

ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ И ВНЕДРЕНИЯ ЧИСТЫХ УГОЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МИРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ

С.З. Жизнин¹, А.В. Черечукин¹

¹ Международный институт энергетической политики и дипломатии,
Московский государственный институт международных отношений (университет)
Министерства иностранных дел РФ, Москва, Россия, e-mail: cherechukin.a.v@my.mgimo.ru

Аннотация: Несмотря на наметившийся курс с начала XXI в. на использование возобновляемых источников энергии, ископаемые энергетические ресурсы составляют важнейшую часть мировой экономики. Доля использования ископаемого топлива сохранит доминирующее положение в энергобалансе большинства стран в 2020 г. и в долгосрочных прогнозах МЭА (Международного энергетического агентства), а также по оценкам других авторитетных источников. При этом в выработке электроэнергии доля угля на 2020 г. является крупнейшей в мире и продолжает расти, за счет высокого уровня потребления в Китае, Индии и странах Юго-Восточной Азии, и некоторых развитых странах Японии и Австралии. Собственные крупные запасы угля позволяют обеспечивать развивающиеся экономики относительно дешевым и надежным энергоносителем, обратной стороной использования которого является повышение уровня загрязнений окружающей среды. Формируя запрос на изучение и разработку подходов, минимизирующих техногенную нагрузку, сохраняя баланс между экономическим ростом, социальным благосостоянием и охраной окружающей среды. Для угольной энергетики таким подходом являются применение «чистых» угольных технологий. Для того, чтобы определить особенности их применения в современных условиях и перспективы развития в будущем, необходимо изучить исторические предпосылки формирования экономически эффективных решений, технологическую базу и конъюнктуру мирового рынка на примере Соединенных Штатов Америки, как крупнейшего потребителя и производителя угля среди развитых стран с наиболее развитыми технологиями данного типа. Результаты анализа представленной темы также актуальны для изучения экономической эффективности внедрения «чистых» угольных технологий в России. Проведено изучение развития и внедрения «чистых» угольных технологии, на примере США, для поиска перспективных направлений в условиях мировой экономической системы.

Ключевые слова: чистые угольные технологии, мировая экономика, энергетические рынки, глобальные изменения климата, устойчивое развитие.

Для цитирования: Жизнин С.З., Черечукин А.В. Факторы развития и внедрения чистых угольных технологий в мировой экономике // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – № 6. – С. 27–37. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-6-0-27-37.

Factors of development and introduction of clean coal-mining technologies in the world economy

S.Z. Zhiznin¹, A.V. Cherechukin¹

¹ Moscow State Institute of International Relations (University) of the Ministry of Foreign Affairs
of the Russian Federation, Moscow, Russia, e-mail: cherechukin.a.v@my.mgimo.ru

Abstract: Despite the route lined out since the turn of the 21st century toward the use of renewable energy sources, as of today and for the nearest decades, the fossil energy resources represent the critical part in the world economy. Fossil fuels will keep prevailing in the energy budget of the most countries in 2020 according to the long-term forecasts of the International Energy Agency and by estimates of the other authoritative sources. In the electric energy production, the contribution of coal in 2020 is the largest worldwide and continues growing owing to high-level consumptions in China, India, developing countries in Southeastern Asia, as well as in the mature economies of Japan and Australia. The huge own reserves of coal provide the developing economies with relatively cheap and reliable source of energy, the underside of which is the increased environmental damage. It is critical to develop and investigate approaches to minimization of technological environmental impact at the preserved balance between the economic advance, social welfare and environmental conservation. In the coal-powered energy generation, such approach is application of clean mining technologies. In order to identify application features of such technologies in modern conditions and in the future, it is necessary to review the historical background of economically efficient solutions, the engineering capabilities and the global market conditions in terms of the United States of America as the top coal producer and consumer among the mature economies possessing the advanced coal mining technologies. The outcome of the review is also helpful in the analysis of economic efficiency of clean technologies to be introduced in the coal industry in Russia. Thus, the aim of this article is to examine development and introduction of clean coal technologies in terms of the U.S.A. for tracing promising trends in the conditions of a global economic system.

Key words: clean coal technologies, world economy, energy markets, global climate changes, sustainable development.

For citation: Zhiznin S. Z., Cherechukin A. V. Factors of development and introduction of clean coal-mining technologies in the world economy. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2020;(6):27-37. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-6-0-27-37.

Исторический контекст применения ССТ 1955—1970 гг.

Предпосылкой использования ССТ (от англ. Clean Coal Technologies, далее — ССТ) стало принятие в США в 1955 г. закона «О борьбе с загрязнением воздуха» в целях снижения смертности населения в промышленных районах страны [4]. Прописанные нормы преимущественно носили рекомендательный характер, а полномочия по установлению нормы выбросов принадлежали местным властям, которые не всегда были готовы жестко регулировать уровень загрязнений, находясь под давлением промышленников.

