

# СТОИМОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ИЗ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ В 2020 ГОДУ

## КРАТКИЙ ОБЗОР

### СТОИМОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ИЗ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ В 2020 ГОДУ

2020 год ознаменовался глобальной пандемией и последующими экономическим ущербом и человеческими жертвами по мере распространения вируса COVID-19. Тем не менее, одним положительным моментом оказалась устойчивость цепочек поставок возобновляемой энергетики и рекордный рост новых установок.

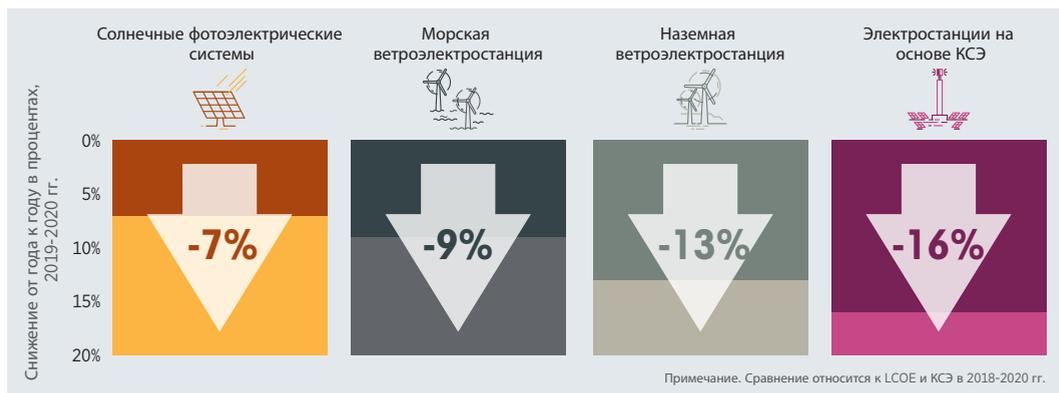
Также не прерывалась тенденция продолжения снижения стоимости солнечной и ветровой энергетики. В 2020 г. мировая средневзвешенная полная приведённая стоимость электроэнергии (LCOE), выработанной на новых введённых в эксплуатацию мощностях наземных ветроэлектростанций, уменьшилась на 13% по сравнению с 2019 г. За тот же период LCOE морских ветроэлектростанций упала на 9%, а промышленных солнечных фотоэлектрических систем – на 7% (рис. S.1).

Такое падение мировой средневзвешенной LCOE наземных ветроэлектростанций в размере 13% год к году с 0,045 долл. США/киловатт-час (кВт-ч) до 0,039 долл. США/кВт-ч<sup>1</sup> было несколько выше темпов снижения в 2019 г. Это снижение было вызвано падением на 9% мировой средневзвешенной общей стоимости с учётом затрат на монтаж, поскольку Китай, у которого стоимость с учётом затрат на монтаж ниже среднего значения, подключил к сети приблизительно 69 ГВт в 2020 г., т.е. две трети новых мощностей, введённых в эксплуатацию в том году.

В 2020 г. мировая средневзвешенная LCOE промышленных солнечных фотоэлектрических систем упала год к году с 0,061 долл. США/кВт-ч до 0,057 долл. США/кВт-ч, что составило 7% и было меньше снижения в 13%, наблюдавшегося в 2019 году. В том же 2020 г. мировая средневзвешенная общая стоимость с учётом затрат на монтаж промышленных солнечных фотоэлектрических систем упала на 12% до всего лишь 883 долл. США/кВт.

Снижение средневзвешенной LCOE промышленных солнечных фотоэлектрических систем было меньше, чем могло быть в ином случае, поскольку произошедшее снижение общей стоимости с учётом затрат на монтаж было частично компенсировано снижением мирового средневзвешенного коэффициента использования новых проектов в том же году.<sup>2</sup> Это было вызвано развёртыванием в 2020 г., которое, в конечном итоге, преимущественно проходило в регионах с меньшим количеством солнечных дней, чем в случае с системами, введёнными в эксплуатацию в 2019 г.<sup>3</sup> Как и в случае с наземными ветроэлектростанциями, Китай был самым крупным рынком для новых мощностей, заняв долю приблизительно в 45% новых, промышленных мощностей, введённых в эксплуатацию в 2020 г.

