражении), экологические (отражающие вредное воздействие на окружающую среду и здоровье населения), социально-экономические факторы, определяющие внутренний спрос на энергоресурсы. Подробная информация о топливно-энергетическом балансе по провинциям КНР представлена в приложении А.

Следующим шагом исследования энергоэффективности выступает вопрос ее оценки. Существует целый ряд подходов и методов для количественной оценки эффективности использования энергетических ресурсов⁹⁸. Рассмотрим основные из них.

В 2014 г. МЭА опубликован доклад «Показатели энергоэффективности: основы формирования политики», в котором представлена система показателей энергоэффективности в разных отраслях конечного потребления для поддержки разработки политики и ее реализации. В данном исследовании применялся *индексный факторный анализ* как основная методика для количественной оценки влияния факторов на энергопотребление.⁹⁹ МЭА обладает обширным массивом данных, что позволило осуществить расчеты по измерению влияния факторов на потребление энергии в секторах конечного потребления (жилищном, промышленном, на транспорте и др.), а также в разрезе стран и регионов.

Ли Ся¹⁰⁰ с помощью модели факторного анализа оценила эффективность использования энергии. В работе предложена система показателей, состоящая из трех блоков: энергосбережение, энергоэффективное использование и снижение выбросов загрязняющих веществ. Результаты кластерного анализа показали, что Тяньцзинь имеет самый высокий уровень энергоэффективности, Пекин занимает второе место, за ним следуют провинции Фуцзянь, Шанхай и другие восточные регионы, а Внутренняя Монголия, Синьцзян, Шаньси и другие западные регионы имеют самые низкие значения энергоэффективности. Данное исследование было выполнено около 10 лет назад. С того

⁹⁸ Eichhammer W. Mannsbart. Industrial energy efficiency Indicators for a European crosses, country of energy efficiency in the manufacturing industry / W. Eichhammer // Energy Policy. 1997. V. 25. N 9. P. 759–772.

⁹⁹ Показатели энергоэффективности: основы формирования политики. Париж: Международное энергетическое агентство, 2014. 180 с.

¹⁰⁰ Ли, С., 2013. – 李霞.我国能源综合利用效率评价指标体系及应用研究 [D]. 中国地质大学, 2013:111. [Ли, С. Комплексная система оценки эффективности использования энергии в моей стране и прикладные исследования: дис...доктора экономических наук / Ли Ся; Чжун го ди чжи да сие [Китайский университет наук о Земле]. Ухань, 2013. 111 с.].

момента в энергетической системе Китая произошли значительные изменения. Поэтому анализ использования энергоресурсов в разрезе провинций необходимо продолжить. Очевидно, оценка региональных различий энергоэффективности в целом и по видам ресурсов остается актуальным направлением исследований в Китае.

Научной организацией, занимающейся вопросами оценки энергоэффективности, является Азиатско-тихоокеанский энергетический исследовательский центр (АТЕРЦ), который изучает данный вопрос в соответствии с различными задачами и целями, связанными с определением перспектив энергетической отрасли, развитием рынка и энергополитики. АТЕРЦ проводит такую оценку по странам, регионам и отдельным предприятиям путем построения соответствующих систем показателей. При этом его главная цель – анализировать ретроспективную и текущую ситуацию и проводить оценку будущих тенденций для выработки рекомендаций по достижению эффективного использования энергоресурсов. Кроме того, Центр проводит работу по разработке политики энергетической эффективности и сокращению выбросов, формируя определенную нормативную основу для международного сообщества¹⁰¹.

Национальным бюро статистики КНР сформирована официальная система показателей эффективности использования энергоресурсов и энергии на уровне провинции Китая. Китайские ученые расширяли перечень расчетных показателей для исследования в рамках данной темы. Многие китайские ученые исследовали факторы, влияющие на эффективность использования энергоресурсов и энергии. Юань Ицзюнь с коллегами¹⁰² использовали *стохастический граничный анализ* в оценке энергоэффективности по провинциям в период 2001-2010 гг. методом максимального правдоподобия. Результаты их исследования показали, что в долгосрочной перспективе негативное влияние структуры энергопотребления на эффективность использования энергии более существенно, чем влияние урбанизации, а влияние регулирования отраслевой структуры незначительно. С последним утверждением трудно согласиться, поскольку именно государственное регулирование потребления энергоресурсов путем реализации крупных проектов по развитию инфраструктуры (газопроводы, нефтепроводы, газификация жилья, производство сжиженного природного газа, замена угля на другие виды топлива для бытовых нужд и т.п.) существенно изменило структуру конечного потребления основных видов энергоресурсов в Китае.

¹⁰¹ Energy efficiency indicators, a study of energy efficiency indicators for industry in APEC economies. Tokyo: Asia Pacific Energy Research Centre, 2000. 170 p.

¹⁰² Юань, И. Структура, технология, управление и энергоэффективность – анализ на основе данных провинций Китая в период 2000-2010 гг. // Чжун го гун е цзин цзи [Китайская индустриальная экономика]. 2012.

Другие китайские ученые, Ли Чэньюй и Чжан Шицян¹⁰³, использовали модель DEA, чтобы оценить эффективность использования каменного угля по провинциям в период 2006-2015 гг., и выбрали влияющие факторы, среди них уровень экономического развития, объем иностранных инвестиций, технологический прогресс и открытость внешнему миру. Исследование выполнено с помощью модели уравнения структуры (Structural equation modeling). Эти факторы оказывают существенное положительное влияние на эффективность использования каменного угля, а отраслевая структура, стоимость транспортировки оказывают негативное влияние на эффективность. Влияние промышленного кластера на эффективность использования каменного угля незначительна. Этот вывод можно объяснить тем, что современная промышленность постепенно отказывается от использования каменного угля. Кроме того, в исследовании не затронуты проблемы экологической эффективности использования каменного угля.

Группа исследователей из Института энергетических исследований Национальной комиссии развития и реформ Китая показала, что за период 2000-2010 гг. в целом в области эффективности использования энергоресурсов и энергии в стране отмечается определенный прогресс¹⁰⁴. Однако в период 2004-2005 гг. и 2008 г. уровень эффективности начал снижаться. Авторы объясняют это тем, что с 2003 г. индустриализация Китая ускорилась, быстрый темп роста развития отраслей с высоким энергопотреблением привел к резкому увеличению потребления энергии, что, в свою очередь, привело к увеличению спроса и цен на энергоресурсы. В 2008 г. цены на основные виды энергоресурсов в Китае и за рубежом достигли исторического максимума, поэтому индекс энергетической безопасности значительно снизился.

Ван Лу в диссертации¹⁰⁵ создал свою систему показателей устойчивого развития экономики по регионам Китая в области потребления чистой энергии, куда были включены четыре блока (25 показателей), отражающих поставки энергоресурсов, потребление энергоресурсов и энергии, экологию и качество управления энергоресурсами. Стоит отметить, что использованные показатели «индекс эффективности управления», «сила энергетической политики» и «общественное признание», отражающие уровень

¹⁰³ Ли, Ч., 2020 – 李成宇.中国省际煤炭资源利用效率研究/ 李成宇,张士强// 中国煤炭,2020,46(03):13-22. [Ли, Ч. Исследование эффективности использования каменного угля провинций в Китае / Ли Чэньюй, Чжан Шицян // Чжун го мэи тань [Китайский уголь]. 2020. №3. С. 13-22].

¹⁰⁴ Мяо, Ч., 2012 – 苗韧.中国能源可持续发展评价指标体系构建与初步评价 / 苗韧,王凌霏,吴頔,胡秀莲,周伏秋// 中国能源,2012,34(03):22-27. [Мяо, Ч. Построение и предварительная оценка системы индексов оценки развития устойчивой энергетики Китая / Мяо Чжи, Ван Линфэй, У Ди, Ху Сюлянь, Чжоу Фуцю // Чжунго энэюань [Энергетический сектор Китая]. 2012. №3. С. 22–27].

¹⁰⁵ Ван, Л., 2018 – 王璐. 能源系统可持续性综合评价方法及其应用研究 [D]. 北京理工大学,2018:167. [Ван, Л. Исследования по комплексному методу оценки и применению устойчивости энергетической системы: дис...доктора экономических наук / Ван Лу; Бэй цзин ли гун да сюе [Пекинский технологический институт]. Пекин, 2018. 167 с.].

энергетического управления, были получены в результате социологических опросов. Исследование показало, что в период XI-XII пятилетки уровень устойчивого развития в западных провинциях был выше, чем на востоке страны.

Коллектив китайских ученых¹⁰⁶ создал систему показателей эффективного использования энергии при производстве нефтепродуктов в нефтеперерабатывающем заводе Китая с позиций технологии, экономики, экологии и структуры потребления энергии, которая включает в себя следующие показатели:

- эффективность преобразования и распределения энергоресурсов при производстве нефтепродуктов;
- добавленная стоимость промышленности на единицу потребляемой энергии;
- коэффициент эластичности энергопотребления;
- доля потребления воды в общем потреблении энергии;
- доля потребления электроэнергии в общем потреблении энергии и др.

Следует отметить, что китайские ученые акцентировали свое внимание на исследованиях эффективности использования энергии и, в первую очередь, конечного потребления энергоресурсов, поэтому среди китайских авторов отсутствуют исследования о процессе эффективного использования энергоресурсов от производства до конечного потребления.

Широко распространен подход к оценке эффективности использования энергетических ресурсов на основе расчета энергоемкости. В данном случае энергоемкость представляет собой отношение объемов потребленной электроэнергии к ВВП страны¹⁰⁷.

И. А. Башмаков¹⁰⁸ считает, что факторы, влияющие на энергоэффективность, целесообразно разделять по четырем видам потенциала – природно-ресурсного, экономического, трудового и научно-технического. По каждому виду потенциала формируется подсистема показателей, отражающих абсолютные объемы, уровни, удельные веса, показатели динамики, отражающие сущность и эффективное использование энергоресурсов.

¹⁰⁶ Сунь, Ю., 2018 – 孙王敏.我国炼油企业能源效率评价方法研究/ 孙王敏,刘建英,姜洪殿,杨晓光,刘鹏鸽,孙仁金// 石油科学通报,2018,3(01):113-124. [Сунь, Ю. Исследование метода оценки энергоэффективности нефтеперерабатывающих предприятий в Китае / Сунь Юминь, Лю Цзяньин, Цзян Хундянь, Ян Сяогуан, Лю Пэнгэ, Сунь Жэньцзинь // Шию Кэсюе тунбао [Бюллетень нефтяной науки]. 2018. №3(01). С. 113-124].

¹⁰⁷ Самарина, В.П. Значение эффективности использования энергетических ресурсов в обеспечении устойчивого развития России // Региональная экономика: теория и практика. 2009. №27. С. 35-42.

¹⁰⁸ Башмаков, И. А. Разработка комплексных долгосрочных программ энергосбережения и повышения энергоэффективности: методология и практика: автореферат дис. ... доктора экономических наук: 08.00.05 //Институт народного прогнозирования РАН. Москва, 2013. 53 с.

Коллектив авторов под руководством Б. Г. Санеева¹⁰⁹ предлагает использовать методический подход к оценке энергоэффективности на основе коэффициентов полезного использования топливно-энергетических ресурсов (КПИ_{ТЭР}), рассчитываемых по данным разных статей энергетического баланса. По мнению авторов, такие показатели позволяют определить возможные резервы энергосбережения, их динамика отражает изменение уровня эффективного использования топливно-энергетических ресурсов. Недостатком данного подхода является то, что система показателей не позволяет проследить за уровнем эффективности на всех этапах процесса использования энергоресурсов – от добычи до конечного потребления.

Существуют научные работы, где делаются попытки оценить эффективное использование энергоресурсов от добычи до конечного потребления на основе сводного энергетического баланса. В рамках данного подхода Любимовой Е. В. с соавторами¹¹⁰ предлагается оценивать так называемую «техническую эффективность», которая определяется как отношение конечного потребления энергоресурсов к суммарному объему энергоресурсов, поступивших для внутреннего потребления. Коллективом российских ученых¹¹¹ представлен анализ ТЭБ с помощью системы показателей, структурированной следующим образом:

- удельный расход топлива на выработку энергии и потери в сетях;
- удельный расход топлива на выработку электроэнергии ТЭС;
- удельный расход топлива на отпуск теплоэнергии ТЭС;
- удельный расход котельных;
- потери электроэнергии в сетях общего пользования;
- потери теплоэнергии в магистральных сетях;
- энерго-, электро- и теплоёмкость ВРП региона;
- коэффициент полезного использования ТЭР, детализированный по направлениям: котельные, электростанции, преобразование и конечное потребление.

Следует отметить, что большинство исследований в области оценки и формирования системы показателей энергоэффективности ориентированы на макро - и мезоуровни, работ, посвященных микроуровню, гораздо меньше.

¹⁰⁹ Санеев, Б. Г., Соколов А. Д., Музычук С. Ю., Музычук Р. И. Методический подход к оценке показателей энергоэффективности экономики при изменении структуры топливно-энергетического баланса (на примере Байкальского региона) // Пространственная экономика. 2013. – №4. – С. 90–106.

¹¹⁰ Любимова, Е. В., Суслов Н. И., Мишура А. В. Методология и практика построения и использования региональных топливно-энергетических балансов. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2010. – 452 с.

¹¹¹ Иванова А. Е., Павлов Н. В., Петрова Т. Н. // Эффективность использования топливно-энергетических ресурсов в Республике Саха (Якутия) / Региональная экономика: теория и практика. – 2017. – Т. 15. – № 11. – С. 2123–2137.

Таким образом, тема энергоэффективности широко представлена в научной литературе и публикациях международных организаций. Что касается методологических разработок Национального бюро статистики КНР и китайских ученых, то ключевым недостатком здесь, на наш взгляд, является отсутствие предложений по совершенствованию системы показателей эффективности использования энергоресурсов по их видам в соответствии с современными государственными приоритетами КНР по реализации энергетической стратегии Китая.

Стоит отметить, что кроме технологического и экономического факторов на энергоэффективность оказывает влияние национальный фактор культуры потребления энергии, предполагающей энергосбережение и охрану окружающей природной среды. В настоящее время в Китае такая культура находится далеко не на самом высоком уровне.

2.2. Применение метода декаплинга для оценки эколого-экономической эффективности использования энергетических ресурсов

В настоящее время широкое распространение получило понятие экологической эффективности (ecoefficiency) или эколого-экономической эффективности (позднее трансформировавшееся в социо-эколого-экономическую эффективность). Экономическая и социальная комиссия для Азии и Тихого океана (ЭСКАТО) определяет экоэффективность как ключевой элемент содействия фундаментальным изменениям в том, как общество производит и потребляет ресурсы, и, таким образом, определяет его как основной индикатор для измерения прогресса в области зеленого роста.¹¹² В настоящее время эколого-экономическую эффективность принято характеризовать рядом показателей:

- ресурсной производительностью (resource productivity) – меры количества выхода товара или услуг с единицы ресурса;

- ресурсной интенсивностью (resource intensity) – меры количества ресурсов необходимых для производства единицы товара или услуг;

- экологической интенсивностью (environmental intensity) – меры экологического воздействия на единицу произведенных товаров или услуг.

Данные удельные показатели важны для характеристики взаимодействия общества и природы, однако, более полная оценка эколого-экономической эффективности наряду с этими показателями должна включать абсолютные показатели потребления ресурсов и

¹¹² Eco-efficiency indicators: measuring resource-use efficiency and the impact of economic activities on the environment. Asia and Pacific. United Nations, 2009. URL: <https://hdl.handle.net/20.500.12870/1598>. (дата обращения: 13.03.2023).

воздействия на окружающую среду, а также показатели, отражающие тенденции изменений во времени. Это позволит расширить возможности анализа эколого-экономической эффективности. Таким образом, в систему оценки эколого-экономической эффективности использования энергетических ресурсов¹¹³ предлагается включать три блока показателей.

К первому блоку относятся абсолютные показатели, которые включают объем потребления энергетических ресурсов, объемы выбросов загрязняющих веществ и CO₂, объемы валового продукта и др. Данные показатели предоставляют возможность определить объем экономической деятельности в стране или регионе и увидеть воздействие (нагрузку) на окружающую среду через потребление ресурсов и загрязнение окружающей среды. Этот перечень определяется решаемой задачей и наличием официальной статистической информации.

Второй блок включает удельные показатели, которые характеризуют природоемкость производства и потребления (энергоемкость и углеродоемкость). Эта группа показателей отражает технологический уровень развития общества (quantity decoupling).

Третий блок показателей представлен индексами декаплинга, которые отражают сравнение темпов и направлений изменений различных показателей, то есть это оценка «скоростей» изменения показателей (speed decoupling). По своей сути декаплинг представляет собой рассогласование трендов экономического роста и потребления природных ресурсов / воздействия на окружающую природную среду.¹¹⁴ Другими словами – это процесс уменьшения величины объема используемых в экономической деятельности ресурсов и оказываемого этой деятельностью воздействия на окружающую среду в расчете на единицу выпуска продукции¹¹⁵. Индексы декаплинга рассчитываются как отношение темпов прироста сравниваемых показателей.

В работе Р. Тапио¹¹⁶ предложена классификация видов декаплинга, которая представлена нами на рис. 2.2. В таблице 2.2. приведена выполненная автором градация видов эколого-экономической эффективности (уровней устойчивого развития), исходя из сложившейся в Китае системы предпочтений.

¹¹³ Необходимо отметить, что подход с использованием индекса декаплинга можно применять только для анализа эколого-экономической эффективности использования невозобновляемых ресурсов, поскольку для возобновляемых природных ресурсов действуют другие закономерности.

¹¹⁴ Различают ресурсный декаплинг (resource decoupling) – снижение уровня потребления природных ресурсов в хозяйственной деятельности и декаплинг воздействия (impact decoupling) – снижение воздействия этой деятельности на природную среду.

¹¹⁵ Fischer-Kowalski, M. Analyzing sustainability transitions as shifts between sociometabolic regimes / M. Fischer-Kowalski // Environmental Innovation and Societal Transitions. 2011. N 1. P. 152-159.

¹¹⁶ Tapio, P. Toward a theory of coupling: Degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2001 / P. Tapio // Transportation Policy. 2005. N 12. P. 137-151.

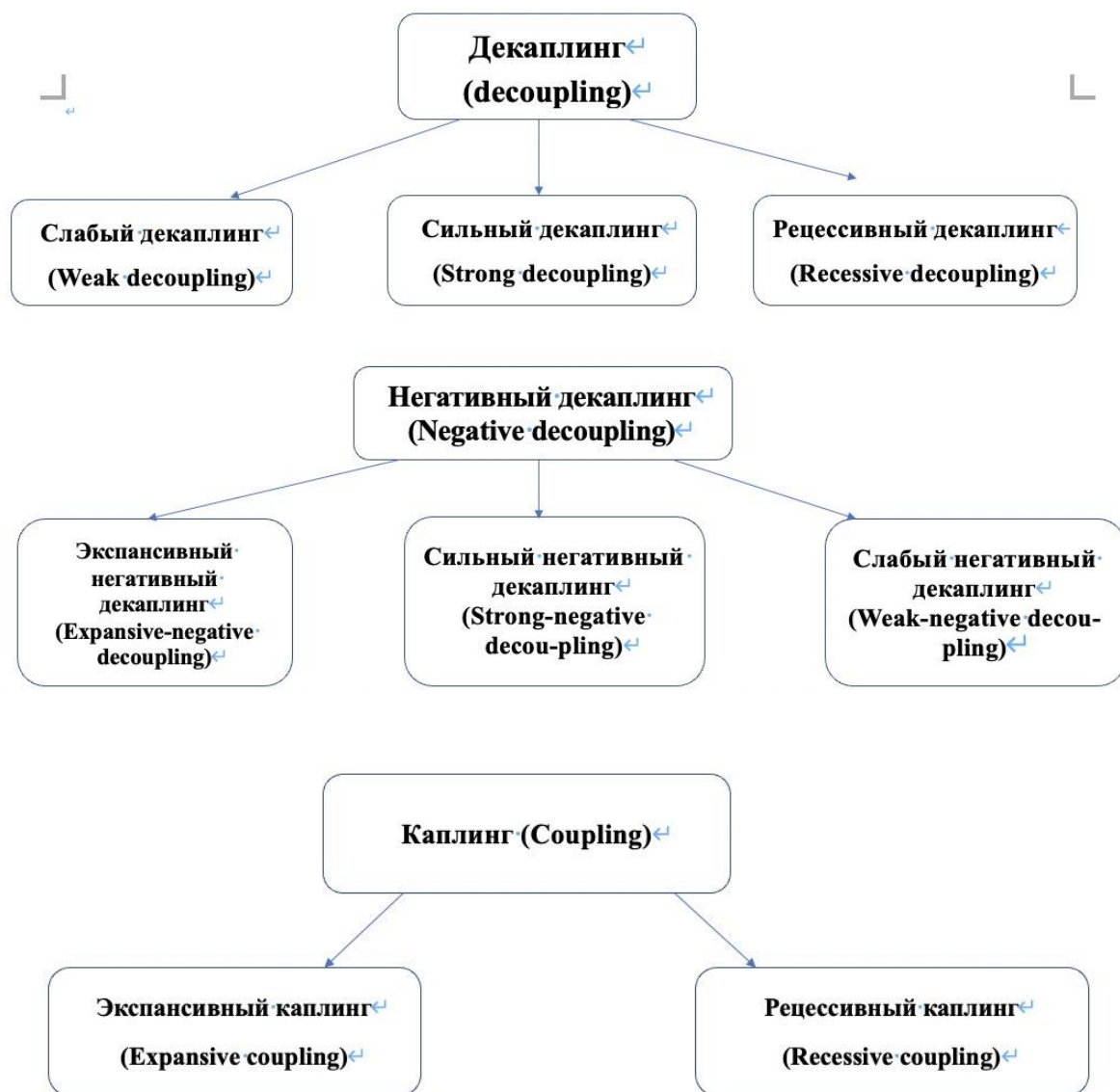


Рис 2.2. Виды декаплинга

Источник: составлено на основе [117]

¹¹⁷ Тапио Р. Toward a theory of coupling: Degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2001 // Transportation Policy. — 2005. — № 12. — P. 137—151

Таблица 2.2 Градация уровней устойчивого развития на основе показателей декаплинга

Вид декаплинга	Значение индекса декаплинга	Критерии отнесения к определенному уровню УР*	Уровень УР
Сильный декаплинг (Strong decoupling)	$Id < 0$	Потребление ресурсов и объемы выбросов уменьшаются, а ВВП/ВРП растет.	I
Слабый декаплинг (Weak decoupling)	$0 < Id < 0,8$	Потребление ресурсов /выбросов увеличивается, ВВП/ВРП также растет. Темп прироста ВВП/ВРП выше темпов прироста потребления ресурсов/выбросов.	II
Экспансивный каплинг (Expansive coupling)	$0,8 < Id < 1,2$	Темпы прироста потребления ресурсов /выбросов совпадают с темпами прироста ВВП/ВРП	III
Экспансивный негативный декаплинг (Expansive-negative decoupling)	$Id > 1,2$	Потребление ресурсов /выбросов увеличивается, ВВП/ВРП также растет. Темп прироста ВВП/ВРП ниже темпов прироста потребления ресурсов/выбросов.	IV
Рецессивный декаплинг (Recessive decoupling)	$0,8 < Id < 1,2$	Темпы потребления ресурсов и объемов выбросов уменьшаются, ВВП/ВРП также снижается. Темпы снижения ВВП/ВРП выше, чем темпы снижения потребления ресурсов/выбросов.	V
Рецессивный каплинг (Recessive coupling)	$0,8 < Id < 1,2$	Темпы снижения потребления ресурсов /выбросов совпадают с темпами снижения ВВП/ВРП.	VI
Слабый негативный декаплинг (Weak-negative decoupling)	$0 < Id < 0,8$	Темпы снижения потребления ресурсов/выбросов выше темпов снижения ВВП/ВРП.	VII
Сильный негативный декаплинг (Strong-negative decoupling)	$Id < 0$	Потребление ресурсов /выбросов увеличивается, а ВВП/ВРП снижается.	VIII

*УР- устойчивое развитие

Источник: составлена автором на основе [Тарю Р. Toward a theory of coupling: Degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2001 // Transportation Policy. — 2005. — № 12. — P. 137—151]

В основе градации уровней устойчивого развития лежит положение о том, что общество должно развиваться в пределах экологических ограничений (емкости) планеты, однако в Китае существует понимание того, что социальное и экологическое развитие невозможно без соответствующей экономической основы. Поэтому к хорошим вариантам относятся все варианты балансирования экономического роста, потребления ресурсов и загрязнения окружающей среды в зависимости от темпов прироста ВВП, темпов прироста

потреблении ресурсов и выбросов загрязняющих веществ. Отсюда вытекает распределение мест в градации уровней устойчивого развития: сильный декаплинг (I), слабый декаплинг (II), экспансивный каплинг (III), экспансивный негативный декаплинг (IV). Наоборот, все варианты с отрицательным темпом прироста ВВП занимают более низкие положения в данной градации: рецессивный декаплинг занимает пятое место, рецессивный каплинг - шестое, слабый негативный декаплинг - седьмое место, а сильный негативный декаплинг – восьмое место.

Градация видов декаплинга наглядно представлена на рис. 2.3. Учитывая, что декаплинг отражает различные варианты взаимодействия процессов экономической деятельности и воздействия на природную среду, можно утверждать, что он является мерой эколого-экономической эффективности использования природных ресурсов и тогда рисунок 2.3 преобразуется в рисунок 2.4.



Рисунок 2.3 – Ранжирование видов декаплинга

Источник: составлено на основе¹¹⁸

¹¹⁸ Tapio, P. Toward a theory of coupling: Degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2001. 2005.



Рисунок 2.4 – Классификация видов эколого-экономической эффективности использования энергетических ресурсов на основе «Индекс декаплинга»

Источник: составлено автором.

Проблематика декаплинга развивается в работах экспертов международных организаций¹¹⁹. В России декаплинг широко обсуждается в основном в региональных исследованиях^{120, 121, 122, 123, 124, 125, 126}. В таблице 2.3 дан обзор некоторых китайских исследований по данной проблематике.

¹¹⁹ Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth: A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel. UNEP, 2011.

¹²⁰ Аникина И. Д., Аникин А.А. Оценка эффекта декаплинга на примере регионов ЮФО // Региональная экономика. Юг России. – 2019. – Т. 7. – № 4. – С. 138-147.

¹²¹ Арсаханова З.А., Хажмурадов З.Д., Хажмурадова С.Д. Декаплинг в экономике – сущность, определение и виды // Общество, экономика, управление. – 2019. – № 4. – С. 13-16.

¹²² Яшалова, Н. Н. Анализ проявления эффекта декаплинга в эколого-экономической деятельности региона // Региональная экономика: теория и практика. 2014. № 39 (366). С. 54–61.

¹²³ Акулов, А.О. Эффект декаплинга в индустриальном регионе (на примере кемеровской области) // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2013. № 4. С. 177–185.

¹²⁴ Поляков В. В. Декаплинг как механизм устранения эколого-экономических противоречий: сущностное содержание и особенности оценки // Экономика и экология территориальных образований. 2021. Т. 5. № 4 С. 37–43.

¹²⁵ Захарова Е.Н., Силантьев М. Н., Абесалашвили М. З., Бахова Я. С. Роль и место декаплинга в системе элементов устойчивого развития // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2021. – Т. 11. – № 7А. – С. 136–144.

¹²⁶ Забелина, И. А. Эффект декаплинга в эколого-экономическом развитии регионов – участников трансграничного взаимодействия // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2019. Т. 12. № 1. С. 241–255.