На волне популяризации экологической тематики, уже с начала 1970-х годов проводилось масштабное внедрение ССТ в развитых странах. При наличии развитых смежных химической

и машиностроительной отраслей, закономерно США становится лидером в развитии ССТ, являясь крупнейшим по объему добычи и потребления угля среди других стран членов Организации экономического сотрудничества и развития (далее — ОЭСР). Также собственные программы ССТ инициировали крупные угольные экономики Великобритании, Германии и Японии.

К 1970 г. интенсификация производства в США привела к череде техногенных аварий, спровоцировавших общественные волнения. В этих условиях был принят ряд дополнительных мер в сфере природопользования: закон «О национальной экологической политике» и «О чистом воздухе». В этом же году учреждается Агентство по охране окружающей среды США, осуществляющее координацию и контроль проведе-

ния экологической политики, аналогичные «экологические» государственные ведомства с широкими полномочиями появляются и в других странах ОЭСР. Закон «О чистом воздухе» впервые задает единые обязательные федеральные стандарты выбросов для загрязняющих веществ, применимые в том числе и для угольных станций. Схожие нормы были приняты в 1970 г. в ФРГ и Франции, в 1972 г. в СССР и наиболее строгие в Японии в 1978 г. [5 – 6].

Заданный тренд послужил новым стимулом для развития первичных ССТ, направленных на защиту окружающей среды непосредственно в местах использования угля, включая: предварительное обогащение, повышение эффективности сжигания, улавливание твердой фракции, соединений серы и ртути, фильтрацию сточных вод.

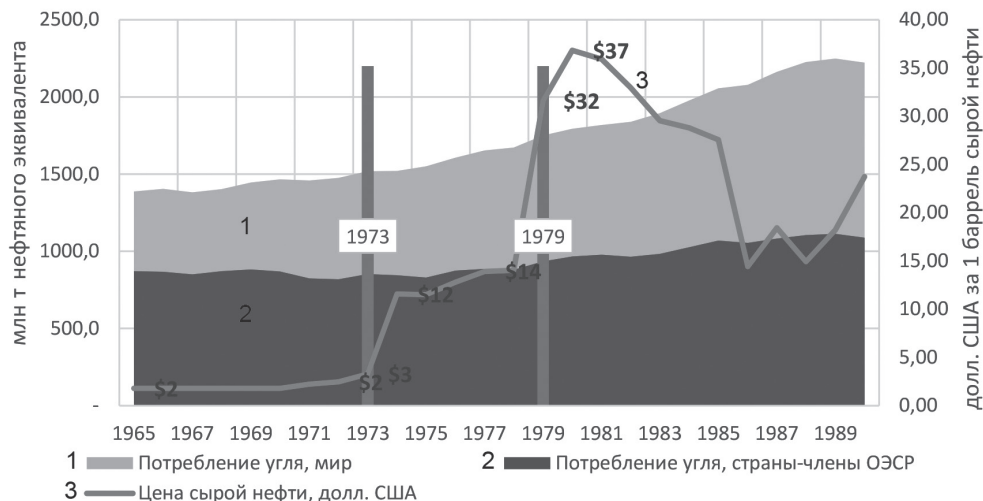
Влияние конъюнктуры мировых энергетических рынков на ССТ

Размер использования угля в топливно-энергетическом балансе и его номи-

нальный объем напрямую влияют на развитие ССТ.

Рост импорта нефти в страны-члены ОЭСР в 1970–1972 гг. приводит к снижению использованию угля в этих странах на 6%, при этом страны-члены ОЭСР являлись на тот период времени крупнейшими в мире потребителями угля. Однако последовавшие нефтяные кризисы в 1973 г. и 1979–1980 гг. привели к росту мировых цен на этот энергоресурс. Так стоимость 1 барреля сырой нефти в период 1972–1980 гг. выросла в 14 раз с 2,48 до 36,83 долл. США [10]. Скачок цен на нефть способствовал увеличению потребления угля, см. рис. 1.

Из графика следует что наметившийся тренд в 1965–1972 гг. на снижение потребления угля в развитых странах, сменился долгосрочным ростом, начиная с 1973 г. после нефтяных кризисов и вплоть до начала 1990-х годов. В результате, большинство развитых стран, не обладавших собственными запасами углеводородов, оказались не



Источник: BP Statistical Review of World Energy 2019

Рис. 1. Динамика потребления угля в мире и стоимости 1 бар. сырой нефти в долл. США в период 1965–1990 гг.