**Рисунок 5.1** Мировая средневзвешенная LCOE новых введённых в эксплуатацию промышленных солнечных и ветровых электроэнергетических технологий, 2019-2020 гг.



Источник: База данных о стоимости производства энергии из возобновляемых источников агентства IRENA

- 1 Все финансовые показатели, представленные в настоящем отчёте, являются реальными значениями 2020 г., то есть они скорректированы с учётом влияния инфляции в 2020 базисном году. Расчёты LCOE выполнены на основании методики, подробно описанной в приложении I, и не учитывают влияние какой-либо имеющейся финансовой поддержки.
- 2 Все коэффициенты использования для солнечных фотоэлектрических систем, указываемые в настоящем отчёте, представляют собой коэффициенты использования переменного тока (перем. тока) / постоянного тока (пост. тока) с учётом того, что все данные по стоимости с учётом затрат на монтаж для солнечных фотоэлектрических электростанций приведены на ваттах постоянного тока, что является исключением, поскольку для всех других технологий значения приводятся в ваттах переменного тока.
- 3 К данному результату следует относиться с осторожностью с учётом роста важности двусторонних модулей и одноосных устройств слежения, при которых доступность данных отстаёт от общей стоимости с учётом затрат на монтаж и имеет практические последствия для коэффициентов использования. Возможен пересмотр коэффициентов использования за 2020 г.

В 2020 г. снижение мировой средневзвешенной LCOE наземных ветроэлектростанций в 9% год к году привело к падению мировой средневзвешенной стоимости электроэнергии на новых проектах с 0,093 долл. США/кВт-ч до 0,084 долл. США/кВт-ч. Это оказалось более резким падением, чем в 2019 г., поскольку Китай, у которого стоимость с учётом затрат на монтаж ниже среднего значения, увеличил свою долю новых введённых в эксплуатацию мощностей с приблизительно одной трети в 2019 г. до приблизительно половины в 2020 г.

Мировая средневзвешенная LCOE на новых проектах на основе концентрированной солнечной энергии (КЭС), запущенных в 2020 г., упала на 49% год к году. Данный результат является всё же несколько нетипичным, поскольку мировая средневзвешенная LCOE в 2019 г. выросла из-за сильного отставания двух израильских проектов, а 2020 г. характеризовался вводом в эксплуатацию всего двух электростанций, обе из которых расположены в Китае. Показатели с 2018 г. по 2020 г. указывают на среднегодовой темп падения в 16%, который более репрезентативен с учётом последних темпов снижения стоимости.

## **ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ СТОИМОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ИЗ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ, 2010-2020 ГГ.: ДЕСЯТИЛЕТИЕ ПАДЕНИЯ СТОИМОСТИ**

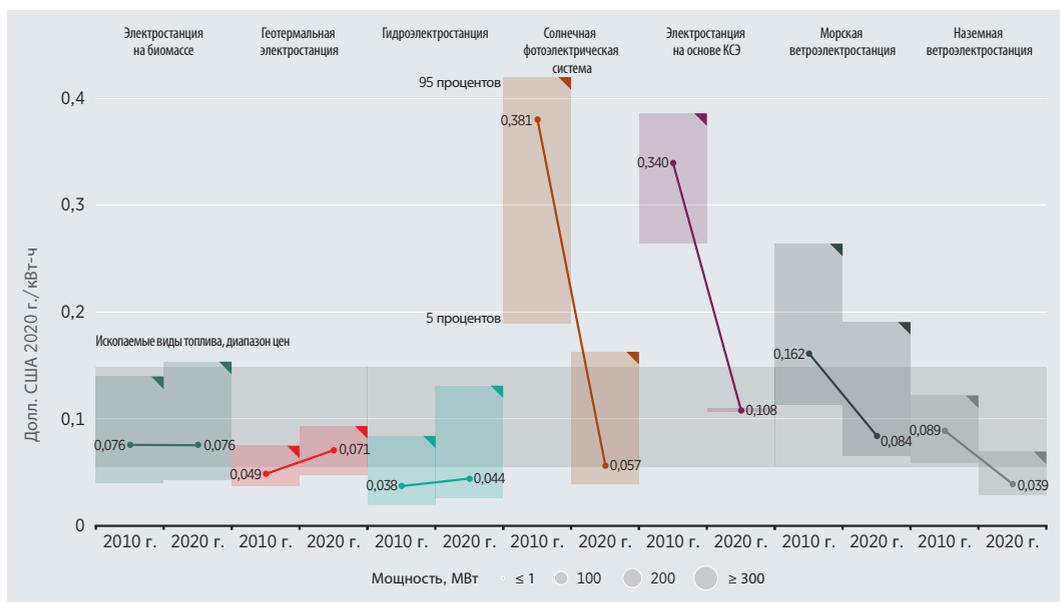
Десятилетие с 2010 г. по 2020 г. представляет собой особый период снижения стоимости на солнечные и ветровые технологии производства электроэнергии. Сочетание напористости промышленности и целевой поддержки с помощью инструментов политики обеспечило переход электроэнергии, получаемой из солнечных и ветровых возобновляемых источников, от дорогостоящей ниши к конкуренции на равных с ископаемыми видами топлива за новые мощности. При этом стало ясно, что возобновляемые источники энергии станут основой энергосистемы и помогут декарбонизации производства электроэнергии благодаря своей стоимости, которая ниже по сравнению с традиционным подходом.

