

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА**

На правах рукописи

Чжоу Цайцюань

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

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

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Москва – 2023

Диссертация подготовлена на кафедре экономики природопользования экономического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

Научные руководители:

Мамий Ирина Петровна,
кандидат экономических наук, доцент
Ховавко Ирина Юрьевна,
доктор экономических наук, доцент

Официальные оппоненты:

Шевчук Анатолий Васильевич,
доктор экономических наук, профессор, академик РЭА
ФГБОУ «Всероссийская академия внешней торговли
Министерства экономического развития Российской
Федерации», зам. Председателя СОПС - руководитель
Отделения проблем природопользования и экологии

Пискулова Наталья Аркадьевна,
доктор экономических наук, профессор,
ФГАОУ ВО «Московский государственный институт
международных отношений (университет) МИД РФ,
кафедра международных экономических отношений
и внешнеэкономических связей, профессор

Яшалова Наталья Николаевна,
доктор экономических наук, доцент,
ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный универ-
ситет», кафедра экономики и управления, заведующая
кафедрой

Защита диссертации состоится «15» ноября 2023 года в 14 часов 00 минут на заседании диссертационного совета МГУ.052.4 Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова по адресу: 119991, Российская Федерация, г. Москва, МГУ, Ленинские горы, дом 1, строение 46, экономический факультет, аудитория П – 4.

E-mail: mgu.08.05@yandex.ru

С диссертацией можно ознакомиться в отделе диссертаций научной библиотеки МГУ имени М.В. Ломоносова (Ломоносовский просп., д. 27) и на портале: <https://dissovet.msu.ru/dissertation/052.4/2666>

Автореферат разослан «__» октября 2023 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета МГУ.052.4
кандидат экономических наук

Илимбетова А.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. За последние 20 лет Китай 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 и прорывом – технологические и институциональные инновации.¹ На XVIII съезде партии (2012 г.) построение экологической цивилизации было включено в общую схему социалистической модернизации с китайской спецификой «пять в одном»², 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 импортером сжиженного природного газа. Доля импорта нефти в 2022 г. достигла 71,2%, а природного газа – 40,2% в общем объеме потребления этих ресурсов в стране. Во-вторых, собственные месторождения углеводородов по территории Китая распределены неравномерно: основные

¹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 / Уведомление Государственного совета выходе «Плана действий по устойчивому развитию Китая в начале 21 века» Гофа [2003] № 3 [Электронный ресурс] URL: https://www.gov.cn/zhengce/content/2008-03/28/content_2108.htm (дата обращения 05.02.2023)

² «Пять в одном» - политика Коммунистической партии Китая, заключающаяся во «всестороннем содействии экономическому, политическому, культурному, социальному строительству и строительству экологической цивилизации».

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-й 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 определили 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 Сидоров 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.Д. и Аникина А.А., Акулова А.О., Арсахановой З.А. и др., Забелиной И.А., Захаровой Е.Н. и др., Полякова В.В., Яшаловой; Н.Н. в работах китайских ученых: Сюэ Цзяньчунь, Цао Либо, Лянь Шуймин, Ли Цзуньин, Сюй Чжунлинь, Чжоу Яньнань, Ян Юй, Ченг Бо, Фан Фэнъянь, 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 Тарю Р., 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. Для достижения цели в работе поставлены и решены следующие задачи:

- 1) проанализировать 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 году при сохранении выявленных в работе трендов энергетического и промышленного развития;
- 3) сформулировать понятие эколого-экономической эффективности с учетом целей устойчивого развития ООН 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, кластерного, методы анализа динамики и прогноза, табличный, графический метод.

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 ООН, МЭА и BP (British Petroleum - британская нефтегазовая компания). Для обработки статистических данных использовались современные версии пакетов прикладных программ: MS 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 декарбонизации 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 декарбонизации (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 это 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, Хэйлунцзян), 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.).

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.

Диссертация имеет следующую структуру:

ВВЕДЕНИЕ

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

1.1 Тренды современной энергетики, вытекающие из концепции устойчивого развития

1.2 Современное состояние энергетического сектора Китая

1.3 Перспективы развития энергетического сектора Китая до 2030 года

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

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

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

2.3 Оценка устойчивого развития регионов Китая методом декаплинга

ГЛАВА 3: ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ В КИТАЕ

3.1 Выделение однородных групп провинций Китая методом кластерного анализа.

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

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

Заключение

Список литературы

Приложения

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В диссертации сформулированы и обоснованы положения, обладающие научной новизной и 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.

Большая численность населения Китая, а также высокие темпы экономического развития обуславливают растущие потребности в энергоресурсах и, при сохранении существующей структуры энергопотребления – высокий уровень загрязнения окружающей среды. Согласно данным Национального бюро статистики КНР в 2020 г. доля каменного угля в структуре потребления первичных энергоресурсов составила 56,9%, сырой нефти – 18,8%, природного газа – 8,4% против 73%; 21,7%; 1,9% в 2000 году соответственно. Структура энергоресурсов, используемых на производство электроэнергии, также претерпела значительные изменения (рис. 1): сократились доли каменного угля и нефти для производства электричества, и возросла доля газа и альтернативных источников энергии.