Fig. 1. Global dynamics of coal consumption and cost per 1 barrel of crude oil in US dollars in 1965–1990

готовы к ценовым шокам и постоянной угрозе срывов поставок и были вынуждены снизить потребление нефти, при увеличении доли использования других ресурсов, в частности угля для обеспечения энергетической безопасности национальных экономик [7].

Подробное изменение потребления основных энергоресурсов в странах-членах ОЭСР в период 1965–1990 гг., см. рис. 2.

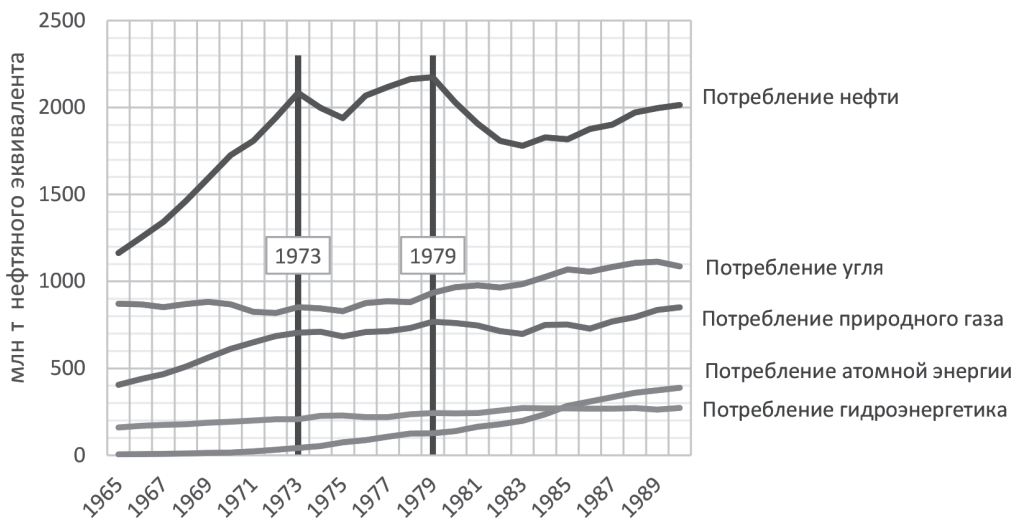
В результате в период 1979–1983 гг. снижение потребления нефти составило (–18%) и газа (–9%), было ускорено развитие атомной (+56%) и гидроэнергетики (+12%), возобновился рост потребления угля (+5%), придав стимул дальнейшему развитию ССТ в странах ОЭСР [8].

ССТ и борьба с глобальными изменениям климата

С 1980 г. впервые стали промышленно применяться технологии улавливания и хранения углекислого газа (далее – УХУ), для использования в хими-

ческой промышленности. Хотя данный газ и является основным парниковым газом, в рассматриваемый период в мировом сообществе не был достигнут консенсус по проблематике глобального потепления. Это отразилось на нестрогих стандартах выбросов, например в США, они были в 4 раза ниже принятых на сегодняшний день [9]. В итоге из-за высокой стоимости внедрения и имевшемся нормативном регулировании эти технологии не получили широкого распространения.

В 1986 г. для борьбы с кислотными дождями, причиной которых являются выбросы оксидов серы и азота, начали внедряться технологии сжигания в циркулирующем кипящем слое (далее – ЦКС) и парогазовые установки с внутрицикловой газификацией угля (далее – ПГУ-ВЦГ). Данные технологии впервые появляются в США в рамках программы демонстрации ССТ (1986–1993 гг.) при объеме инвестиций 3,25 млрд долл. В результате программы были успешно реализованы 33 проекта и потенци-



Источник: BP Statistical Review of World Energy 2019

Рис. 2. Потребление основных энергоресурсов в странах-членах ОЭСР в период 1965–1990 гг.

Fig. 2. Consumption of basic energy resources in the OECD countries–members in 1965–1990

альный предотвращенный ущерб после их внедрения оценивается в размере 25 млрд долл. США [10].

После успешной демонстрации в США эти технологии начали активно развиваться в Японии, где особенные успехи были достигнуты в части сокращения выбросов NO_2 , оказывающий негативный эффект на здоровье человека, включая преждевременную смертность и различные заболевания дыхательных путей [11].

Для борьбы с глобальным потеплением в 1990-х годах в мире ужесточаются нормы выбросов парниковых газов, к которым относится CO_2 . Большинство стран мира взяло на себя обязательство по снижению уровня его выбросов в рамках Киотского протокола (далее – Протокол) в 1997 г. [18].

В связи с этим в странах-членах ОЭСР развитие получили технологии УХУ, включая США, которые не ратифицировали Протокол, но стали внедрять в рамках национальных программ. В Европейском Союзе в 2005 г. вводится система по торговле выбросами парниковых газов, стимулирующая развитие УХУ на угольных станциях [12].