С 2010 г. по 2020 г. мировая средневзвешенная LCOE промышленных солнечных фотоэлектрических систем на новых введённых в эксплуатацию проектах упала на 85%, с 0,381 долл. США/кВт-ч до 0,057 долл. США/кВт-ч (рис. S.2), поскольку общая стоимость с учётом затрат на монтаж упала с 4 731 долл. США/кВт до 883 долл. США/кВт. Это произошло, поскольку общие мировые установленные мощности всех солнечных фотоэлектрических систем (промышленных и крышных) выросли с 42 ГВт в 2010 г. до 714 ГВт в 2020 г. Это стало резким падением с уровня, на котором стоимость была более чем в два раза выше, чем самый дорогой вариант производства электроэнергии на ископаемом топливе, до нижнего уровня диапазона новых мощностей на ископаемом топливе.<sup>4</sup>

Также в данный период резко снизилась LCOE бытовых солнечных фотоэлектрических систем. В Австралии, Германии, Италии, Японии и США она опустилась с диапазона от 0,304 долл. США/кВт-ч до 0,460 долл. США/кВт-ч в 2010 г. до диапазона от 0,055 долл. США/кВт-ч до 0,236 долл. США/кВт-ч в 2020 г. – снижение составило от 49% до 82%.

В случае с проектами наземных ветроэлектростанций мировая средневзвешенная стоимость электроэнергии в период с 2010 г. по 2020 г. упала на 56%, с 0,089 долл. США/кВт-ч до 0,039 долл. США/кВт-ч, вследствие роста среднего коэффициента использования с 27% до 36% и уменьшения общей стоимости с учётом затрат на монтаж с 1 971 долл. США/кВт до 1 355 долл. США/кВт. В данный период общая установленная мощность выросла со 178 ГВт до 699 ГВт. По сравнению с солнечными фотоэлектрическими системами, в которых снижение стоимости электричества в основном вызвано падением общей стоимости с учётом затрат на монтаж, снижение стоимости наземных ветроэлектростанций было вызвано в равной степени как падением цен на турбины, так и балансом издержек электростанций, а также более высокими коэффициентами использования современных новейших турбин.

**Рисунок S.2** Мировая LCOE новых введённых в эксплуатацию промышленных технологий возобновляемых источников электроэнергии, 2010-2020 гг.



Источник: База данных о стоимости производства энергии из возобновляемых источников агентства IRENA

Примечание. Эти данные приведены для года ввода в эксплуатацию. Жирными линиями показано значение мировой средневзвешенной LCOE отдельных электростанций, введённых в эксплуатацию в течение каждого года. LCOE на уровне проекта рассчитывается с помощью реальной средневзвешенной средней стоимости капитала (WACC) в 7,5% для стран ОЭСР и Китая в 2010 г., демонстрируя снижение до 5% в 2020 г.; и 10% в 2010 г. для остального мира, демонстрируя снижение до 7,5% в 2020 г. Единое обозначенное поле представляет диапазон стоимости производства электроэнергии с использованием ископаемого топлива, а области для каждой технологии и года представляют 5-процентную и 95-процентную области проектов в области возобновляемых источников энергии.