Таблица 2.3 Обзор литературы исследования на основе использования «Индекс декарпинга»

№	Авторы	Индекс декарпинга	Выводы исследования
1	Сюэ Цзяньчунь, Цао Либо ¹²⁷	Индекс декарпинга выбросов CO ₂ и ВРП	В статье измеряются выбросы CO ₂ и углеродоемкость в девяти провинциях на бассейне реки Хуанхэ за период 2010-2019 гг., используется Индекс декарпинга выбросов CO ₂ и ВРП для анализа отношения между выбросами CO ₂ и экономическим развитием в каждой провинции, а также используется метод среднелогарифмического индекса Дивизиа (LMDI) для анализа основных факторов, влияющих на выбросы CO ₂ . Результаты показывают, что Ганьсу, Сычуань и Хэнань наблюдаются как сильным декарпингом, так и слабым декарпингом. Экономический рост является наиболее важным фактором, влияющим на выбросы CO ₂ , за которым следует энергоёмкость. Влияние структуры использования энергии и численности населения на выбросы CO ₂ относительно невелико.
2	Лянь Шуймин, Ли Цзуньин, Сюй Чжунлинь ¹²⁸	Индекс декарпинга потребления энергии и ВРП; Индекс декарпинга выбросов CO ₂ и ВРП; Индекс декарпинга потребления энергии и выбросов CO ₂	В статье используя Индексы декарпинга Тарю анализируют отношение между экономическим развитием и потреблением энергии и выбросам CO ₂ в провинции Синьцзян по уездам и отраслям за период 2007-2017 гг. Результаты показывают, что за период 2008-2017 гг. в провинции Синьцзяна отношение между развитием экономики и выбросами CO ₂ и между развитием экономики и выбросами CO ₂ наблюдался экспансивный негативный декарпинг, эспансивный карпинг и слабый декарпинг. По отраслям выявлено, что в кожевенной, меховой, пуховой отрасли, а также в бумажно-бумажной промышленности наблюдался сильный декарпинг, а в текстильной промышленности и отрасли производства электротехнического машиностроения наблюдался слабый декарпинг.
3	Чжоу Яньнань, Ян Юй, Ченг Бо ¹²⁹	Индекс декарпинга выбросов CO ₂ и ВРП	В статье исследовали отношение между экономическим развитием и выбросами CO ₂ по 29 провинциям Китая за период 1990-2014 гг. До 2000 г. в большинстве провинций наблюдался слабый декарпинг; за период 20001-2005 гг. в половине провинций наблюдался сильный декарпинг; за период 2006-2014 гг. во всех провинциях наблюдался слабый декарпинг.

¹²⁷ Сюэ, Ц., 2023 – 薛建春.基于脱钩指数和 LMDI 模型的黄河流域能源低碳发展研究/ 薛建春,曹力博// 前沿,2023(01):70-79. [Сюэ, Ц. Исследование развития низкоуглеродной энергетики в бассейне реки Хуанхэ на основе индекса разделения и модели LMDI / Сюэ Цзяньчунь, Цао Либо // Цян янь [Передовой]. 2023. №. 1. С.70–79.].

¹²⁸ Лянь, Ш., 2021 – 连帅明.新疆经济发展、能源消费和二氧化碳时空脱钩分析/ 连帅明,李宗英,许仲林// 煤炭经济研究,2021,41(08):4-10. [Лянь, Ш. Анализ пространственно-временной развязки экономического развития, потребления энергии и углекислого газа в Синьцзяне / Лянь Шуймин, Ли Цзуньин, Сюй Чжунлинь // Мэйгань цзинцзи яньцзю [Угольные экономические исследования]. 2021. Т. 41. С.4–10.].

¹²⁹ Чжоу, Я., 2020 – 周彦楠.基于脱钩指数和 LMDI 的中国经济增长与碳排放耦合关系的区域差异/ 周彦楠,杨宇,程博,黄季夏// 中国科学院大学学报,2020,37(03):295-307. [Чжоу, Я. Региональные различия в взаимосвязи между экономическим ростом Китая и выбросами углерода на основе индекса разделения и LMDI / Чжоу Яньнань, Ян Юй, Ченг Бо, Хуан Цзис // Чжунго кэсюеюань дасюе сюебао. [Вестник Университета Китайской академии наук]. 2020. Т. 37. С. 295–307.].

Продолжение таблицы 2.3

№	Авторы	Индекс декарбонизации	Выводы исследования
4	Фан Фэнъянь, Ду Цинкунь ¹³⁰	Индекс декарбонизации потребления энергии в промышленности и добавленной стоимости в промышленности	В статье исследовали отношение между потреблением энергии в промышленности и экономическим развитием Китая за период 1995-2014 гг. В результате показано, что в целом наблюдался слабый декарбонизации. Для того, чтобы достигнуть эффекта сильного декарбонизации необходимо снизить энергоёмкость ВВП и повысить эффективность использования энергоресурсов в промышленности.
5	Чен Цзянь, Жун Юань, Чжэн Шэнлинь ¹³¹	Индекс декарбонизации выбросов CO ₂ и ВВП (ВРП)	В статье исследовали отношение между экономическим развитием и выбросами CO ₂ по 29 провинциям Китая и по всей стране за период 1997-2019 гг. Результаты показали, что до сих пор Китай не достигнул эффекта декарбонизации, в регионах наблюдается слабый декарбонизации. Однако через модель ЕКС (Экологическую кривую Кузнеца) показано, что западные регионы (Шаньси, Внутренняя Монголия и Синьцзян) и восточные регионы (Цзянсу и Шаньдун) имеют большой потенциал снижения выбросов CO ₂ . На основе результатов факторного анализа авторы предлагаем политические рекомендации по расширению электрификации, оптимизации структуры промышленности и продвижению технологических инноваций.
6	Цзи Яньли, Сюэ Цзе ¹³²	Индекс декарбонизации выбросов CO ₂ и ВРП	Авторы, используя модель ЕКС и индекс декарбонизации Тарю, доказали что после 2011 г. в провинции Цзянсу наблюдается декарбонизации. Показано, что основными факторами, влияющими на развитие являются оптимизация структуры промышленности и повышение энергоэффективности.

¹³⁰ Фань, Ф., 2017 – 范凤岩. 中国钢铁工业经济增长与能源消费响应关系研究/ 范凤岩, 杜庆坤// 中国矿业, 2017,26(03):28-33. [Фань, Ф. Исследование взаимосвязи между экономическим ростом черной металлургии Китая и реакцией на потребление энергии / Фань Фэнъянь, Ду Цинкунь // Чжунго куане [Китайская горнодобывающая промышленность]. 2017. Т. 26. С. 28–33.

¹³¹ Chen, J. Decoupling and scenario analysis of economy-emissions pattern in China's 30 provinces. / J. Chen, R. Yuan, S. Zheng // Environ Sci Pollut Res Int. 2023. 30(7). P. 19477-19494. Doi: 10.1007/s11356-022-23466-y.

¹³² Ji, Y. Decoupling Effect of County Carbon Emissions and Economic Growth in China: Empirical Evidence from Jiangsu Province / Y. Ji, J. Xue // Int J Environ Res Public Health. 2022. 19(6). Doi: 10.3390/ijerph19063275.

Продолжение таблицы 2.3.

№	Авторы	Индекс декарбонизации	Выводы исследования
7	Сунь Вэньцзе, Жэнь Шунли Лю Кай Зан Чаоян ¹³³	Индекс декарбонизации выбросов CO ₂ и ВВП	Авторы анализировали влияющие факторы, влияющие на выбросы CO ₂ в горнодобывающей промышленности Китая в период 2001-2018 гг. Результаты показывают, что, за данный период в целом в Китае в отрасли добычи полезных ископаемых индекса декарбонизации воздействия изменился с 0,304 до -0,266, наблюдается эффект декарбонизации. В том числе, за исключением нестабильной ситуации в нефтегазовой отрасли, другие горнодобывающие промышленности (при добыче и обогащении угля, добычи и обогащении черных металлов, добыча и обогащении цветных металлов) достигли эффекта декарбонизации и стали стабильными. Их индекс декарбонизации уменьшился с 1,938, 1,318 и 0,553 на ранней стадии до -0,088, -1,452 и -1,525. Кроме того, в отрасли переработки полезных ископаемых индекс декарбонизации воздействия снизился с 1,402 до 0,16, что позволило добиться перехода от негативного декарбонизации к слабому декарбонизации. Поэтому авторы считают, что хотя происходило повышение эффективности использования энергоресурсов в промышленности Китая, эффекта декарбонизации не произошло. Авторы исследовали 5 факторов, влияющих на выбросы CO ₂ — углеродоемкость, структуру использования первичных источников энергии, энергоёмкость, уровень развития экономики и численность населения. В результате показано, что доля энергоресурсов в структуре первичных источников энергии, уровень развития экономики и численность населения приводят к увеличению выбросов CO ₂ , а энергоёмкость являются главным фактором, который способствует снижению выбросов CO ₂ в горнодобывающей промышленности.
8	Чжан Цзилун, Сюэ Бин, Пан Цзясин, Чен Синпэн ¹³⁴	Индекс декарбонизации конечного потребления энергии (потребления воды) и ВВП; Индекс декарбонизации выбросов CO ₂ (SO ₂ , сточных вод) и ВВП	За период X-XI пятилетки в Китае сокращается различие между провинциями по ресурсным индексам декарбонизации. Китаю нужны более строгие задачи по водосбережению и стандарты сброса сточных вод; необходимы более эффективные политические меры по повышению уровня рециркуляции воды как в сельском хозяйстве, промышленности, так и на муниципальном уровне.

Источник: составлено автором.

¹³³ Sun, W. Decoupling China's mining carbon emissions from economic development: Analysis of influencing factors / W. Sun, S. Ren, K. Liu, C. Zan // Front. Environ. Sci. Sec. Environmental Economics and Management. 2022. V. 10. Doi: 10.3389/fenvs.2022.944708.

¹³⁴ Zhang, Z. The Decoupling of Resource Consumption and Environmental Impact from Economic Growth in China: Spatial Pattern and Temporal Trend / Z. Zhang, B. Xue, J. Pang, X. Chen // Sustainability. 2016. V 8(222). Doi: 10.3390/su8030222.

Таким образом, результаты исследований показали, что Китай до сих пор не достиг эффекта декарбонизации, в некоторых регионах наблюдается слабый декарбонизация. В промышленности также наблюдается слабый декарбонизация. Основными факторами, влияющими на объем выбросов CO₂ и потребление энергии названы экономический рост, энергоёмкость, расширение электрификации, оптимизация структуры промышленности и продвижение технологических инноваций и т.д.

Несмотря на наличие работ по указанной проблематике, вопросы декарбонизации по видам энергоресурсов, по этапам производства, переработки и конечного потребления остаются недостаточно проработанными. В какой-то мере данное исследование должно восполнить этот пробел.

Далее в разделе 2.3. мы предлагаем собственную интерпретацию применения индекса декарбонизации для анализа эколого-экономической эффективности использования энергетических ресурсов (углеводородов) для двух провинций Китая.

2.3. Оценка устойчивости развития регионов Китая методом декарбонизации

Выше указывалось, что важнейшим признаком движения в сторону устойчивого развития являются соответствующие изменения показателей эффективности использования энергетических ресурсов. В идеале такие показатели должны охватывать все стадии от добычи до конечного потребления энергетических ресурсов. В качестве оценки уровня эколого-экономической эффективности использования энергетических ресурсов можно рассматривать индексы декарбонизации.

Рассмотрим уровень декарбонизации в Китае в целом по стране и по отдельным провинциям.

Расчеты проведены на основе данных официальной статистики Китая, публикуемой в изданиях «Статистический ежегодник Китая» и «Экологический ежегодник Китая», «Энергетический ежегодник Китая» и др. В нашем исследовании исключено влияние инфляции (используется ВВП Китая в ценах 2015 г. и ВРП в ценах 2000 г.).

Динамика декарбонизации Китая в период 2000-2021 гг., измеряемая тремя основными показателями: ВВП, углеродоёмкость (млн тонн / млрд долл.) и энергоёмкость (млн т.у.т. / млрд долл.), представлена на рисунке 2.5.

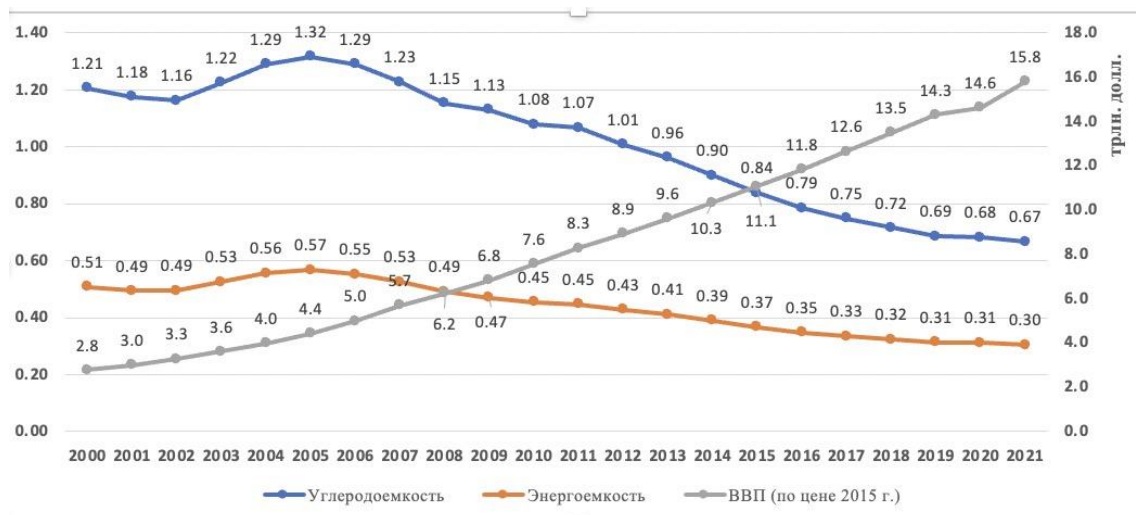


Рисунок 2.5 – Динамика показателей декарбонизации Китая в период 2000-2021 гг.

Источник: составлено автором на основе опубликованных данных^{135,136,137}.

Обобщая результаты, можно сделать выводы о том, что кроме X пятилетки энергоёмкость и углеродоемкость в основном снижаются на фоне постоянного увеличения ВВП (без учета влияния инфляции). Причиной увеличения энергоёмкости и углеродоемкости в период X пятилетки, особенно в 2002-2005 гг., является то, что интенсивное экономическое развитие проходило в условиях, когда каменный уголь составлял 72,76%, а доля неископаемых источников энергии составляла только 2,3%¹³⁸.

В таблице 2.4 представлены темпы прироста/снижения ВВП, углеродоемкости и энергоёмкости Китая в период X-XIV пятилетки. Отметим, что в период XI пятилетки средний годовой темп прироста энергоёмкости и углеродоемкости изменился с увеличения на снижение. Можно сказать, что сначала с XI пятилетки Китай проходил этап переориентации на устойчивое развитие экономики (самый высокий средний темп прироста ВВП, и самый высокий средний темп снижения энергоёмкости). К этому времени относится «План развития ВИЭ», разработанный Государственным комитетом по развитию и реформам КНР. В 2006 г. завершилось строительство плотины «Три ущелья» с совокупной выработкой электроэнергии ТЭС 103,65 млрд кВтч до 2021 г.¹³⁹

¹³⁵ Statistical review of world energy 2021. British Petroleum, 2021.

¹³⁶ Ежегодная энергетическая статистика...2021 – 中国能源统计年鉴 – 2021 [Ежегодная энергетическая статистика КНР – 2021 г. Пекин: Чжунго тунци чубаньшэ, 2021. – 354 с.].

¹³⁷ Всемирный Банк: данные по Объему выбросов CO2 в Китае [Электронный ресурс]. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD?locations=CN> (дата обращения: 11.05.2022)

¹³⁸ Ежегодная энергетическая статистика...2016.

¹³⁹ Электростанция «Три ущелья» будет вырабатывать 103,649 млрд кВтч в 2021 году и превысит отметку в 100 млрд кВт-ч. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.news.cn/> (дата обращения: 17.02.2022).

Со временем средний темп прироста ВВП Китая стал снижаться, а средний темп годового снижения энергоемкости замедлился. В основном средний годовой темп прироста ВВП снижается быстрее, чем темп годового снижения энергоемкости и углеродоемкости. Это связано с тем, что каменный уголь продолжает занимать основное место в структуре потребления первичной энергии, особенно в промышленности. В XII пятилетке наблюдалось самое быстрое среднее годовое снижение углеродоемкости, что объясняется ростом до 12% доли неископаемых источников энергии в структуре потребления первичной энергии.

Таблица 2.4 Темпы прироста (снижения) ВВП, углеродоемкости и энергоемкости Китая в период X-XIII пятилетки, %

Период	Средний годовой темп прироста (снижения), %		
	ВВП Китая (по цене 2015 г.)	Энергоемкость	Углеродоемкость
X пятилетка	9,46	2,25	1,76
XI пятилетка	11,55	-4,62	-3,93
XII пятилетка	7,87	-3,84	-4,90
XIII пятилетка	5,63	-3,48	-4,14

Источник: Составлено автором на основе рисунка 3.5. ВВП Китая, индекс ресурсного декарпинга и индекс декарпинга воздействия на окружающую среду за период 2000-2020 гг. представлены на рисунке 2.6

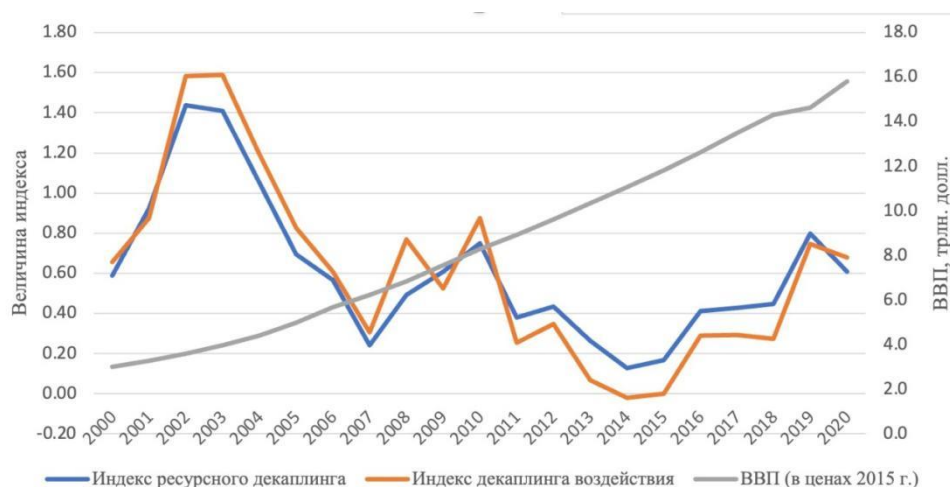


Рисунок 2.6 – Динамика индексов декарпинга Китая в период 2000-2020 гг.

Источник: составлено автором на основе опубликованных данных^{140,141,142}.

Прежде всего, следует обратить внимание на то, что в Китае наблюдается ежегодный рост ВВП, поэтому мы имеем те виды декарпинга (эколого-экономической эффективности), которые расположены в правой части оси координат. После XI пятилетки индекс декарпинга

¹⁴⁰ Statistical review of world energy 2021. British Petroleum, 2021.

¹⁴¹ Ежегодная энергетическая статистика...2021 – 中国能源统计年鉴 – 2021 [Ежегодная энергетическая статистика КНР – 2021 г. Пекин: Чжунго тунци чубаньшэ, 2021. – 354 с.].

¹⁴² Всемирный Банк: данные по Объему выбросов CO₂ в Китае [Электронный ресурс]. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD?locations=CN> (дата обращения: 11.05.2022)

воздействия оказался ниже индекса ресурсного декарпинга, это повторно доказывает то, что государственная политика на развитие потребления ВИЭ играет важную роль в устойчивом развитии экономики в Китае. Индекс ресурсного декарпинга и индекс воздействия выше 1,2, что означает, что темп роста использования энергии выше темп роста ВВП (ВРП), и объем использования энергоресурсов и ВВП увеличивается. Можно утверждать, что в период 2002-2004 гг. наблюдался экспансивный негативный декарпинг, который характеризуется экстенсивным типом развития экономики; в период 2001-2002 гг., и 2004-2005 г. наблюдался экспансивный карпинг (экономическое развитие прямо зависит от потребления энергоресурсов); в остальные периоды наблюдался слабый декарпинг, темп роста потребления энергоресурсов и выбросов CO₂ рос медленнее темпа роста ВВП. До сих пор в Китае не осуществлен эффект сильного декарпинга.

Индексы декарпинга позволяют оценить эколого-экономическую эффективность использования энергетических ресурсов в провинции Шаньси (угледобывающий район Китая) и Пекина, полностью перешедшего на газовую генерацию. Каменный уголь и природный газ используется в Китае преимущественно в промышленности. Сырую нефть ни в одной отрасли на этапе конечного потребления не используют. Использование каменного угля и природного газа для конечного потребления населением учесть сложнее, так как в Китае теплосети и сети газопроводов не обеспечивают снабжение энергоресурсами всего населения, как в городе, так и в селе, поэтому некоторые жители децентрализованно покупают каменный уголь для бытовых нужд и для отопления.

Провинция Шаньси – одна из основных провинций, где производят каменный уголь. В 2020 г. там добывалась практически треть всего угля. На примере Шаньси сформирован набор показателей с учетом особенностей производства и потребления энергетических ресурсов в данной провинции.

В таблице 2.5 приведены данные по Шаньси за 2011-2020 гг., характеризующие объемы производства и потребления каменного угля, связанные с этим объемы выбросов загрязняющих веществ и CO₂. Вторая группа показателей – это удельные показатели потребления ресурсов и загрязнения окружающей среды (таблица 2.6). Третья группа показателей – индексы декарпинга (индексы Тапио), которые служат для сравнения темпов изменений показателей, характеризующих различные тренды. В таблице 2.7 представлены результаты расчетов данных индексов для Шаньси. Преобразуем её с учетом градаций устойчивого развития, описанных в разделе 2.2 (таблица 2.8.).

Таблица 2.5 Потребление энергетических ресурсов и объемы выбросов загрязняющих веществ и CO₂

в Шаньси за период 2011-2020 гг.

Показатели	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Выброс CO ₂ от каменного угля в добыче, млн, тонн	5,92	5,84	7,68	5,77	6,69	4,73	4,86	3,71	3,68	-
Выбросы CO ₂ от каменного угля в производстве электроэнергии, млн тонн	212,69	226,23	244,18	235,04	213,78	212,88	242,27	250,67	257,12	-
Выброс CO ₂ от каменного угля в промышленности, млн тонн	32,96	31,68	37,17	38,72	36,47	41,18	37,79	28,90	29,59	-
Выброс диоксида серы в промышленности, тыс. тонн	1294,30	1194,60	1140,80	1077,90	900,76	452,86	296,02	239,35	197,10	122,40
Выброс окислов азота в промышленности, тыс. тонн	986,50	950,70	863,60	778,20	648,04	499,32	394,50	355,10	325,60	320,30
Выброс дымовой пыли ¹⁴³ в промышленности, тыс. тонн	1008,60	948,10	897,90	1145,10	1072,90	947,60	586,86	379,10	303,40	352,90
Объем производства каменного угля, млн тонн	872,28	913,33	921,66	927,93	966,80	830,43	872,21	926,77	987,95	1079,05
Потребление каменного угля на производство электроэнергии, млн тонн	103,26	108,36	115,54	109,24	95,87	91,87	107,09	113,34	123,36	118,24

Источник: составлено автором на основе статистических данных^{144,145,146}.

¹⁴³ Дымовая пыль - это твердые частицы размером менее 10 микрон.

¹⁴⁴ Статистические данные. URL: <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>

¹⁴⁵ Ежегодная энергетическая статистика...2016.

¹⁴⁶ Ежегодная энергетическая статистика...2020.

Таблица 2.6 – Удельные показатели, характеризующие природоемкость в Шанси за период 2011-2020 гг.

Показатели	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Удельный выброс CO ₂ с 1 тонны каменного угля при добыче, млн. тонн / млн. тонн	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,004	0,004	-
Удельный выброс CO ₂ с 1 тонны использования каменного угля в производстве электроэнергии, млн. тонн / млн. тонн	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,2	2,1	-
Удельный выброс CO ₂ с 1 тонна использования каменного угля в промышленности, млн. тонн / млн. тонн	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	-
Удельный выброс диоксида серы с тысячи тонна использованного каменного угля, тыс. тонн / млн. тонн.	34,3	31,1	25,1	23,5	20,5	9,5	6,5	6,9	5,4	3,5
Удельный выброс окислов азота с тысячи тонны использованного каменного угля, тыс. тонн / млн. тонн	26,2	24,8	19,0	17,0	14,8	10,5	8,7	10,3	8,9	9,1
Удельный выброс дымовой пыли с тысячи тонны использованного каменного угля, тыс. тонн / млн. тонн	26,8	24,7	19,8	25,0	24,5	19,8	13,0	11,0	8,3	10,0

Источник: составлено автором на основе статистических данных^{147,148,149}.

¹⁴⁷ Статистические данные. URL: <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>

¹⁴⁸ Ежегодная энергетическая статистика...2016.

¹⁴⁹ Ежегодная энергетическая статистика...2020.

**Таблица 2.7 Индексы декарпинга добычи и использования каменного угля, выбросов отходящих газов в Шаньси
за период 2011-2020 гг.**

Показатели	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Индекс декарпинга добычи каменного угля и ВРП	0,5	0,1	0,1	1,4	-3,1	0,7	0,9	1,1	2,6
Индекс декарпинга потребления каменного угля в производство электроэнергии и ВРП	0,5	0,7	-1,1	-3,9	-0,9	2,3	0,9	1,4	-1,2
Индекс декарпинга потребления каменного угля в промышленности и ВРП	0,2	2,1	0,2	-1,4	2,0	-0,7	-3,6	1,0	-1,1
Индекс декарпинга выбросов CO ₂ в добычи каменного угля и ВРП	-0,1	3,5	-5,1	5,1	-6,5	0,4	-3,6	-0,1	-
Индекс декарпинга выбросов CO ₂ в производство электроэнергии от каменного угля и ВРП	0,6	0,9	-0,8	-2,9	-0,1	1,9	0,5	0,4	-
Индекс декарпинга выбросов CO ₂ от каменного угля в промышленности и ВРП	-0,4	1,9	0,9	-1,9	2,9	-1,2	-3,6	0,4	-
Индекс декарпинга выбросов SO ₂ в промышленности и ВРП	-0,8	-0,5	-1,1	-5,3	-11,0	-4,9	-2,9	-2,8	-10,5
Индекс декарпинга выбросов NO _x в промышленности и ВРП	-0,4	-1,0	-2,0	-5,4	-5,1	-3,0	-1,5	-1,3	-0,5
Индекс декарпинга выбросов дымовой пыли в промышленности и ВРП	-0,6	-0,6	5,6	-2,0	-2,6	-5,4	-5,4	-3,2	4,5
Индекс декарпинга выбросов CO ₂ и добычи каменного угля	-0,29	34,55	-36,56	3,81	2,08	0,55	-3,78	-0,12	-
Индекс декарпинга выбросов CO ₂ и потребления каменного угля в производстве электроэнергии	1,29	1,20	0,69	0,74	0,10	0,83	0,59	0,29	-
Индекс декарпинга выбросов CO ₂ в промышленности и потребления каменного угля в промышленности	-2,12	0,94	4,99	1,33	1,44	1,57	1,00	0,39	-

Источник: составлено автором на основе статистических данных^{150,151,152}.

¹⁵⁰ Статистические данные. URL: <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>

¹⁵¹ Ежегодная энергетическая статистика...2016.

¹⁵² Ежегодная энергетическая статистика...2020.

Таблица 2.8 – Индекс декарпинга в Шаньси за период 2011-2020 гг.

