

**Ильковский Константин Константинович** — доктор экономических наук, профессор кафедры возобновляемых источников энергии ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина».

**Ильковский Даниил Константинович** — студент кафедры экономики № 17 ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации».

**Konstantin K. Il'kovskij** — Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University).

**Daniil K. Il'kovskij** — St. Petersburg State University of Civil Aviation.

## Солнечный свет против угля

Прошедшее двадцатилетие XXI в. ознаменовалось серьезными инновациями практически во всех сферах энергетической отрасли. Были созданы новые технологии или значительно усовершенствованы традиционные, появились новые рынки. В нефтяной — это сланцевая нефть, в газовой — сжиженный газ, в электроэнергетике — технологии парогазового цикла, возобновляемые источники энергии (ВИЭ), накопители энергии, интеллектуальные системы управления спросом и т.д.

Такие новации наряду со сменой предпочтений потребителей, повсеместным ужесточением требований к охране окружающей среды, необходимостью соответствовать концепции устойчивого развития поставили все сегменты отрасли перед необходимостью существенно изменить стратегии развития. Это позволило сохранить инвестиционную привлекательность и капитализацию отрасли.

Единственной белой вороной осталась сфера энергетических углей. Стратегия ее развития не

определена, и за наметившейся устойчивой потерей доли в глобальном энергобалансе следует потеря инвестиционной привлекательности, активы становятся токсичными.

Накапливающиеся проблемы отчетливо проявились в прошедшем 2019 г., который стал одним из самых драматичных для добывающих энергетический уголь компаний [1].

➤ По итогам 2019 г. уголь остался крупнейшим в мире источником электроэнергии.

При низких темпах экономического роста, отсутствии внутреннего спроса основным драйвером роста добычи угля в стране являлся экспорт, который за 2010–2018 гг. увеличился на 80%, обеспечив рост производства угля на 36%. Традиционные прогнозы угольной отрасли строятся на том, что и в период до 2030–2040 гг. такая

УДК 620.9

DOI: 10.33917/es-3.169.2020.134-141

В статье раскрывается тема конкуренции угля и солнечной энергии как видов топлива. Приведено сравнение установленной мощности виртуальной солнечной электростанции и действующей угольной электростанции, размещаемых в пределах земельного отвода угольного разреза. Показаны перспективы развития угольной отрасли в части энергетических углей.

*Ключевые слова*

Солнечная электростанция, тепловая электростанция, уголь, энергоугольная компания, накопитель энергии, инвестиции, капитализация.

VS

ситуация сохранится — именно экспортное направление будет определять растущую динамику производства угля в стране, а также необходимость развития соответствующей транспортной и перерабатывающей инфраструктуры.

Но это не так. И внутренний, и внешние рынки будут сжиматься.

Внутренний спрос на энергетический уголь несколько снизится из-за отсутствия экономического роста, стремления производителей энергии и ее потребителей к энергоэффективности, а также из-за значимого лоббистского ресурса производителей сжиженного газа, стремящихся изменить структуру топливного баланса в свою пользу, и введения углеродного налога.

Эти же факторы, многократно усиленные, давят и на внешний спрос, но к ним добавляется стремительно растущая в глобальном энергобалансе доля возобновляемых источников энергии, ранее у нас игнорировавшихся (как и сланцевая нефть).

Потребление электроэнергии в мире в 2019 г. выросло примерно на 1 процент, или на 357 ТВт·ч. При этом выработка электроэнергии на основе угля снизилась на 259 ТВт·ч, или на 3%. Устойчивый это тренд или нет, мы рассмотрим чуть позже.

Согласно данным *Ember*, по итогам 2019 г. уголь остался крупнейшим в мире источником электроэнергии: 35,18% от общего объема выработки (несмотря на падение на 3%). Далее следуют природный газ (23,52%), гидроэнергетика (16,54%), мирный атом (10,52%), ветроэнергетика (5,44%), другое ископаемое топливо (3,47%), солнечная энергия (2,71%), биомасса и отходы (2,24%) и «другие возобновляемые источники энергии» (0,4%).