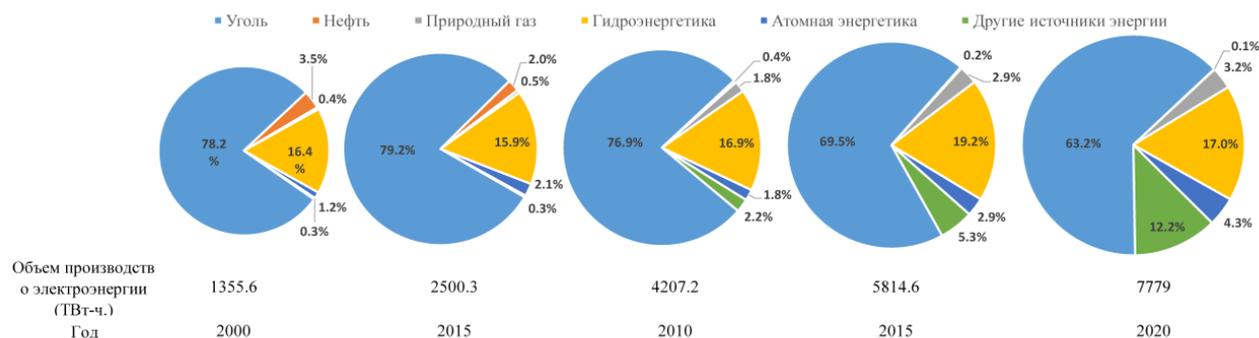


Рисунок 1. – Структура источников первичных энергоресурсов на производство электроэнергии Китая в период 2000–2020 гг.

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

Государственная политика способствовала реструктуризации энергетического сектора:

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

- в области ветроэнергетики было усилено развитие в средне-восточном и южном регионе, а в северном регионе начали строиться ветроэлектростанции большого масштаба;

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

- совершенствовались системы отопления, работающие 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.

В то же время большое количество энергоресурсов в стране импортируется. В 2020 году Китай импортировал 303,3 млн тонн каменного угля, 542 млн тонн сырой нефти, 94 млрд. куб. м. природного газ; 47,7 млрд. куб. м3 сжиженного газа. Таким образом, Китай лидирует не только по объему потребления энергоресурсов, но и по объемам их импорта.

Выявлены наиболее существенные изменения в энергетическом секторе Китая, про-

³ Статистические данные / Национального бюро статистики КНР [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>

изошедшие за эти годы:

1. Ведущее место в потреблении *каменного угля* занимает промышленность (77,2% в 2020 г.), на втором месте находится коммунальное хозяйство (9,6%). Начиная с XI пятилетки, темпы потребления каменного угля начали снижаться. После глобального экономического кризиса 2008 года годовые темпы прироста ВВП Китая (6,5 - 7%) стали значительно опережать темпы прироста потребления каменного угля (2,6%). Вместе с тем, страна продолжает наращивать импорт угля, что обусловлено следующими причинами: во-первых, качество ввозимого иностранного угля лучше китайского; во-вторых, большинство импортированного каменного угля транспортируется морскими судами (кроме поставок из Монголии и России), что делает его дешевле внутреннего, транспортируемого по железным дорогам; в-третьих, в традиционных китайских угольных месторождениях объем запасов сокращается.

2. Объем потребления *сырой нефти* в 2020 году увеличился в 3,1 раза по сравнению с 2000 годом, при этом объем добычи сырой нефти возрос только на 18,9%. Разница между производством и потреблением сырой нефти компенсируется импортом. Объем импорта сырой нефти растет. При этом нефть в КНР используется только для переработки (для производства электроэнергии используется 0,1% всей нефти).

3. Основным потребителем *природного газа* в Китае является коммунальное хозяйство. В рассматриваемый период темпы потребления природного газа опережали его производство, поэтому разница также компенсировалась импортом. Доля газа в структуре источников энергии выросла, с 1,9% в 2000 году до 8,4% в 2020 г.

4. Доля альтернативных источников энергии в производстве электроэнергии за 2000-2020 годы увеличилась с 0,3% до 12,2%.

5. Повышение эффективности использования энергетических ресурсов характеризует таблица 1, где на фоне быстрорастущего ВВП показано снижение энергоемкости и углеродоемкости экономики Китая, начиная с XI пятилетки.

Таблица 1. Сравнение динамики энергоемкости и углеродоемкости в Китае

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.