Показатели	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Индекс декарпинга добычи каменного угля и ВРП	0,5(II)	0,1(II)	0,1(II)	1,4(IV)	-3,1(I)	0,7(II)	0,9(III)	1,1(III)	2,6(IV)
Индекс декарпинга потребления каменного угля в производство электроэнергии и ВРП	0,5(II)	0,7(II)	-1,1(I)	-3,9(I)	-0,9(I)	2,3(IV)	0,9(III)	1,4(IV)	-1,2(I)
Индекс декарпинга потребления каменного угля в промышленности и ВРП	0,2(II)	2,1(IV)	0,2(II)	-1,4(I)	2,0(IV)	-0,7(I)	-3,6(I)	1,0(III)	-1,1(I)
Индекс декарпинга выбросов CO ₂ в добычи каменного угля и ВРП	-0,1(I)	3,5(IV)	-5,1(I)	5,1(IV)	-6,5(I)	0,4(II)	-3,6(I)	-0,1(I)	-
Индекс декарпинга выбросов CO ₂ в производство электроэнергии от каменного угля и ВРП	0,6(II)	0,9(III)	-0,8(I)	-2,9(I)	-0,1(I)	1,9(IV)	0,5(II)	0,4(II)	-
Индекс декарпинга выбросов CO ₂ от каменного угля в промышленности и ВРП	-0,4(I)	1,9(IV)	0,9(III)	-1,9(I)	2,9(IV)	-1,2(I)	-3,6(I)	0,4(II)	-
Индекс декарпинга выбросов SO ₂ в промышленности и ВРП	-0,8(I)	-0,5(I)	-1,1(I)	-5,3(I)	-11,0(I)	-4,9(I)	-2,9(I)	-2,8(I)	-10,5(I)
Индекс декарпинга выбросов NO _x в промышленности и ВРП	-0,4(I)	-1,0(I)	-2,0(I)	-5,4(I)	-5,1(I)	-3,0(I)	-1,5(I)	-1,3(I)	-0,5(I)
Индекс декарпинга выбросов дымовой пыли в промышленности и ВРП	-0,6(I)	-0,6(I)	5,6(IV)	-2,0(I)	-2,6(I)	-5,4(I)	-5,4(I)	-3,2(I)	4,5(IV)

Жирным шрифтом выделены показатели отсутствия эффективности.

Источник: составлено автором на основе статистических данных^{153,154,155}.

¹⁵³ Статистические данные. URL: <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>

¹⁵⁴ Ежегодная энергетическая статистика...2016.

¹⁵⁵ Ежегодная энергетическая статистика...2020.

Наше исследование показало, что за указанный период в провинции Шаньси отношение добычи каменного угля и экономического развития (в виде ВРП) в основном изменилось от слабого декаплинга на экспансивный каплинг и экспансивный негативный декаплинг, то есть уровень устойчивого развития в данной провинции снижается. В 2016 г. отмечается сильный декаплинг от того, что в марте 2016 г. правительство провинции Шаньси издало указ, первым в стране предложивший всем угольным шахтам сократить добычу каменного угля, чтобы решить проблему избыточных мощностей в промышленности.

В 2015 г. и 2020 г. темп прироста добычи каменного угля был выше темпа прироста ВРП, что связано со снижением ВВП в эти годы.

Отношение между *потреблением каменного угля в производстве электроэнергии и ВРП* изменялось от слабого и сильного декаплинга на экспансивный каплинг и экспансивный негативный декаплинг. То есть в этой провинции по этому показателю уровень устойчивого развития снижался. 10 сентября 2013 г. Госсовет опубликовал «План действий по предотвращению и контролю загрязнения воздуха»¹⁵⁶, в котором были предложены такие важные меры, как ускорение строительства центрального отопления и замена каменного угля природным газом и ВИЭ. В городах по всей стране концентрация вдыхаемых твердых частиц (PM_{2,5}) снизилась более чем на 10% по сравнению с 2012 г. В том же году провинция Шаньси подписала «Письмо об ответственности «План действий по предотвращению и контролю загрязнения воздуха»», пообещав к 2017 г. снизить PM_{2,5} на 20% по сравнению с уровнем 2012 г.¹⁵⁷ В 2014-2016 гг. появились заметные результаты. Но из-за отсталой инфраструктуры газопроводов и большого темпа снижения потребления каменного угля в Шаньси в холодную зиму 2017 г. появился дефицит электроэнергии. Как результат в 2017-2019 гг. увеличился объем потребления каменного угля на производства электроэнергии для населения. Темп прироста использования каменного угля на производства электроэнергии быстрее темпа прироста ВРП в 2017 г. и 2019 г., поэтому важной задачей для повышения эффективности использования каменного угля является совершенствование системы газопроводов. Под влиянием пандемии COVID-19 в 2020 г. промышленная деятельность сократилась, потребление каменного угля на производство электроэнергии снизилось, поэтому в этом году отмечается сильный декаплинг.

¹⁵⁶ Уведомление Государственного совета... [2013] № 37 – 国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知国发〔2013〕37号 [Уведомление Государственного совета о выпуске Плана действий по предотвращению и контролю загрязнения воздуха Госразвития [2013] № 37]. URL: http://www.gov.cn/zw/gk/2013-09/12/content_2486773.htm (дата обращения: 22.08.2022).

¹⁵⁷ Письмо об ответственности за предотвращение и контроль загрязнения воздуха в провинции Шаньси. [Электронный ресурс]. URL: http://www.cciced.net/xwzx/hfyw/201310/t20131022_83314.html (дата обращения: 22.08.2022).

Отношение между потреблением каменного угля в промышленности и ВРП изменилось в основном от слабого декаплинга и экспансивного негативного декаплинга на сильный декаплинг, в этой области уровень устойчивого развития увеличивается. С 2012 г. рыночная цена на каменный уголь началась падать. Для повышения ВРП правительство Шаньси стало уделять внимание глубокой переработке каменного угля. В 2013 г. в Шаньси были созданы два крупных предприятия, объединяющих добычу угля, производство электроэнергии, транспортировку электроэнергии, коксование и различные отрасли промышленности¹⁵⁸. Как результат в 2013 г. объем потребления каменного угля в промышленности увеличился. Однако развитие углехимических предприятий противоречит национальной цели энергосбережения и сокращения загрязнения. Для достижения устойчивого развития государством принято ряд мер, направленных на улучшение экологической ситуации (документ «Замечания о поддержке провинции Шаньси для дальнейшего углубления реформ и содействия трансформации и развитию экономики, основанной на потреблении энергоресурсов», опубликованной Госсоветом 1-ого сентября 2017 г.¹⁵⁹). Этот документ появился как ответ на неблагоприятную экологическую ситуацию, сложившуюся в провинции из-за несовершенства природоохранного оборудования металлургических предприятий и большого объема потребления каменного угля населением. С помощью государственной поддержки провинция Шаньси провела комплексную реформу «уголь-электроэнергия-алюминий-сталь», реализовала современную цепочку углехимической промышленности, модернизировала алюминиевую промышленность. Однако в связи с увеличением инвестиций в инфраструктуру и недвижимость объем производства стали в 2019 г. увеличился на 12,1% по сравнению с 2018 г., поэтому объем потребления каменного угля в промышленности увеличился¹⁶⁰. Под влиянием пандемии COVID-19 в 2020 г. промышленная деятельность быстро уменьшалась, потребление каменного угля в промышленности снизилось, поэтому в этом году можно наблюдать сильный декаплинг.

Отношение между выбросами CO₂ в добыче каменного угля, производстве электроэнергии от каменного угля и выбросами CO₂ от каменного угля в промышленности

¹⁵⁸ Шаньси тестирует интеграцию воды, угля и электричества, а собственный капитал Jianjin Energy составляет 165 миллиардов долларов. [Электронный ресурс]. URL: http://www.nea.gov.cn/2013-05/30/c_132419308.htm (дата обращения: 11.05.2022).

¹⁵⁹ Мнение Госсовета о поддержке провинции Шаньси в дальнейшем углублении реформ и содействии трансформации и развитию сырьевой экономики. [Электронный ресурс]. URL: http://www.gov.cn/gongbao/content/2017/content_5225862.htm (дата обращения: 11.07.2022).

¹⁶⁰ Отчет об экономической деятельности..., 2019 - 2019 年中国钢铁行业经济运行报告 [Отчет об экономической деятельности черной металлургии Китая за 2019 г.]. URL: <http://lwzb.stats.gov.cn/pub/lwzb/gzdt/202005/W020200528770641871558.pdf> (дата обращения: 11.11.2022).

и ВРП постепенно меняется в сторону к сильному декарбонизации. Однако в целом на сегодняшний день выбросы CO₂ слабо увязаны с экономическим развитием. Причиной роста выбросов CO₂ в 2016 г. стало увеличение объема потребления каменного угля в промышленности. После принятия «Плана охраны окружающей среды провинции Шаньси в рамках XIII пятилетки», опубликованного в конце 2016 г., среднегодовая концентрация PM_{2,5} в 11 городах провинции снизилась на 20%, а доля дней с хорошим качеством воздуха в городах достигла 75,4%¹⁶¹.

Отношение между выбросами SO₂ и NO_x в промышленности и ВРП показало наличие эффекта декарбонизации за этот период. В 2014 г. и 2020 г. одной из причин увеличения объема выбросов дымовой пыли являлся климатический фактор.

Отношение между выбросами CO₂ и объемом добычи каменного угля в основном указано эффективное (кроме 2013 г. и 2015 г.), хотя эффективность производства каменного угля в предприятиях Шаньси ниже некоторых крупных отечественных угольных предприятий в других провинциях. В 2015 г. рыночная цена на каменный уголь снизилась, из-за этого, к концу 2015 г. дебиторская задолженность пяти крупнейших угольных групп провинции Шаньси достигла 67,82 млрд юаней, что в 2,4 раза больше, чем в 2011 г.

Соответственно, отношение между выбросами CO₂ и объемом потребления каменного угля в производстве электроэнергии в период 2014-2016 гг. является неэффективным. В эти 3 года темпы прироста ВРП были ниже, чем в 2012-2013 гг., поэтому объем производства и потребления электроэнергии снизился, но темп снижения выбросов CO₂ был медленнее, чем темп снижения ВРП.

В XIII энергетической пятилетке провинция Шаньси приняла некоторые меры по повышению эффективности добычи и использования каменного угля (модернизация оборудования, механизация, автоматизация, внедрение искусственного интеллекта, развитие цепочек глубокой переработки и строительство современной системы углекислотной промышленности полного цикла). В целом до 2019 г. в Шаньси был более высокий декарбонизация в процессе добычи угля, чем в процессах переработки и конечного потребления, где сохранялись низкие показатели эколого-экономической эффективности.

Пекин – крупнейшая агломерация Китая, является городом государственного подчинения и в административно-территориальном делении страны имеет статус, равный статусу провинции, его доля населения занимает 1,6% от всей страны, но его ВРП – 3,5%. Это единственный город (провинция), который почти полностью использует чистый

¹⁶¹ Опубликован «Тринадцатый пятилетний» план охраны окружающей среды провинции Шаньси. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.chndaqi.com/news/252747.html> (дата обращения: 15.07.2022).

энергоресурс: газ и ВИЭ в 2020 г. За период 2011-2020 гг. темп прироста конечного потребления природного газа увеличился на 42,6%, а конечного потребления каменного угля снизился на 95,6%¹⁶².

В таблице 2.9 приведены данные по Пекину за 2011-2020 гг., характеризующие объемы производства и потребления природного газа и связанные с этим объемы выбросов загрязняющих веществ и CO₂. Вторая группа показателей – это удельные показатели потребления ресурсов и загрязнения окружающей среды (таблица 2.10). Третья группа показателей – это индексы декарбонизации для Пекина (таблица 2.11).

В XII пятилетке правительство Пекина приступило к переходу с угля на газ, и в 2015 г. доля производства электроэнергии от природного газа достигла 82,7%, в основном заменила от каменного угля¹⁶³, однако темп прироста потребления природного газа на производство электроэнергии был быстрее темпа прироста ВРП. За период 2011-2018 гг. Пекин увеличивал объем потребления природного газа за исключением 2017 г., когда объем потребления природного газа снизился на 8,9% из-за его нехватки.

В XIII пятилетки пекинское правительство поддержало создание ветроэлектростанций, чтобы обеспечить качества воздуха в Пекине во время зимних олимпийских игр в 2022 г.

Согласно энергетическому балансу Пекина в 2020 г. потребление природного газа в промышленности занимает 80% от общего объема конечного потребления. Для стимулирования потребления природного газа в промышленности Госсовет потребовал снизить базовую отпускную цену на газ для нежилых помещений на 100 юаней за тысячу кубометров с 1 сентября 2017 г.¹⁶⁴ Поэтому в 2018 г. темп прироста потребления природного газа увеличился на 14,3% по сравнению с 2017 г. Из-за пандемии коронавирусной инфекции (COVID-19) промышленные предприятия были вынуждены закрыться во всей мире и потребление природного газа снизилось.

¹⁶² Ежегодная энергетическая статистика...2021.

¹⁶³ В период «Двенадцатой пятилетки» уровень энергоэффективности города неуклонно повышался, и первоначально формировалась низкоуглеродная структура – Интерпретация «Пекинского бюллетеня по потреблению энергии и воды в 2015 г. и «Двенадцатой пятилетки». План «Период». [Электронный ресурс]. URL: http://tjj.beijing.gov.cn/tjsj_31433/tjgb_31445/qtgb_31451/202002/t20200216_1643357.html (дата обращения: 17.04.2022).

¹⁶⁴ Уведомление Национальной комиссии... [2017] № 1582 – 国家发展改革委关于降低非居民用天然气基准门站价格的通知发改价格规(2017)1582号 [Уведомление Национальной комиссии по развитию и реформам о снижении контрольной цены на природный газ для нежилого использования. [2017] № 1582]. URL: https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/ztl/gbmjcbzc/gjfggw/201807/t20180704_1209060.html (дата обращения: 11.12.2022).

Таблица 2.9 – Потребление природного газа и объемы выбросов загрязняющих веществ и CO₂ в Пекине за период 2011-2020 гг.

Показатели	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Выбросы CO ₂ от природного газа в производстве электроэнергии, млн тонн	7,06	9,23	11,23	13,94	20,78	23,00	23,42	27,33	28,09	
Выбросы CO ₂ от природного газа в промышленности, млн тонн	0,47	0,53	0,51	0,46	0,37	0,42	0,43	0,55	0,39	
Выбросы CO ₂ от природного газа населения, млн тонн	2,27	2,49	2,58	2,75	2,97	2,77	3,54	3,05	3,15	
Выбросы диоксида серы в промышленности, тыс. тонн	61,29	59,33	52,04	40,35	22,07	7,61	1,77	1,05	0,88	0,99
Выбросы окислов азота в промышленности, тыс. тонн	90,32	85,33	75,93	64,40	26,86	19,55	9,85	8,18	8,00	9,75
Выбросы дымовой пыли в промышленности, тыс. тонн	29,41	30,84	27,18	22,70	12,99	16,95	13,01	15,75	11,50	4,38
Объем потребления природного газа населения, млрд куб. м	1,05	1,15	1,19	1,27	1,38	1,28	1,64	1,41	1,46	1,58
Использование природного газа на производство электроэнергии, млрд куб. м	1,57	2,12	2,95	3,79	6,05	6,44	5,87	6,71	6,94	6,69
Потребление природного газа в промышленности, млрд куб. м	0,85	1,04	1,01	1,01	1,17	1,18	1,23	1,56	1,50	1,08

Источник: составлено автором на основе статистических данных^{165,166,167}.

¹⁶⁵ Статистические данные. URL: <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>

¹⁶⁶ Ежегодная энергетическая статистика...2016.

¹⁶⁷ Ежегодная энергетическая статистика...2020.

Таблица 2.10 – Удельные показатели, характеризующие природоемкость в Пекине за период 2011-2020 гг.

Показатели	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Удельный выброс CO ₂ с тыс. куб. м. использования природного газа в производстве электроэнергии, млн тонн/млрд куб. м.	4,5	4,3	3,8	3,7	3,4	3,6	4,0	4,1	4,0	-
Удельный выброс CO ₂ с тыс. куб. м. использования природного газа в промышленности, млнтонн/ млрд куб. м.	0,6	0,5	0,5	0,5	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	
Удельный выброс CO ₂ с тыс. куб. м. использования природного газа населения, млнтонн/ млрд м.	2,16	2,16	2,16	2,17	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	-
Удельный выброс диоксида серы с тыс. тонна использованного природного газа, тыс.тонн/ млрд куб. м.	72,1	57,0	51,5	39,8	18,9	6,5	1,4	0,7	0,6	0,9
Удельный выброс окислов азота с тысячи тонна использованного природного газа, тыс.тонн/ млрд куб. м.	106,3	82,0	75,1	63,6	23,0	16,6	8,0	5,2	5,3	9,1
Удельный выброс дымовой пыли с тысячи тонна использованного природного газа, тыс.тонн/ млрд куб. м.	34,6	29,7	26,9	22,4	11,1	14,4	10,6	10,1	7,7	4,1

Источник: составлено автором на основе статистических данных^{168,169,170}.

¹⁶⁸ Статистические данные. URL: <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>

¹⁶⁹ Ежегодная энергетическая статистика...2016.

¹⁷⁰ Ежегодная энергетическая статистика...2020.

Таблица 2.11 – Индексы декарпинга в Пекине за период 2011-2020 гг.

Показатели	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Индекс декарпинга использования природного газа на производство электроэнергии и ВРП	4,6(IV)	5,0(IV)	3,9(IV)	8,7(IV)	0,9(III)	-1,3(I)	2,1(IV)	0,5(II)	-3,0(I)
Индекс декарпинга использования природного газа в промышленности и ВРП	2,9(IV)	-0,4(I)	0,03(II)	2,2(IV)	0,1(II)	0,6(II)	4,0(IV)	-0,7(I)	-23,4(I)
Индекс декарпинга потребления природного газа населения и ВРП	1,3(IV)	0,5(II)	0,9(III)	1,2(III)	-1,0(I)	4,2(IV)	-2,1(I)	0,6(II)	7,1(IV)
Индекс декарпинга выбросов CO ₂ на производство электроэнергии от природного газа и ВРП	4,0(IV)	2,8(IV)	3,3(IV)	7,1(IV)	1,6(IV)	0,3(II)	2,5(IV)	0,5(II)	-
Индекс декарпинга выбросов CO ₂ от природного газа в промышленности и ВРП	1,7(IV)	-0,5(I)	-1,3(I)	-2,8(I)	2,0(IV)	0,4(II)	4,2(IV)	-4,8(I)	-
Индекс декарпинга выбросов CO ₂ в потреблении природного газа населения и ВРП	1,3(IV)	0,5(II)	0,9(III)	1,2(III)	-1,0(I)	4,1(IV)	-2,1(I)	0,5(II)	-
Индекс декарпинга выбросов SO ₂ и ВРП	-0,4(I)	-1,6(I)	-3,1(I)	-6,6(I)	-9,6(I)	-11,5(I)	-6,1(I)	-2,6(I)	10,2(IV)
Индекс декарпинга выбросов NOx и ВРП	-0,7(I)	-1,4(I)	-2,1(I)	-8,4(I)	-4,0(I)	-7,4(I)	-2,5(I)	-0,4(I)	18,2(IV)
Индекс декарпинга выбросов дымовой пыли и ВРП	0,6(II)	-1,5(I)	-2,3(I)	-6,2(I)	4,5(IV)	-3,5(I)	3,1(IV)	-4,4(I)	-51,6(I)

Жирным шрифтом выделены показатели отсутствия эффективности.

Источник: составлено автором на основе статистических данных^{171,172,173}.

¹⁷¹ Статистические данные. URL: <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>

¹⁷² Ежегодная энергетическая статистика...2016.

¹⁷³ Ежегодная энергетическая статистика...2020.

В области потребления природного газа населением за данный период наблюдался нестабильный уровень декаплинга. Из-за отсталой инфраструктуры газопроводов и высокого темпа роста потребления природного газа в 2017 г. в Пекине появилась нехватка природного газа. В 2020 г. с увеличением поставок природного газа газопроводом «Сила Сибири» потребление природного газа в Пекине увеличилось.

Отношение между выбросами CO_2 на производство электроэнергии от природного газа и ВРП изменилось от экспансивно негативного декаплинга к слабому декаплингу. Причиной снижения темпов прироста выбросов CO_2 в 2017 г. и 2019 г. стало снижение темпов прироста использования природного газа.

Такая же тенденция отмечается в отношении между выбросами CO_2 в промышленности от природного газа и ВРП. Причиной снижения уровня декаплинга в 2016 г. стал климатический фактор, что привело к смогу в Пекине зимой в том году. Увеличение темпа прироста использования природного газа в промышленности повлияло на увеличение темпа прироста выбросов CO_2 в 2018 г.

Выбросы CO_2 от населения слабо зависят от экономического развития. В условиях снижения потребления природного газа населением в 2016 г. и 2018 г., появилось эффект декаплинга.

Отношение между выбросами SO_2 и NO_x в промышленности и ВРП выявило эффект декаплинга. В 2020 г. одной из причин ухудшения уровня устойчивого развития в области выбросов SO_2 и NO_x являлся замедление темпа прироста экономики из-за карантина коронавируса (COVID-19).

Отношение между выбросами CO_2 и использованием природного газа на производство электроэнергии выявило неэффективность за ряд лет (2016 г. и 2017 г.), а также в 2016 г. отношение между выбросами CO_2 и использованием природного газа в промышленности тоже выявило неэффективность. Проблема большого объема выбросов CO_2 в Китае привела внимание всего мира, поэтому в настоящее время в стране уделяется повышенное внимание снижению выбросов CO_2 .

Сравним декаплинг в производстве электроэнергии в Шаньси и Пекине. На рисунке 2.7. представлены данные по ВРП, потреблению каменного угля CO_2 , удельным выбросам CO_2 в Шаньси и Пекине. На рисунке 2.8. – соответствующие показатели для Пекина.

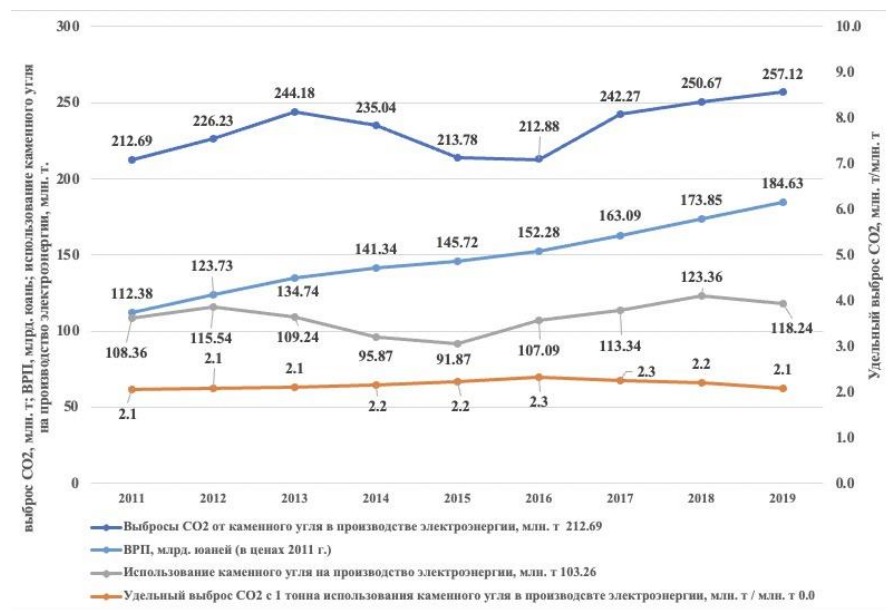


Рисунок 2.7 – Производство электроэнергии от каменного угля в Шаньси за период XII-XIII пятилетки

Источник: составлено автором на основе статистических данных^{174,175,176}.

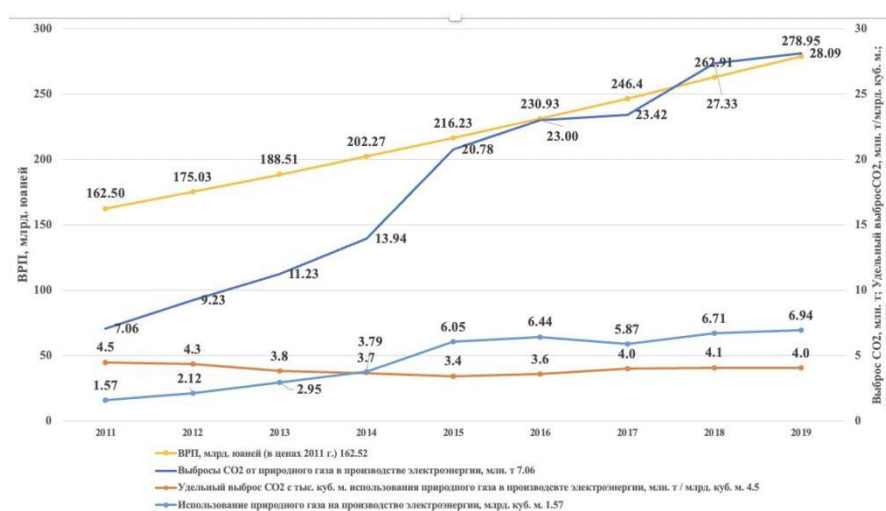


Рисунок 2.8. – Производство электроэнергии от газа в Пекине за период XII-XIII пятилетки

Источник: составлено автором на основе статистических данных^{177,178,179}.

Из сравнения рисунков следует:

¹⁷⁴ Статистические данные. URL: <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>

¹⁷⁵ Ежегодная энергетическая статистика...2016.

¹⁷⁶ Ежегодная энергетическая статистика...2020.

¹⁷⁷ Статистические данные. URL: <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>

¹⁷⁸ Ежегодная энергетическая статистика...2016.

¹⁷⁹ Ежегодная энергетическая статистика...2020.

1. Выбросы CO₂ от каменного угля в Шаньси почти в 10 раз больше, чем выбросы CO₂ от природного газа в Пекине.

2. Изменение уровня устойчивого развития происходит исключительно за счет роста потребления энергетических ресурсов, а соответственно и выбросов CO₂, поскольку технологии, применяемые в энергетике оставались неизменными (технологические удельные показатели оставались практически без изменения). То есть при увеличении потребления энергетических ресурсов не происходило адекватного роста ВРП. Рост потребления энергетических ресурсов в отдельные годы был обусловлен как объективными факторами (холодные зимы), так и субъективными (некоторыми управленческими решениями).

3. Отсталая структура газопроводов не позволяет повысить потребление газа для производства электроэнергии для населения, поэтому совершенствование инфраструктуры газопроводов позволит повысить эффективность использования энергетических ресурсов.

4. Субсидирование цен на природный газ в промышленности помогло увеличение потребления природного газа на территориях, куда газ удавалось доставить. Это способствовало снижению выбросов CO₂ на этих территориях.

5. Главной причиной повышения уровня устойчивого развития в 2019 г. стало увеличение выработки ветровой электроэнергии и снижение потребления электроэнергии от углеводородов. Это подтверждает тезис о том, что для повышения уровня устойчивого развития самой эффективной мерой является технический прогресс в развитии ВИЭ.

Выбор и обоснование показателей оценки развития с учетом экологических требований являются важным этапом анализа энергетической ситуации и формирования выводов о качестве развития территории. Для получения точной картины требуется набор из нескольких показателей, которые при совместном анализе дают прочную основу для формирования государственной энергетической политики. Главным источником исходных данных для измерения и расчета показателей эколого-экономической эффективности на разных стадиях переработки и использования энергетических ресурсов выступает энергетический баланс.

Таким образом, в работе предложена система показателей, формирующая градацию эколого-экономической эффективности использования энергетических ресурсов и отражающая уровни устойчивого развития. Это дает возможность всесторонне анализировать состояние и развитие энергетической отрасли, позволяет оценить эколого-экономическую эффективность использования топливно-энергетических ресурсов на отдельных территориях и по стадиям переработки и потребления энергоресурсов.

Результаты расчетов эколого-экономической эффективности по отдельным провинциям (Шаньси и Пекин) и для Китая в целом показали повышение уровня устойчивого развития стране, однако показатель сильного декарбонизации, характерный для экономики устойчивого развития, к настоящему времени еще не достигнут.

ГЛАВА 3. ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ В КИТАЕ

3.1. Выделение однородных групп провинций Китая методом кластерного анализа

Важным вопросом в исследовании эффективности использования энергоресурсов является применение статистических методов, что позволяет сделать анализ более глубоким и выявить ключевые закономерности развития энергетики Китая.

В данном исследовании применяется метод многомерной группировки с помощью процедур кластерного анализа. Данный метод используется в случаях, когда требуется изучить структуру пространственной совокупности одновременно по нескольким признакам. Для выделения однородных групп провинций, имеющих региональные особенности в использовании энергоресурсов, необходимо осуществить группировку сразу по нескольким показателям. Получение информации о региональной структуре использования энергоресурсов в дальнейшем позволит разработать предложения по совершенствованию использования наиболее ценных для экономики страны углеводородов. Исследование содержит показатели вариации (коэффициент вариации, среднее квадратическое отклонение и др.), анализ и интерпретация которых дала возможность измерить степень различий между провинциями по изучаемым показателям. Расчеты выполнены с помощью программного обеспечения Microsoft Excel и специализированного пакета прикладных программ STATISTICA.