В свою очередь развивающиеся страны, в частности Китай и Индия, из-за высоких потенциальных издержек для национальной промышленности, не взяли на себя обязательства по снижению выбросов и практически не использовали ССТ [13]. Первой из развивающихся стран добившейся результатов во внедрении, а потом и развитии собственных ССТ будет Китай начиная с конца 2000-х став уже крупнейшим потребителем угля в мире [14]. В Турции с долей использования угля не менее 30% в период 2000 – 2020 гг. программа по развитию собственных ССТ стартовала только в 2012 г. [15].

Россия взяла на себя обязательства в рамках Киотского протокола сохранить

к 2011 г. количество выбросов парниковых газов на уровне 1990 г. По факту же Россия перевыполнила заложенные показатели, сократив выбросы на 30,8%, этому во многом способствовал факт закрытия ряда промышленных предприятий и перехода на газовое топливо, вызванный структурным кризисом экономики после распада СССР и низкими внутренними ценами на газ. В результате для российской энергетики внедрение ССТ оказалось нецелесообразным [16].

Отдельным направлением можно выделить применение новых котлов для сжигания угля в Японии, США и странах Западной Европы с увеличенным коэффициентом полезного действия (далее – КПД) 37 – 40% сверхкритического (далее – СКД) и суперкритического давления пара (далее – СКП) с показателем КПД 42 – 45%.

Данную группу технологий сжигания также можно отнести к ССТ так как, при уменьшении удельного расхода топлива на отпуск электроэнергии, пропорционально снижается количество всех выбросов и, следовательно, стоимость электроэнергии из-за меньших затрат на очистку продуктов горения. То есть из 1 т топлива стало производится большее количество электроэнергии на 5 – 10% по сравнению с котлами предшествующего класса. В настоящее время в России и мире ведутся разработки котлов с еще большим КПД (до 53%).

В результате, геополитических процессов и развития смежных отраслей таких как энергомашиностроение, технологий ССТ получили развитие в направлении борьбы с глобальными изменениями климата. Важно отметить, что в межтопливной конкуренции с учетом экологических факторов будет усиливаться роль вторичных возобновляемых источников энергии, а в перспективе водородной энергетики [17].

Современные программы и направления развития ССТ в США

В 2002 г. Министерством энергетики США совместно с крупнейшими мировыми корпорациями, вводится программа «Чистая угольная энергетическая инициатива» (далее — ССРІ) для развития ССТ по ключевым перспективным направлениям: ПГУ-ВЦГ и УХУ. Цель программы создание и демонстрация экономически выгодных опытно-промышленных установок и решений ССТ, для участников энергетического рынка. Программа, состоящая из трех раундов запуска проектов до 2020 г., финансируется как частными инвесторами, так и из государственного бюджета. При этом доля частных вложений в большинстве проектов выше государственных, что свидетельствует о высокой инвестиционной привлекательности проектов.

Первый раунд (2003) состоял из 8 проектов, ориентированных на увеличение эффективности сжигания и разработке нового программного обеспечения для станций, 3 из которых были успешно завершены.

Второй раунд (2004) включал 4 проекта, направленных на снижение уровня выбросов ртути и серы, но только один проект полностью выполнен, а второй по газификации угля на 2020 г. еще не завершен. В 2005—2007 гг. только одни налоговые льготы для ССРІ составили 1,65 млрд долл. США, а в 2009 г. в рамках третьего раунда было запущено 3 проекта на общую сумму 3,18 млрд долл. США [18].

Знаковым проектом всей ССРІ является «Petra Nova» в штате Техас, где применяются УХУ и его последующая утилизация (далее — ССUS). Участие в реализации приняли — японская нефтяная компания «Nippon Oil» и американская «NRG Energy». Проект примечателен тем, что улавливаемый CO_2 будет на-

правляться по трубопроводу длиной 130 км на ближайшее нефтяное месторождение «Вест Ранч» для увеличения дебета скважин, делая проект более рентабельным.

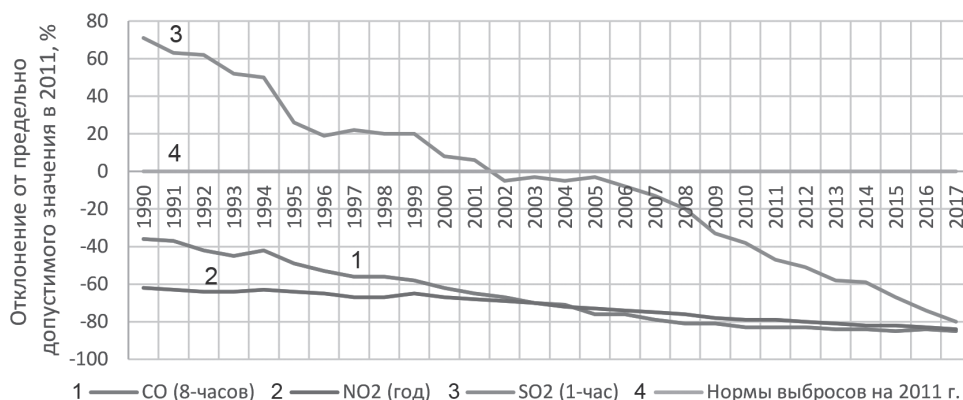
При этом ожидается, что к полному запуску проекта в 2020 г., добыча нефти увеличится в 30 раз до 15 000 барр/сут., давая синергетический экономический эффект. На 2020 г. из 18 проектов ССРІ — 4 полностью выполнены, 11 находятся в работе или на стадии завершения.