Подводя итог, можно утверждать, что Китай активно развивает зеленую экономику (таблица 2), опережая по темпам изменений некоторые среднемировые показатели (темпы прироста потребления энергии от ВИЭ значительно выше среднемировых, энергоёмкость ВВП снижается быстрее, чем в среднем в мире), хотя энергоёмкость ВВП Китая до сих пор остается выше среднемировой.

Таблица 2. 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	100	16,7	3,1
7.3	Энергоёмкость ВВП, мегаджоуль / доллар (паритет покупательной способности в 2017 г.)	4,7	6,3	-24,19	-41,7
7.3b	Потребление электроэнергии от ВИЭ для населения, кВт / чел.	246	622	276,9	954,2
13.2	Общие годовые выбросы парниковых газов, млн. т	32078	9974,3	35,7	199,7

Источник: рассчитано автором на основе данных Tracking SDG 7 <https://trackingsdg7.esmap.org/results>, «Ежегодник статистики вp 2022 г.»

Из таблицы 2 следует, что значительное отставание Китая от среднемировых показателей отмечается только в темпах прироста выбросов парниковых газов. В целом можно отметить заметное продвижение Китая в сторону устойчивого развития.

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. необходимо 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.

На основе данных за период 2000-2020 гг. в работе построены прогнозы производства и потребления углеводородных энергоносителей: каменного угля, сырой нефти и природного газа и связанных с этим выбросов CO₂ до 2030 г.

Производство и потребление каменного угля описываются уравнением тренда 2-го порядка, экстраполяция которого на период до 2030 г. показывает снижение производства и потребления каменного угля (производство может снизиться на 38%, а его потребление на 27%).

Прогноз производства сырой нефти осуществлен по модели линейного тренда. Потребление нефти устойчиво возрастает и его динамика надежно описана уравнением параболы 2-го порядка. В период 2000-2020 гг. потребление сырой нефти возросло в среднем на 25 млн т в год. Разрыв между объемом производства и потребления сырой нефти продолжит увеличиваться, что делает актуальной проблему поиска поставщиков нефти.

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

В период X-ой пятилетки наблюдался наиболее интенсивный прирост выбросов CO₂, среднегодовой темпы прироста составлял 14,9%. В период XI-ой пятилетки - 5,1%, в период XII-ой пятилетки – 1,2%, в период XIII-ой пятилетки – 1,9%. На рисунке 2 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). То есть объективные факторы допускают два варианта развития ТЭК 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 года. Если сохранится линейный тренд и контроль за объемом выбросов не будет ужесточён, то к 2030 г. можно ожидать прирост выбросов CO₂ на 66,8%.

В структуре выбросов CO₂ по секторам экономики Китая большая часть выбросов CO₂ приходится на сектор промышленности, при этом выбросы CO₂ от использования каменного угля в промышленности составляют 93,9%.

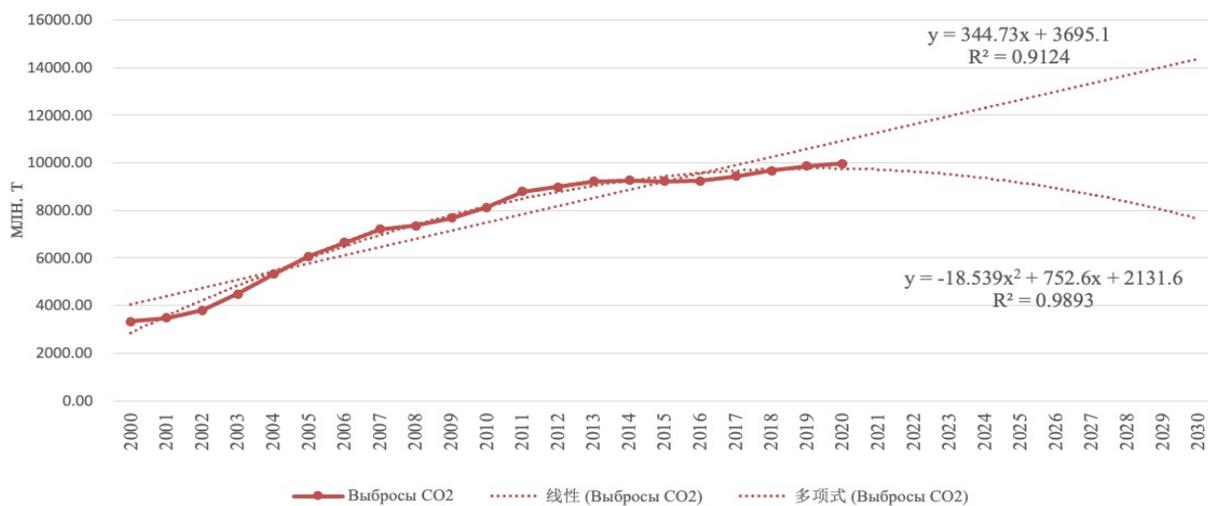


Рисунок 2. Тенденция динамики выбросов CO₂ в Китае в период 2000-2020 гг., млн тонн
 Источник: составлена автором на основе статистических данных^{4,5}.