Методология многомерной группировки достаточно хорошо проработана и включает в себя алгомеративные (восходящая кластеризация) и дивизивные (нисходящая кластеризация) процедуры. Суть первого блока подходов заключается в постепенном объединении более мелких групп (кластеров) в более крупные, при этом на первом этапе количество кластеров равно количеству объектов исследуемой совокупности. Второй подход основан на предположении что все объекты совокупности изначально представляют собой один кластер, далее алгоритм постепенно разбивает его на более мелкие¹⁸⁰.

Для разбиения совокупности на группы необходимо определиться с методом объединения и мерой близости объекта к конкретному кластеру. На практике применяют несколько методов и метрик объединения. Учитывая особенности анализируемого массива

¹⁸⁰ Бердникова О. М., Леденева Т.М. Особенность проведения разделяющей кластеризации для интервальных величин // Вестник ВГУ. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2016. – № 4. – С. 134-141.

данных (существенные различия объектов по большинству показателей), при реализации процедур кластерного анализа нами применялось расстояние городских кварталов или манхэттенское (*City-block (Manhattan)*) расстояние. В большинстве случаев манхэттенское расстояние приводит к таким же результатам, как и расстояние Евклида. Однако для этой меры влияние отдельных больших разностей (выбросов) уменьшается, так как они возводятся в квадрат. Метод направлен на создание кластеров равных размеров¹⁸¹.

Мы применили манхэттенское расстояние (MP). Если у нас изучаемая совокупность неоднородная, встречаются большие различия между значениями показателей, то MP сглаживает эти различия. влияние, так как они возводятся в квадрат.

Расстояние городских кварталов (манхэттенское расстояние). Манхэттенское расстояние вычисляется по формуле:

$$\text{Расстояние (x,y)} = \sum_i |x_i - y_i|.$$

В процессе эколого-экономического исследования региональных особенностей формирования основ устойчивого развития, связанных с потреблением энергетических природных ресурсов, нами выполнена многомерная группировка провинций по следующим показателям за 2000, 2010 и 2020:

- уровень благосостояния (ВРП/численность населения (млрд юаней / млн чел.));
- Доля городского населения, %;
- Доля промышленного производства в ВРП, %;
- Доля КУ в энергетическом балансе провинции, %;
- Потребление КУ /ВРП, тыс. тонн / млрд юаней;
- Удельный выброс CO₂ с 1 тонны потребленного КУ, млн тонн / млн тонн;
- Удельный выброс SO₂ с 1 т.у.т. потребления энергии, тыс. тонн / тыс. т.у.т.;
- Удельный выброс NO_x с 1 т.у.т. потребления энергии, тыс. тонн / тыс. т.у.т.

Обработана информация по 30 провинциям (за исключением Тибета и Тайвань). В таблице 3.1 и на рисунке 3.1 представлено распределение провинций КНР по группам в 2000 г. С учетом того, что данные показатели выбросов NO_x отсутствуют в Национальном бюро статистики КНР, автор оценил их на основе исследования Ван Лицюн¹⁸². Подробные расчеты представлены в приложении Б. Подробные результаты кластерного анализа в программе STATISTICA за период 2000-2020 гг. представлены в приложении В.

¹⁸¹ Бердникова О. М., Леденева Т.М. Особенность проведения разделяющей кластеризации для интервальных величин // Вестник ВГУ. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2016. – № 4. – С. 134-141.

¹⁸² Ван, Л., 2012 – 王丽琼.基于环境学习曲线的氮氧化物减排区域分解/ 王丽琼// 泉州师范学院学报,2012,30(06):63-66. [Ван, Л. Региональное разложение сокращения выбросов оксидов азота на основе кривой обучения окружающей среде / Ван Лицюн // Цюаньчжоу шифань сюеянь сюебао [Вестник педагогического университета ЦюаньЧжоу]. 2012. Т. 30. С. 63-66].

**Таблица 3.1 – Кластерный анализ по эколого-экономическим показателям
в 2000 г.**

Кластеры	Провинция
I кластер (4 провинции)	Пекин, Тяньцзинь, Шанхай, Гуандун
II кластер (8 провинций)	Цзянсу, Чжэцзян, Фуцзянь, Шаньдун, Хубэй, Хунань, Хайнань, Юньнань
III кластер (10 провинций)	Ляонин, Цзилинь, Хэйлунцзян, Цзянси, Гуанси, Чунцин, Шэньси, Ганьсу, Цинхай, Синьцзян
IV кластер (6 провинций)	Хэбэй, Шаньси, Внутренняя Монголия, Аньхой, Хэнань, Гуйчжоу

Источник: составлено автором на основе расчета в программе STATISTICA.



**Рисунок 3.1 – 2000 год - кластерный анализ по эколого-экономическим
показателям**

Источник: составлен автором на основе таблицы 3.1

В таблице 3.2 приведены основные количественные характеристики кластеров за 2000 г. Для описания каждого кластера и совокупности в целом рассчитаны средняя величина (по формуле средней арифметической простой) и коэффициент вариации в процентах.

Таблица 3.2 – Результаты кластерного анализа за 2000 г.

	ВРП/население (уровень благополучия), млрд юаней/млн чел.	Доля городского населения, %	Доля промышленного производства в ВРП, %	Доля КУ в энергетическом балансе провинции, %	Потребление КУ/ВРП, тыс. тонн/ млрд юаней	Удельный выброс CO ₂ с 1 тонны потребленного каменного угля, млн тонн/ млн т.	Удельный выброс диоксида серы с 1 т.у.т. потребления энергии, тыс. тонн / тыс. т.у.т.	Удельный выброс окислов азота с 1 т.у.т. потребления энергии, тыс. тонн / тыс. т.у.т.
Совокупность в целом (28 провинций)								
Средняя величина	8,4	40,8	37,2	63,2	194,6	1,5	0,016	0,001
Коэффициент вариации, %	61,43	40,08	21,45	28,15	95,38	17,71	187,15	35,79
1 кластер (4 провинции)								
Средняя величина	18,2	73,2	40,8	43,9	88,4	1,7	0,0066	0,0009
Коэффициент вариации, %	31,8	16,4	15,3	16,3	32,3	1,8	32,8	12,8
2 кластер (8 провинций)								
Средняя величина	8,6	37,9	37,5	58,5	93,2	1,5	0,0107	0,0014
Коэффициент вариации, %	33,2	19,4	28,0	27,6	36,2	16,6	39,3	22,9
3 кластер (10 провинций)								
Средняя величина	6,2	36,9	35,1	60,1	179,5	1,5	0,0258	0,0008
Коэффициент вариации, %	34,8	27,8	20,2	18,4	22,5	11,9	183,6	39,1
4 кластер (6 провинций)								
Средняя величина	5,3	29,8	38,0	87,3	425,8	1,2	0,0118	0,0014
Коэффициент вариации, %	26,4	23,3	12,8	4,4	66,8	22,8	23,2	21,9

Источник: рассчитано и составлено автором.

Изучаемая совокупность, включающая 28 провинций Китая, не включенных провинций Сычуань, Нинся, Тибет и Тайвань из-за нехватки данных в 2000 г. характеризовалась как неоднородная по пяти из восьми анализируемых показателей. Наиболее существенные различия наблюдались по показателю «удельный выброс диоксида серы с 1 т.у.т. потребления энергии, тыс. тонн / тыс. т.у.т.» (коэффициент вариации 187,15%), а также по показателю «потребление КУ/ВРП, тыс. тонн / млрд юаней» (коэффициент вариации 95,4%). В 2000 г. указанные показатели определили разбиение провинций на группы. После выполнения кластеризации вариация по большинству показателей уменьшилась, что свидетельствует о получении более однородных групп провинций.

Наибольшей однородностью характеризуется I кластер, состоящий из четырех провинций. По трем показателям коэффициент вариации составил около 30% («удельный выброс диоксида серы с 1 т.у.т. потребления энергии, тыс. тонн / тыс. т.у.т.», «потребление КУ/ВРП, тыс. тонн/ млрд юаней», «душевой ВРП»), вариация по остальным показателям умеренная (коэффициент вариации не превышает 30%) и слабая (коэффициент вариации меньше 10%).

I кластер характеризуется самой высокой долей городского населения и самым высоким уровнем благосостояния и, хотя здесь наблюдается высокая доля промышленного производства в ВРП, но доля каменного угля в энергетическом балансе самая низкая (удельный выброс окислов азота и диоксида серы с 1 т.у.т. потребления энергии ниже, чем в других провинциях).

Большинство провинций II кластера находятся на восточном и центральном регионе, их уровень экономического развития во многом опережает остальные регионы. В данной кластере доля промышленного производства в ВРП и доля каменного угля в энергетическом балансе провинции ниже, чем в III и IV кластерах.

III кластер находится в северо-западном и северо-восточном регионах, характеризуется отсталым экономическим развитием, потребление КУ/ВРП выше, чем в I и II кластере. Из-за этого удельные выбросы диоксида серы выше, чем в других кластерах. Провинции III кластера имеют умеренные отличия по доле каменного угля в энергетическом балансе и по удельному выбросу CO₂. Но по выбросам диоксида серы провинции III кластера имеют огромные различия. Самые малые выбросы диоксида серы – в провинции Цинхай, а самые большие – в провинции Шэньси, разница составляет почти 200 раз.

Провинции, образующие IV кластер, имеют слабую вариацию по доле каменного угля в энергетическом балансе, но в этих провинциях самые высокие показатели

потребления каменного угля/ВРП (в среднем 425,8 тыс. тонн / млрд юаней) и доли каменного угля в энергетическом балансе (в среднем 87%). В провинциях IV кластера самые высокие удельные выбросы SO₂ и NO_x с 1 т.у.т. потребления энергии. Это отражает экстенсивную экономику развития. Большинство провинций находится в северном и центральном регионе, где сохраняются высокая добыча и потребление каменного угля.

За 2010 г. обработана информация по 30 провинциям (за исключением Тибета и Тайвань). В таблице 3.3 представлены распределение провинций по группам в 2010 г.

Таблица 3.3 – Кластерный анализ по эколого-экономическим показателям в 2010 г.

Кластеры	Провинция
I кластер (3 провинции)	Пекин, Шанхай, Хайнань
II кластер (13 провинций)	Цзянсу, Чжэцзян, Фуцзянь, Цзянси, Хубэй, Хунань, Гуанси, Гуандун, Сычуань, Цинхай, Ляонин, Тяньцзинь, Чунцин
III кластер (9 провинций)	Юньнань, Синьцзян, Ганьсу, Шэньси, Хэнань, Аньхой, Шаньдун, Хэбэй, Цилинь
IV кластер (5 провинций)	Внутренняя Монголия, Нинся, Хэйлунцзян, Шаньси, Гуйчжоу

Источник: составлено автором на основе расчета в программе STATISTICA

На рисунке 3.2 виден состав кластеров, в таблице 3.4 приведены основные количественные характеристики кластеров. Для описания каждого кластера и совокупности в целом рассчитаны средняя величина (по формуле средней арифметической простой) и коэффициент вариации в процентах.

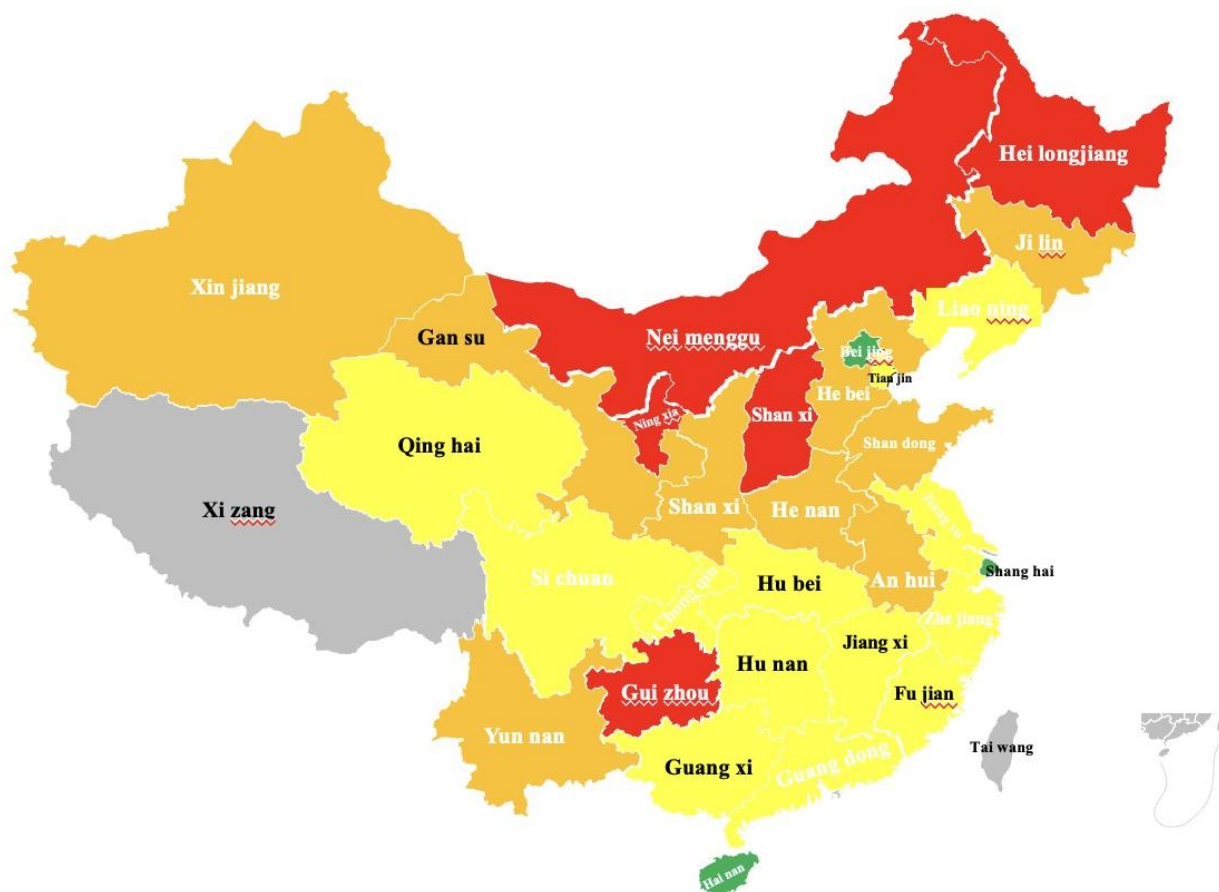


Рисунок 3.2 – 2010 год: кластерный анализ по эколого-экономическим показателям

Источник: составлено автором на основе таблицы 3.3.

В 2010 г. провинции Китая были более однородными как по показателям потребления каменного угля, так и по показателям выбросов вредных веществ в атмосферу. Коэффициент вариации, рассчитанный по совокупности в целом, указывает на существенную степень различий провинций по каждому из показателей. Наиболее существенные различия наблюдались по показателям «потребление КУ/ВРП, тыс. тонн/млрд юаней» (коэффициент вариации 94,33%), уровень благосостояния (коэффициент вариации 47,18%) и «удельный выброс диоксида серы с 1 т.у.т. потребления энергии» (коэффициент вариации 45,77%). По остальным показателям различия провинций можно охарактеризовать как умеренные. После выполнения кластеризации были получены однородные группы провинций, величина коэффициента вариации по большинству показателей сократилась.

Таблица 3.4 – Результаты кластерного анализа за 2010 г.

	ВРП/население (уровень благополучия), млрд юаней/млн чел.	Доля городского населения %	Доля промышленного производства в ВРП %	Доля КУ в энергетическом балансе провинции, %	Потребление КУ/ВРП, тыс. тонн / млрд юаней	Уд выброс CO ₂ с 1 тонны потребленного каменного угля, млн тонн/ млн т.	Удельный выброс диоксида серы с 1 т.у.т. потребления энергии, тыс. тонн / тыс. т.у.т.	Удельный выброс окислов азота с 1 т.у.т. потребления энергии, тыс. тонн / тыс. т.у.т.
Совокупность в целом (30 провинций)								
Средняя величина	33,6	53,2	42,2	62,6	117,4	1,3	0,006	0,0065
Коэффициент вариации, %	47,18	24,20	17,54	32,62	94,33	33,33	45,77	30,15
I кластер (3 провинции)								
Средняя величина	56,7	75,3	25,4	29,1	25,4	1,6	0,0023	0,0046
Коэффициент вариации, %	41,1	23,4	35,2	12,5	23,6	3,9	24,1	28,9
II кластер (13 провинций)								
Средняя величина	36,0	55,5	44,6	50,5	63,4	1,4	0,0059	0,0054
Коэффициент вариации, %	41,7	20,0	5,9	14,4	30,2	11,7	38,3	19,9
III кластер (9 провинций)								
Средняя величина	25,7	45,2	43,8	78,7	119,3	1,2	0,0064	0,0081
Коэффициент вариации, %	28,7	12,4	11,1	11,7	67,5	18,2	40,5	19,1
IV кластер (5 провинций)								
Средняя величина	28,0	49,5	42,8	89,3	303,6	0,9	0,0085	0,0085
Коэффициент вариации, %	28,37	6,41	10,44	4,46	38,54	11,65	14,03	17,19

Источник: рассчитано и составлено автором.

Обобщая анализ результатов разбиения провинций на группы, можно сделать вывод, что в 2010 г. наиболее значимым фактором, определившим дифференциацию провинций Китая, был показатель «потребление КУ/ВРП, тыс. тонн/ млрд юаней». От значения данного показателя зависит величина большинства других показателей, в первую очередь, показателей состояния окружающей среды. После разбиения провинций на группы величина коэффициента вариации удельного показателя «выброс CO_2 с 1 тонны потребленного каменного угля, млн тонн/ млн тонн» в каждом кластере стали значительно меньше, чем в целом по совокупности. Это означает, что углеродные выбросы в провинциях, попавших в одну группу, примерно одинаковы.

Анализ средних величин групп позволил сделать вывод, что лидирующим кластером по уровню использования каменного угля является I кластер, в котором зафиксирована самая высокая доля городского населения (75,3%) и самая низкая доля каменного угля в энергетическом балансе провинции (29,1%), а также самый низкий удельный выброс SO_2 и NO_x с 1 т.у.т. потребления энергии. Наихудшими по уровню использования каменного угля можно назвать провинции, образующие IV кластер, в котором имеет самая высокая доля КУ в энергетическом балансе провинции (78,7%), и самая высокая величина потребления КУ/ВРП (309,2 тыс. тонн / млрд юаней), также имеет самый высокий удельный выброс SO_2 и NO_x с 1 т.у.т. потребления энергии. Отмечается, что удельный выброс CO_2 первого кластера выше, чем в других кластерах. Дело в том, что доля каменного угля в энергетическом балансе провинций этого кластера самая низкая и правительство Китая обратило внимание на четыре провинции IV кластера, где удалось добиться заметного снижения удельного выброса CO_2 .

I кластер включает в себе только три провинции – Пекин, Шанхай и Хайнань. Пекин и Шанхай являются самыми современными городами в Китае, а в провинции Хайнань ориентирована на индустрию услуг. В этой провинции – самый высокий уровень благосостояния и самая низкая доля промышленного производства в ВРП, поэтому там удельный выброс SO_2 и NO_x самый низкий. Отметим также, что столичная металлургическая корпорация (группа «Шоуган») перенесена из Пекина в провинцию Хэбэй, чтобы обеспечить зеленое развитие столицы.

Большинство провинций II кластера находятся на юге Китая, который характеризуется большим потенциалом развития ВИЭ. Их уровень благосостояния и урбанизации занимает второе место, потребление каменного угля не играет важную роль для ВРП. Соответственно удельный выброс SO_2 и NO_x невысокий. Зависимость развития экономики от каменного угля для данного кластера невысокая, данный кластер имеет богатые речные водные ресурсы для развития гидроэлектроэнергии. Самой известной

гидроэлектростанцией является «Три ущелья», которая является самой крупной гидроэлектростанцией в мире, начиная с 2003 г.

Большинство провинций III кластера находятся на северо-западе и центральном регионе Китая. Данный кластер характеризуется относительно низким темпом развития экономики и высоким потреблением каменного угля. Там отмечается самый низкий уровень благосостояния и урбанизации, каменный уголь занимает важное место в энергетическом балансе и оказывает большое влияние на ВРП. В этих провинциях трудно реализовать энергетические преобразования от каменного угля к природному газу.

IV кластер включает пять провинций – Внутренняя Монголия, Нинся, Хэйлунцзян, Шаньси, Гуйчжоу, в которых находятся главные угольные месторождения, открыто много традиционных металлургических заводов и углемоек. Из-за экстенсивной экономики, величина потребления КУ/ВРП и удельный выброс SO_2 и NO здесь самая высокая. Но данный кластер имеет большой потенциал для создания ветроэлектростанций.

За 10 лет с 2000 по 2010 гг. в КНР наблюдался быстрый рост благосостояния населения (доходы выросли с 8,4 тыс до 33,6 тыс. юаней/чел.), доля городского населения увеличилась с 40,8% на 53,2%; потребление КУ/ВРП снизилось с 194,6 до 117,4 тыс. тонн / млрд юаней.

Количество провинций I кластера сократилось, остались только Пекин и Шанхай, Тяньцзинь и Гуандун попали в II кластер, а Хайнань из II кластера перешла в I.

Количество провинций II кластера в 2010 г. возросло. Провинции Цинхай, Чунцин, Цзянси, Гуанси и Ляонин из III переместились во II кластер, что связано с развитием гидроэнергетики в южном регионе. Провинции Юньнань и Шаньдун из II кластера попали в III кластер из-за увеличения доли промышленного производства в ВРП.

Количество провинций IV кластера сократилось, остались Шаньси, Внутренняя Монголия и Гуйчжоу. Благодаря повышению эффективности использования каменного угля в промышленности, провинции Хэбэй, Хэнань и Аньхой передвинулись из IV в III кластер. Провинция Хэйлунцзян из III кластера попала в IV кластер из-за повышения доли промышленного производства в ВРП от 44% до 51%.

Далее представлены результаты кластеризации провинций Китая в 2020 г. (рисунок 3.3). В таблице 3.5 представлен состав кластеров, в таблице 3.6 приведены основные количественные характеристики этих кластеров.

**Таблица 3.5 – Кластерный анализ по эколого-экономическим показателям
в 2020 г.**

Кластеры	Провинция
I кластер (2 провинции)	Пекин, Шанхай
II кластер (15 провинций)	Цзянсу, Чжэцзян, Фуцзянь, Цзянси, Хубэй, Хунань, Гуанси, Гуандун, Сычуань, Цинхай, Ляонин, Тяньцзинь, Чунцин, Хайнань, Юньнань
III кластер (10 провинций)	Синьцзян, Ганьсу, Шэньси, Хэнань, Аньхой, Шаньдун, Хэбэй, Цзилинь, Гуйчжоу, Хэйлунцзян
IV кластер (3 провинции)	Внутренняя Монголия, Нинся, Шаньси

Источник: составлено автором на основе расчета в программе STATISTICA

Аналогичные расчеты по результатам многомерной группировки выполнены за 2020 г. (таблица 3.6). Максимальные различия наблюдаются по показателю «удельный выброс CO₂ с 1 тонны потребленного каменного угля, млн тонн / млн тонн» – 260,11%. Чуть меньшие, но также очень существенные различия провинций наблюдаются по показателям «удельный выброс окислов азота с 1 т.у.т. потребления энергии, тыс. тонн / тыс. т.у.т.», «потребление КУ/ВРП, тыс. тонн / млрд юаней» и «удельный выброс диоксида серы с 1 т.у.т. потребления энергии, тыс. тонн / тыс. т.у.т.» (коэффициенты вариации составили соответственно 253,68%, 149,12% и 69,06%). Полученные результаты указывают на то, что перечисленные показатели (три показателя, измеряющие влияние деятельности человека на экологию и один показатель отражает потребление каменного угля в процессе общественного производства в провинции) являются дискриминирующими, то есть именно они обуславливают необходимость разделения провинций Китая на группы для выработки целенаправленной государственной энергетической и природоохранной политики.



Рисунок 3.3 – 2020 год: кластерный анализ по эколого-экономическим показателям

Источник: составлено автором на основе таблицы 3.5.

После выполнения процедур кластерного анализа получены однородные группы провинций. Наиболее близки по условиям деятельности провинции, образующие IV кластер (по большинству показателей наблюдаются умеренные различия между провинциями). Обращает на себя внимание I кластер, в который вошло два крупнейших города Китая (Пекин и Шанхай). Эти провинции очень похожи по уровню благосостояния населения и уровню урбанизации, но имеют существенные различия по экологическим показателям и показателям потребления КУ в производстве.

Группа провинций III кластера имеет близкие значения по показателям благосостояния, урбанизации, доле промышленного производства в ВРП. Наиболее существенно эти провинции отличаются по показателям «удельный выброс диоксида серы с тысячи тонн использованного каменного угля» и «потребление КУ/ВРП, тыс. тонн/ млрд юаней» (коэффициенты вариации 63,8% и 52,2% соответственно).

Для провинций II кластера наиболее значимыми факторами, как и для провинций III кластера, выступают «удельный выброс диоксида серы с 1 т.у.т. потребления энергии, тыс. тонн / тыс. т.у.т.» и «потребление КУ/ВРП, тыс. тонн/ млрд юаней» (коэффициенты вариации 60,7% и 50,6% соответственно).

Лидирующим кластером является I кластер, в котором, как уже указывалось, зафиксирована самая высокая доля городского населения и уровень благосостояния, но самая низкая доля каменного угля в энергетическом балансе провинции и доля промышленного производства в ВРП. По экологическому уровню данный кластер имеет самый низкий удельный выброс SO_2 и NO_x . Наихудшими по уровню использования каменного угля можно назвать провинции, образующие IV кластер, в котором имеет самая высокая доля каменного угля в энергетическом балансе провинции (77,2%), и самая высокая величина потребления КУ/ВРП (427 тыс. тонн/ млрд юаней), соответственно высокий удельный выброс SO_2 и NO_x .

Кластеризация 2020 г. имеет небольшие отличия по сравнению с 2010 г.: провинция Хайнань ушла из I кластера во II; провинция Хэйлунцзян и Гуйчжоу поднялись с IV на III уровень; а провинция Юньнань – с III уровня на II. При сравнении показателей в 2010 г. и 2020 г. необходимо отметить повышение уровня благосостояния и экологического уровня (выбросы SO_2 и NO_x снижаются), снижение доли промышленного производства в ВРП и уровня потребления каменного угля (доли каменного угля в энергетическом балансе и потребления КУ/ВРП). Отметим, что удельный выброс CO_2 с 1 тонны потребленного каменного угля в 2020 г. выше, чем в 2010 г., данную проблему необходимо решать в будущем.

Таблица 3.6 – Результаты кластерного анализа за 2020 год

	ВРП/население (уровень благополучия), млрд юаней/млн чел.	Доля городско- го населения %	Доля промышленного производства в ВРП, %	Доля КУ в энергетическом балансе провинции%	Потребле- ние КУ/ВРП, тыс. тонн/ млрд юаней	Уд выброс CO ₂ с 1 тонны потребленного каменного угля, млн тонн/ млн т.	Удельный выброс диоксида серы с 1 т.у.т. потребле- ния энергии, тыс. тонн / тыс. т.у.т.	Удельный выброс окислов азота с тысячи т.у.т. потребле- ния энергии, тыс. тонн / тыс. т.у.т.
Совокупность в целом (30 провинций)								
Средняя величина	68,7	49,9	28,9	54,7	84,3	1,4	0,0007	0,0021
Коэффициент вариации, %	47,77	27,74	22,21	41,10	149,12	260,11	69,06	253,68
I кластер (2 провинции)								
Средняя величина	160,0	86,8	18,3	13,2	4,5	2,0	0,0001	0,0013
Коэффициент вариации, %	2,8	2,1	36,1	92,3	93,3	87,0	82,0	88,8
II кластер (15 провинций)								
Средняя величина	68,6	50,2	29,3	41,6	26,6	1,6	0,0006	0,002
Коэффициент вариации, %	40,9	20,5	22,8	23,8	50,6	12,7	60,7	24,3
III кластер (11 провинций)								
Средняя величина	53,5	42,6	28,9	75,9	84,0	1,2	0,0009	0,0024
Коэффициент вариации, %	18,7	18,7	13,4	19,9	52,2	27,3	63,8	40,5
IV кластер (3 провинции)								
Средняя величина	59,3	48,5	34,2	77,2	427,0	0,9	0,0009	0,0021
Коэффициент вариации, %	16,49	7,15	8,34	7,34	27,17	37,36	42,04	19,00

Источник: рассчитано и составлено автором.