Результатом внедрения ССТ и других экологических программ является сокращение совокупных выбросов на 68% в период с 1970—2011 гг. по прогнозной оценке Агентства по охране окружающей среды США. Проводимые программы пользовались широкой общественной поддержкой, хотя и приводили к закрытию некоторых предприятий.

В Америке за 1990—2020 г., предотвращенный ущерб окружающей среде и здоровью населения, выраженный через затраты на рекультивацию и соответственно утрату трудоспособности, оценивается в 2 трлн долл. США при размере инвестиций в 65 млрд долл. США, то есть в 30 раз больше [19].

Далее на рис. 3 показано отклонение средней концентрации загрязнения воздуха в США в период за 1990—2017 гг. от допустимого уровня нормы выбросов, по основным параметрам.

Современный уровень предельно допустимых концентрации, утвержденный в 2011 г. показан на графике отметкой 0%. Из данных следует, что годовая концентрация вредных веществ в США по показателю CO ниже современных стандартов на 77%, а по NO_2 на 88%, при этом по SO_2 только в 2001 г. достигнут требуемый уровень, при идентичных к 2011 г. нормам, принятых еще в 1990 г., благодаря активному внедрению ССТ и проводимой экологической политике. На 2015 г. мировой рынок экологиче-



Источник: U.S. Environmental Protection Agency. 2019

Рис. 3. Уровень средней концентраций загрязнения воздуха в США в период за 1990–2017 гг. по основным параметрам

Fig. 3. Average air pollution loads in USA in 1990–2017 by the main parameters

ских технологий, включая ССТ достиг 1,05 трлн долл. США. При этом США благодаря введенным мерам в 1970-х годах в 2017 г. крупнейший их экспортер с объемом 47,8 млрд долл. США [20].

В 2015 г. администрацией президента Б. Обамы утверждается «План чистой энергетики», предусматривающий снижение выбросов CO₂ к 2030 г. на 32% к уровню 2005 г. Для угольной отрасли программа подразумевала снижение производства, закрытие шахт и действующих станций, запрет выдачи новых лицензий на разработку месторождений и переходом на газовое топливо, вызвав протесты и недовольство в «угольных» штатах Вайоминг, Западная Вирджиния, Кентукки и др.

Увеличение доли использования газа в США, обусловлено падением цен на углеводородное сырье (далее — УВС) из-за промышленного освоения новой технологии добычи, получившей распространение в Америке в 2000-х. Способ добычи, основанный на технологии направленного бурения и гидроразрыва пласта, привел к «сланцевой революции». В результате стала экономически выгодно добыча ранее трудноизвлекаемых

запасов на давно освоенных и истощенных месторождениях Техаса и Северной Дакоты. Данная технология сделала США лидером в мире по добыче газа в 2009 г. и нефти в 2014 г. Дополнительно, в мире с 2000-х годов начато активное строительство инфраструктуры для использования сжиженного природного газа. В итоге одновременное развитие технологий добычи и транспортировки УВС обострило межтопливную конкуренцию для угля не только в США, но и в мировой экономике.

Программа, принятая в рамках «Плана чистой энергетики» в сжатые сроки и в преддверии климатического саммита ООН в г. Париже 2015 г., подверглась общественной критике и была оспорена в суде 24 штатами на предмет превышения полномочий Администрацией Б. Обамы из-за слишком радикальных мер по закрытию промышленных предприятий и приостановлена уже новой Администрацией Президента Д. Трампа, открыто поддерживающего угольную отрасль, еще с предвыборной кампании, в том числе для того что бы завоевать поддержку в «угольных» штатах [21 — 22]. Таким образом наиболее перспективным и развивающейся направ-

лением в среднесрочной перспективе будут технологии CCUS с использованием уловляемого углекислого газа.

В свою очередь на примере США показано, что на развитие ССТ так же влияет и внутривластный фактор, когда приводимые экологические реформы и степень государственной поддержки, зависят не только от экономических соображений, но и от возможной поддержки электората и различных групп интересов.