Для достижения углеродной нейтральности к 2060 году в КНР требуется к 2030 году снизить установленную мощность электроэнергии от каменного угля на 20% от показателя 2020 года (оценка МЭА). В 2020 г. установленная мощность электроэнергии от каменного угля составила 1,08 млрд. кВт-ч, поэтому к 2030 году необходимо снизить объем установленной мощности электроэнергии от каменного угля на 216 млн. кВт-ч. Выбор путей реструктуризации энергетического сектора - прерогатива государства. Развитие системы газопроводов, строительство атомных и крупных станций ВИЭ определяются решениями 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. Анализ планов государства за период 2020-2030 гг. показал, что государство предполагает заменить каменный уголь в производстве электроэнергии в следующих объемах 83,16 млн. кВт-ч за счет развития ВИЭ, 27 млн. кВт-ч – за счет увеличения природного газа, 32,4 млн. кВт-ч за счет развития атомной энергетики. Таким образом, для достижения целевых показателей к 2030 г. необходимо дополнительно сократить 73,44 млн. кВт-ч угольной генерации с помощью повышения энергоэффективности и мер энергосбережения.

Низкоуглеродное направление политики Китая сталкивается с тремя основными пробле-

⁴ 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).

⁵ 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).

мами. Во-первых, обрабатывающая промышленность страны все еще находится на среднем и низком месте в глобальной производственно-сбытовой цепочке, добавленная стоимость невысока. Во-вторых, доля каменного угля в структуре потребления первичных энергоресурсов по-прежнему превышает 50%. В-третьих, энергоемкость в КНР все еще в 1,5 раза превышает среднемировое значение и в 2–3 раза выше, чем в развитых странах.

Таким образом, недостаток в Китае собственных ресурсов для быстро растущей экономики и необходимость осуществления энергетического перехода в рамках энергетической политики страны обуславливают важность решения проблемы повышения энергоэффективности.

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).

Понятие эколого-экономической эффективности (ecoefficiency) выступает ключевым индикатором устойчивого развития и отражает то, как общество производит и потребляет ресурсы. В работе на основании изучения литературы по вопросам эффективности использования энергетических ресурсов дано собственное определение эколого-экономической эффективности как «сокращения затрат энергоресурсов для предоставления эквивалентных энергетических услуг при существующем уровне развития технологий, социально-экономических процессов и обеспечивающего соблюдение экологических норм по снижению негативного воздействия на окружающую среду и здоровье населения с учетом обеспеченности производства собственными энергоресурсами».

Для оценки эколого-экономической эффективности использования энергетических ресурсов и определения степени движения в сторону устойчивого развития в диссертации предлагается применять три блока показателей, в совокупности отражающих эффективность использования энергетических ресурсов с экономической, экологической и социальной позиций.

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 эко-

номической 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 разные варианты взаимодействия процессов экономической деятельности и воздействия на природную среду, поэтому именно его предлагается рассматривать его в качестве меры уровня устойчивого развития. В работе на основании классификации показателей декаплинга (таблица 3 и рис. 3) выделено 8 видов эколого-экономической эффективности использования энергетических ресурсов (рис.4), отражающих градацию уровней устойчивого развития.

Таблица 3. 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)	$0,8 < Id < 1,2$	Темпы снижения потребления ресурсов /выбросов совпадают с темпами снижения	VI

coupling)		ВВП/ВРП.	
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 потребления 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 на пятое место, рецессивный каплинг - шестое, слабый негативный декаплинг - седьмое место, а сильный негативный декаплинг – восьмое место.