За 10 лет с 2010 г. до 2020 г. в Китае произошли значительные изменения: благосостояния населения быстро росло (с 56,7 до 160 тыс. юаней/чел.); доля городского населения увеличилась с 75,3% до 86,8%; доля промышленного производства в ВРП снизилась с 25,4% до 18,3%; доля каменного угля в энергетическом балансе снизилась с 29,1% до 13,2%, а потребление КУ/ВРП уменьшилось с 25,4 до 4,5 тыс. тонн/ млрд юаней.

В I кластере только осталось две провинции – Пекин и Шанхай. Там отмечается самый высокий уровень благосостояния и урбанизации и самый низкий доля промышленного производства в ВРП. Вследствие высокого уровня образования и инвестиций, финансовый сектор и ново-высокотехнологические отрасли концентрируются здесь. Провинция Хайнань, наоборот, ушла из первого во второй кластер из-за роста доли промышленного производства в ВРП (увеличился с 9,7% до 18,7%), потребление каменного угля соответственно также увеличилось.

Провинция Юньнань переместилась из III кластера во II главным образом за счет снижения потребления КУ/ВРП со 124 до 31,5 тыс. тонн/ млрд юаней. Это связано с «Планом развития ВИЭ КНР в XII пятилетки», в котором предусматривалось развитие гидроэнергетики в провинции Юньнань.¹⁸³ Другой причиной стало поступление в эту провинцию с 2013 г/ трубопроводного природного газа из стран Юго-Восточной Азии (Мьянмы)¹⁸⁴. При сравнении социально-экономических показателей в 2010 г. и 2020 г., II кластер имеет динамику развития экономики и экологии аналогичную первому кластеру.

В III кластер входят провинции Хэйлунцзян и Гуйчжоу. Доля промышленного производства в ВРП в Хэйлунцзяне снизилась с 44,4% до 23%, а потребление КУ/ВРП – с 144,5 до 107,4 тыс. тонн/ млрд юаней. Потребление КУ/ВРП в Гуйчжоу снизилось с 281,1 до 73,8 тыс. тонн/ млрд юаней. Благодаря газопроводу «Сила Сибири» из России в восточных провинциях Китая снизилось потребление каменного угля в энергетическом балансе, что сказалось на состоянии окружающей среды. Правительство провинции Гуйчжоу обратило внимание на развитие ВИЭ и гидроэнергетики.

В IV кластере только остались три провинции – Внутренняя Монголия, Нинся и Шаньси. В основном динамика развития экономики и экологии в данной кластере похожа на I кластер, но величина потребления КУ/ВРП в 2020 г. выше, чем в 2010 г. Это доказано, что проблема экстенсивного развития пока не решена.

Проводимое нами исследование использования энергоресурсов в экономике Китая показало наличие дифференциации провинций по уровню добычи, переработки и конечного потребления энергетических ресурсов. Если добыча ресурсов в большей степени зависит от

¹⁸³ Уведомление Государственного совета ... [2013] № 2.

¹⁸⁴ Открыт газопровод Китай-Мьянма. [Электронный ресурс]. URL: https://www.china5e.com/subject/show_693.html (дата обращения: 12.07.2021).

географии залегания полезных ископаемых, то потоки импорта, организация системы переработки и конечного использования ресурсов формируются целенаправленно государственными органами власти.

Далее в работе (раздел 3.3) мы проведем анализ произошедших изменений, которые необходимо учитывать при формировании экономической политики.

3.2 Оценка возможности достижения углеродной нейтральности на основе рационального использования энергоресурсов в Китае к 2060 г.

В сентябре 2020 г. председателем КНР Си Цзиньпин в выступлении на 75-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН, было заявлено, что «на национальном уровне Китай направляет усилия и разрабатывает действенную политику и меры для перехода через пик выбросов CO₂ к 2030 г. и достижения углеродной нейтральности к 2060 г.»¹⁸⁵. Вышесказанное означает, что к 2030 г. рост потребления углеводородных источников энергии (кроме газа, который в Китае рассматривает как чистая энергия) в целом должен прекратиться. Данная цель должна быть достигнута путем модернизации промышленности и использования ВИЭ. Пик углеродных выбросов означает точку перехода растущей динамики выбросов к тенденции снижения. Стоит отметить, что понятия «углеродной нейтральности» и «нулевого уровня выбросов» не означают их полного отсутствия. Предполагается, что объемы выбросов углекислого газа не превышают объемы его поглощений лесами и океанами¹⁸⁶. Динамика выбросов CO₂ в КНР представлена на рисунке 3.4.

Согласно рисунку 3.4. выбросы CO₂ в Китае в последние 20 лет имеют тенденцию к увеличению. После XII энергетической пятилетки Китаем принимались определенные меры для энергосбережения и сокращения выбросов CO₂. К концу 2020 г. углеродоемкость экономики Китая (выбросы CO₂ на единицу ВВП) была снижена примерно на 36,7% по сравнению с 2010 г., а доля потребления неископаемого топлива составила 5,3% от потребления всех первичных энергоресурсов, что, тем не менее, не соответствовало плановому уровню, установленному XIII энергетической стратегией¹⁸⁷.

¹⁸⁵ Усилия по достижению целей по пику выбросов углерода и углеродная нейтральность. [Электронный ресурс]. URL: https://www.ndrc.gov.cn/wsdwhfz/202111/t20211111_1303691.html?code=&state=123 (дата обращения: 14.04.2022).

¹⁸⁶ Новости ООН: Почему все больше стран обещают добиться «углеродной нейтральности»? [Электронный ресурс]. URL: <https://news.un.org/ru/story/2020/12/1391722> (дата обращения: 11.05.2022).

¹⁸⁷ Никоноров С. М., Мамий И.П., Чжоу Ц. Проблемы и перспективы достижения углеродной нейтральности в условиях устойчивого развития экономики Китая // Инновации и инвестиции. 2023. №. 1. С. 26-32.

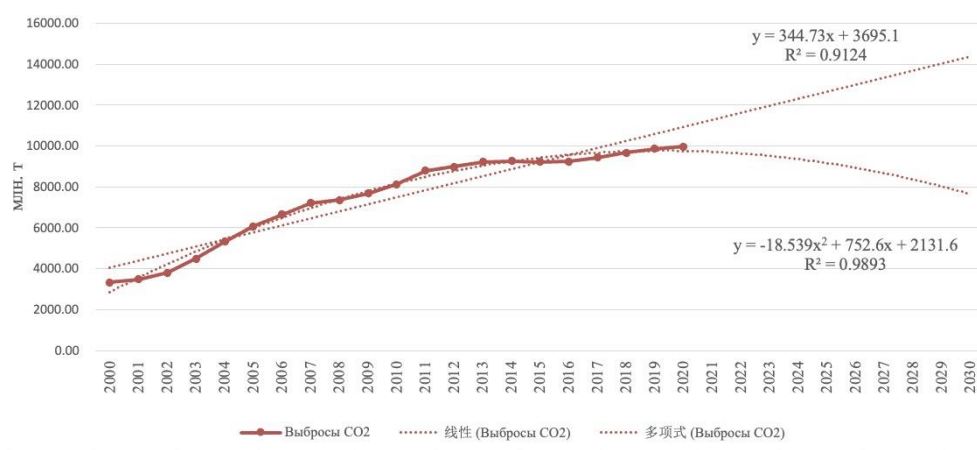


Рисунок 3.4 – Динамика выбросов CO₂ в Китае в период 2000-2020 гг., млн тонн

Источник: составлено автором на основе статистических данных^{188,189}.

Рассмотрим динамику выбросов CO₂ как одного из ключевых показателей эффективности использования природных энергетических ресурсов. В период X пятилетки наблюдался наиболее интенсивный прирост выбросов CO₂, среднегодовой темпы прироста составлял 14,9%. В период XI пятилетки - 5,1%, в период XII пятилетки – 1,2%, в период XIII пятилетки – 1,9%. На рисунке 3.4. прослеживается тенденция к замедлению роста данного показателя. При этом динамика показателя хорошо описывается как уравнением линейного тренда, так и уравнением параболы 2-го порядка (для обоих уравнений R² близок к единице) (таблица 3.7.). То есть объективные факторы допускают два варианта развития ТЭЖ и задача энергетической политики состоит в том, чтобы направить тренд выбросов CO₂ по параболе. Согласно нашим расчетам, если сохранится параболическая тенденция по сокращению выбросов CO₂, то к 2030 г. в Китае объем выбросов CO₂ сократится на 53,2% к уровню 2020 г. Если сохранится линейный тренд и контроль за объемом выбросов не будет ужесточён, то к 2030 г. можно ожидать прирост выбросов CO₂ на 66,8%.

Таблица 3.7 – Прогнозы выбросов CO₂ Китая до 2030 г.

Кластеры 2020 г.	Уравнение тренда	Прогноз на 2030 г., млн тонн
Китай	$Y^{\wedge} = 2887,9 + 443,63t$	16640,43
	$Y^{\wedge} = 1530,1 + 813,92t - 17,633t^2$	9816,31
I кластер	$Y^{\wedge} = 231,29 + 4,891t$	382,91
	$Y^{\wedge} = 162,39 + 18,77t - 0,661t^2$	109,04
II кластер	$Y^{\wedge} = 1364,6 + 187,34 t$	7172,14
	$Y^{\wedge} = 695,66 + 369,78t - 8,69t^2$	3807,75
III кластер	$Y^{\wedge} = 1101,5 + 183,23 t$	6781,63
	$Y^{\wedge} = 576,15 + 326,51t - 6,823t^2$	4141,06
IV кластер	$Y^{\wedge} = 208,5 + 68,163 t$	2321,56
	$Y^{\wedge} = 95,947 + 98,863t - 1,4619t^2$	4565,55

Источник: рассчитано и составлено автором.

¹⁸⁸ Статистический сборник по выбросам CO₂ и объеме энергетики в Китае и их провинциях в период 2014-2019 гг. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ceads.net.cn/news/20211256.html> (дата обращения: 12.02.2023).

¹⁸⁹ Всемирный Банк: данные по Объему выбросов CO₂ в Китае [Электронный ресурс]. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD?locations=CN> (дата обращения: 12.02.2023).

Темп прироста выбросов Китая увеличивается быстрее, чем в других странах (рисунок 3.5). В результате по доле выбросов Китай занимает первое место среди крупных мировых экономик. Следовательно, цель достижения углеродной нейтральности для экономики Китая является более сложной.

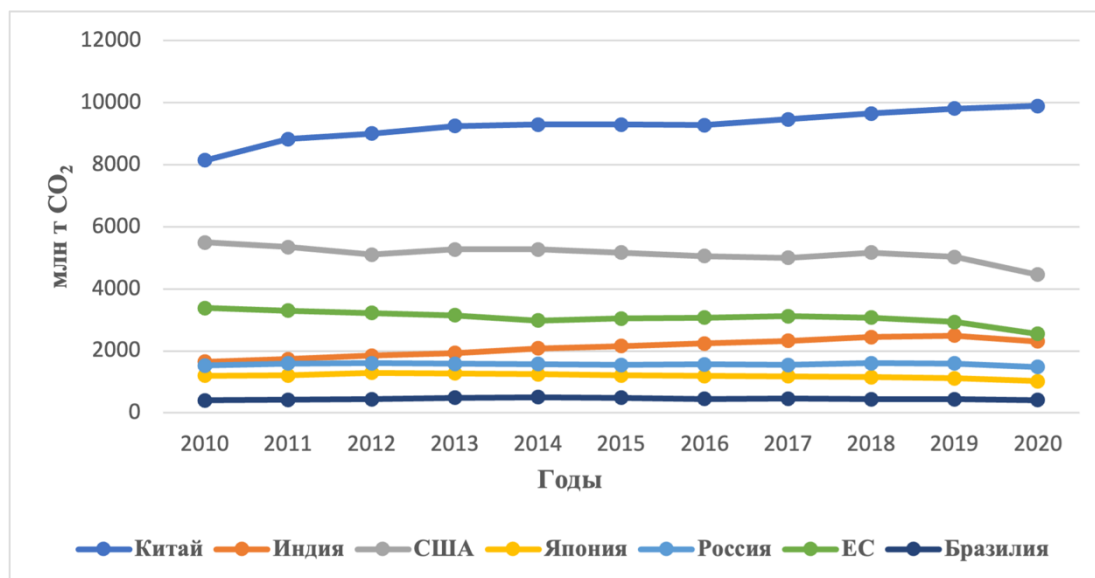


Рисунок 3.5 – Выбросы CO₂ по ведущим странам и регионам мира, млрдтоннCO₂, 2010–2020 гг.

Источник:¹⁹⁰.

Большая часть выбросов CO₂ в Китае приходится на сектор промышленности, при этом выбросы CO₂ от использования каменного угля составляют 93,9%¹⁹¹. В таблице 3.8 представлены объемы выбросов CO₂ от конечного потребления разных видов энергоресурсов по секторам экономики Китая в 2019 г. Выбросы углерода в основном сосредоточены в отраслях производства и поставки электроэнергии и тепла, выплавке черных металлов и производстве неметаллических минеральных продуктов в обрабатывающей промышленности, а также в отраслях транспортировки, хранения, почтовой связи и сферы услуг¹⁹².

¹⁹⁰ Statistical review of world energy 2021. British Petroleum, 2021.

¹⁹¹ Статистический сборник по выбросам CO₂ и объеме энергетики в Китае и его провинциях в период 2014-2019 гг.

¹⁹² Углеродный пик, углеродно-нейтральное давление... – 碳达峰·碳中和压力及转型：国内各省市全景图宏观经济专题 2021 [Углеродный пик, углеродно-нейтральное давление и трансформация: панорама отечественных провинций и муниципалитетов. Хун гуань цзин цзи чжуань ти [Темы макроэкономики], 2021]. URL: https://pdf.dfcfw.com/pdf/H3_AP202105271494271596_1.pdf?1622141151000.pdf (дата обращения: 11.05.2022).

Таблица 3.8 – Выбросы CO₂ по секторам экономики Китая от конечного потребления разных видов энергоресурсов в 2019 г. (млн тонн CO₂)

	Каменный уголь	Сырая нефть	Природный газ
Общий объем выброса	5593,75	13,57	554,93
Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство, рыболовство	28,90	0	1,46
Промышленность	5257,99	13,57	292,17
Строительство	9,69	0	1,08
Транспорт, хранение, и почтовая связь	12,45	0	34,60
Оптовая и розничная торговля, гостиницы и рестораны	39,26	0	30,08
Жилищный сектор	81,01	0	103,25
в том числе:			
- в городе	16,53	0	87,47
- в селе	64,48	0	15,78

Источник: составлено автором на основе опубликованных данных¹⁹³.

Разные виды топлива выделяют разное количество CO₂. На рисунке 3.6 количество CO₂, выделяющегося на кВт·ч электроэнергии, получаемой при сжигании различных видов топлива. Следует отметить, что природный газ является самым низкоуглеродным видом топлива среди энергоресурсов, за ним следует сырая нефть, а каменный уголь – один из самых высокоуглеродистых видов топлива. Следовательно, для уменьшения вредных выбросов в атмосферу, как правило, ставится задача постепенного снижения доли угля в энергобалансе.

Выбросы CO₂ от использования каменного угля в сельской местности превышают аналогичные в городской местности более, чем в 3,9 раз. Выбросы CO₂ от природного газа в городах, напротив, превышают в 5,5 раз аналогичный показатель в сельской местности. Трубопроводы природного газа не распространены в настоящее время в сельских районах, а бытовое отопление в большей части обеспечивается сжиганием каменного угля, в то время как в большинстве городов природный газ является основным источником бытового отопления. В этой связи Китаю необходимо активизировать усилия в области строительства инфраструктуры газопроводов для увеличения доли конечного потребления природного газа¹⁹⁴.

¹⁹³ Статистический сборник по выбросам CO₂ и объеме энергетики в Китае и его провинциях в период 2014-2019 гг.

¹⁹⁴ Никоноров С. М., Мамий И.П., Чжоу Ц. Проблемы и перспективы достижения углеродной нейтральности в условиях устойчивого развития экономики Китая // Инновации и инвестиции. 2023. №. 1. С. 26-32.

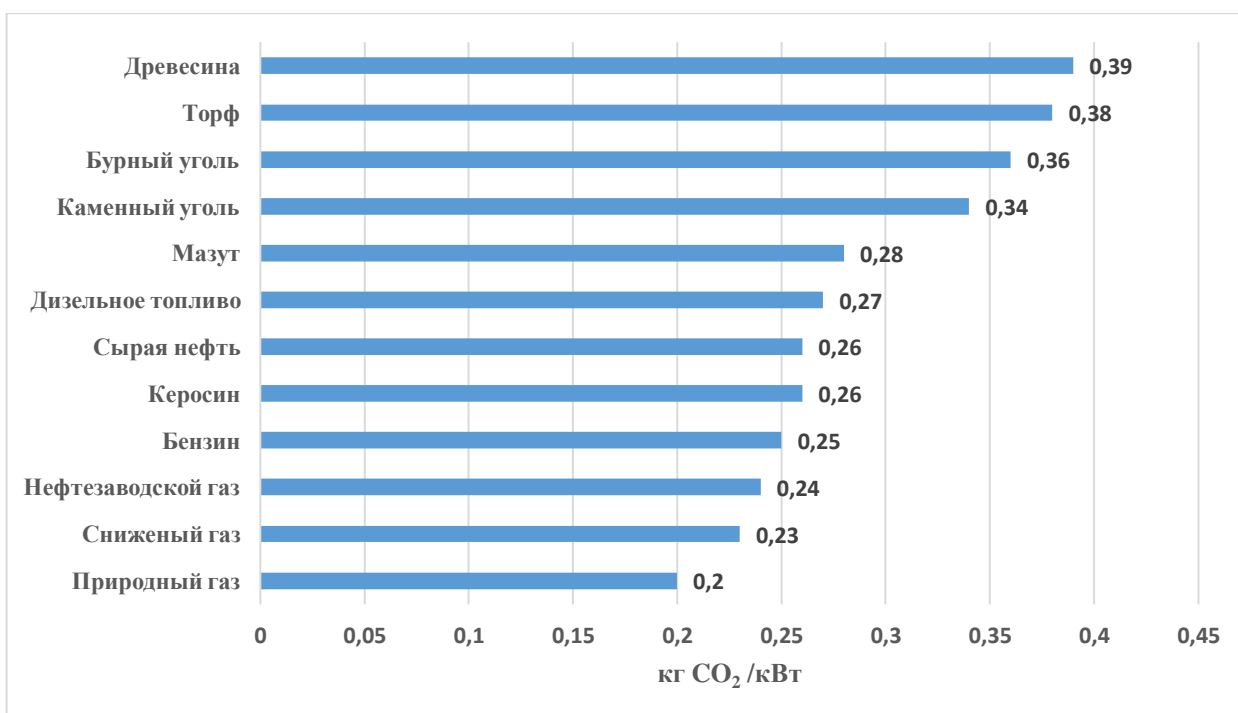


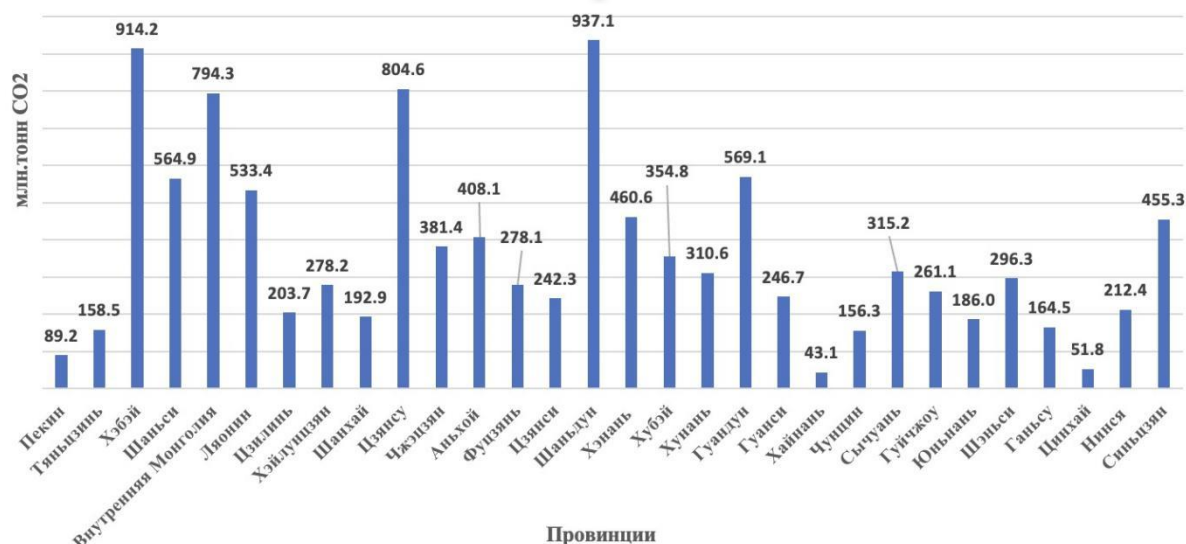
Рисунок 3.6 – Удельный выброс углекислого газа от различного вида топлива

Источник:¹⁹⁵.

Вследствие того, что территориальное распределение промышленности в Китае не равномерно, выбросы CO₂ по провинциям также существенно различаются. На рисунке 3.7 представлены объемы выбросов CO₂ по провинциям Китая в 2019 г. Отметим, что провинции Внутренняя Монголия, Хэбэй, Шаньси и Синьцзян имеют самые высокие выбросы CO₂: в них сосредоточена добыча и обогащение каменного угля для производства электроэнергии и теплоэнергетики; в провинции Ляонин сосредоточена черная металлургия; в провинциях Цзянсу и Шаньдун высокие выбросы CO₂ связаны со строительством; в провинциях Сычуань, Гуйчжоу и Юньнань выбросы обусловлены деятельностью отрасли добычи неметаллических минералов¹⁹⁶.

¹⁹⁵ Исмагилов, З. Р, Пармон В. Н. Каталитические методы переработки углекислого газа угольной генерации в полезные продукты // Энергетический вестник. – 2021. – № 27. URL: http://www.coal.sbras.ru/wp-content/uploads/2021/06/%D1%81%D1%82%D1%80%2054-74%20%D0%B8%D0%B7%20_%2010ideas_RU.pdf (дата обращения: 12.02.2023).

¹⁹⁶ Никоноров С. М., Мамий И.П., Чжоу Ц. Проблемы и перспективы достижения углеродной нейтральности в условиях устойчивого развития экономики Китая // Инновации и инвестиции. 2023. №. 1. С. 26-32.



**Рисунок 3.7 – Выбросы CO₂ по провинциям Китая в 2019 г.
(не включена провинция Тибет)**

Источник: составлено автором на основе статистических данных¹⁹⁷.

По уровню углеродоемкости провинции Китая можно распределить на три группы, представленные в таблице 3.9. Очевидно, что провинции, находящиеся на северном регионе, которые являются центральными промышленными районами, характеризуются высокой углеродоемкостью; провинции и города, находящиеся на востоке, которые являются самыми большими и современными провинциями и городами Китая, характеризуются низкой углеродоемкостью.

**Таблица 3.9 – Классификация провинций Китая по низкоуглеродному уровню в 2019 г.
(не включена провинция Тибет)**

№	Группы	Провинция	Углеродоемкости по группе, млн тонн CO ₂ / млрд юань
1	Высокая углеродоемкость	Хэбэй, Шаньси, Внутренняя Монголия, Ляонин, Хэйлунцзян, Нинся, Синьцзян.	>0,2
2	Средняя углеродоемкость	Тяньцзинь, Цзилинь, Аньхой, Цзянси, Шаньдун, Гуанси, Гуйчжоу, Шэньси, Ганьсу, Цинхай.	0,1-0,2
3	Низкая углеродоемкость	Пекин, Шанхай, Цзянсу, Чжэцзян, Фуцзянь, Хэнань, Хубэй, Хунань, Гуандун, Хайнань, Чунцин, Сычуань, Юньнань.	<0,1

Источник: составлено автором на основе опубликованных данных¹⁹⁸.

¹⁹⁷ Статистический сборник по выбросам CO₂ и объеме энергетики в Китае и его провинциях в период 2014-2019 гг.

¹⁹⁸ Там же.

Низкоуглеродное направление экономической политики Китая сталкивается с тремя основными проблемами. Во-первых, обрабатывающая промышленность страны все еще находится на среднем и более низком месте глобальной производственно-сбытовой цепочки; производство продуктов имеет высокую энергоемкость, а добавленная стоимость невысока. Задача реструктуризации экономики и модернизации промышленности имеет свои сложности. Во-вторых, доля каменного угля в структуре потребления первичных энергоресурсов по-прежнему относительно высока и превышает 50%. Задача регулирования структуры потребления энергоресурсов также встречает свои сложности на пути к реализации. В-третьих, энергоемкость потребления пока еще достаточно велика – она в 1,5 раза превышает среднемировое значение и в 2–3 раза выше, чем в развитых странах¹⁹⁹.

Одним из главных инструментами снижения выбросов CO₂ – это создание углеродного рынка. Система торгуемых прав (разрешений) базируется на положениях теоремы Коуза о том, что при определенных условиях переговоры об экстерналиях могут привести к оптимальному результату. Выделяются 4 типа рынков торгуемых разрешений:

- система усреднения (averaging system);
- система прав пользования (usage rights system);
- кредитная система (credit system);
- система колпака (потолка) (cap-and-trade system)²⁰⁰.

В Китае используется система колпака (потолка) и кредитная система. В «Политике и действия Китая по борьбе с изменением климата (2011 г.)», опубликованном правительством КНР еще в 2011 г. было объявлено о планах по созданию рынка торговли квотами на выбросы углерода²⁰¹. В том же году Национальная комиссия по развитию и реформам КНР определила семь пилотных рынков торговли выбросами углерода, включая Пекин, Шанхай, Тяньцзинь, Чунцин, Хубэй, Гуандун и Шэньчжэнь, которые были открыты в 2013-2014 гг. С 2014 г. объем и оборот торговли углеродными квотами демонстрируют устойчивую тенденцию к росту. В 2016 г. Фуцзянь становится новым пилотным рынком торговли выбросами углерода.

В 2017 г. Китай решил запустить национальную систему торговли квотами на выбросы парниковых газов (ETS) как экономически эффективный способ сокращения выбросов парниковых газов. Но в связи с пандемией сроки запуска были сдвинуты. В 2020 г. была

¹⁹⁹ Никоноров С. М., Мамий И.П., Чжоу Ц. Проблемы и перспективы достижения углеродной нейтральности в условиях устойчивого развития экономики Китая // Инновации и инвестиции. 2023. №. 1. С. 26-32.

²⁰⁰ Ховавко, И. Ю. Интернализация внешних эффектов от загрязнения окружающей среды в РФ: вопросы теории и практики //М.: ТиРу, 2012. 240 с.

²⁰¹ Политика и действия Китая..., 2011 – 中国应对气候变化的政策与行动 (2011) (2011年11月22日) 中华人民共和国国务院新闻办公室 [Политика и действия Китая по борьбе с изменением климата (2011 г.). Политика и действия Китая по решению проблемы изменения климата (22 ноября 2011 г.). Чжун хуа жэнь минь гун хэ го го у юань синь вэнь бань гун ши [Информационное бюро Государственного совета Китайской Народной Республики], 2011]. URL: https://www.gov.cn/zhengce/2011-11/22/content_2618563.htm (дата обращения: 12.02.2023).