4 Согласно оценкам, диапазон стоимости производства электроэнергии с использованием ископаемого топлива для стран Большой двадцатки по странам и типу топлива составлял от 0,055 долл. США/кВт-ч до 0,148 долл. США/кВт-ч. Нижняя граница представляет новые угольные электростанции в Китае и основана на IEA, 2020.

В случае с морскими ветроэлектростанциями мировая средневзвешенная LCOE новых введённых в эксплуатацию проектов уменьшилась с 0,162 долл. США/кВт-ч в 2010 г. до 0,084 долл. США/кВт-ч в 2020 г., т.е. снижение составило 48% за 10 лет. Это изменило прогноз по морским ветроэлектростанциям с общими установленными мощностями на уровне всего 34 ГВт на конец 2020 г., что составляет всего одну двадцатую установленной мощности наземных ветроэлектростанций.

В период с 2010 г. по 2020 г. мировая средневзвешенная стоимость электроэнергии, выработанной электростанциями на основе КСЭ, упала на 68%, с 0,340 долл. США/кВт-ч до 0,108 долл. США/кВт-ч. Тем не менее, с учётом всего двух проектов, введённых в эксплуатацию в 2020 г. (оба в Китае), данные результаты отражают национальные условия в той стране. Вместе с тем, снижение стоимости электроэнергии, выработанной на электростанциях на основе КСЭ, на 68% (до середины диапазона стоимости новой мощности на ископаемом топливе) является поразительным достижением. Для сравнения, общие мировые установленные мощности на основе КСЭ в 6,5 ГВт в конце 2020 г. составили немного меньше одной сотой установленных мощностей солнечных фотоэлектрических систем.

С 2010 г. по 2020 г. было введено в эксплуатацию 60 ГВт новых мощностей в области биоэнергетики. Мировая средневзвешенная LCOE биоэнергетики на электроэнергетических проектах подверглась определённым колебаниям в данный период, но в конце десятилетия пришла приблизительно к тому же уровню, на котором она была изначально – 0,076 долл. США/кВт-ч. Это значение находится на нижней границе стоимости электроэнергии, производимой на новых проектах на ископаемом топливе. В тот же период гидроэнергетика выросла на 715 ГВт, а мировая средневзвешенная LCOE выросла на 18%, с 0,038 долл. США/кВт-ч до 0,044 долл. США/кВт-ч. Этот показатель всё равно ниже самого дешёвого варианта новой электростанции на основе ископаемого топлива, несмотря на то, что затраты выросли на 16% в 2020 г. год к году.

С 2016 г. мировая средневзвешенная LCOE геотермальной энергетики колебалась в диапазоне от 0,071 долл. США/кВт-ч до 0,075 долл. США/кВт-ч. В 2020 г. мировая средневзвешенная LCOE новых введённых в эксплуатацию проектов находилась у нижней границы данного диапазона, на уровне 0,071 долл. США/кВт-ч, снизившись на 4% год к году.

---

*С 2010 по 2020 гг. мировая средневзвешенная стоимость электроэнергии, выработанной наземными ветроэлектростанциями, упала на 56%, с 0,089 долл. США/кВт-ч до 0,039 долл. США/кВт-ч.*

---

## ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ИЗ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ СТАНОВИТСЯ СТАНДАРТНЫМ ЭКОНОМИЧЕСКИМ ВЫБОРОМ ДЛЯ НОВЫХ МОЩНОСТЕЙ

В течение десятилетия с 2010 г. по 2020 г. конкурентоспособность солнечных и ветровых электроэнергетических технологий существенно повысилась. В этот период проекты на основе КСЭ, морские ветроэлектростанции и промышленные солнечные фотоэлектрические системы присоединились к наземным ветроэлектростанциям по диапазону цен новых мощностей, работающих на ископаемом топливе, при расчёте без льгот в виде финансовой поддержки. Действительно, тенденция проявляется в том, что возобновляемые источники энергии не только конкурируют с ископаемыми видами топлива, но и существенно обходят их по цене, когда требуется ввод в эксплуатацию новых мощностей.