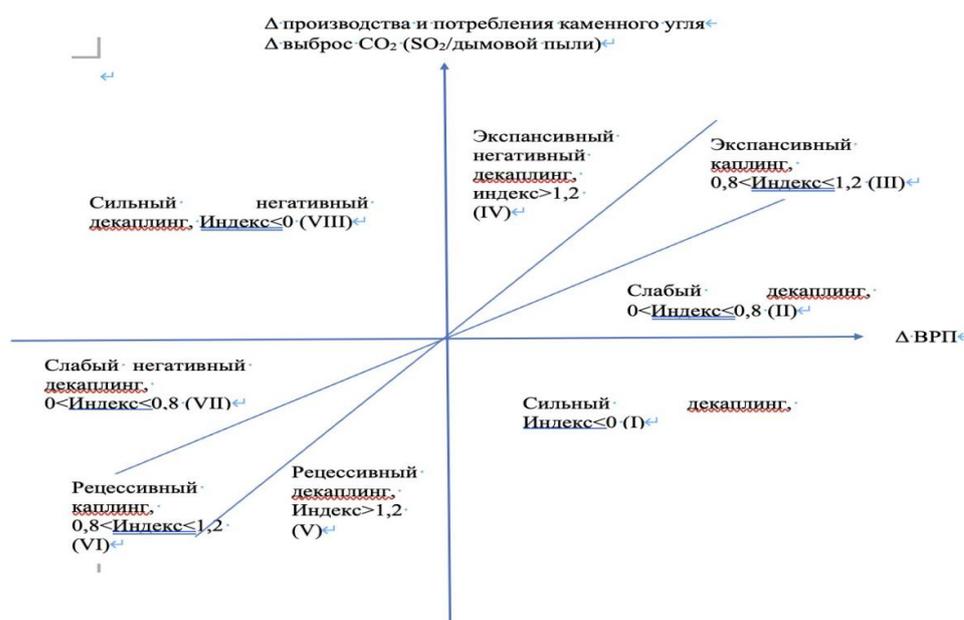


Рисунок 3 – Классификация видов декаплинга

Источник: составлено 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. 2005.



Рисунок 4. Виды эколого-экономической эффективности

Источник: составлено автором.

Проведены расчеты эколого-экономической эффективности для Китая в целом и по отдельным провинциям (Шаньси и Пекин).

ВВП Китая, индекс ресурсного декарпинга и индекс декарпинга воздействия на окружающую за период 2000-2020 гг. представлены на рис. 5. Отметим, что в Китае ни разу не отмечался «отрицательный рост» ВВП. После XI-ой пятилетки индекс декарпинга воздействия оказался ниже индекса ресурсного декарпинга, что свидетельствует о важности государственной политики развития ВИЭ. Можно утверждать, что в период 2002-2004 гг. наблюдался экспансивный негативный декарпинг, который характерен для экстенсивного типа развития экономики; в период 2001-2002 гг., и 2004-2005 г. наблюдался экспансивный каплинг (экономическое развитие прямо зависело 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.

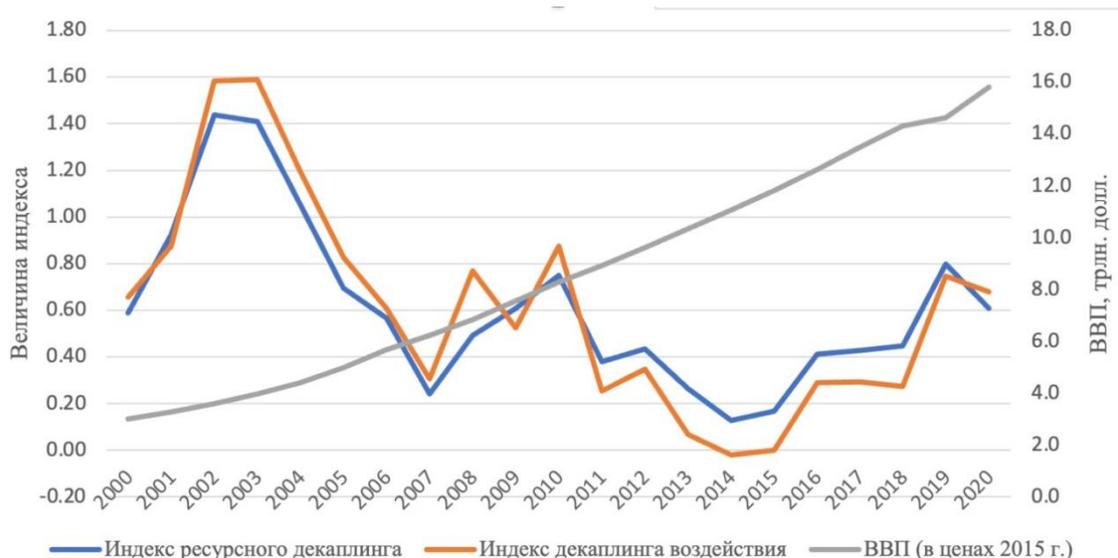


Рисунок 5. Динамика индексов декаплинга Китая в период 2000-2020 гг.

Источник: составлен автором на основе опубликованных данных⁶⁷⁸.

Провинция Шаньси – одна из основных провинций, где добывают каменный уголь (в 2020 г. там добывалась треть всего угля страны). На рис. 6 представлена динамика производства электроэнергии от каменного угля в Шаньси. В диссертации выполнены расчеты 9 вариантов индекса декаплинга с 2012 по 2020 годы, что позволило определить годы, когда отмечалось резкое снижение уровня устойчивого развития. Например, индекс декаплинга добычи каменного угля и ВРП опускался до 4 (самого низкого) уровня в 2015 и 2020 годах. В 2015 году это было обусловлено снижением рыночных цен на уголь и разорением многих шахт, в 2020 году – эпидемией коронавируса. Значения другого индекса, характеризующего отношение между потреблением каменного угля в производстве электроэнергии и ВРП, менялся от слабого декаплинга на экспансивный декаплинг и затем на экспансивный негативный декаплинг. Таким образом, и по этому показателю уровень устойчивого развития в провинции снижался.