Заключение

В результате исследования были определены особенности применения «чистых» угольных технологий в мировой экономике и энергетике, определены следующие факторы, влияющие на них.

Экономические, когда исторически высокий уровень потребления угля обеспечивает развитие ССТ, примером являются США, Япония и Китай, сформировавшие масштабную инфраструктуру и устойчивые технологические связи для осуществления хозяйственной деятельности с использованием угля. А также меры национальных правительств по снижению риска срыва поставок других энергетических ресурсов (нефти и газа), из-за нестабильности на мировых рынках, обусловил сохранение и рост потребления угля в XX в. Дальнейшее развитие ССТ XXI в. продолжилось в целях снижения экологического ущерба, выражаемого в реальных затратах на рекультивацию и утрату трудоспособности населения, методика оценки которых требует дополнительного изучения.

Технологические, при наличии развитых смежных отраслей как энергомашиностроение (увеличение эффек-

тивности и способов сжигания угля), химическая (адсорбция и технологии фильтрации продуктов горения) и конкурирующих. Так снижение себестоимости получения электроэнергии из условно более «чистых» энергоресурсов, послужило толчком для развития ССТ в целях применения на действующих станциях. На уровень развития таких наукоемких областей влияет степень государственной поддержки, изучение эффективности которой представляет научный и практический интерес.

Социально-политические, к ним относятся принятые обязательства в рамках международных соглашений, по снижению выбросов парниковых газов и других веществ, а также вмешательство различных национальных групп интересов («зеленые», крупный бизнес и др.) которые могут влиять на энергетическую политику и ССТ.

В ходе исследования, на примере США было показано, что долгосрочные программы развития ССТ в форме государственно-частного партнерства (далее — ГЧП), доказали свою эффективность и экономическую целесообразность. При этом в среднесрочной перспективе наиболее перспективным направлением будет технология CCUS с использованием или утилизацией углекислого газа, в контексте борьбы с глобальными изменениями климата и межтопливной конкуренцией.

Для России и других развивающихся стран активно использующую угольную энергетику, развитие и внедрение существующих ССТ в формате ГЧП поможет сохранить баланс между обеспечением национальной энергетической безопасности, охраной окружающей среды и экономическим развитием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *World energy balances: Overview (2019 edition)* // IEA. URL <https://webstore.iea.org/download/direct/2263> (дата обращения: 20.12.2019).

2. *BP Energy outlook: 2019 edition* // British Petroleum. URL <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/> (дата обращения: 20.12.2019).
3. Жизнин С.З., Тимохов В.М. Влияние энергетики на устойчивое развитие // *Мировая экономика и международные отношения*. — 2017. — Т. 61. — № 11. — С. 34–42.
4. Davidson J., Norbeck J.M. An expanding federal presence in air quality controls / An interactive history of the clean air act, 2012, pp. 7–17.
5. Лебедева А.Н., Лаврик О.Л. Природоохранное законодательство развитых стран: Аналитический обзор. ГПНТБ СО АН СССР. В 3 ч. Ч. 1. Право и система управления. 2-е изд., стереотип. — Новосибирск, 1993. — 144 с.
6. Тихоцкая И.С. Экологические проблемы в Японии: между прошлым и будущим // *Японские исследования*. — 2016. — № 1. — С. 59–71.
7. Стрельцов Д.В. Политика Японии в сфере энергосбережения: исторические и правовые аспекты // *Ежегодник Японии*. — 2011. — № 40. — С. 18–37.
8. Скороходова О.Н. Европа и энергетический кризис 1979–1980 гг.: поучительные уроки // *Современная Европа*. — 2015. — № 1. — С. 104–115.
9. *Table of historical carbon monoxide (CO) National Ambient Air Quality Standards (NAAQS)* / United States Environmental Protection Agency. 2019. URL: <https://www.epa.gov/> (дата обращения: 20.12.2019).
10. *Clean coal technology demonstration program*. U.S. Department of Energy Office of Fossil Energy. 2012. URL: <https://www.energy.gov/> (дата обращения: 25.01.2020).
11. *Guoqing Guan* Clean coal technologies in Japan. A review // *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 2017, Vol. 25, no 6, pp. 689–697.
12. Teixidó J., Verde S.F., Nicolli F. The impact of the EU Emissions Trading System on low-carbon technological change: The empirical evidence // *Ecological Economics*, 2019, Vol. 164, 106347.
13. Yuan Zhao, Zhen Cui, Lei Wu, Wei Gao The green behavioral effect of clean coal technology on China's power generation industry // *Science of The Total Environment*. 2019, Vol. 675, pp. 286–294.
14. Жизнин С.З., Черечукин А.В. Экономические и экологические аспекты внедрения чистых угольных технологий в Китае // *Уголь*. — 2019. — № 12. — С. 56–58. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-12-56-58.
15. Melikoglu M. Clean coal technologies. A global to local review for Turkey // *Energy Strategy Reviews*, 2018, Vol. 22, pp. 313–319. DOI: 10.1016/j.esr.2018.10.011.
16. *Об участии Российской Федерации в реализации Рамочной конвенции ООН об изменении климата (1994–2014 гг.)*. — М., 2014. — 84 с.: ил.
17. Zhiznin S., Vassilev S., Gusev A. Economics of secondary renewable energy sources with hydrogen generation // *International Journal of Hydrogen Energy*. 2019. Vol. 44, pp. 11385–11393. (дата обращения: 25.01.2020).
18. *Clean coal power initiative round III*. Office of Fossil Energy. United States Department of Energy [Электронный ресурс]. URL: <https://energy.gov> (дата обращения: 25.01.2020).
19. *The benefits and costs of the clean air act from 1990 to 2020: Final Report*. U.S. EPA. URL: <https://www.epa.gov/> (дата обращения: 25.01.2020).
20. *ITA Environmental Technologies Top Markets Report / Industry & Analysis*. International Trade U.S. Administration Department of Commerce, 2017. URL: <https://www.trade.gov> (дата обращения 19.12.2019).
21. *Jeff Brady* Trump administration weakens climate plan to help coal plants stay open. NPR. URL: <https://www.npr.org/2019/06/19/733800856/> (дата обращения: 18.01.2020).
22. *Перспективы развития мировой энергетики с учетом влияния технологического прогресса* / Под ред. В.А. Кулагина. — М.: ИНЭИ РАН, 2020. — 320 с. **ГИАБ**