В 2020 г. в общей сложности у 162 ГВт добавленных мощностей возобновляемой электроэнергетики затраты на электроэнергию были ниже, чем у самого дешёвого источника новых мощностей, работающих на ископаемом топливе. Это относилось примерно к 62% общих чистых добавленных мощностей в том году. В развивающихся экономиках, где растёт спрос на электроэнергию и требуются новые мощности, такие проекты в области возобновляемой электроэнергетики снизят расходы в электроэнергетической отрасли как минимум на 6 млрд долл. США в год по сравнению со стоимостью такого же объёма новых дополнительных генерирующих мощностей на основе ископаемого топлива.

Начиная с 2010 г., во всем мире в целом было добавлено 644 ГВт новых генерирующих мощностей возобновляемой электроэнергетики с расчётной стоимостью ниже самого дешёвого варианта на основе ископаемого топлива в каждом соответствующем году.<sup>5</sup> До 2016 г. практически все эти показатели обеспечивались за счёт гидроэнергетики, но с тех пор всё больше растёт доля наземных ветроэлектростанций и солнечных фотоэлектрических систем. Из этого общего объёма за последнее десятилетие в странах с развивающейся экономикой



Фотография: Shutterstock

было добавлено 534 ГВт, что может снизить издержки электроэнергетической системы в этих странах на сумму до 32 млрд долл. США в 2021 г. (920 млрд долл. США, без дисконта, на протяжении экономически обоснованного срока службы).

Результаты закупок электроэнергии, вырабатываемой возобновляемыми источниками, на конкурсной основе через аукционы или соглашения о закупке электроэнергии (СЗЭ) подтверждают конкурентоспособность возобновляемых источников энергии. Информация Базы данных агентства IRENA по аукционам и СЗЭ, вырабатываемой возобновляемыми источниками энергии, показывает, что проекты промышленных солнечных фотоэлектрических систем, победившие в недавних торгах на конкурсной основе (и которые будут введены в эксплуатацию в 2022 г.), могут обеспечить среднюю цену в 0,04 долл. США/кВт-ч (рис. 5.3). Это представляет собой снижение на 30% по сравнению с мировой средневзвешенной LCOE промышленных солнечных фотоэлектрических систем в 2020 г. и приблизительно на 27% ниже (0,015 долл. США/кВт-ч), чем у конкурентов с самым дешёвым вариантом электростанций на ископаемом топливе, а именно у угольных электростанций.

Данные по аукционам и СЗЭ указывают на то, что стоимость электроэнергии, выработанной морскими ветроэлектростанциями в Европе, снизится в пределах от 0,05 долл. США/кВт-ч до 0,10 долл. США/кВт-ч до 2023 г., а на новых рынках или проектах с задержками стоимость вероятно будет выше. Нижняя граница данного диапазона для морских ветроэлектростанций указывает на то, что такие проекты будут конкурентоспособными по сравнению с оптовыми ценами на электроэнергию на ряде европейских рынков. При этом рынок для КСЭ является узким, но согласно имеющимся данным прогнозируется продолжение снижения в 2021 г., поскольку в этом году планируется ввод в эксплуатацию крупного проекта на основе КСЭ Управления по электроснабжению и водоснабжению Дубая.

Таким образом, данные Баз данных агентства IRENA по стоимости электроэнергии возобновляемых источников энергии и по аукционам и СЗЭ подчёркивают, что проекты промышленных солнечных фотоэлектрических систем и наземных ветроэлектростанций в среднем могут вырабатывать электроэнергию дешевле, чем самые экономичные новые проекты, работающие на ископаемом топливе. В случае с морскими ветроэлектростанциями и электростанциями на основе КСЭ стоимость опустится до нижнего диапазона новых электростанций, работающих на ископаемом топливе.