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 составляет 3,5%. Это

⁶ 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).

⁷ 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.].

⁸ 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)

единственный город (провинция), который в настоящее время полностью использует чистый энергоресурс: природный газ и ВИЭ. Динамика производства электроэнергии от газа в Пекине представлена на рис 7. Для Пекина также проведены расчеты 9 вариантов индекса декарбонизации за эти годы. В частности индекс, характеризующий отношение между выбросами CO₂ на производство электроэнергии от природного газа и ВРП, менялся в Пекине от экспансивно негативного декарбонизации к слабому декарбонизации. Причиной снижения выбросов CO₂ в 2017 г. и 2019 г. стало снижение использования природного газа. Такая же тенденция отмечается и в отношении индекса, характеризующего выбросы CO₂ от природного газа в промышленности и ВРП. Причиной снижения уровня декарбонизации в 2016 г. стал климатический фактор, что привело к смогу в Пекине зимой в том году.

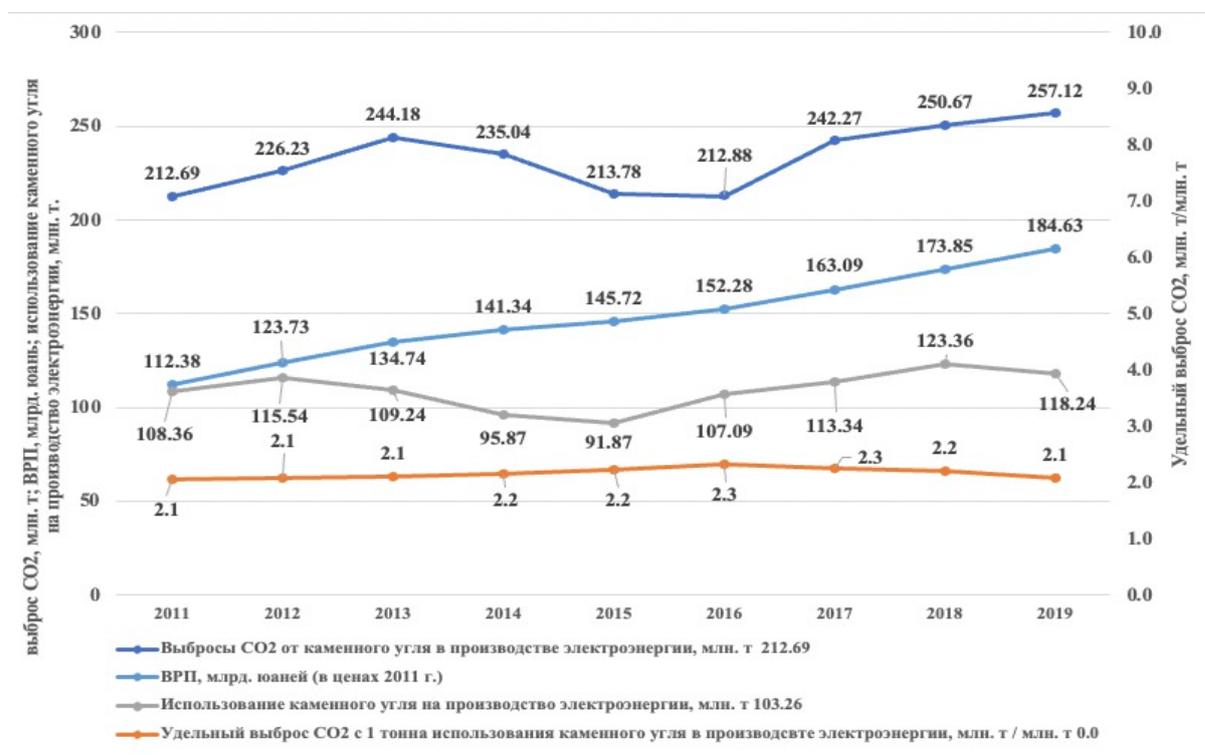


Рис. 6. – Производство электроэнергии от каменного угля в Шаньси за период XII-XIII-ой пятилетки

Источник: составлена автором на основе статистических данных^{9,10,11}.

⁹ Статистические данные. URL: <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>

¹⁰ Ежегодная энергетическая статистика...2016. – 中国能源统计年鉴 – 2016 [Ежегодная энергетическая статистика КНР – 2016 г. – Пекин: Чжунго тунци чубаньшэ, 2016. – 358 с.].

¹¹ Ежегодная энергетическая статистика...2020. – 中国能源统计年鉴 – 2020 [Ежегодная энергетическая статистика КНР – 2020 г. – Пекин: Чжунго тунци чубаньшэ, 2020. – 356 с.].