REFERENCES

1. *World energy balances: Overview* (2019 edition). IEA. URL <https://webstore.iea.org/download/direct/2263> (accessed 20.12.2019).
2. *BP Energy outlook: 2019 edition*. British Petroleum. URL <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/> (accessed 20.12.2019).
3. Zhiznin S. Z., Timokhov V. M. The impact of energy on sustainable development. *Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya*. 2017. Vol. 61, no 11, pp. 34–42. [In Russ].
4. Davidson J., Norbeck J. M. An expanding federal presence in air quality controls. *An interactive history of the clean air act*, 2012, pp. 7–17.
5. Lebedeva A. N., Lavrik O. L. *Prirodookhrannoe zakonodatel'stvo razvitykh stran: Analiticheskiy obzor*. Ch. 1. Pravo i sistema upravleniya. 2-e izd. [Developed Countries Environmental Law: An overview. Part 1. Law and management system, 2nd edition], Novosibirsk, 1993, 144 p.
6. Tikhotskaya I. S. Environmental Issues in Japan: Between Past and Future. *Yaponskie issledovaniya*. 2016, no 1, pp. 59–71. [In Russ].
7. Strel'tsov D. V. Japan's energy saving policy: historical and legal aspects. *Ezhegodnik Yaponiya*. 2011, no 40, pp. 18–37. [In Russ].
8. Skorokhodova O. N. Europe and the energy crisis of 1979–1980: instructive lessons. *Sovremennaya Evropa*. 2015, no 1, pp. 104–115. [In Russ].
9. *Table of historical carbon monoxide (CO) National Ambient Air Quality Standards (NAAQS)*. United States Environmental Protection Agency. 2019. URL: <https://www.epa.gov/> (accessed 20.12.2019).
10. *Clean coal technology demonstration program*. U.S. Department of Energy Office of Fossil Energy. 2012. URL: <https://www.energy.gov/> (accessed 25.01.2020).
11. Guoqing Guan Clean coal technologies in Japan. A review. *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 2017, Vol. 25, no 6, pp. 689–697.
12. Teixidó J., Verde S. F., Nicolli F. The impact of the EU Emissions Trading System on low-carbon technological change: The empirical evidence. *Ecological Economics*, 2019, Vol. 164, 106347.
13. Yuan Zhao, Zhen Cui, Lei Wu, Wei Gao The green behavioral effect of clean coal technology on China's power generation industry. *Science of The Total Environment*. 2019, Vol. 675, pp. 286–294.
14. Zhiznin S. Z., Cherechukin A. V. Economic and environmental aspects of introducing clean coal technology in China. *Ugol'*. 2019, no 12, pp. 56–58. [In Russ]. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-12-56-58.
15. Melikoglu M. Clean coal technologies. A global to local review for Turkey. *Energy Strategy Reviews*, 2018, Vol. 22, pp. 313–319. DOI: 10.1016/j.esr.2018.10.011.
16. *Ob uchastii Rossiyskoy Federatsii v realizatsii Ramochnoy konventsii OON ob izmenenii klimata (1994–2014 gg.)* [On the participation of the Russian Federation in the implementation of the UN Framework Convention on Climate Change (1994–2014)], Moscow, 2014, 84 p.
17. Zhiznin S., Vassilev S., Gusev A. Economics of secondary renewable energy sources with hydrogen generation. *International Journal of Hydrogen Energy*. 2019. Vol. 44, pp. 11385–11393 (accessed 25.01.2020).
18. *Clean coal power initiative round III*. Office of Fossil Energy. United States Department of Energy. URL: <https://energy.gov> (accessed 25.01.2020).
19. *The benefits and costs of the clean air act from 1990 to 2020: Final Report*. U.S. EPA. URL: <https://www.epa.gov> (accessed 25.01.2020).
20. *ITA Environmental Technologies Top Markets Report / Industry & Analysis*. International Trade U.S. Administration Department of Commerce, 2017. URL: <https://www.trade.gov> (accessed 19.12.2019).
21. Jeff Brady *Trump administration weakens climate plan to help coal plants stay open*. NPR. URL: <https://www.npr.org/2019/06/19/733800856/> (accessed 18.01.2020).