В 2019 г. прирост выработки солнечных и ветровых электростанций в мире (+270 ТВт·ч) более чем перекрыл снижение глобальной угольной генерации. Рост выработки на основе солнца и ветра составил около 15%, а их доля в производстве мировой электроэнергии достигла 8,15% [2].

## Sunlight Against Coal

The article dwells on the topic of competition between coal and solar energy as types of fuel. The authors provide a comparison of the installed capacity of a virtual solar power station and an existing coal power station located within the land allotment of a coal mine. The development prospects of the coal industry in terms of thermal coal are shown.

### Keywords

Solar power station, thermal power station, coal, energy coal company, energy storage, investment, capitalization.

Существует географическая неравномерность потребления энергетических углей. Из-за жесткого климатического законодательства, высокой доли газа и растущей доли ВИЭ в энергобалансе развитых экономик (например, европейских) наблюдается существенное снижение потребления угля, и российский уголь может занять там какое-то место только при ценовом демпинге.

### Ставка на азиатский рынок

В Китае в 2019 г. выработка угольных электростанций выросла на 2% (+77 ТВт·ч). Вместе с тем в отличие от нас Китай, да и другие азиатские страны, строит не «консервирующие стратегии» (уже даже не «догоняющие»), а «экологическую цивилизацию», в основе которой энергетическая революция 2021–2030 гг. В частности, предполагается снизить энергоемкость реального ВВП на 21% и углеродоемкость реального ВВП на 27%. Учитывая снижение затрат на ветровую и солнечную энергию, планируется увеличить темпы развития ВИЭ.

В среднем на период 14-й пятилетки (2021–2025 гг.) предлагается за год устанавливать 53 ГВт ветровых электростанций и 58 ГВт солнечных. Китайские власти намерены обеспечить поддержку политики развития ВИЭ, например, ввести строгие обязательства по покупке ВИЭ электроэнергии, после перехода от субсидирования к рыночным ценам; интернализировать экстерналии от использования ископаемо-

го топлива с помощью усовершенствованного механизма торговли выбросами; стимулировать электрификацию в промышленности — для сокращения потребления угля и на транспорте — чтобы остановить рост потребления нефтепродуктов; избегать строительства новых угольных электростанций и осуществлять упорядоченное закрытие неэффективных электростанций и угольных шахт.

Доля солнечной и ветровой энергии в выработке электроэнергии в КНР составила по итогам 2019 г. 8,6% (больше чем в среднем в мире), а к 2035 г. составит 58% (рис. 1).

Стратегия предусматривает радикальное снижение потребления угля и его доли как в выработке электроэнергии, так и в потреблении энергии. Следовательно, Китай превращается в крупнейшего экспортера угля в Азиатском регионе и за его пределы.

Аналогичная ситуация в Индии, занимающей второе место в мире по добыче и третье место по потреблению угля. Доля солнечной и ветровой энергии в выработке электроэнергии в Индии составила по итогам 2019 г. 8%, а к 2030 г. составит 35%.

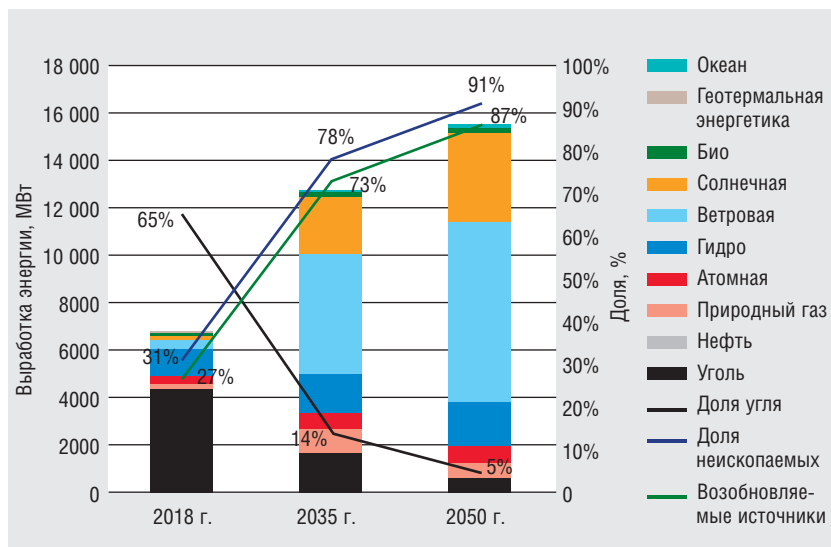
Солнечная и ветровая энергетика предлагает сегодня более дешевую электроэнергию, чем угольные электростанции. Индийский регулятор электроэнергетики *Central Electricity Authority* (CEA) в 2019 г. опубликовал проект «Оптимальная структура генерации на 2029–2030 годы» (*Optimal Generation Capacity Mix for the year 2029–2030*), в котором сформулированы четыре рекомендации:

• принять политику, направленную на то, чтобы не строить новые объекты угольной энергетике, за исключением тех, которые уже строятся (на уровне штатов эта рекомендация уже реализуется, правительство штата Гуджарат больше не будет выдавать разрешения на строительство новых тепловых электростанций);

• целесообразно рассмотреть возможность остановки ведущегося строительства угольных мощностей;

Рисунок 1

Выработка электроэнергии из различных видов топлива в КНР



Источник: [3]

## ➤ Зкрытие электростанций, работающих на ископаемом топливе, — процесс, набирающий обороты. Закрываются даже станции на газовом топливе.

- необходимо провести экономическую оценку старейших угольных электростанций страны, чтобы определить их финансовую жизнеспособность, в том числе стоимость модернизации с учетом более строгих требований в отношении загрязнения окружающей среды. Должен быть подготовлен и реализован поэтапный план их закрытия по окончании срока службы;
- угольные мощности в наиболее засушливых районах должны заменяться ВИЭ (ветровыми и солнечными станциями) в приоритетном порядке. Необходимы ускоренные инвестиции в расширение и модернизацию магистральных сетей электропередачи для повышения надежности национальной энергосистемы и интеграции недорогих переменных источников возобновляемой энергии [4].

Надо отметить, что закрытие электростанций, работающих на ископаемом топливе, — процесс, набирающий обороты. Закрываются даже станции на газовом топливе. Крупная газовая электростанция в Калифорнии, принадлежа-

щая компании *General Electric Co.*, будет закрыта. Причина — электростанция не является экономически жизнеспособной в штате, где доля электроэнергии, вырабатываемой на основе ветра и солнца, постоянно растет. Речь идет об объекте *Inland Empire Energy Center* установленной мощностью 750 МВт, оснащенной двумя газовыми турбинами GE Н-класса. Газовая электростанция относительно новая, она была открыта в 2009 г., расчетный срок ее службы составляет 30 лет.

Следуя этим рекомендациям, Индия к марту 2024 г. планирует сократить импорт угля до 150 млн т с уровня 235,2 млн т, достигнутого по итогам 2018 г., а к 2030 г. сохранить импорт только высококачественных углей, отсутствующих в стране.

Для угольной генерации Индии ситуация усугубляется тем, что начиная с 2018 г. стоимость производства электроэнергии тепловыми электростанциями (ТЭС) превысила стоимость ее производства СЭС (без дотаций) (рис. 2).

Аналогичная ситуация складывается и в Австралии, где стоимость производства электроэнергии ТЭС и СЭС практически сравнялись. Следовательно, энергетические угли этой страны будут в основном экспортироваться, что усилит конкуренцию на азиатском рынке и будет существенно давить на цены.