---

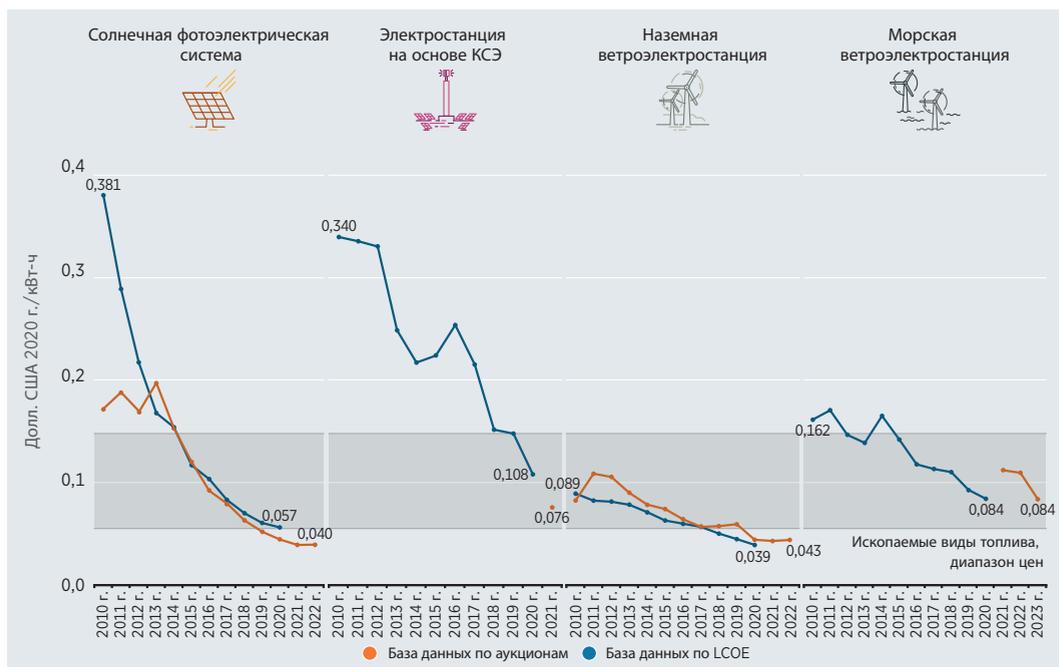
*Начиная с 2010 года, во всём мире было введено в эксплуатацию в общей сложности 644 ГВт дополнительных электрогенерирующих мощностей на основе возобновляемой энергии при расчётных издержках ниже, чем при самом дешёвом варианте на основе ископаемого топлива.*

---

Эти данные также означают, что растёт число проектов с очень низкой стоимостью электроэнергии, ниже 0,03 долл. США/кВт·ч. Действительно, за последние 18 месяцев наблюдалось три рекордно низких предложения для промышленных солнечных фотоэлектрических систем, а именно от 0,0157 долл. США/кВт·ч в Катаре, от 0,0135 долл. США/кВт·ч в ОАЭ и от 0,0104 долл. США/кВт·ч в Саудовской Аравии. На удивление, значения ниже 0,02 долл. США/кВт·ч не являются невозможными, даже если они были неправдоподобными всего несколько лет назад. Однако для их достижения необходимо, чтобы все факторы, влияющие на LCOE, были наилучшими.

Такие очень низкие уровни цен промышленных солнечных фотоэлектрических систем подразумевают, что недорогой возобновляемый водород уже может быть достижим. Потенциальная полная приведённая стоимость водорода, исходя из расчёта низких цен солнечных фотоэлектрических систем и наземных ветроэлектростанций с недавних аукционов в Саудовской Аравии, может составить всего лишь 1,62 долл. США за килограмм (кг H<sub>2</sub>). Это выгодно по сравнению с гипотетической стоимостью парового риформинга метана из природного газа, с сегодняшними издержками на улавливание, утилизацию и хранение углерода на уровне от 1,45 до 2,4 долл. США/кг H<sub>2</sub>.

**Рисунок 5.3** Мировая средневзвешенная LCOE и цены СЗЭ / аукционные цены солнечных фотоэлектрических систем, наземных ветроэлектростанций, морских ветроэлектростанций и станций на основе КСЭ, 2010-2023 гг.



Источник: База данных о стоимости производства энергии из возобновляемых источников агентства IRENA

Примечание. Жирными линиями показаны значения мировой средневзвешенной LCOE, или аукционных цен, с разбивкой по годам. Данные по LCOE приведены в примечании к рис. 5.2. Область, пересекающая всю схему, показывает диапазон стоимости производства электроэнергии с использованием ископаемого топлива.

## НЕДОРОГАЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ, ВЫРАБАТЫВАЕМАЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМИ ИСТОЧНИКАМИ, ВЫТЕСНЯЕТ СУЩЕСТВУЮЩИЕ УГОЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Поскольку затраты на солнечные фотоэлектрические системы и наземные ветроэлектростанции упали, новые мощности ВИЭ не только всё больше дешевеют по сравнению с новыми электростанциями на ископаемом топливе, но и всё больше обходят даже просто эксплуатационные расходы существующих угольных электростанций.

Действительно, в Европе в 2021 г. эксплуатационные расходы угольных электростанций значительно выше расходов новых солнечных фотоэлектрических систем и наземных ветроэлектростанций (включая стоимость цен на CO<sub>2</sub>). Анализ по Германии и Болгарии показывает, что сегодня у всех изученных угольных электростанций более высокие эксплуатационные расходы, чем у новых солнечных фотоэлектрических систем и наземных ветроэлектростанций. Однако в США и Индии эксплуатационные расходы угольных электростанций ниже, в основном (но не только) из-за отсутствия значимых цен на CO<sub>2</sub>. Тем не менее, у большинства существующих индийских и американских угольных электростанций более высокие издержки, чем у солнечных фотоэлектрических электростанций и наземных ветроэлектростанций, из-за очень конкурентной стоимости этих двух технологий возобновляемых источников в этих двух странах.

В США в 2021 г. от 77% до 91% существующих угольных мощностей имели эксплуатационные расходы, которые считаются выше, чем расходы новых солнечных фотоэлектрических или ветровых электроэнергетических мощностей, в то время как в Индии данная цифра составляет от 87% до 91%. В Индии в 2021 г. средневзвешенная средняя цена с аукционов и СЗЭ, приведённая к базисной полной приведённой стоимости, для солнечных фотоэлектрических систем составляет 0,033 долл. США/кВт-ч, а для наземных ветроэлектростанций – 0,032 долл. США/кВт-ч. В США соответствующие значения составляют 0,031 долл. США/кВт-ч и 0,037 долл. США/кВт-ч.

В данный анализ не входит определение того, является ли ценность выработки электроэнергии на угле выше издержек. Тем не менее, с учётом того, что с 2015 г. по 2018 г. издержки промышленных аккумуляторных систем в США упали на 71%, с 2 152 долл. США/кВт-ч до 635 долл. США/кВт-ч, размываются даже предлагаемые преимущества обеспечения надёжной и гибкой выработки электроэнергии. Растущий разрыв между издержками новых солнечных и ветровых электростанций и существующими эксплуатационными расходами всё большего числа угольных электростанций даёт представление о размере экономических возможностей, возникающих при раннем отказе от несдающегося угля.

**Таблица S.1** Мощности неэкономичных существующих угольных электростанций и ежегодная экономия на производстве электроэнергии с использованием угольного топлива, стоимость электроэнергии и выбросы CO<sub>2</sub>, 2021 г.

	Мощности угольных электростанций с более высокими эксплуатационными расходами, чем у новых солнечных и ветровых электростанций		Ежегодная экономия в результате замены угля новыми солнечными и ветровыми электростанциями (млрд долл. США/год)	Ежегодное сокращение выбросов CO <sub>2</sub> (млн CO <sub>2</sub> /год)
	(ГВт)	+5 долл. США/МВт-ч расходов на интеграцию ВИЭ (ГВт)		
Болгария	3,7	3,7	0,7	18
Германия	28	28	3,3	99
Индия	193	141	6,4	643
США	188	149	5,6	332
Остальные страны	724	488	16,3	1 881
<b>Среднемировой показатель</b>	<b>1 137</b>	<b>810</b>	<b>32</b>	<b>2 973</b>

Источник: анализ агентства IRENA основан на публикациях Carbon Tracker, 2018; Szabó et al., 2020; IEA, 2021; Öko-Institut, 2017; Booz&Co, 2014; Energy-charts.de; DIW Berlin, Wuppertal Institut and EcoLogic, 2019; Gimon et al., 2019; US EIA, 2021; а также Базе данных о стоимости производства энергии из возобновляемых источников агентства IRENA



## У ТЕХНОЛОГИЙ СОЛНЕЧНОЙ И ВЕТРОВОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ ИСКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ СКОРОСТИ ОБУЧЕНИЯ

Снижение издержек, наблюдаемое с 2010 г. по 2020 г., происходит с невероятной скоростью. Это имеет не только колоссальное значение для конкурентоспособности технологий возобновляемой электроэнергетики в среднесрочной перспективе. Это также важно для других технологий со сходными характеристиками, которые необходимы при энергетическом переходе.