обнаружена концепция «углеродного пика выбросов CO₂ к 2030 г. и углеродной нейтральности к 2060 г.» и приняты «Меры по управлению торговлей квотами на выбросы углерода (испытательная версия)»²⁰². В этом документе были выделены ключевые предприятия с выбросами парниковых газов более 26 тыс. тонн эквивалента углекислого газа в год. Наибольшая доля общих выбросов CO₂ приходится на электроэнергетику²⁰³. В 2021 г. на Шанхайской эколого-энергетической бирже (Shanghai Environment and Energy Exchange) был официально открыт национальный единый рынок торговли квотами на выбросы углерода, охватывающий 2162 основных предприятий-эмитентов.

Согласно докладу Министерства охраны окружающей среды КНР, в 2020 г. углеродоемкость производства электроэнергии от каменного угля снизилась на 1,07 % по сравнению с 2018 годом²⁰⁴. Это также сыграло роль в преобразовании таких отраслей, как сталелитейная, цветная металлургия, промышленность строительных материалов. До 30 декабря 2022 г. совокупный объем торговли углеродными рынками в пилотных провинциях и городах превысил 230 млн тонн, а совокупный оборот превысил 10,5 млрд юаней²⁰⁵. С точки зрения совокупного объема транзакций Хубэй и Гуандун являются двумя наиболее активными регионами, на которые приходится более 60% от общего совокупного объема транзакций.

Система углеродного рынка Китая в основном включает четыре инструмента снижения выбросов углеродов: механизм торговли квотами, механизм компенсации CCER (Chinese Certified Emission Reduction – CCER), механизм управления MRV (Measuring, Reporting and Verification) и механизм регулирования цен на углерод²⁰⁶.

Механизм торговли квотами. Существует два основных режима распределения углеродных квот: бесплатное распределение и оплата (аукцион или фиксированная цена) В Китае в основном используется бесплатное распределение.

Механизм компенсации национальных сертифицированных единиц сокращения выбросов (CCER). Отрасли с контролируемыми выбросами и высокой интенсивностью выбросов углерода могут приобрести больше CCER, чтобы компенсировать некоторые выбросы углерода. Например, возобновляемые источники энергии, лесное хозяйство, утилизация метана могут

²⁰² Меры по управлению торговлей выбросами углерода (испытательная версия). [Электронный ресурс]: сайт. – URL: https://www.mee.gov.cn/xxgk/2018/xxgk/xxgk02/202101/t20210105_816131.html (дата обращения: 12.02.2023).

²⁰³ Основа работы национального углеродного рынка в основном установлена. [Электронный ресурс]. URL: https://www.gov.cn/xinwen/2023-01/03/content_5734665.htm (дата обращения: 12.02.2023).

²⁰⁴ Обзор работы национального углеродного рынка в 2022 году. [Электронный ресурс]. URL: <http://tanjiaoyi.com/article-44558-1.html> (дата обращения: 12.02.2023).

²⁰⁵ Там же.

²⁰⁶ Отраслевые исследования | Текущая ситуация и тенденции развития рынка торговли выбросами углерода в моей стране. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.carbonstop.net/domedetail9028/> (дата обращения: 12.02.2023).

компенсировать оплату квот на выбросы углерода промышленных предприятий²⁰⁷.

Механизм управления MRV (Measuring, Reporting and Verification) разработан на основе механизмов чистого развития (Clean Development Mechanism – CDM) и предполагает создание механизма измерения, мониторинга и контроля выбросов парниковых газов.

Механизм регулирования цен на углерод предназначен для контроля чрезмерных колебаний цен на углерод и объемов торговли.

Таким образом, углеродный рынок Китая — это политико-экономический инструмент для контроля выбросов углерода с помощью рыночных механизмов. Он способствует притоку средств на предприятия с более низкими затратами на сокращение выбросов, стимулирует поэтапный отказ от энергоблоков с устаревшим оборудованием и с высокими затратами на сокращение выбросов. При этом через механизм компенсации CCER можно снизить затраты на сокращение выбросов для ключевых предприятий, которым труднее сократить выбросы углерода.

Кроме того, с помощью Механизмов управления MRV и регулирования цен на углерод создали систему учета, отчетности и проверки данных о выбросах углерода для повышения осведомленности и способности предприятий сокращать выбросы углерода.

Рынок торговли выбросами углерода в Китае состоит из 8 пилотных городов, каждый из которых формулирует свою локализованную политику в соответствии с ситуацией в регионе. Проекты имеют разные модели распределения углерода, методы торговли и т. д. Что касается квот, развитые города с очень активными рынками торговли квотами на выбросы углерода используют комбинацию платных и бесплатных квот, в то время как экономически слаборазвитые регионы используют бесплатное распределение.

За период 2019-2020 гг., благодаря механизму компенсации CCER национальный углеродный рынок принес около 980 млн юаней дохода для 189 добровольных проектов по сокращению выбросов, таких как ветроэнергетика, фотогальваника и поглотители углерода в лесном хозяйстве, соответственно около 32,73 млн тонн сертифицированных сокращений выбросов углерода было использовано для расчета компенсации²⁰⁸. Однако за данный период 847 ключевых предприятий по выбросам имеют дефицит квот, с общим дефицитом около 188 млн тонн.

²⁰⁷ Меры по управлению торговлей выбросами углерода (испытательная версия). URL: https://www.mee.gov.cn/xxgk/xxgk02/202101/t20210105_816131.html.

²⁰⁸ Первый отчет о цикле ..., 2020 – 2020 全国碳排放权交易市场第一个履约周期报告 [Первый отчет о цикле соблюдения требований национального рынка торговли квотами на выбросы углерода. 2020.]. URL: https://www.mee.gov.cn/ywgz/xdqhbh/wsqtz/202212/P0202212307_99532329594.pdf (дата обращения: 12.02.2023).

3.3. Основные направления региональной политики повышения эффективности использования энергетических ресурсов в Китае

В нашем исследовании было определено распределение провинций Китая по кластерам в 2000, в 2010 и 2020 гг. Проследим произошедшие перемещения провинций по кластерам (таблица 3.10).

Таблица 3.10 – Изменения в распределении провинций между кластерами за период 2000-2020 гг.

Кластер	Провинции	Куда переместились	Определяющие показатели	Комментарии
2000-2010 гг.				
I	Тяньцзинь	II	Доля промышленного производства в ВРП	Уровень индустриализации и доля каменного угля в энергетическом балансе в Тяньцзини увеличились на 11,1% и 3,9% за рассматриваемый период. Самой важной задачей для Тяньцзини является снижение доли тяжелой промышленности в ВРП
	Гуандун	II	Доля промышленного производства в ВРП	Необходимо перенести инвестиции в основные фонды на высокотехнологичное производство и сферу услуг
II	Хайнань	I	Потребление каменного угля/ВРП	Хайнань – туристическая провинция. Правительство обратило внимание на повышение энергоэффективности и снижение выбросов загрязняющих веществ в промышленном производстве. Провинции Хайнань удалось эффективно контролировать потребление каменного угля и энергоёмкость предприятий
	Шаньдун	III	Потребление каменного угля/ВРП	Каменный уголь остается основным видом энергоресурсов для производства электроэнергии. В 2022 г. доля атомной энергии составляла 1,3%. Для снижения доли каменного угля, в дополнение к развитию АЭС, необходимо развивать ВИЭ
	Юньнань	III	Потребление каменного угля/ВРП	Правительство Юньнаня определило квоты энергопотребления в отраслях цветной металлургии, химической промышленности и промышленности строительных материалов. Но это не позволило существенно сократить долю каменного угля в энергоресурсах Юньнани

Продолжение таблицы 3.10

Кластер	Провинции	Куда пере-местились	Определяющие показатели	Комментарии
III	Цзянси	II	Потребление каменного угля/ВРП	В XI пятилетке Цзянси закрыл 250 угольных шахт, что превысило планируемый объем – 155 ш. Был повышен средний объем добычи каменного угля из каждой угольной шахты. ²⁰⁹ Внедрен мониторинг 300 основных энергопотребляющих предприятий. Проводилась политика льготного подоходного налога для энергосберегающего и природоохранного оборудования ²¹⁰
	Гуанси		Потребление каменного угля/ВРП	Правительство Гуанси активно продвигало энергосберегающие товары: введены финансовые субсидии для продвижения энергосберегающих ламп и энергосберегающих бытовых приборов, замены старой бытовой техники на новую и снижены налоги при покупке автомобилей с малым рабочим объемом. Активно стимулировалась утилизация отработанного тепла и энергии в энергоемких отраслях, что способствовало повышению эффективности использования энергии
	Цинхай		Потребление каменного угля/ВРП	Правительство Цинхая остановило производство и подачу электроэнергии для предприятий, которые не прошли техническое перевооружение, не снизили энергопотребление оборудования и не соответствуют принятым нормам по энергосбережению и сокращению выбросов
	Ляонин		Потребление каменного угля/ВРП	Правительство провинции Ляонин проводит политику повышения цен для энергопотребляющих предприятий, которые превышают национальные и местные квоты на потребление энергии (потребление электроэнергии). Отказались от низкоэффективных осветительных приборов в городских дорогах, общественных местах и общественных учреждениях. В период «XI пятилетки» создана новая АЭС, которая производила объем электроэнергии на 157,2 млрд кВт до 2020 г.

²⁰⁹ Резюме по надзору за добычей угля за одиннадцатую пятилетку провинции Цзянси и рабочие идеи за «двенадцатую пятилетку». [Электронный ресурс]. URL: https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/gdzt/mtscjyjg/201104/t20110428_1191401.html (дата обращения: 11.01.2023).

²¹⁰ Десять основных мер Цзянси по энергосбережению и сокращению выбросов для обеспечения достижения целей энергосбережения «одиннадцатой пятилетки». [Электронный ресурс]. URL: http://www.gov.cn/gzdt/2010-04/19/content_1586291.htm (дата обращения: 02.04.2023).

Продолжение таблицы 3.10

Кластер	Провинции	Куда переместились	Определяющие показатели	Комментарии
IV	Чунцин		Потребление каменного угля/ВРП	В 2010 г. энергоёмкость на единицу ВРП снизилась на 20,9% по сравнению с 2005 г. Провинция Чунцин активно развивает семь новых отраслей, включая энергетику, электронику, транспортные средства на новой энергии, светодиоды, ветроэнергетическое оборудование, энергосбережение и защиту окружающей среды, а также энергосбережение в строительстве ²¹¹
	Хэйлунцзян	IV	Потребление каменного угля/ВРП	Причиной замедленного снижения энергоёмкости в Хэйлунцзяне является высокая доля каменного угля в структуре использования энергоресурсов, особенно в промышленности. Хэйлунцзян отличается старой промышленной базой, здесь много отсталых предприятий с высоким выбросами загрязнения и высоким энергопотреблением
	Аньхой	III	Потребление каменного угля/ВРП	Правительство провинции Аньхой применяет штрафы к электроэнергетическим предприятиям, у которых эффективностью десульфации ниже 85% ²¹²
	Хэнань		Потребление каменного угля/ВРП	В 2010 г. высокотехнологичная промышленность и производство оборудования выросли на 31,9%. У провинции высокая энергоёмкость по сравнению с провинциями III кластера, но величины экологических показателей ниже, чем средние величины III кластера. С развитием урбанизации, важной задачей для Хэнаня является повышение энергоэффективности и снижения доли каменного угля в энергетическом балансе
	Хэбэй		Удельный выброс диоксида серы (CO ₂ и NOx) с 1 т.у.т. потребления энергии	Являясь крупной провинцией по производству стали, провинция Хэбэй обратила внимание на 30 районов и 30 ключевых предприятий с высоким энергопотреблением и большими выбросами загрязняющих веществ (где выбросы диоксида серы составляли более 45% от общего объема выбросов в провинции). Кроме того, правительство Хэбэя начало развивать ветровую и фотоэлектрическую энергетику, в том числе, города Чжанцзякоу, Чэндэ, Цанчжоу имеют большой потенциал на развитие ветроэнергетики

Продолжение таблицы 3.10

²¹¹ Ожидается, что период «двенадцатой пятилетки» Чунцина приведет к сокращению выбросов углерода. [Электронный ресурс]. URL: http://www.caam.org.cn/chn/9/cate_107/con_5053654.html (дата обращения: 15.02.2023).

²¹² Уведомление Главного управления... [2010]. № 58- 安徽省人民政府办公厅关于进一步加大工作力度确保实现“十一五”减排目标的通知 皖政办[2010]58号 [Уведомление Главного управления народного правительства провинции Аньхой о дальнейшей активизации работы по обеспечению реализации цели по сокращению выбросов «одинадцатой пятилетки». [2010]. № 58] URL: <http://fgcx.bjcourt.gov.cn:4601/law?fn=lar676s475.txt> (дата обращения: 14.03.2023).

Кластер	Провинции	Куда пере-местились	Определяющие показатели	Комментарии
2010-2020 гг.				
I	Хайнань	II	Потребление каменного угля/ВРП	За период 2010-2020 гг. Хайнань вернулся во II кластер из I, из-за отставания в снижении доли каменного угля
III	Юньнань	II	Потребление каменного угля/ВРП	В сентябре 2010 г. начал функционировать газопровод из Мьянмы в Китай, который проходит через Юньнань, Гуйчжоу, Чунцин и, наконец, достигает провинции Гуанси. С июля 2013 г. Китай начал импортировать природный газ из Мьянмы, что снизило потребление природного газа
IV	Хэйлунцзян	III	Потребление каменного угля/ВРП	Начал функционировать газопровод «Сила Сибири», через который импортирует природный газ из России в восточные провинции Китая. Кроме того, будучи крупной сельскохозяйственной провинцией, провинция Хэйлунцзян богата энергетическими ресурсами биомассы, которая сыграла роль комбинированного производства тепла и электроэнергии из биомассы в области отопление населения
	Гуйчжоу		Потребление каменного угля/ВРП	В XIII пятилетке Гуйчжоу обратил внимание на развитие ВИЭ. Установленная мощность ветровой энергетики увеличилась на 19,8%, а установленная мощность солнечной энергетики увеличилась в 58 раз ²¹³

Источник: составлено автором.

Таким образом, критические показатели, определяющие переход провинций в кластеры другого уровня, – это доля промышленности производства и доля каменного угля в ВРП.

В таблице 3.11 представлены оценки декарбонизации и эколого-экономической эффективности провинций, повысивших уровень устойчивого развития. Мы выбрали провинции, которым удалось подниматься вверх, оценили изменения уровня устойчивого развития и эколого-эффективности использования каменного угля за период, чтобы выявить причину их поднимания.

²¹³ Гуйчжоу: работа по энергосбережению «тринадцатая пятилетка» дала замечательные результаты. [Электронный ресурс]. URL: https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/gdzt/qgjncz/dfjnsj/202006/t20200624_1232049.html (дата обращения: 01.03.2023).

Таблица 3.11 – Индекс декаплинга и эффективность использования энергетических ресурсов провинций, повысивших уровень устойчивого развития

Провинция	Изменение индекса декаплинга	Изменение эколого-экономического эффективности
За период 2000-2010 гг.		
Хайнань	Экспансивный негативный декаплинг – экспансивный каплинг	Относительная неэффективность – экспансивное равновесие
Цзянси	Слабый декаплинг – сильный декаплинг	Слабая эффективность – сильная эффективность
Гуанси	Экспансивный негативный декаплинг – экспансивный каплинг	Относительная неэффективность – экспансивное равновесие
Цинхай	экспансивный негативный декаплинг – сильный декаплинг	Относительная неэффективность – сильная эффективность
Ляонин	Слабый декаплинг – экспансивный негативный декаплинг – слабый декаплинг	Слабая эффективность – относительная неэффективность – слабая эффективность
Чунцин	Слабый декаплинг – экспансивный негативный декаплинг – слабый декаплинг	Слабая эффективность – относительная неэффективность – слабая эффективность
Хэйлунцзян	Слабый декаплинг – экспансивный негативный декаплинг – слабый декаплинг	Слабая эффективность – относительная неэффективность – слабая эффективность
Аньхой	Экспансивный каплинг – слабый декаплинг	Экспансивное равновесие – слабая эффективность
Хэнань	Экспансивный каплинг – слабый декаплинг	Экспансивное равновесие – слабая эффективность
Хэбэй	Экспансивный каплинг – экспансивный негативный – слабый декаплинг	Экспансивное равновесие – относительная неэффективность – слабая эффективность
За период 2010-2020 гг.		
Юньнань	Слабый декаплинг – сильный декаплинг	Слабая эффективность – сильная эффективность
Хэйлунцзян	Экспансивный каплинг – сильный декаплинг	Экспансивное равновесие – сильная эффективность
Гуйчжоу	Слабый декаплинг – сильный декаплинг	Слабая эффективность – сильная эффективность

Источник: составлено автором.

Из таблиц 3.10. и 3.11 видно, что добиться декаплинга и перейти в более высокий с точки зрения устойчивого развития кластер у провинций получалось в 4 случаях:

- 1) получения доступа к газопроводам (Юньнань, Хэйлунцзян);
- 2) развития возобновляемой энергетики (Гуйчжоу, Хэбэй);
- 3) развития атомной энергетики (Ляонин);
- 4) рационализации энергопроизводство и энергопотребление, а также энергосбережения (Ляонин, Цзянси, Гуанси, Цинхай, Хэнань, Аньхой, Чунцин).

Развитие системы газопроводов, строительство атомных и крупных станций ВИЭ является прерогативой федеральных властей. Провинции, которые не имеют перспектив на развитие ВИЭ и находятся далеко от источника поступления газа, могут направить дополнительные средства на модернизацию угольной промышленности, развивать вторичную переработку, проводить структурные изменения с целью сокращения грязных производств. Кому это удалось, те поднимались вверх, кому не удалось - те остались внизу. Вместе с тем в

Китае возможности отдельных провинций и не слишком велики, большинство решений определяется на верхнем государственном уровне.

Проанализируем планы Китая на развитие газопроводов до 2030 г. Согласно энергетическому балансу в 2020 г. основными провинциями производства природного газа являются Гуандун, Чунцин, Сычуань, Шэньси и Синьцзян. Кроме того, импорт природного газа осуществляется через Синьцзян, Юньнань и Хэйлунцзян. В 2020 г. длина газопроводов составила 110 тыс. км²¹⁴, по планам до 2025 г. эта величина достигнет до 163 тыс. км²¹⁵. Рисунок «Распределения главных газопроводов Китая» представлены на рисунке 3.8.



Рисунок 3.8 – Распределение главных газопроводов Китая

Источник:²¹⁶.

Согласно «Стратегии по изменению в производстве и потреблении энергетических ресурсов 2016-2030 гг.» за период 2020-2030 гг. государство предполагает заменить каменный уголь в производстве электроэнергии природным газом в объеме 27 млн кВт•ч.

²¹⁴ Единая национальная сеть газопроводов моей страны в основном сформировалась. [Электронный ресурс]. URL: http://www.gov.cn/xinwen/2021-08/21/content_5632587.htm (дата обращения: 01.03.2023).

²¹⁵ Среднесрочное и долгосрочное планирование... – 中长期油气管网规划 [Среднесрочное и долгосрочное планирование сети нефте- и газопроводов]. URL: <https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/ghwb/201707/W020190905497932558033.pdf> (дата обращения: 01.03.2023)

²¹⁶ Политбюро ЦК КПК провело совещание по анализу и изучению текущей экономической ситуации и хозяйственной работы. [Электронный ресурс]. URL: <http://center.cnpc.com.cn/bk/system/2019/11/15/001751933.shtml> (дата обращения: 15.04.2022).

Анализ проектов атомной энергетики показал возможность замещения каменного угля атомной энергией в размере 32,4 млн кВт•ч. 83,16 млн кВт•ч можно заместить ВИЭ. То есть для достижения целевых показателей к 2030 г. 73,44 млн кВт•ч угольной генерации необходимо сократить за счет мер энергоэффективности и энергосбережения. В таблице 3.12. представлены основные направления замещения угольной генерации по кластерам.

Таблица 3.12 – Рекомендуемые варианты снижения до 2030 г. угольной генерации по кластерам

Кластер	Прогнозируемый расход., млрд юаней	Прогнозируемое снижение выбросов CO ₂ , млн тонн	Без ограничения увеличение выбросов CO ₂ , млн тонн	Рекомендуемый вариант
I	2,54	3,55	100,81	Пекин и Шанхай не производит электроэнергии от ВИЭ; расширение сети газопроводов
II	30463,69	86,28	2540,44	В провинциях Цзянсу, Чжэцзян, Фуцзянь, Гуанси и Гуандун создание ветростанции на море, а в остальных провинциях создание газопроводов
III	4961,88	78,79	2402,54	В провинциях Синьцзян и Ганьсу создание ветровой и солнечной энергетики; в остальных провинциях создание газопроводов
IV	5772,78	45,70	750	В провинциях Внутренней Монголии создание ветровой и солнечной энергетики

Источник: составлено автором.

Согласно исследованию IEA для достижения углеродной нейтральности к 2060 г. требуется к 2030 г. снизить установленную мощность электроэнергии от каменного угля на 20%²¹⁷. В 2020 г. установленная мощность электроэнергии от каменного угля составила 1,08 млрд кВт•ч, поэтому к 2030 г. необходимо снизить объем установленной мощности электроэнергии от каменного угля на 216 млн кВт•ч.

²¹⁷ Дорожная карта углеродной нейтральности для энергетической системы Китая. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iea.org/reports/an-energy-sector-roadmap-to-carbon-neutrality-in-china?language=zh> (дата обращения: 10.04.2023).

Анализ административных и экономических инструментов энергетической политики, которые применялись в отдельных провинциях (Ляонин, Цзянси, Гуанси, Цинхай, Хэнан, Аньхой, Чунцин) и доказали свою состоятельность, показал, что в целом можно выделить две группы таких инструментов. В первую группу входят меры планирования и стимулирования энергосбережения (планирование мер энергосбережения в региональных бюджетах, ликвидация устаревших производственных мощностей, стимулирование внедрения передовых энергосберегающих технологий, дифференциация цен на электроэнергию и введение повышенного тарифа для энергоемких предприятий). Во вторую группу входят меры управления энергопотреблением (мониторинг энергопотребления; система квотирования энергопотребления, прежде всего, в государственных учреждениях; управление городским освещением; продвижение использования энергосберегающих ламп в жилых помещениях).

Одна из самых успешных провинций в области энергосбережения – Ляонин. Доля каменного угля в энергетическом балансе за эти годы снизилась на 5,8%, а показатель «потребление каменного угля / ВРП» сократился на 55,9%. Правительство Ляонина не регистрировало проекты с высоким потреблением энергии, высокими выбросами и избыточными мощностями. В провинции закрыли 360 отсталых предприятий, таких как мелкие металлургические, мелкие цементные и мелкие плавильные предприятия; ликвидировали все энергоблоки мощностью менее 100 тыс. киловатт и четыре энергоблока мощностью 200 тыс. киловатт; внедрили установки для десульфации на всех энергетических предприятиях мощностью 300 МВт и более.

Приведенное выше исследование показывает, что развитие энергосбережения и сокращения выбросов парниковых газов в Китае в значительной степени зависит от проводимой государственной политики. Внедрение рыночных механизмов может лучше мотивировать предприятия к сокращению выбросов. Китайский углеродный рынок расширяет возможности достижения углеродной нейтральности к 2060 г на основе рационализации использования энергоресурсов. В период XIV пятилетки в углеродный рынок будут включены другие отрасли – сталелитейная, цементная и химическая промышленность.

Основное содержание торговли правами на выбросы углерода заключается в том, чтобы стимулировать предприятия активно внедрять энергосбережение и сокращение выбросов парниковых газов за счет внедрения инновации. На развитом рынке торговли квотами на выбросы углерода предприятия подталкивают к применению экологически чистых технологий. Предприятия с хорошими показателями сокращения выбросов углерода улучшают свой рыночный имидж и статус, а доходность их акций увеличивается.

Если цена на углерод низка, стоимость приобретения разрешений на выбросы углерода, выплачиваемая предприятиями, также низка, а мотивация предприятий вкладывать средства в

сокращение выбросов недостаточна, и в будущем они все равно будут придерживаться поведения, связанного с высокими выбросами углерода. Однако, если цена углерода повышается, предприятия вынуждены принимать меры по совершенствованию технологии производства и снижению удельного энергопотребления для сокращения выбросов. В настоящее время (2021год) цена углерода на китайских пилотных рынках колеблется от 1,74 до 9,48 евро за тонну, что ниже европейских цен (около 60 евро за тонну). Однако, по мнению китайских руководителей, нельзя допускать сильных колебаний цен на углерод, поскольку это приводит к повышению рисков для предприятий с высоким уровнем выбросов углерода. Важно чтобы углеродный рынок перешел от местных пилотных проектов к национальному объединенному рынку.

Таким образом, Китай продвигается в сторону устойчивого развития, повышая уровень эколого-экономической эффективности использования энергетических ресурсов. Однако запланированных государством на ближайшую пятилетку мер замещения угольной генерации более чистыми источниками энергии недостаточно для достижения углеродной нейтральности к 2060 г., необходимо широко внедрять передовые экономические механизмы рационализации энергопроизводства и энергопотребления, а также стимулирования энергосбережения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В 1994 г. Государственный совет Китая принял в качестве программного документа «Повестку дня Китая на 21 век – Белую книгу по народонаселению, окружающей среде и развитию Китая в 21 веке» – документ, призванный направить национальное экономическое и социальное развитие Китая в сторону устойчивого развития. Стратегия устойчивого развития Китая заключается в том, чтобы «придерживаться ориентации на человека, основной линией является гармония между человеком и природой, ядром – экономическое развитие, фундаментальной отправной точкой – улучшение качества жизни людей и прорывом – технологические и институциональные инновации»²¹⁸.

Энергетическая стратегия Китая – неотъемлемый элемент стратегии устойчивого развития – нацелена на выполнение целей устойчивого развития, важнейшими из которых являются обеспечение доступа к недорогим, надежным и устойчивым современным источникам энергии для всех (7-я цель) и принятие срочных мер по борьбе с изменением климата и его последствиями (13-я цель). В число государственных приоритетов КНР входит обеспечение энергетической безопасности страны на основе «более рационального использования имеющихся ресурсов, оптимизации импорта, развития переработки энергоресурсов и соответствующей инфраструктуры внутри страны, а также снижения вредного воздействия выбросов, связанных с использованием энергоресурсов, на окружающую природную среду и здоровье граждан»²¹⁹.

В данном исследовании проведен анализ развития энергетического сектора КНР за предшествующие 20 лет. Основу энергетики Китая составляет каменный уголь (72,8% в 2000 г. и 56,8% в 2020 г.). Как результат в КНР на значительной территории отмечается высокий уровень загрязнения окружающей среды, и страна превратилась в крупнейшего эмитента углекислого газа.

В работе сформулированы основные направления трансформации энергетического сектора Китая за период 2000-2020 гг. Это: 1) реструктуризация энергетического рынка в пользу природного газа и ВИЭ; и 2) повышение эффективности использования энергоресурсов.

В качестве важнейшего направления устойчивого развития в стране был выбран курс на снижение угольной генерации и замене ее на более чистые источники энергии. За указанный

²¹⁸ Циркуляр Государственного совета...[1994] № 37 – 国务院关于贯彻实施中国 21 世纪议程——中国 21 世纪人口、环境与发展白皮书的通知 国发[1994]37 号 [Циркуляр Государственного совета о реализации повестки дня Китая в XXI веке – Белая книга о народонаселении, окружающей среде и развитии Китая в XXI веке. Guofa [1994] № 37]. URL: https://www.mohurd.gov.cn/gongkai/fdzdgnr/zgzygywj/200110/20011023_155437.html (дата обращения: 21.04.2023).

²¹⁹ Обеспечьте сильную энергетическую гарантию качественного развития. [Электронный ресурс]. URL: https://www.gov.cn/zhengce/2022-03/23/content_5680770.htm (дата обращения: 21.04.2023).

период доля каменного угля в структуре первичных источников энергии снизилась на 16%. К 2060 г. для достижения углеродной нейтральности предполагается снизить потребление каменного угля практически до нуля.

В диссертации построены вероятностные прогнозы производства и потребления 3-х видов углеводородов (каменного угля, нефти и газа) до 2030 г., которые показали, что при сохранении существующих тенденций к концу прогнозного периода ожидается сокращение производства и потребления каменного угля до 2,37 и 2,87 млрд тонн, увеличение производства и потребления природного газа до 297,71 и 675,16 млрд куб. м, и сырой нефти до 266,86 и 1098,68 млн тонн соответственно. Планируемые изменения в структуре первичных источников энергии возможны лишь за счет наращивания импорта природного газа и нефти (для чего сейчас появились возможности) и усиленного строительства объектов ВИЭ (доля генерации ВИЭ должна достигнуть 25% к 2030 г.).