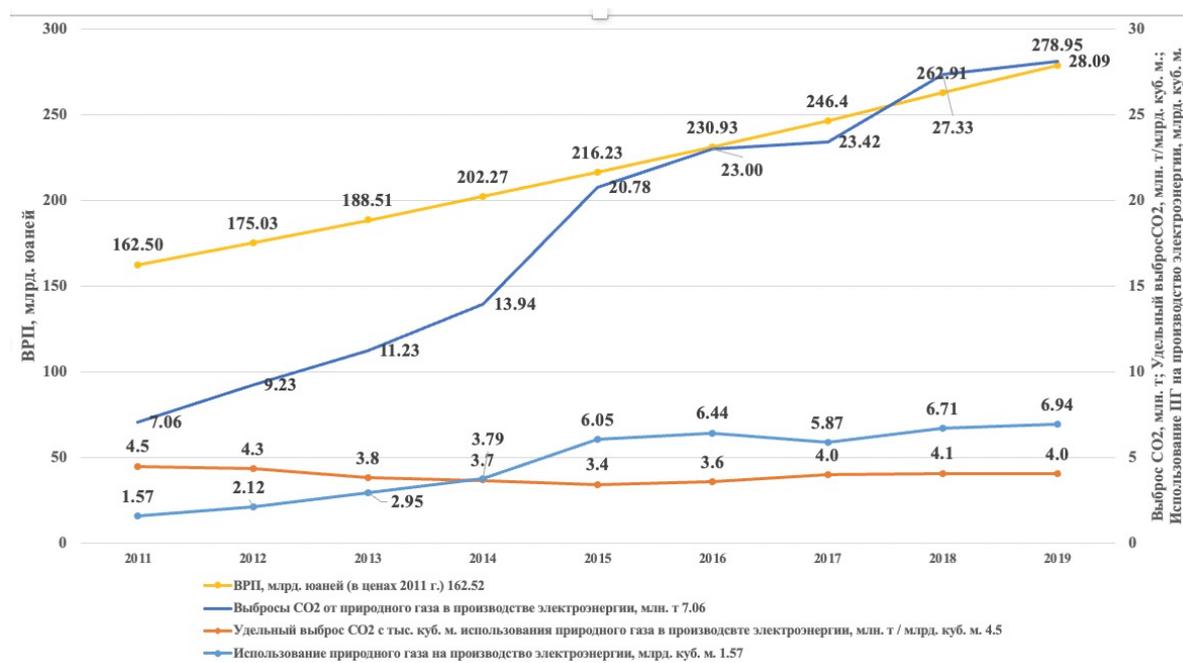


Рис. 7. - Производство электроэнергии от газа в Пекине за период XII-XIII-ой пятилетки

Источник: составлена автором на основе статистических данных^{12,13,14}.

Анализ показал, что выбросы CO₂ от каменного угля в Шаньси почти в 10 раз больше, чем выбросы CO₂ от природного газа в Пекине. Следует подчеркнуть, что изменение уровней устойчивого развития и в Шаньси и в Пекине происходило исключительно за счет роста/снижения потребления энергетических ресурсов (соответственно и выбросов CO₂), поскольку удельные технологические показатели оставались практически без изменения. 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).

IV. Разбиение на кластеры по выбранным показателям проведено для 2000, 2010 и 2020 гг., при это установлено, что ключевыми показателями, определяющими перемещение 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:

¹² Статистические данные. URL: <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>

¹³ Ежегодная энергетическая статистика...2016. – 中国能源统计年鉴– 2016 [Ежегодная энергетическая статистика КНР – 2016 г. – Пекин: Чжунго тунци чубаньшэ, 2016. – 358 с.].

¹⁴ Ежегодная энергетическая статистика...2020. – 中国能源统计年鉴– 2020 [Ежегодная энергетическая статистика КНР – 2020 г. – Пекин: Чжунго тунци чубаньшэ, 2020. – 356 с.].

- изменением структуры энергетического баланса за счет доступа к газопроводному природному газу (провинции Юньнань, Хэйлуцзян), 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.

Совокупность, включающая 28 провинций Китая (кроме провинций Сычуань, Нинся, Тибет и Тайвань из-за нехватки данных) изучалась в диссертации методом кластерного анализа. В работе 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 каменного угля в энергетическом балансе провинции, %;
- Потребление каменного угля /ВРП, тыс. т / млрд. юаней;
- Удельный выброс CO₂ с 1 т потребленного КУ, млн. т / млн. т.;
- Удельный выброс SO₂ с 1 т у. т. потребления энергии, тыс. т / тыс. т у. т.;
- Удельный выброс NO_x с 1 т у. т. потребления энергии, тыс. т / тыс. т у. т.

Группирование провинций было выполнено по имеющимся данным за 2000, 2010 и 2020 годы. Это позволило выделить в каждом периоде по 4 однородные группы провинций (кластеры). Лидирующий 1 кластер характеризовался самым высоким уровнем благосостояния, самой низкой долей угольной генерации и более благоприятной экологической обстановкой, тогда как 4 кластер отличался высоким потреблением каменного угля/ВРП и высокой долей каменного угля в энергетическом балансе. Соответственно 2 и 3 кластер занимали промежуточное положение.