22. *Perspektivy razvitiya mirovoy energetiki s uchetom vliyaniya tekhnologicheskogo progressa*. Pod red. V.A. Kulagina [Prospects for the development of world energy, considering the impact of technological progress. Kulagin V.A. (Ed.)], Moscow, INEI RAN, 2020, 320 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Жизнин Станислав Захарович¹ — д-р экон. наук, профессор,
e-mail: s.zhiznin@rambler.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3433-8600>,
Черечукин Андрей Владимирович¹ — аспирант, e-mail: cherechukin.a.v@my.mgimo.ru,
¹ Международный институт энергетической политики и дипломатии,
Московский государственный институт международных отношений (университет)
Министерства иностранных дел Российской Федерации.
Для контактов: Черечукин А.В., e-mail: cherechukin.a.v@my.mgimo.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

S.Z. Zhiznin¹, Dr. Sci. (Econ.), Professor, e-mail: s.zhiznin@rambler.ru,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3433-8600>,
A.V. Cherechukin¹, Graduate Student, e-mail: cherechukin.a.v@my.mgimo.ru,
¹ International Institute for Energy Policy and Diplomacy,
Moscow State Institute of International Relations (University)
of the Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation, 119454, Moscow, Russia.
Corresponding author: A.V. Cherechukin, e-mail: cherechukin.a.v@my.mgimo.ru.

Получена редакцией 30.01.2020; получена после рецензии 21.02.2020; принята к печати 20.05.2020.
Received by the editors 30.01.2020; received after the review 21.02.2020; accepted for printing 20.05.2020.



РУКОПИСИ, ДЕПОНИРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «ГОРНАЯ КНИГА»

АКТУАЛЬНОСТЬ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЮЖНОГО РУДОУПРАВЛЕНИЯ НГМК

(№ 1219/06–20 от 24.04.2020; 20 с.)

Косарева-Володько Ольга Владимировна¹ — канд. техн. наук, доцент,
e-mail: kosareva-volodko@rambler.ru; Темиров Фаррух Зоир угли¹ — магистр,

¹ ГИ НИТУ «МИСиС».

Элементы системы энергоэффективности составляют основу формирования энергоэффективности предприятия, контроль достигается за счет управления энергопотреблением и регулярного проведения аудита. Важнейшим критерием реализации процессов стратегического менеджмента в области планирования, организации потребления и контроля энергоресурсов является сбалансированный анализ внутренней и внешней среды. Принципиальная схема модели системы энергетического менеджмента включает постоянное улучшение параметров существующей системы на основе анализа со стороны руководства, данных аудита и мониторинга технологических процессов.

Ключевые слова: энергия, энергоэффективность, энергоаудит, структура, стратегия, потери, энергоменеджер.

RELEVANCE OF ENSURING ENERGY EFFICIENCY OF THE SOUTHERN ORE MANAGEMENT OF NMMC

O.V. Kosareva-Volod'ko¹, Cand. Sci. (Eng.), Assistant Professor, e-mail: kosareva-volodko@rambler.ru,
Temirov Farrukh Zoir ugli¹, Magister,

¹ Mining Institute, National University of Science and Technology «MISIS», 119049, Moscow, Russia.

Elements of the energy efficiency system form the basis for the formation of energy efficiency of the enterprise, control is achieved through energy management and regular audits. The most important criterion for the implementation of strategic management processes in the field of planning, organization of consumption and control of energy resources is a balanced analysis of the internal and external environment. Schematic diagram of the energy management system includes models of constant improvement of the existing system parameters based on the analysis by the management, audit data, and process monitoring.

Key words: energy, energy efficiency, energy audit, structure, strategy, losses, energy manager.