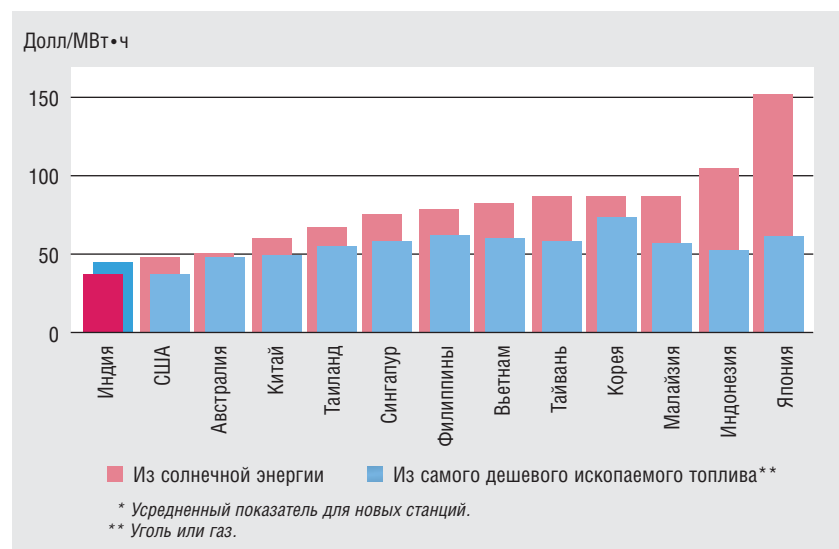
Все эти факторы не позволяют российским компаниям увеличить объем продаж и долю на азиатском рынке энергетических углей.

Рынок энергетических углей не будет развиваться и на африканском континенте, несмотря на активное развитие горнодобывающих предприятий. Африка, имеющая угнетенную энергетическую систему и небольшие ТЭС на ископаемом топливе, делает ставку на ВИЭ, не увеличивая ни добычу угля, ни его импорт [6].

Результаты исследований большинства аналитических институтов показывают, что в будущем доля угольной генерации в мире сократится

Рисунок 2

Стоимость производства электроэнергии\*



Источник: [5]

➤ Технологии двух последних десятилетий позволили очень сильно сократить «производственный цикл» — с миллионов лет до часов, а в следующем десятилетии он очень сильно удешевится, повысится его эффективность в первую очередь за счет накопителей энергии.

с 37–38% в 2018 г. до 20–25% к 2040 г. Впрочем, одновременно прогнозируется рост выработки электроэнергии на угле с 9,3 до 9,4–11,2 ТВт·ч. Иначе говоря, снижение доли угля будет происходить не за счет сокращения фактических объемов, а за счет роста вводов мощностей с другими видами энергоносителей [7–9].

По мнению авторов, это ошибочные представления, несмотря на то, что во всем мире сегодня планируется строительство или уже строятся 1046 новых угольных электростанций общей мощностью 499 ГВт.

### Солнце против угля

Конкуренция этих двух видов топлива заложена в органической природе образования угля.

Солнечная энергия — фотосинтез (потребление CO<sub>2</sub> бесплатно) — лес — физико-химические процессы в течение сотен миллионов лет — добыча угля — электростанция (выделение CO<sub>2</sub> уже за плату) — энергия — потребитель. Процесс длительный и дорогой (рис. 3).

И уголь представляет в этом цикле классический накопитель, но процесс накопления энергии растянут на сотни миллионов лет.

Технологии двух последних десятилетий позволили очень сильно сократить «производственный цикл» — с миллионов лет до часов, а в следующем десятилетии он очень сильно удешевится, повысится его эффективность в первую очередь за счет накопителей энергии.

Солнечная энергия — СЭС — энергия — потребитель — накопитель (CO<sub>2</sub> нет) (рис. 4).

Когда рассматриваются варианты строительства СЭС, важным критерием является площадь, занимаемая электростанцией (табл. 1, 2).

Рисунок 3

Процесс накопления энергии



Рисунок 4

Принцип работы СЭС



На Дальнем Востоке, в Приморском крае, работают Лучегорский угольный разрез и Приморская ТЭЦ, ранее входившие в Лучегорский топливно-энергетический комплекс (ЛУТЭК).

ЛУТЭК занимает площадь 6440 га, то есть земельный участок 8 × 8 км.

В 2019 г. добыча угля составила 1 352 612 т у.т.

Из этого количества угля можно выработать  $1\,352\,612 \times 1000 / 0,309 = 4,4$  млрд кВт·ч в год, где 0,309 кг/кВт·ч — достигнутый удельный расход угля.

Это соответствует 500 МВт станции, загруженной в году на 100%.

На площади в 6440 га можно разместить СЭС установленной мощности 3200 МВт (примерно 2 га на МВт).