В период с 2010 г. по 2020 г., в который было введено в эксплуатацию 94% дополнительных установленных мощностей возобновляемых источников энергии, у промышленных солнечных фотоэлектрических систем был самый высокий коэффициент скорости обучения<sup>6</sup> для мировой средневзвешенной общей стоимости с учётом затрат на монтаж, составивший 34%. У данной технологии также самая высокая LCOE, на уровне 39%. Это значение превосходит практически все предыдущие прогнозируемые коэффициенты скорости обучения по солнечным фотоэлектрическим системам, полученные на основании данных более раннего периода внедрения, когда допускалось, что коэффициенты скорости обучения могли быть выше, чем в более поздние периоды.

Для наземных ветроэлектростанций коэффициенты скорости обучения в отношении LCOE в период с 2010 г. по 2019 г. составили 32%, почти в два раза больше, чем в отношении общей стоимости с учётом затрат на монтаж. Важность понижения общей стоимости с учётом затрат на монтаж для снижения стоимости электроэнергии, выработанной на промышленных солнечных фотоэлектрических электростанциях, чётко показана в таблице S.2 с учётом близости коэффициентов скорости обучения в отношении общей стоимости с учётом затрат на монтаж и LCOE. В случае с другими технологиями повышение КПД, которое увеличило коэффициенты использования, сыграло более значительную роль в падении стоимости электроэнергии. В результате, коэффициенты скорости обучения в отношении LCOE электростанций на основе КСЭ, а также наземных и морских ветроэлектростанций значительно выше, чем в отношении общей стоимости с учётом затрат на монтаж.

**Таблица S.2** Коэффициенты скорости обучения в области солнечных фотоэлектрических систем, электростанций на основе КСЭ, наземных и морских ветроэлектростанций, с 2010 г. по 2021/23 гг.

	Коэффициенты скорости обучения	
	Общая стоимость с учётом затрат на монтаж 2010-2020 гг.	LCOE в 2010-2021/23 гг.
	(%)	(%)
Промышленные солнечные фотоэлектрические системы	34	39
КСЭ	22	36
Наземные ветроэлектростанции	17	32
Морские ветроэлектростанции	9	15

<sup>6</sup> Коэффициенты скорости обучения представляют собой уменьшение цены / стоимости в процентах для каждого двукратного увеличения общих установленных мощностей.

© IRENA 2021

Данный Краткий обзор является переводом документа «Стоимость производства электроэнергии из возобновляемых источников в 2020 году» ISBN: 978-92-9260-348-9 (2021 г.). В случае расхождений между переводом и оригиналом на английском языке преимущественную силу имеет текст на английском языке.

## ОТКАЗ ОТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

Настоящая публикация и материалы в ней предоставляются «как есть». Агентство IRENA предприняло все разумные меры, чтобы обеспечить достоверность материалов в настоящей публикации. Однако ни агентство IRENA, ни кто-либо из её сотрудников, агентов, источников данных или другого стороннего содержимого не предоставляют каких-либо официальных или подразумеваемых гарантий, и они отказываются от какой-либо ответственности или обязательств в отношении последствий использования публикации и содержащихся в ней материалов.

Информация, содержащаяся в настоящей публикации, не обязательно отражает официальную позицию всех членов агентства IRENA. Упоминание конкретных компаний, проектов или продуктов не означает, что они поддерживаются или рекомендуются агентством IRENA вместо других компаний, проектов или продуктов подобного же характера, которые здесь не упомянуты. Используемые обозначения и способ предоставления материалов в настоящей публикации не указывают на какие-либо суждения со стороны агентства IRENA в отношении юридического статуса каких-либо регионов, стран, территорий, городов или районов либо их властей, а также в отношении демаркации границ.