Начиная с XI пятилетки (2005-2010 гг.), в КНР был взят курс на повышение эффективности использования энергоресурсов и энергосбережение. В этой связи особенно актуальной стала выработка теоретико-методических подходов к оценке эффективности использования энергетических ресурсов. На основе изучения китайской и зарубежной научной литературы в диссертации предложено определение эффективности использования энергетических ресурсов как «сокращение затрат энергоресурсов для предоставления эквивалентных энергетических услуг при существующем уровне развития технологий, социально-экономических процессов и обеспечивающее соблюдение экологических норм по снижению негативного воздействия на окружающую среду и здоровье населения с учетом обеспеченности производства собственными энергоресурсами».

Понятие эколого-экономической эффективности (екоefficientу) выступает ключевым индикатором устойчивого развития и отражает то, как общество производит и потребляет ресурсы. Выбор и обоснование показателей оценки развития с учетом экологических требований являются важным этапом анализа энергетической ситуации и формирования выводов о качестве развития территории. В работе предложена система оценки эколого-экономической эффективности использования энергетических ресурсов, состоящая из трех блоков.

К первому блоку относятся абсолютные показатели, которые включают объем потребления энергетических ресурсов, объемы выбросов загрязняющих веществ и CO₂, объемы валового продукта и др. Данные показатели предоставляют возможность определить объем экономической деятельности в стране или регионе и увидеть воздействие (нагрузку) на окружающую среду через потребление ресурсов и загрязнение окружающей среды. Этот

перечень определяется решаемой задачей и наличием официальной статистической информации.

Второй блок включает удельные показатели, которые характеризуют природоемкость производства и потребления (энергоемкость и углеродоемкость). Эта группа показателей отражает технологический уровень развития общества (quantity decoupling).

Третий блок показателей представлен индексами декаплинга, которые отражают сравнение темпов и направлений изменений различных показателей, то есть это оценка «скоростей» изменения показателей (speed decoupling). Декаплинг отражает различные варианты взаимодействия процессов экономической деятельности и воздействия на природную среду, поэтому в работе предлагается рассматривать его в качестве меры эколого-экономической эффективности использования природных ресурсов. На основании градации видов декаплинга предложено 8 уровней эколого-экономической эффективности использования ЭР (сильная эффективность, слабая эффективность, экспансивное равновесие, относительная неэффективность, сильная неэффективность, слабая рецессивная неэффективность, рецессивное равновесие, рецессивная эффективность), которые могут выступать мерой устойчивого развития.

В работе проведена оценка эколого-экономической эффективности использования энергетических ресурсов (декаплинга) в КНР в целом, в провинции Шаньси (угледобывающий район Китая) и в Пекине (мегаполисе, полностью перешедшим на газовую генерацию), которые показали, что до сих пор в Китае не осуществлен эффект сильного декаплинга. В период 2002-2004 гг. наблюдался экспансивный негативный декаплинг, который характерен для экстенсивного типа развития экономики; в период 2001-2002 гг. и 2004-2005 гг. наблюдался экспансивный каплинг (экономическое развитие напрямую связано с объемом потребленных энергоресурсов); в остальные периоды наблюдался слабый декаплинг (темп роста потребления энергоресурсов и выбросов CO₂ рос медленнее темпа роста ВВП).

Показано, что изменение уровня устойчивого развития в основном происходило за счет роста или снижения потребления энергетических ресурсов. При увеличении потребления энергетических ресурсов не происходило адекватного роста ВВП/ВРП, поскольку технологии (удельные технологические показатели), применяемые в энергетике, оставались неизменными. Рост потребления энергетических ресурсов в отдельные годы был обусловлен как объективными факторами (холодные зимы), так и субъективными (некоторыми управленческими решениями).

Темпы роста выбросов CO₂ в Китае увеличиваются быстрее, чем в других странах. В результате по доле объема выбросов Китай прочно занял первое место среди крупных мировых экономик. Следовательно, цель достижения углеродной нейтральности для Китая

является более сложной задачей, чем в других странах. После XII энергетической пятилетки Китаем принимались меры для повышения энергосбережения и сокращения выбросов CO₂. К концу 2020 г. углеродоемкость экономики Китая (т. е. выбросы CO₂ на единицу ВВП) была снижена примерно на 36,7% по сравнению с 2010 г., что, тем не менее, не соответствовало плановому уровню, установленному XIII энергетической стратегией.

Низкоуглеродное направление политики Китая сталкивается с тремя основными проблемами. Во-первых, обрабатывающая промышленность страны все еще находится на среднем и низком месте в глобальной производственно-сбытовой цепочке; производство продуктов имеет высокую энергоемкость, а добавленная стоимость невысока. Во-вторых, доля каменного угля в структуре потребления первичных энергоресурсов по-прежнему превышает 50%. В-третьих, энергоемкость в КНР в 1,5 раза превышает среднемировое значение и в 2-3 раза выше, чем в развитых странах. Если контроль за объемом выбросов не будет ужесточён, то к 2030 г. можно ожидать прирост выбросов CO₂ на 66,8% к уровню 2020 г. Для достижения целевых показателей к 2030 г. не менее 73,44 млн кВт•ч угольной генерации необходимо сократить за счет мер энергоэффективности и энергосбережения.

Статистический анализ региональных особенностей добычи и использования углеводородов, проведенный в работе позволил выявить ряд сложившихся тенденций. Изучалась совокупность, включающая 28 провинций Китая (кроме провинций Сычуань, Нинся, Тибет и Тайвань из-за нехватки данных). С использованием методов кластерного анализа была выполнена многомерная группировка провинций по следующим показателям:

- уровень благосостояния (ВРП/численность населения (млрд юаней / млн чел));
- доля городского населения, %;
- доля промышленного производства в ВРП, %;
- доля КУ в энергетическом балансе провинции, %;
- потребление КУ /ВРП, тыс. тонн / млрд юаней;
- удельный выброс CO₂ с 1 тонны потребленного КУ, млн тонн / млн тонн;
- удельный выброс SO₂ с 1 т.у.т. потребления энергии, тыс. тонн / тыс. т.у.т.;
- удельный выброс NO_x с 1 т.у.т. потребления энергии, тыс. тонн / тыс. т.у. т.

Группировки провинций были выполнены для 2000 г., 2010 г. и 2020 г. Это позволило выделить для каждого периода однородные группы провинций (по четыре в каждом), а анализ перемещения провинций по кластерам позволил определить наиболее существенные показатели, определяющие уровень устойчивого развития. Лидирующий I кластер характеризуется самым высоким уровнем благосостояния, самой низкой долей угольной генерации и более благоприятной экологической обстановкой, тогда как в IV кластере

наблюдается высокая величина «потребления каменного угля/ВРП» и «доли каменного угля в энергетическом балансе». Соответственно II и III кластер занимают промежуточное положение.

Ряд провинций меняли свое положение как в сторону улучшения, то есть перемещались в кластер более высокого уровня, ряд – в сторону ухудшения. Ключевыми показателями, определившими эти изменения, были «Потребление каменного угля/ВРП» и «Доля промышленного производства в ВРП». Добиться декарпинга и перейти в более высокий с точки зрения устойчивого развития кластер у провинций получалось в четырех случаях:

- 1) получения доступа к газопроводам (Юньнань, Хэйлунцзян);
- 2) развития возобновляемой энергетики (Гуйчжоу, Хэбэй);
- 3) развития атомной энергетики (Ляонин);
- 4) рационализации энергопроизводства и энергопотребления, а также энергосбережения (Ляонин, Цзянси, Гуанси, Цинхай, Хэнань, Аньхой, Чунцин).

Развитие системы газопроводов, строительство атомных и крупных станций ВИЭ являются прерогативой федеральных властей. Возможности отдельных провинций не слишком велики. Для достижения углеродной нейтральности к 2060 г. необходимо уже к 2030 г. сократить 73,44 млн кВт·ч угольной генерации за счет мер энергоэффективности и энергосбережения. И здесь полезен передовой опыт провинций Ляонин, Цзянси, Гуанси, Цинхай, Хэнань, Аньхой, Чунцин. Провинциям удалось повысить уровень устойчивого развития за счет: планирования мер энергосбережения в региональных бюджетах; ликвидации устаревших производственных мощностей; модернизации энергетических предприятий; введения повышенного тарифа на электричество для энергоемких предприятий; управления городским освещением, продвижения использования энергосберегающих ламп в жилых помещениях; внедрения системы мониторинга энергопотребления и развития системы квотирования энергопотребления в государственных учреждениях.

Таким образом, результаты проведенного исследования подтверждают продвижение Китая в сторону повышения эколого-экономической эффективности использования энергетических ресурсов в соответствии с принципами устойчивого развития. В тоже время в работе показано, что запланированные государством на ближайшую пятилетку меры замещения угольной генерации более чистыми источниками энергии недостаточны для достижения углеродной нейтральности к 2060 г., в связи с чем становится особо актуальным внедрение передовых экономических механизмов рационализации энергопроизводства и энергопотребления, а также стимулирования энергосбережения. Эффективным инструментом для решения этих задач является дальнейшее развитие китайского углеродного рынка, который уже начал функционировать в пилотном варианте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Нормативно-правовые акты и стратегические документы

на русском языке

1. Федеральный закон от 23.11.2009 N 261-ФЗ (ред. от 13.06.2023) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» // КонсультантПлюс: электронная справочная правовая система.

на английском языке

2. A/70/L.1. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development / Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. United Nations, 2015. – URL: https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf (дата обращения: 01.11.2021).

3. A/S-19/33. Resolutions and decisions adopted by the General Assembly during its 19th special session, 23 to 28 June 1997. New York, 1997. – URL: <https://digitallibrary.un.org/record/253102?ln=en> (дата обращения: 13.02.2023).

на китайском языке

4. 13-й пятилетний план..., декабрь 2016 – 能源发展“十三五”规划（公开发布稿）2016年12月 [13-й пятилетний план развития энергетики (публичный выпуск), декабрь 2016 г. – Текст электронный]. – URL: http://www.nea.gov.cn/135989417_14846217874961n.pdf (дата обращения: 12.06.2021).

5. План развития энергетики... – 能源发展“十一五”规划 [План развития энергетики «Одиннадцатая пятилетка». 2007. – Текст электронный]. – URL: <http://zfxgk.nea.gov.cn/auto79/201109/P020110921527315023013.pdf>. (дата обращения: 12.04.2022).

6. Планирование современной энергетической системы... – “十四五”现代能源体系规划 [Планирование современной энергетической системы «14-я пятилетка». – Текст электронный]. – URL: http://www.nea.gov.cn/1310524241_16479412513081n.pdf. (дата обращения: 11.07.2022).

7. Политика и действия Китая..., 2011 – 中国应对气候变化的政策与行动（2011）（2011年11月22日）中华人民共和国国务院新闻办公室 [Политика и действия Китая по борьбе с изменением климата (2011 г.). Политика и действия Китая по решению проблемы изменения климата (22 ноября 2011 г.). Чжун хуа жэнь минь гун хэ го го у юань синь вэнь бань гун ши [Информационное бюро Государственного совета Китайской Народной Республики], 2011 – Текст электронный]. – URL: https://www.gov.cn/zhengce/2011-11/22/content_2618563.htm (дата

обращения: 12.02.2023).

8. Постановление Госсовета...(2003) № 3 - 国务院关于印发中国 21 世纪初 可持续发展行动纲要的通知 国发〔2003〕3 号 [Постановление Госсовета о выпуске Программы действий по устойчивому развитию Китая в начале XXI века. Государственное развитие (2003) № 3. – Текст электронный]. – URL: https://www.gov.cn/zhengce/content/2008-03/28/content_2108.htm (дата обращения 05.02.2023).

9. Постановление Министерства финансов... - 财政部 税务总局 工业和信息化部 关于新能源汽车免征车辆购置税有关政策的公告 财政部公告 2020 年第 21 号 [Постановление Министерства финансов КНР № 21 от 16.04.2020 г. Постановление о соответствующей политике освобождения транспортных средств на новой энергии от налога на покупку транспортных средств. – Текст электронный]. – URL: <http://www.chinatax.gov.cn/chinatax/n810341/n810755/c5148808/content.html> (дата обращения: 11.02.2022).

10. Связующий документ... - 中国国家标准《石油天然气资源/储量分类》(GB/T 19492-2004) 与《联合国化石能源和矿产储量与资源分类框架》(2009) 对接文件 [Связующий документ между Национальным стандартом Китайской Народной Республики и Организации Объединенных Наций «Классификация запасов полезных ископаемых нефти и газа». – Текст электронный]. – URL: https://unecse.org/DAM/energy/se/pdfs/UNFC/UNFC-China-Bridging-Document-Public-Comment/BD_between_GBT_19492-2004_and_UNFC-c.pdf. (дата обращения: 11.01.2022).

11. Система глобальных показателей... – 2030 年可持续发展议程》各项可持续发展目标和具体目标全球指标框架 [Система глобальных показателей для целей и задач в области устойчивого развития «Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 г.» – Текст электронный]. – URL: https://unstats.un.org/sdgs/indicators/Global%20Indicator%20Framework%20after%202020%20review_Chi.pdf. (дата обращения: 12.11.2022).

12. Среднесрочное и долгосрочное планирование... – 中长期油气管网规划 [Среднесрочное и долгосрочное планирование сети нефте- и газопроводов – Текст электронный]. – Текст электронный]. – URL: <https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/ghwb/201707/W020190905497932558033.pdf> (дата обращения: 01.03.2023)

13. Среднесрочный и долгосрочный план... – 可再生能源中长期发展规划 [Среднесрочный и долгосрочный план развития возобновляемых источников энергии. – Текст электронный]. – URL: http://www.nea.gov.cn/131053171_15211696076951n.pdf. (дата обращения:

13.03.2023).

14. Стратегия по изменению... – 能源生产和消费革命战略 (2016—2030) [Стратегия по изменению в производстве и потреблении энергетических ресурсов (2016–2030 гг.). Национальный комитет реформ и развития КНР, 2016. – Текст электронный]. – URL: <https://www.ndrc.gov.cn/fggz/zcssfz/zcgh/201704/W020190910670685518802.pdf>. (дата обращения: 16.07.2020).

15. Уведомление Главного управления... [2010]. № 58- 安徽省人民政府办公厅关于进一步加大工作力度确保实现“十一五”减排目标的通知 皖政办[2010]58号 [Уведомление Главного управления народного правительства провинции Аньхой о дальнейшей активизации работы по обеспечению реализации цели по сокращению выбросов «одиннадцатой пятилетки». [2010]. № 58. – Текст электронный] – URL: <http://fgcx.bjcourt.gov.cn:4601/law?fn=lar676s475.txt> (дата обращения: 14.03.2023).

16. Уведомление Государственного совета ... [2013] № 2 - 国务院关于印发能源发展“十二五”规划的通知国发〔2013〕2号 [Уведомление Государственного совета о печатании и распространении «Двенадцатого пятилетнего плана» развития энергетики Гуофа [2013] № 2. – Текст электронный]. – URL: http://www.gov.cn/zwgk/2013-01/23/content_2318554.htm. (дата обращения: 23.04.2023).

17. Уведомление Государственного совета... [2013] № 37 – 国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知国发〔2013〕37号 [Уведомление Государственного совета о выпуске Плана действий по предотвращению и контролю загрязнения воздуха Госразвития [2013] № 37. – Текст электронный] – URL: http://www.gov.cn/zwgk/2013-09/12/content_2486773.htm (дата обращения: 22.08.2022).

18. Уведомление Национальной комиссии... [2017] № 1582 – 国家发展改革委关于降低非居民用天然气基准门站价格的通知发改价格规定〔2017〕1582号 [Уведомление Национальной комиссии по развитию и реформам о снижении контрольной цены на природный газ для нежилого использования. [2017] № 1582. – Текст электронный]. – URL: https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/ztl/gbmjcbzc/gjfzggw/201807/t20180704_1209060.html (дата обращения: 11.12.2022).

19. Циркуляр Главного управления... - 国务院办公厅关于印发能源发展战略行动计划(2014-2020年)的通知 [Циркуляр Главного управления Государственного совета по печати и распространению Стратегического плана действий по развитию энергетики (2014-2020 гг.). – Текст электронный]. – URL: http://www.gov.cn/zhengce/content/2014-11/19/content_9222.htm. (дата обращения: 12.06.2022).

20. Циркуляр Государственного совета...[1994] № 37 – 国务院关于贯彻实施中国 21 世纪议程——中国 21 世纪人口、环境与发展白皮书的通知 国发[1994]37 号 [Циркуляр Государственного совета о реализации повестки дня Китая в XXI веке – Белая книга о народонаселении, окружающей среде и развитии Китая в XXI веке. Guofa [1994] № 37. – Текст электронный]. – URL: https://www.mohurd.gov.cn/gongkai/fdzdgknr/zgzygywj/200110/20011023_155437.html (дата обращения: 21.04.2023).

Статьи и монографии

на русском языке

21. Акулов А.О. Эффект декаплинга в индустриальном регионе (на примере кемеровской области) // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2013. – № 4. – С. 177-185.

22. Аникина И. Д., Аникин А.А. Оценка эффекта декаплинга на примере регионов ЮФО / Региональная экономика. Юг России. – 2019. – Т. 7. – № 4. – С. 138-147.

23. Арсаханова З.А., Хажмурадов З.Д., Хажмурадова С.Д. Декаплинг в экономике – сущность, определение и виды // Общество, экономика, управление. – 2019. – № 4. – С. 13-16.

24. Бердникова О. М., Леденева Т.М. Особенность проведения разделяющей кластеризации для интервальных величин // Вестник ВГУ. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2016. – № 4. – С. 134-141.

25. Забелина, И. А. Эффект декаплинга в эколого-экономическом развитии регионов – участников трансграничного взаимодействия // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2019. – Т. 12. – № 1. – С. 241–255.

26. Захарова Е.Н., Силантьев М. Н., Абесалашвили М. З., Бахова Я. С. Роль и место декаплинга в системе элементов устойчивого развития // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2021. – Т. 11. – № 7А. – С. 136–144.

27. Иванова А. Е., Павлов Н. В., Петрова Т. Н. // Эффективность использования топливно-энергетических ресурсов в Республике Саха (Якутия) / Региональная экономика: теория и практика. – 2017. – Т. 15. – № 11. – С. 2123–2137.

28. Иващенко М. А., Мамий И. П. Прогнозные топливно-энергетические балансы: методологические проблемы и варианты формирования // Вестник НГУЭУ. – 2005. – №4. – С.128-134.

29. Исмагилов, З. Р, Пармон В. Н. Каталитические методы переработки углекислого газа угольной генерации в полезные продукты // Энергетический вестник. – 2021. – № 27. – Текст электронный]. – URL:

http://www.coal.sbras.ru/wp-content/uploads/2021/06/%D1%81%D1%82%D1%80%2054-74%20%D0%B8%D0%B7%20_%2010ideas_RU.pdf (дата обращения: 12.02.2023)

30. Котляков В. М., Тишков А. А., Сдасюк Г. В.. Природопользование устойчивое развитие. Мировые экосистемы и проблемы России //М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 448 с.

31. Никоноров С. М., Мамий И.П., Чжоу Ц. Проблемы и перспективы достижения углеродной нейтральности в условиях устойчивого развития экономики Китая // Инновации и инвестиции. 2023. №. 1. С. 26-32.

32. Любимова, Е. В., Суслов Н. И., Мишура А. В. Методология и практика построения и использования региональных топливно-энергетических балансов. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2010. – 452 с.

33. Орлов, Д. В., Мумладзе Д. Г., Троценко В. М., Лесков И. А. Эффективность использования энергоресурсов / Д. В. Орлов, // Евразийский союз ученых. – 2015. – №10(19). – С. 108-111.

34. Показатели энергоэффективности: основы формирования политики. – Париж: Международное энергетическое агентство, 2014. – 180 с.

35. Поляков, В. В. Декарбонизация как механизм устранения эколого-экономических противоречий: сущностное содержание и особенности оценки / В.В. Поляков // Экономика и экология территориальных образований. – 2021. – Т. 5. – № 4 – С. 37–43.

36. Попов, С. П. География газовой промышленности Китая: новый ресурс развития // Пространственная экономика. 2013. № 2. – С. 22-48.

37. Салыгин В. И., Улиев И. А., Рябова М. И. Проблемы и перспективы развития сектора возобновляемых источников энергии в Китае // Вестник МГИМО-Университета. – 2015. – Т. 43. – № 4. – С. 36–45.

38. Самарина, В. П. Значение эффективности использования энергетических ресурсов в обеспечении устойчивого развития России // Региональная экономика: теория и практика. – 2009. – №27. – С.35-42.

39. Санеев, Б. Г., Соколов А. Д., Музычук С. Ю., Музычук Р. И. Методический подход к оценке показателей энергоэффективности экономики при изменении структуры топливно-энергетического баланса (на примере Байкальского региона) // Пространственная экономика. 2013. – №4. – С. 90–106.

40. Сидорова Н. Г., Сидоров Д. Е. Теоретико-методологические основы эффективного использования топливно-энергетических ресурсов // Транспортное дело в России. – 2013. – №4. – С. 111-112.

41. Ховавко, И. Ю. Интернализация внешних эффектов от загрязнения окружающей

среды в РФ: вопросы теории и практики. М.: ТиРу, 2012. – 240 – С.

42. Чжоу, Ц. Анализ тенденции развития энергетических стратегий стран-членов БРИКС в области использования энергетических ресурсов // Аудит и финансовый анализ. – 2020. – №. 2. – С. 190-193.

43. Чжоу, Ц. Анализ тенденций развития энергетической стратегии КНР до 2030 г. на основе энергетического баланса // Аудит и финансовый анализ. – 2020. № 3 – С. 215-219.

44. Чжоу, Ц. Сотрудничество стран – членов БРИКС в контексте производства и потребления энергетических ресурсов // Инновации и инвестиции. – 2020. – №.8. – С. 34-37.

45. Ц. Чжоу, И.П., Мамий Экономический анализ добычи и потребления каменного угля в КНР в период с 2005-2017 гг. // Теоретическая экономика. – 2019. – №3. – С. 108–112.

46. Яшалова, Н. Н. Анализ проявления эффекта декаплинга в эколого-экономической деятельности региона // Региональная экономика: теория и практика. – 2014. – №39 (366). – С. 54–61.

на английском языке

47. Eco-efficiency indicators: measuring resource-use efficiency and the impact of economic activities on the environment. Asia and Pacific – United Nations, 2009. – URL: <https://hdl.handle.net/20.500.12870/1598>. (дата обращения: 13.03.2023).

48. Chen, J. Decoupling and scenario analysis of economy-emissions pattern in China's 30 provinces. / J. Chen, R. Yuan, S. Zheng // Environ Sci Pollut Res Int. – 2023. – V 30(7). – P. 19477-19494. – Doi: 10.1007/s11356-022-23466-y.

49. China's agenda 21: White Paper on China's Population, Environment and Development in the 21st Century // China Popul Today. – 1994. – V 11(4). – P. 5-8. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12288811/>

50. Cooper W. W. Data Envelopment Analysis: A comprehensive text with models, applications, references, and DEA-Solver software / W. W. Cooper. – New York: Springer, 2007. – 490 p.

51. Eichhammer, W. Mannsbart. Industrial energy efficiency Indicators for a European crosses, country of energy efficiency in the manufacturing industry / W. Eichhammer // Energy Policy. – 1997. – V. 25(9). – P. 759–772.

52. Energy efficiency indicators, a study of energy efficiency indicators for industry in APEC economies. – Tokyo: Asia Pacific Energy Research Centre, 2000. – 170 p.

53. Fischer-Kowalski, M. Analyzing sustainability transitions as shifts between sociometabolic regimes / M. Fischer-Kowalski // Environmental Innovation and Societal Transitions. – 2011. – N 1. – P. 152– 159.

54. Ji, Y. Decoupling Effect of County Carbon Emissions and Economic Growth in China: Empirical Evidence from Jiangsu Province / Y. Ji, J. Xue // Int. J. Environ Res Public Health. – 2022. –

V 19(6). – Doi: 10.3390/ijerph19063275.

55. Statistical review of world energy 2021. – British Petroleum, 2021. – Текст электронный. – URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf>. (дата обращения: 15.04.2022).

56. Sun, W. Decoupling China's mining carbon emissions from economic development: Analysis of influencing factors / W. Sun, S. Ren, K. Liu, C. Zan // Front. Environ. Sci. Sec. Environmental Economics and Management. – 2022. – V. 10. – Doi: 10.3389/fenvs.2022.944708.

57. Tapio, P. Toward a theory of coupling: Degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2001 / P. Tapio // Transportation Policy. – 2005. – N 12. – P. 137-151.

58. Zhang, Z. The Decoupling of Resource Consumption and Environmental Impact from Economic Growth in China: Spatial Pattern and Temporal Trend / Z. Zhang, B. Xue, J. Pang, X. Chen // Sustainability. – 2016. – V 8(222). – Doi: 10.3390/su8030222.

на китайском языке

59. Ван, Л., 2012 – 王丽琼.基于环境学习曲线的氮氧化物减排区域分解/ 王丽琼// 泉州师范学院学报,2012,30(06):63-66. [Ван, Л. Региональное разложение сокращения выбросов оксидов азота на основе кривой обучения окружающей среде / Ван Лицун // Цюаньчжоу шифань сюеюань сюебао [Вестник педагогического университета Цюаньчжоу]. – 2012. – Т. 30. – С. 63-66].

60. Ли, Ч., 2020 – 李成宇.中国省际煤炭资源利用效率研究/ 李成宇,张士强// 中国煤炭,2020,46(03):13-22. [Ли, Ч. Исследование эффективности использования каменного угля провинций в Китае / Ли Чэньюй, Чжан Шицян // Чжун го мэй тань [Китайский уголь]. – 2020. – №3. – С. 13–22].

61. Лянь, Ш., 2021 – 连帅明.新疆经济发展、能源消费和二氧化碳时空脱钩分析/ 连帅明,李宗英,许仲林// 煤炭经济研究,2021,41(08):4-10. [Лянь, Ш. Анализ пространственно-временной развязки экономического развития, потребления энергии и углекислого газа в Синьцзяне / Лянь Шуймин, Ли Цзуньин, Сюй Чжунлин // Мэйтань цзинцзи яньцзю [Угольные экономические исследования]. – 2021. – Т. 41. – С.4–10.].

62. Мяо, Ч., 2012 – 苗韧.中国能源可持续发展评价指标体系构建与初步评价 / 苗韧,王凌霏,吴頔,胡秀莲,周伏秋// 中国能源,2012,34(03):22-27. [Мяо, Ч. Построение и предварительная оценка системы индексов оценки развития устойчивой энергетики Китая / Мяо Чжи, Ван Линфэй, У Ди, Ху Сюлянь, Чжоу Фуцю // Чжунго нэнюань [Энергетический сектор Китая]. – 2012. – №3. – С. 22–27].

63. Сунь, Ю., 2018 – 孙王敏.我国炼油企业能源效率评价方法研究/ 孙王敏,刘建英,姜洪殿,杨晓光,刘鹏鸽,孙仁金// 石油科学通报,2018,3(01):113-124. [Сунь, Ю. Исследование метода оценки энергоэффективности нефтеперерабатывающих предприятий в Китае / Сунь Юминь, Лю Цзяньбин, Цзян Хундянь, Ян Сяогуан, Лю Пэнгэ, Сунь Жэньцзинь // Шию Кэсюе тунбао [Бюллетень нефтяной науки]. – 2018. – №3(01). – С. 113–124].

64. Сюэ, Ц., 2023 – 薛建春.基于脱钩指数和 LMDI 模型的黄河流域能源低碳发展研究/ 薛建春,曹力博// 前沿,2023(01):70-79. [Сюэ, Ц. Исследование развития низкоуглеродной энергетики в бассейне реки Хуанхэ на основе индекса разделения и модели LMDI / Сюэ Цзяньчунь, Цао Либо // Цян янь [Передовой]. – 2023. – №. 1. С.70–79.].