При КИУМ для СЭС 18% рабочая мощность составит 570 МВт.

Дополнительно к СЭС на этой площади можно разместить ВЭС в 600 МВт, состоящую из 70–80 ветроустановок марок *Enercon E126*, *Vestas V164*, *Siemens SWT-7.0-154*. При КИУМ для ВЭС 30% рабочая мощность составит 180 МВт.

Совокупная рабочая мощность СЭС + ВЭС на земельном участке, занимаемом Лучегорским топливно-энергетическим комплексом, составит 750 МВт, что в 1,5 раза больше существующих возможностей ЛУТЭК.

Аналогичный расчет можно провести и по занимающему площадь 3850 га Харонорскому угольному разрезу в Забайкальском крае, где добывается 1850 т у.т. угля. Виртуальная угольная электростанция будет мощностью 560 МВт, а виртуальная солнечно-ветровая — 500 МВт.

Не будем забывать и об эстетической стороне!

Широкое распространение месторождений энергетических углей всегда было главным конкурентным преимуществом этого вида топлива, но при развитии технологий ВИЭ и накопителей энергии оно утрачивается.

### Экологический аспект

Климатическое законодательство с каждым годом ужесточается, снижаются нормы выбросов, повышается их стоимость.



Лучегорский угольный разрез



Новосергиевская СЭС

Таблица 1

#### Иностранные СЭС

Название	Площадь, га	Выработка, МВт	Га/МВт
<i>Topaz Solar Farm</i>	1295	579	2,24
Солнечный парк <i>Benban</i>	3700	1500	2,46
<i>Kamuthi Solar Power Station</i>	1000	648	1,54
<i>Tengger Desert Solar Park</i>	4300	1500	2,87
<i>Villanueva</i>	2400	828	2,9

Таблица 2

#### Российские СЭС

Название	Площадь, га	Выработка, МВт	Га/МВт
Новосергиевская СЭС	92	45	2,04
Сорочинская СЭС	120	60	2
Перово	200	105	1,9
Николаевка	113	70	1,66

Таблица 3

Коэффициент окисления углерода  $K_1$

Вид топлива	Коэффициент окисления углерода $K_1$
Уголь	0,98
Нефть и нефтепродукты	0,99
Газ	0,995

Источник: [10]

Таблица 4

Коэффициенты низких теплотворных нетто-значений  $ТНЗ$  и коэффициент выбросов углерода  $K_2$  для видов топлива

Виды топлива	ТНЗ, ТДж/тыс. т	Коэффициент выбросов углерода $K_2$ , тС/ТДж
Пропан и бутан сжиженные	47,31D	17,2D
Коксующийся уголь	24,01CS	24,89CS
Дизельное топливо	43,02CS	19,98CS
Прочие виды топлива	29,309D	20D
Уголь каменный	17,62PS	25,15PS
Бурый уголь	15,72PS	25,15PS

Источник: [10]

Расчет выброса  $CO_2$  от сжигания добываемого бурого угля на ЛУТЭК в количестве 1 352 612 т у.т. с учетом принятых коэффициентов (табл. 3, 4) показывает, что выбросы  $CO_2$  составляют 4 117 376,43 т.

Максимальная цена в данный момент в Нидерландах — 55 евро за 1 т  $CO_2$ , курс на 14 марта 2020 г. — 1 евро = 80 руб.

$$4\ 117\ 376,43\ \text{т} \times 55 \times 80 = 18\ 116\ 456\ 292\ \text{руб.}$$

Средняя цена выбросов  $CO_2$  на европейской бирже — 25 евро,

$$4\ 117\ 376,43\ \text{т} \times 25 \times 80 = 8\ 234\ 752\ 860\ \text{руб.}$$

➤ Прирост энергопотребления будет компенсироваться не угольной генерацией, а ВИЭ, накопителями и ТЭС на сжиженном газе.

Цена, которую предлагается установить в РФ, — 15 евро.

$$4\ 117\ 376,43\ \text{т} \times 15 \times 80 = 4\ 940\ 851\ 716\ \text{руб.}$$

Цена котировки угля на 14 марта 2020 г. — 32,35 евро = 69,27 евро за 1 т у.т. бурого угля.