Перемещения провинций по кластерам представлены в таблица 4.

Таблица 4. 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 Юньнань 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
III	Цзянси	II	Потребление каменного угля/ВРП	В XI пятилетке Цзянси закрыл 250 угольных шахт, что превысило планируемый объем – 155 шт. Был повышен средний объем добычи каменного угля из каждой угольной шахты. Внедрен мониторинг 300 основных энергопотребляющих предприятий. Проводилась политика льготного подоходного налога для энергосберегающего и природоохранного оборудования.
	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 энергоёмких отраслях, что способствовало повышению эффек-

				тивности 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.
	Чунцин		Потребление каменного угля/ВРП	В 2010 г. энергоемкость 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
	Хэйлунцзян	IV	Потребление каменного угля/ВРП	Причиной замедленного снижения энергоемкости 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
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

	Гуйчжоу		Потребление каменного угля/ВРП	биомассы в области отопление населения 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.
--	---------	--	--------------------------------------	---

Источник: составлено автором.

Анализ позволил выявить показатели, определяющие перемещения провинций по кластерам. Наиболее существенными показателями оказались «Доля промышленного производства в ВРП, %» и «Потребление каменного угля /ВРП, тыс. т / млрд. юаней». Их изменения за ряд лет (2000, 2010 и 2020 гг.) обусловлены двумя основными факторами:

- изменением структуры энергетического баланса за счет доступа к газопроводному природному газу (провинции Юньнань, Хэйлунцзян), 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).

Выявлены меры региональной политики, позволившие успешным регионам повысить уровень устойчивого развития. Положительный опыт Ляонина, Цзянси, Гуанси, Цинхая, Хэнаня, Аньхой, Чунцина показал целесообразность применения административных и экономических инструментов энергетической политики, подтвердивших свою эффективность на практике, важнейшими из которых являются следующие: 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, квотирование энергопотребления, прежде всего, в государственных учреждениях.

Приведенное выше исследование показывает, что развитие энергосбережения и повышение энергоэффективности и, связанное с этим, сокращение выбросов парниковых газов в современном Китае в значительной степени зависят от проводимой государством политики. В 2017 г. Китай запустил национальную систему торговли квотами на выбросы парниковых газов (ETS) - эффективный экономический механизм сокращения выбросов парниковых газов и повышения эффективности энергетики. В 2020 г. была обнародована 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)». Были выделены ключевые предприятия с выбросами парниковых газов более 26 тыс. тонн эквивалента углекислого газа в год. Наибольшая доля общих выбросов CO₂ приходится на производство

электроэнергии. В 2021 г. на Шанхайской эколого-энергетической бирже (Shanghai Environment and Energy Exchange) был официально открыт национальный рынок торговли квотами на выбросы углерода, охватывающий 2162 основных предприятий-эмитентов.

Система углеродного рынка Китая состоит из четырех инструментов: механизма торговли квотами, механизма компенсации CCER (Chinese Certified Emission Reduction – CCER), механизма управления MRV (Measuring, Reporting and Verification) и механизма регулирования цен на углерод. Таким образом, углеродный рынок Китая — это политико-экономический инструмент повышения эффективности энергетики и 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. Через механизм компенсации CCER можно снизить затраты на уменьшение выбросов для ключевых предприятий, которым труднее сократить выбросы углерода.

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, лесное хозяйство. Около 32,73 млн тонн сертифицированных сокращений выбросов углерода было использовано для расчета компенсаций. Однако за данный период 847 ключевых предприятий по выбросам имеют дефицит квот объемом около 188 млн тонн.

В настоящее время (2021 год) 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 приведет к повышению рисков для предприятий с высоким уровнем выбросов углерода. Важно, чтобы углеродный рынок перешел от местных пилотных проектов к национальному объединенному рынку, который и позволит определить равновесную цену.

Заключение

В диссертации сформулированы перспективные направления развития энергетики Китая с учетом целей устойчивого развития ООН. Рассмотрено современное состояние энергетики Китая, выявлены сильные и слабые стороны Китая в энергетической сфере; оценены перспективы развития энергетики Китая до 2030 года при сохранении существующих трендов энергетического и промышленного развития.

Для оценки эколого-экономической эффективности использования энергетических ресурсов предложен методический подход с использованием индекса декарбонизации, который апробирован для провинции Шаньси, Пекина и Китая в целом. Методом кластерного анализа определены ключевые показатели, определяющие уровень устойчивого развития в отдельных

регионах.

По результатам исследования показано, что 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 году, поэтому необходимо шире внедрять передовые экономические механизмы рационализации энергопроизводства и энергопотребления, а также стимулирования энергосбережения.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

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.)