65. Углеродный пик, углеродно-нейтральное давление... – 碳达峰•碳中和压力及转型: 国内各省市全景图宏观经济专题 2021 [Углеродный пик, углеродно-нейтральное давление и трансформация: панорама отечественных провинций и муниципалитетов. Хун гуань цзин цзи чжуань ти [Темы макроэкономики], 2021 – Текст электронный]. – URL: https://pdf.dfcfw.com/pdf/H3_AP202105271494271596_1.pdf?1622141151000.pdf (дата обращения: 11.05.2022).

66. Фань, Ф., 2017 – 范凤岩. 中国钢铁工业经济增长与能源消费响应关系研究/ 范凤岩, 杜庆坤 // 中国矿业,2017,26(03):28-33. [Фань, Ф. Исследование взаимосвязи между экономическим ростом черной металлургии Китая и реакцией на потребление энергии / Фань Фэнъянь, Ду Цинкунь // Чжунго куане [Китайская горнодобывающая промышленность]. – 2017. – Т. 26. – С. 28–33.

67. Цзао, Ю., 2016 – 焦玉梅 能源统计核算 [Цзао, Ю. Энергетическая статистика и учет / Цзао Юмей. – Пекин: Чжунго тунцзи чубаньшэ, 2016. – 342 с.].

68. Цзян, Ц., 2004 – 蒋金荷.提高能源利用效率与经济结构调整的策略分析/ 蒋金荷// 数量经济技术经济研究, 2004,(10):16-23. [Цзян, Ц. Стратегии повышения энергоэффективности и корректировки экономической структуры / Цзян Цзиньхэ // Шулян цзинцзи цзишу цзинцзи яньцзю [Количественная экономика Техническая экономика Исследования]. – 2004. – №10. – С. 16-23.].

69. Чжоу, Я., 2020 – 周彦楠. 基于脱钩指数和 LMDI 的中国经济增长与碳排放耦合关系的区域差异/ 周彦楠, 杨宇, 程博, 黄季夏// 中国科学院大学学报,2020,37(03):295-307. [Чжоу, Я. Региональные различия в взаимосвязи между экономическим ростом Китая и выбросами углерода на основе индекса разделения и LMDI / Чжоу Яньнань, Ян Юй, Ченг Бо, Хуан Цзис // Чжунго кэсюеюань дасюе сюебао. [Вестник Университета Китайской академии наук]. – 2020. – Т. 37. – С. 295–307.].

70. Ши, Д., 2006 – 史丹.中国能源利用效率的地区差异与节能潜力分析/ 史丹// 中国工业经济 ,2006,(10):49-58.[Ши, Д. Региональные различия эффективности использования энергоресурсов и потенциал энергосбережения в Китае / Ши Дунь // Чжунго гунэ цзинци [Китайская индустриальная экономика]. – 2006. – №10. – С. 49-58].

71. Юань, И., 2012 – 原毅军.结构、技术、管理与能源利用效率——基于 2000—2010 年中国省际面板数据的分析/ 原毅军,郭丽丽,孙佳// 中国工业经济,2012(07):18-30. [Юань, И. Структура, технология, управление и энергоэффективность – анализ на основе данных провинций Китая в период 2000-2010 гг. / Юань Ицзюнь, Го Лили, Сунь Цзя // Чжун го гун э цин ци [Китайская индустриальная экономика]. – 2012. – №7. – С. 18–30].

Диссертационные исследования

на русском языке

72. Башмаков, И. А. Разработка комплексных долгосрочных программ энергосбережения и повышения энергоэффективности: методология и практика: автореферат дис. ... доктора экономических наук: 08.00.05 / Башмаков Игорь Алексеевич; Институт народного прогнозирования РАН. – М., 2013. – 53 с.

на китайском языке

73. Ван, Л., 2018 – 王璐. 能源系统可持续性综合评价方法及其应用研究 [D]. 北京理工大学,2018:167. [Ван, Л. Исследования по комплексному методу оценки и применению устойчивости энергетической системы: дис...доктора экономических наук / Ван Лу; Бэй цзин ли гун да сюе [Пекинский технологический институт]. – Пекин, 2018. – 167 с.].

74. Ли, С., 2013. – 李霞.我国能源综合利用效率评价指标体系及应用研究 [D]. 中国地质大学, 2013:111. [Ли, С. Комплексная система оценки эффективности использования энергии в моей стране и прикладные исследования: дис...доктора экономических наук / Ли Ся; Чжун го ди чжи да сюе [Китайский университет наук о Земле]. – Ухань, 2013. – 111 с.].

75. Сяо, С., 2009 – 肖小爱.基于 DEA 的区域能源利用效率比较研究 [D]. 湖南大学, 2009: 65. [Сяо, С. Сравнительное исследование региональной эффективности использования энергоресурсов на основе модели DEA: дис...магистра экономических наук / Сяо Сяоай; Хунань да сюе [Хунаньский университет]. – Чанша, 2009. – 65 с.].

Статистические сборники, отчеты и руководства

на русском языке

76. Руководство по Энергетической статистике. Paris: МЭА, ОЭСР, 2007. – Текст электронный. – URL: https://www.gks.ru/metod/ManualRussian_web.pdf. (дата обращения:

11.06.2022).

на английском языке

77. Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth: A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel. UNEP, 2011. – URL: <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/9816> (дата обращения: 13.03.2023).

на китайском языке

78. Ежегодная энергетическая статистика...2016. – 中国能源统计年鉴– 2016 [Ежегодная энергетическая статистика КНР – 2016 г. – Пекин: Чжунго тунцзи чубаньшэ, 2016. – 358 с.].

79. Ежегодная энергетическая статистика...2020. – 中国能源统计年鉴– 2020 [Ежегодная энергетическая статистика КНР – 2020 г. – Пекин: Чжунго тунцзи чубаньшэ, 2020. – 356 с.].

80. Ежегодная энергетическая статистика...2021 – 中国能源统计年鉴 – 2021 [Ежегодная энергетическая статистика КНР – 2021 г. Пекин: Чжунго тунцзи чубаньшэ, 2021. – 354 с.].

81. Чжан, Х., 2021 – 张焕波. 中国可持续发展评价报告 (2021) / 张焕波 郭栋王军 中国国际经济交流中心美国哥伦比亚大学地球研究院阿里研究院飞利浦 (中国) 投资有限公司 张焕波 郭栋王军 [Чжан, Х. Отчет об оценке устойчивого развития Китая / Чжан Хуаньбо, Го Дун, Ван Цзюнь. Чжун го го цзи цзин цзи цзяо лю чжун синь мэй го гэ лунь би я да сюе ди цю янь цю юань а ли янь цю юань фэй ли пу (чжун г) тоу цзы ю сянь гун сы [Китайский центр международных экономических обменов Philips (Китай) Investment Co., Ltd], 2021. – Текст электронный]. – URL: https://www.pishu.com.cn/skwx_ps/bookdetail?SiteID=14&ID=13468455 (дата обращения: 01.11.2021).

82. Отчет об экономической деятельности..., 2019 – 2019 年中国钢铁行业经济运行报告 [Отчет об экономической деятельности черной металлургии Китая за 2019 г. – Текст электронный]. – URL: <http://lwzb.stats.gov.cn/pub/lwzb/gzdt/202005/W020200528770641871558.pdf> (дата обращения: 11.11.2022).

83. Отчет об экономической деятельности..., 2020 – 2020 年中国煤炭工业经济运行报告 [Отчет об экономической деятельности угольной промышленности Китая за 2020 г. – Текст электронный]. – URL: <http://lwzb.stats.gov.cn/pub/lwzb/zxgg/202107/W020210723348607038720.pdf> (дата обращения: 12.05.2021).

84. Первый отчет о цикле ..., 2020 – 2020 全国碳排放权交易市场第一个履约周期报告 [Первый отчет о цикле соблюдения требований национального рынка торговли квотами на выбросы углерода. 2020. – Текст электронный]. – URL:

https://www.mee.gov.cn/ywgz/ydqhbh/wsqtgz/202212/P0202212307_99532329594.pdf (дата обращения: 12.02.2023).

85. Статистический ежегодник... – 中国能源统计年鉴 – 1986 北京: 中国统计出版社 1987, 554 页 [Статистический ежегодник по энергетике Китая 1986 г. Пекин: Чжунго тунци чубаньшэ, 1987. 554 с.].

Электронные ресурсы

86. 20-й съезд Коммунистической партии Китая горячо обсудил экологически чистое развитие и выступил за гармоничное сосуществование человека и природы. [Электронный ресурс]: официальный сайт правительства Китая. – URL: http://www.gov.cn/xinwen/2022-10/22/content_5720798.htm (дата обращения: 14.06.2022)

87. Богманс, К. Более экологичное будущее начинается с перехода от угля к альтернативным источникам энергии. [Электронный ресурс] / К. Богманс, К. М. Ли // IMF Blog: электрон. журн. – 2020. – URL: <https://www.imf.org/zh/News/Articles/2020/12/08/blog-a-greener-future-begins-with-a-shift-to-coal-alternatives> (дата обращения: 16.04.2022).

88. В период «Двенадцатой пятилетки» уровень энергоэффективности города неуклонно повышался, и первоначально формировалась низкоуглеродная структура – Интерпретация «Пекинского бюллетеня по потреблению энергии и воды в 2015 г. и «Двенадцатой пятилетки». План «Период». [Электронный ресурс]: сайт. – URL: http://tjj.beijing.gov.cn/tjsj_31433/tjgb_31445/qtgb_31451/202002/t20200216_1643357.html (дата обращения: 17.04.2022).

89. Всемирный Банк: данные по Объему выбросов CO₂ в Китае [Электронный ресурс]: сайт. – URL: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.МКТР.KD?locations=CN> (дата обращения: 11.05.2022)

90. Гуйчжоу: работа по энергосбережению «тринадцатая пятилетка» дала замечательные результаты. [Электронный ресурс]: сайт. – URL: https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/gdzt/qgjncz/dfjnsj/202006/t20200624_1232049.html (дата обращения: 01.03.2023).

91. Десять основных мер Цзянси по энергосбережению и сокращению выбросов для обеспечения достижения целей энергосбережения «одинадцатой пятилетки». [Электронный ресурс]: сайт. – URL: http://www.gov.cn/gzdt/2010-04/19/content_1586291.htm (дата обращения: 02.04.2023).

92. Доклад Ху Цзиньтао на 18-м Всекитайском съезде Коммунистической партии Китая. [Электронный ресурс]: сайт. – URL: https://www.gov.cn/ldhd/2012-11/17/content_2268826.htm

(дата обращения: 21.04.2023).

93. Дорожная карта углеродной нейтральности для энергетической системы Китая. [Электронный ресурс]: сайт. – URL: <https://www.iea.org/reports/an-energy-sector-roadmap-to-carbon-neutrality-in-china?language=zh> (дата обращения: 10.04.2023).

94. Единая национальная сеть газопроводов моей страны в основном сформировалась. [Электронный ресурс]: сайт. – URL: http://www.gov.cn/xinwen/2021-08/21/content_5632587.htm (дата обращения: 01.03.2023).

95. Меры по управлению торговлей выбросами углерода (испытательная версия). [Электронный ресурс]: сайт. – URL: https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk02/202101/t20210105_816131.html (дата обращения: 12.02.2023).

96. Мнение Госсовета о поддержке провинции Шаньси в дальнейшем углублении реформ и содействии трансформации и развитию сырьевой экономики. [Электронный ресурс]: сайт. – URL: http://www.gov.cn/gongbao/content/2017/content_5225862.htm (дата обращения: 11.07.2022).

97. Национальные стратегии устойчивого развития (НСУР). [Электронный ресурс]: сайт. – URL: <https://sdgs.un.org/ru/topics/national-sustainable-development-strategies> (дата обращения: 13.02.2023).

98. Новости ООН: Почему все больше стран обещают добиться «углеродной нейтральности»? [Электронный ресурс]: сайт. – URL: <https://news.un.org/ru/story/2020/12/1391722> (дата обращения: 11.05.2022).

99. Обеспечьте сильную энергетическую гарантию качественного развития. [Электронный ресурс]: сайт. – URL: https://www.gov.cn/zhengce/2022-03/23/content_5680770.htm (дата обращения: 21.04.2023).

100. Обзор и классификация энергоресурсов. [Электронный ресурс]: сайт. – URL: http://www.mnr.gov.cn/zt/wh/wskt/wskt_syzs/201202/t20120216_2041729.html (дата обращения: 14.07.2021)

101. Обзор работы национального углеродного рынка в 2022 году. [Электронный ресурс]: сайт. – URL: <http://tanjiaoyi.com/article-44558-1.html> (дата обращения: 12.02.2023).

102. Ожидается, что период «двенадцатой пятилетки» Чунцина приведет к сокращению выбросов углерода. [Электронный ресурс]: сайт. – URL: http://www.caam.org.cn/chn/9/cate_107/con_5053654.html (дата обращения: 15.02.2023).

103. Ожидается, что цели и задачи по энергосбережению «одиннадцатой пятилетки» провинции Цзянси будут выполнены в соответствии с графиком. [Электронный ресурс]: сайт. – URL: https://www.gov.cn/gzdt/2010-10/18/content_1724674.htm (дата обращения: 11.05.2022).

104. Опубликован «Тринадцатый пятилетний» план охраны окружающей среды провинции Шаньси. [Электронный ресурс]: сайт. – URL:

<https://www.chndaqi.com/news/252747.html> (дата обращения: 15.07.2022).

105. Основа работы национального углеродного рынка в основном установлена. [Электронный ресурс]: сайт. – URL: https://www.gov.cn/xinwen/2023-01/03/content_5734665.htm (дата обращения: 12.02.2023).

106. Открыт газопровод Китай-Мьянма. [Электронный ресурс]: сайт. – URL: https://www.china5e.com/subject/show_693.html (дата обращения: 12.07.2021).

107. Отраслевые исследования | Текущая ситуация и тенденции развития рынка торговли выбросами углерода в моей стране. [Электронный ресурс]: сайт. – URL: <https://www.carbonstop.net/domedetail9028/> (дата обращения: 12.02.2023).

108. Отчет о больших данных по энергетике Китая (2021 г.) – природный газ. [Электронный ресурс]: Национальная энергетическая информационная платформа. – URL: <http://www.zgsyqx.com/list.asp?id=7125> (дата обращения: 11.01.2022).

109. Отчет о развитии отечественной нефтеперекачивающей отрасли за 2020 г. [Электронный ресурс]: сайт. – URL: <http://www.mofcom.gov.cn/article/tongjiziliao/sjtj/jsc/202105/20210503063494.shtml> (дата обращения: 13.05.2021).

110. Письмо об ответственности за предотвращение и контроль загрязнения воздуха в провинции Шаньси. [Электронный ресурс]: сайт. – URL: http://www.cciced.net/xwzx/hfyw/201310/t20131022_83314.html (дата обращения: 22.08.2022).

111. Показатели энергоэффективности: основы формирования политики / IEA [Электронный ресурс]. – URL: https://iea.blob.core.windows.net/assets/08eba505-7103-4840-8f9f-e3a37a0315a3/Essentials_RU_final_FULL.PDF.

112. Политбюро ЦК КПК провело совещание по анализу и изучению текущей экономической ситуации и хозяйственной работы. [Электронный ресурс]: сайт. – URL: <http://center.cnpc.com.cn/bk/system/2019/11/15/001751933.shtml> (дата обращения: 15.04.2022).

113. Полный текст доклада товарища Цзян Цзэминя на XVI Всекитайском съезде Коммунистической партии Китая. [Электронный ресурс]: сайт. – URL: <https://fuwu.12371.cn/2012/09/27/ARTI1348734708607117.shtml> (дата обращения: 21.04.2023).

114. Полный текст доклада Ху Цзиньтао на 17-м Всекитайском съезде Коммунистической партии Китая. [Электронный ресурс]: сайт. – URL: https://www.gov.cn/ldhd/2007-10/24/content_785431.htm (дата обращения: 21.04.2023).

115. Резюме по надзору за добычей угля за одиннадцатую пятилетку провинции Цзянси и рабочие идеи за «двенадцатую пятилетку». [Электронный ресурс]: сайт. – URL: https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/gdzt/mtscjyhg/201104/t20110428_1191401.html (дата обращения: 11.01.2023).

116. Си Цзиньпин. Решающая победа в построении умеренно зажиточного общества всесторонним путем и достижение великой победы социализма с китайской спецификой в новую эпоху / Доклад на девятнадцатом съезде Коммунистической партии Китая. [Электронный ресурс]: сайт. – URL: https://www.gov.cn/zhuanti/2017-10/27/content_5234876.htm (дата обращения: 21.04.2023).

117. Статистические данные // Национальное бюро статистики КНР. [Электронный ресурс]: сайт. – URL: <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01> (дата обращения: 13.03.2023).

118. Статистический сборник по выбросам CO₂ и объеме энергетики в Китае и его провинциях в период 2014-2019 гг. [Электронный ресурс]: База данных CEADs по учету выбросов углерода в Китае. – URL: <https://www.ceads.net.cn/news/20211256.html> (дата обращения: 12.02.2023).

119. Топорков, А. Ямал-СПГ продал первую партию газа в Китай / А. Топорков // Ведомости. 2017. [Электронный ресурс]: электрон. издан. – URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2017/12/27/746739-yamal-spg>. (дата обращения: 14.06.2022)

120. Усилия по достижению целей по пику выбросов углерода и углеродная нейтральность. [Электронный ресурс]: сайт. – URL: https://www.ndrc.gov.cn/wsdwhfz/202111/t20211111_1303691.html?code=&state=123 (дата обращения: 14.04.2022).

121. Цели в области устойчивого развития: 17 целей для преобразования нашего мира. [Электронный ресурс]: сайт. – URL: <https://www.un.org/zh/70001/page/180631> (дата обращения: 11.01.2023).

122. Шаньси тестирует интеграцию воды, угля и электричества, а собственный капитал Jianjin Energy составляет 165 миллиардов долларов. [Электронный ресурс]: сайт. – URL: http://www.nea.gov.cn/2013-05/30/c_132419308.htm (дата обращения: 11.05.2022).

123. Экономические показатели автопрома в декабре 2015 г. [Электронный ресурс]: сайт. – URL: http://www.caam.org.cn/men/fckfiles/2015/kCikPn5/pQ7X7td/chn/3/cate_17/con_5183569.html. (дата обращения: 11.02.2022).

124. Экономические показатели автопрома в декабре 2021 г. [Электронный ресурс]. – URL: https://wap.miit.gov.cn/gxsj/tjfx/zbg/y/qc/art/2022/art_63f16aa43e3543c28bb285b7dc759eea.html. (дата обращения: 11.04.2022).

125. Электростанция «Три ущелья» будет вырабатывать 103,649 млрд кВтч в 2021 году и превысит отметку в 100 млрд кВт-ч. [Электронный ресурс]: сайт. – URL: <http://www.news.cn/> (дата обращения: 17.02.2022).

126. Program of Action for Sustainable Development in China in the Early 21st Century //

People's Daily Online. 2003. [Электронный ресурс]: электрон. издан. – URL: http://en.people.cn/200307/26/eng20030726_121013.shtml (дата обращения: 21.04.2023).

127. Tracking SDG 7 // The Energy Progress Report. [Электронный ресурс]: электронная панель. – URL: <https://trackingsdg7.esmap.org/results> (дата обращения: 13.03.2023).

**Сводная годовая отчетность –
Энергетический баланс (фактический расход)**

За 20 __ год

Форма №. Р 303-1
Приказ Национального статистического бюро Китая
Об утверждении формы
до 06.2023. № 2022 -105

Наименование отчитывающейся организации
Единица: т.у.т

		Всего угля*	Всего нефти и нефтепродукты**	Природный газ	Сжиженный природный газ	Электроэнергия	Тепло	Другие энергии
		A	M	AB	AC	AD	AE	AF
ВАЛОВЫЕ ПЕРВИЧНЫЕ ПОСТАВКИ	1							
Производство (+)	2							
Ввоз из других провинций (регионов, городов) (+)	3							
Импорт (+)	4							
Национальная морская и авиационная бункеровка за границей (+)	5							
Вывоз в другие провинции (-)								
Экспорт (-)	6							
Международная морская и авиационная бункеровка в стране (-)	7							
Изменение запасов	8							
ПРЕОБРАЗОВАНИЕ	9							
Производство электрической энергии	10							
Производство тепловой энергии	11							
Обогащение угля	12							
Преобразование в кокс	13							
Переработка нефти	14							
в том числе: реинвестирование нефти (-)	15							
Производство газа	16							
в том числе: реинвестирование кокса (-)	17							

Сжижение природного газа	18							
Переработка угольной продукции	19							
Возвращённая энергия	20							
Потери при передаче (-)	21							
КОНЕЧНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ	22							
Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство, рыболовство	23							
Промышленность	25							
в том числе: использование ТЭР в качестве сырья и нетопливные нужды	26							
Строительство	27							
Транспорт, хранение, и почтовая связь	29							
Оптовая и розничная торговля, гостиницы и рестораны	30							
Население	31							
в городе	32							
в селе	33							
РАЗНИЦА В БАЛАНСЕ (+,-)	34							
ВСЕГО ПРОИЗВОДСТВА	35							

*** Приложение А-1 – Из всего угля:**

	Каменный уголь
B	
	Обогащённый уголь
C	
	Другие виды из очищенных углей
D	
	Угольный брикет
E	
	Пустая угольная порода
F	
	Кокс
G	
	Газ горючий искусственный коксовый
H	
	Газ горючий искусственный
I	
	Конвертерный газ
G	
	Другие виды из газов горючих
K	
	Другие виды из продуктов коксования
L	

**** Приложение А-2 – Из всех видов нефти и нефтепродуктов:**

	Сырая нефть
N	
	Бензин
O	
	Керосин
P	
	Топливо дизельное
Q	
	Мазут топочный
R	
	Нафта
S	
	Смазочное масло
T	
	Парафин
U	
	Сольвент нефтяной
V	
	Нефтебитум
W	
	Нефтяной кокс
X	
	Сжиженные нефтяные газы
Y	
	Газ нефтеперерабатыва
Z	
	Другие нефтепродукты
AA	

Углеродоемкость выбросов NOx и ВВП на душу населения для провинций Китая

Провинция	Уравнение	R ²	Провинция	Уравнение	R ²
Пекин	$Y=0,0267 x^{-0,1012}$	0,984	Хэнань	$Y=0,0177 x^{-0,4403}$	0,903
Тяньцзинь	$Y=0,0219 x^{-0,5419}$	0,986	Хубэй	$Y=0,0154 x^{-0,5317}$	0,988
Хэбэй	$Y=0,0236 x^{-0,4313}$	0,996	Хунань	$Y=0,0137 x^{-0,5697}$	0,986
Шаньси	$Y=0,0465 x^{-0,5799}$	0,963	Гуандун	$Y=0,0103 x^{-0,4428}$	0,964
Внутренняя Монголия	$Y=0,0394 x^{-0,2869}$	0,999	Гуанси	$Y=0,0106 x^{-0,2134}$	0,932
Ляонин	$Y=0,0204 x^{-0,2792}$	0,963	Хайнань	$Y=0,0081 x^{-0,3390}$	0,858
Цилинь	$Y=0,0188 x^{-0,31313}$	0,983	Чунцин	$Y=0,0117 x^{-0,4349}$	0,925
Хэйлунцзян	$Y=0,0171 x^{-0,2778}$	0,938	Сычуань	$Y=0,0107 x^{-0,4137}$	0,983
Шанхай	$Y=0,0331 x^{-0,8137}$	0,995	Гуйчжоу	$Y=0,0303 x^{-0,2987}$	0,545
Цзянсу	$Y=0,0161 x^{-0,5053}$	0,977	Юньнань	$Y=0,0178 x^{-0,2474}$	0,292
Чжэцзян	$Y=0,0095 x^{-0,1269}$	0,992	Шэньси	$Y=0,0156 x^{-0,3252}$	0,928
Аньхой	$Y=0,0139 x^{-0,4134}$	0,977	Ганьсу	$Y=0,0167 x^{-0,4419}$	0,969
Фуцзянь	$Y=0,0109 x^{-0,3783}$	0,995	Цинхай	$Y=0,0158 x^{-0,3958}$	0,997
Цзянси	$Y=0,0106 x^{-0,1642}$	0,987	Нинся	$Y=0,0055 x^{-0,6432}$	0,987
Шаньдун	$Y=0,060181 x^{-0,3666}$	0,963	Синьцзян	$Y=0,0161 x^{-0,1182}$	0,965

*X- ВВП на душу населения (10 тыс. юаней); Y- углеродоемкость выбросов NOx (т / 100 млн юаней).

Источник: Ван, Л., 2018 – 王璐. 能源系统可持续性综合评价方法及其应用研究 [D]. 北京理工大学, 2018:167. [Ван, Л. Исследования по комплексному методу оценки и применению устойчивости энергетической системы: дис...доктора экономических наук / Ван Лу; Бэй цзин ли гун да сюе [Пекинский технологический институт]. – Пекин, 2018. – 167 с.].

В 2000 г.

```
. cluster kmeans Z_PGDP Z_CityPeople Z_SecondIndustry Z_Meibanlance Z_CO2 Z_S02 Z_NOX Z_GRP,k(4) measure(manhat) name(SustainableDevelopmentLevel)

. run "C:\Users\Admin\AppData\Local\Temp\STD668_000000.tmp"

. list region SustainableDevelopmentLevel
```

	region	Sustai~1
1.	Beijing	1
2.	Tianjin	1
3.	Hebei	4
4.	Shanxi	4
5.	Inner Mongolia	4
6.	Liaoning	3
7.	Jilin	3
8.	heilongjiang	3
9.	Shanghai	1
10.	Jiangsu	2
11.	Zhejiang	2
12.	Anhui	4
13.	Fujian	2
14.	Jiangxi	3
15.	Shandong	2
16.	Henan	4
17.	Hubei	2
18.	Hunan	2
19.	Guangdong	1
20.	Guangxi	3
21.	Hainan	2
22.	chongqing	3
23.	Sichuan	.
24.	Guizhou	4
25.	Yunnan	2
26.	Shaanxi	3
27.	Gansu	3
28.	Qinghai	3
29.	Ningxia	.
30.	xinjiang	3

B 2010 г.

```
. cluster kmeans Z_PGDP Z_CityPeople Z_SecondIndustry Z_Meibanlance Z_CO2 Z_SO2 Z_NOX Z_GRP,k(4) measure(manhat) name(SustainableDevelopmentLevel)
```

	region	Sustai~1
1.	Beijing	1
2.	Tianjin	2
3.	Hebei	3
4.	Shanxi	4
5.	Inner Mongolia	4
6.	Liaoning	2
7.	Jilin	3
8.	heilongjiang	4
9.	Shanghai	1
10.	Jiangsu	2
11.	Zhejiang	2
12.	Anhui	3
13.	Fujian	2
14.	Jiangxi	2
15.	Shandong	3
16.	Henan	3
17.	Hubei	2
18.	Hunan	2
19.	Guangdong	2
20.	Guangxi	2
21.	Hainan	1
22.	chongqing	2
23.	Sichuan	2
24.	Guizhou	4
25.	Yunnan	3
26.	Shaanxi	3
27.	Gansu	3
28.	Qinghai	2
29.	Ningxia	4
30.	xinjiang	3

B 2020 г.

```
. cluster kmeans Z_PGDP Z_CityPeople Z_SecondIndustry Z_Meibanlance Z_CO2 Z_SO2 Z_NOX Z_GRP,k(4) measure(manhat) name(SustainableDevelop
> mentLevel)
```

	region	Sustai~1
1.	Ningxia	4
2.	Inner Mongolia	4
3.	Shanxi	4
4.	Jilin	3
5.	Gansu	3
6.	Shandong	3
7.	Hebei	3
8.	Shaanxi	3
9.	xinjiang	3
10.	Guizhou	3
11.	Anhui	3
12.	heilongjiang	3
13.	chongqing	2
14.	Hunan	2
15.	Hubei	2
16.	Qinghai	2
17.	Yunnan	2
18.	Henan	3
19.	Guangdong	2
20.	Guangxi	2
21.	Liaoning	2
22.	Hainan	2
23.	Jiangxi	2
24.	Sichuan	2
25.	Shanghai	1
26.	Jiangsu	2
27.	Tianjin	2
28.	Fujian	2
29.	Beijing	1
30.	Zhejiang	2