Не выдерживает конкуренции и сравнение углеродного следа СЭС и угольных ТЭС. Конечно, в процессе создания СЭС выделяется  $CO_2$ , но при создании оборудования для карьера и ТЭС выделение  $CO_2$  значительно больше.

**Выводы**

1. Цены на электроэнергию, вырабатываемую СЭС (без дотаций) и угольными ТЭС, близки к паритетным.
2. Совершенствование технологий и ужесточение климатического законодательства повышает конкурентоспособность ВИЭ в сравнении с угольными ТЭС.
3. СЭС и ВЭС, размещенные на землях, занимаемых угольными разрезами, способны генерировать количество энергии, сопоставимое с энергией, генерируемой ТЭС при сжигании угля с этих угольных разрезов.
4. Прирост энергопотребления будет компенсироваться не угольной генерацией, а ВИЭ, накопителями и ТЭС на сжиженном газе.

**References**

1. *Vnutrennee potreblenie kamennogo uglya i lignita* [Domestic Consumption of Coal and Lignite]. Statisticheskii Ezhegodnik mirovoi energetiki 2019, available at: <https://yearbook.enerdata.ru/coal-lignite/coal-world-consumption-data.html>.
2. *Doklad ob itogakh razvitiya mirovoi elektroenergetiki v 2019 godu Global Electricity Review* [Report on the Development Results of the World Electric Power Industry in 2019. Global Electricity Review]. RenEn — Renewable Energy — Vozobnovlyаемая energetika, 2020, March, 10, available at: <https://renew.ru/dolya-solntsa-i-vetra-v-vyrobke-mirovoj-elektroenergii-prevysila-8-po-itogam-2019-g/>
3. *Razvitie vozobnovlyаемой energetiki v Kitae: perspektivy do 2050 goda* [Renewable Energy Development in China: Prospects Until 2050]. RenEn — Renewable Energy — Vozobnovlyаемая energetika, 2019, December, 19, available at: <https://renew.ru/renewable-energy-development-in-china-prospects-until-2050/>
4. Woods B., Schliessel D. *Risks Growing for India's Coal Sector*. Institute for Energy Economics and Financial Analysis, available at: [https://ieefa.org/wp-content/uploads/2019/08/Risks-Growing-for-India-Coal-Sector\\_September-2019.pdf](https://ieefa.org/wp-content/uploads/2019/08/Risks-Growing-for-India-Coal-Sector_September-2019.pdf).
5. *Solnechnaya energiya uzhe mozhët konkurirovat' s uglem* [Solar Energy Can Already Compete with Coal]. *Vedomosti*, 2020, February, 19, available at: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2020/02/19/823408-solnechnaya-energiya-uglem>.

5. Страны Юго-Восточной Азии в ближайшие 5–7 лет догонят страны ЕС по доле ВИЭ в энергобалансе.

6. Конкуренция в угольной отрасли будет усиливаться как на европейском, так и на азиатском рынке, что приведет к падению цен на энергетический уголь.

7. Нет предпосылок для сохранения достигнутого уровня капитализации угольных компаний. Инвестиции возможны только локальные в объекты, поставляющие уголь на расположенные поблизости ТЭС с высокой долей когенерации.

8. Стратегия угольных компаний должна строиться на повышении качества энергетических углей и активном инвестировании в ВИЭ и накопители энергии.



ПЭС 20026 / 12.03.2020

#### Источники

1. Внутреннее потребление каменного угля и лигнита [Электронный ресурс] // Статистический Ежегодник мировой энергетики 2019. URL: <https://yearbook.enerdata.ru/coal-lignite/coal-world-consumption-data.html>.

2. Доклад об итогах развития мировой электроэнергетики в 2019 году. Global Electricity Review [Электронный ресурс] // RenEn — Renewable Energy — Возобновляемая энергетика. 2020. 10 марта. URL: <https://renen.ru/dolya-solntsa-i-vetra-v-vyrobke-mirovoj-elektroenergii-prevysila-8-poitogam-2019-g/>

3. Развитие возобновляемой энергетики в Китае: перспективы до 2050 года [Электронный ресурс] // RenEn — Renewable Energy — Возобновляемая энергетика. 2019. 19 декабря. URL: <https://renen.ru/renewable-energy-development-in-china-prospects-until-2050/>

4. Woods B., Schlissel D. Risks Growing for India's Coal Sector [Электронный ресурс] // Institute for Energy Economics and Financial Analysis. URL: [https://ieefa.org/wp-content/](https://ieefa.org/wp-content/uploads/2019/08/Risks-Growing-for-India-Coal-Sector_September-2019.pdf)

➤ Не выдерживает конкуренции и сравнение углеродного следа СЭС и угольных ТЭС. Конечно, в процессе создания СЭС выделяется CO<sub>2</sub>, но при создании оборудования для карьера и ТЭС выделение CO<sub>2</sub> значительно больше.

[uploads/2019/08/Risks-Growing-for-India-Coal-Sector\\_September-2019.pdf](https://ieefa.org/wp-content/uploads/2019/08/Risks-Growing-for-India-Coal-Sector_September-2019.pdf).

5. Солнечная энергия уже может конкурировать с углем [Электронный ресурс] // Ведомости. 2020. 19 февраля. URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2020/02/19/823408-solnechnaya-energiya-uglem>.

6. Автономные гибридные энергетические системы с ВИЭ для горной промышленности Африки [Электронный ресурс] // RenEn — Renewable Energy — Возобновляемая энергетика. 2019. 4 февраля. URL: <https://renen.ru/autonomous-hybrid-energy-systems-with-renewable-energy-for-the-african-mining-industry/>

7. Динамика и прогноз мировых цен на уголь [Электронный ресурс] // Национальная Угольная Корпорация Россия. 2019. 7 августа. URL: <https://ncoal.ru/posts/dinamika-prognoz-mirovyh-cen-ugol>.

8. Энергетический бюллетень. 2019 г., декабрь [Электронный ресурс] // Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. URL: <https://ac.gov.ru/files/publication/a/26486.pdf>.

9. Яновский А. На пути в чистое будущее: что ждет российский уголь в Китае? [Электронный ресурс] // Министерство энергетики Российской Федерации. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/16340>.

10. Методика расчета выбросов парниковых газов [Электронный ресурс] // СРО НП «Межрегиональный альянс энергоаудиторов». URL: <https://sro150.ru/index.php/metodiki/371-metodika-rascheta-vybrosov-parnikovyykh-gazov>.

6. *Avtonomnye gibridnye energeticheskie sistemy s VIE dlya gornoj promyshlennosti Afriki* [Autonomous Hybrid Renewable Energy Systems for the Mining Industry in Africa]. RenEn — Renewable Energy — Vozobnovlyаемая энергетика, 2019, February, 4, available at: <https://renen.ru/autonomous-hybrid-energy-systems-with-renewable-energy-for-the-african-mining-industry/>

7. *Dinamika i prognoz mirovykh tsen na ugol'* [Dynamics and Forecast of World Coal Prices]. Natsional'naya Ugol'naya Korporatsiya Rossiya, 2019, August, 7, available at: <https://ncoal.ru/posts/dinamika-prognoz-mirovyh-cen-ugol>.

8. *Energeticheskii byulleten'. 2019 g., dekabr'* [Energy Bulletin. December 2019]. Analiticheskii tsentr pri Pravitel'stve Rossiiskoi Federatsii, available at: <https://ac.gov.ru/files/publication/a/26486.pdf>.

9. *Yanovskii A. Na puti v chistoe budushchee: chto zhdet rossiiskii ugol' v Kitae?* [On the Way to Clean Future: What Awaits Russian Coal in China?]. Ministerstvo energetiki Rossiiskoi Federatsii, available at: <https://minenergo.gov.ru/node/16340>.

10. *Metodika rascheta vybrosov parnikovyykh gazov* [Methodology for Calculating Greenhouse Gas Emissions]. SRO NP "Mezhregional'nyi al'yans energoauditorov, available at: <https://sro150.ru/index.php/metodiki/371-metodika-rascheta-vybrosov-parnikovyykh-gazov>.