

Н.В. БАХТИЗИНА, А.Р. БАХТИЗИН

ИНВЕСТИЦИИ В ЭНЕРГОПЕРЕХОД И ИНСТРУМЕНТЫ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Решить проблему глобального потепления международные организации, представляющие интересы энергодефицитных развитых стран, призывают путем энергоперехода, предполагающего декарбонизацию мировой экономики. Реализация энергоперехода требует ежегодных инвестиций в размере 3% мирового ВВП в энергоэффективность, возобновляемые источники энергии, электромобили и др. В 2020 г., несмотря на ускорение динамики, объем мировых инвестиций был ниже требуемых более чем в пять раз. Лидерами по инвестициям в чистую энергетику являются технологически развитые страны Европы, США, Япония, а также развивающиеся страны — Китай и Бразилия, стремящиеся к технологической независимости. С целью расширения присутствия на перспективном рынке низкоуглеродных технологий ЕС особое внимание уделяет инновациям в сфере чистой энергетики, финансируя их через Инновационный фонд. Для недопущения технологического отставания России и снижения углеродного следа экспортной продукции целесообразно предусмотреть возможность господдержки инновационных проектов в сфере чистой энергетики из средств Климатического фонда.
Ключевые слова: выбросы парниковых газов, Парижское соглашение, энергопереход, Климатический фонд, инвестиции, регион.

JEL: F21, H54, Q56

Предпосылки энергоперехода

Наблюдаемое с 1970-х гг. ускорение роста глобальной температуры, провоцирующее природные катаклизмы, увязывается с ростом концентрации парниковых газов из-за хозяйственной деятельности человека. Решение этой проблемы мировое сообщество, возглавляемое энергозависимыми развитыми странами, видит в глубокой декарбонизации мировой экономики (так называемый энергопереход), предусматривающей существенный рост энергоэффективности, замещение

* Статья подготовлена по результатам исследования, выполненного при финансовой поддержке РФФИ, проект № 19-010-00463 «Разработка методологии отбора общественно значимых проектов для предоставления государственной поддержки».

ископаемого топлива возобновляемыми источниками энергии (далее — ВИЭ), а также развитие распределенной энергетики, электротранспорта, технологий улавливания, использования и хранения CO_2 (CCUS). Технологическими лидерами энергоперехода являются развитые страны, столкнувшиеся с ограничениями экономического роста и ищущие новые возможности его ускорения, в т.ч. через развитие чистой энергетики и трансфера технологий в развивающийся мир. Китай, стремящийся к технологической независимости от развитых стран, в XXI в. активно развивается в направлении чистой энергетики и успешно конкурирует на рынках солнечных панелей, ветрогенераторов и электромобилей.

Основная движущая сила энергоперехода — международная климатическая политика, цель которой закреплена в *Парижском соглашении* и которая предусматривает «удержание прироста глобальной средней температуры намного ниже 2°C сверх доиндустриальных уровней и приложение усилий в целях ограничения роста температуры до $1,5^\circ\text{C}$ »¹ [1]. На начало 2021 г. из 197 участников Рамочной конвенции ООН об изменении климата 190 ратифицировали Парижское соглашение. Механизмами достижения целей Парижского соглашения являются национальные климатические обязательства — обновляемые раз в 5 лет добровольные национальные вклады, а также долгосрочные стратегии декарбонизации, содержащие целевые показатели стран по снижению выбросов парниковых газов. Однако, по оценкам международных организаций, даже 100% реализация странами климатических планов не позволит достичь целей Парижского соглашения — прирост глобальной температуры превысит 3°C к 2100 г. [2].

В этой связи на фоне кризисного сокращения энергопотребления и снижения выбросов парниковых газов все чаще на международном уровне звучат призывы ускорить энергопереход, используя пандемию как возможность перезапустить мировую экономику на низкоуглеродную траекторию. Однако сроки, стоимость и последствия реализации энергоперехода крайне неопределенны в силу инерционности мировой энергосистемы, сохранения межтопливной конкуренции и наличия объективных ограничений существенного ускорения энергоэффективности и роста доли переменных ВИЭ в мировой энергосистеме.

Так, по оценкам *IEA*, для достижения целей Парижского соглашения растущее в ретроспективе мировое потребление первичной энергии уже к 2040 г. должно сократиться на 10% относительно 2019 г., а доля ВИЭ в мировом энергобалансе — увеличиться с 14% до 36% за счет сокращения доли ископаемого топлива с 81% до 56% [3]. Учитывая, что с начала XXI в. доля ископаемого топлива в мировом балансе даже незначительно выросла, такая резкая смена исторических трендов в условиях низких цен на ископаемые энергоносители, а также отсутствия технологических и инвестиционных возможностей представляется нереалистичной.

¹ В 2100 г. сверх средней глобальной температуры 1861–1880 гг.

Тем не менее совершенно очевидно, что данный тренд усиливается и не может не затронуть как экономику России в целом, так и экономику ее сырьедобывающих регионов.

Инвестиции в энергопереход

По оценкам, сделанным на основе данных *IEA*, *IRENA* и *IMF* [3; 4; 5], реализация сценария энергоперехода потребует ежегодных инвестиций в чистую энергетику² в размере около 2,6–2,7 трлн долл. США, или более 3% мирового ВВП в 2020 г. Проблемы финансирования инвестиций в энергопереход усугубляются усилившимися в результате пандемии неравенством и бедностью, в т.ч. в энергетической сфере. По данным *IEA*, в 2019 г. 771 млн чел. в мире (10,1% мирового населения) не имели доступа к электроэнергии, из них 578 млн чел. проживают в странах Африки к югу от Сахары (52,1% населения этих стран) [6].

В настоящее время инвестиции в чистую энергетику несопоставимы с требуемыми для реализации энергоперехода — по данным *BloombergNEF*, глобальные вложения³ в 2020 г. составили около 0,5 трлн долл. США (см. рис. 1) [7].

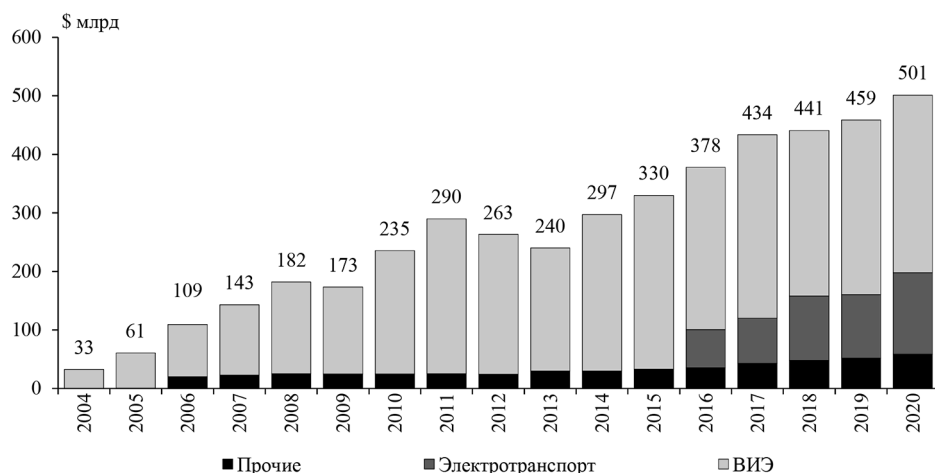


Рис. 1. Мировые инвестиции в энергопереход

Источник: [7].

В то же время, несмотря на вызванный пандемией спад мировой экономики, динамика мировых инвестиций в энергопереход ускорилась до 9,3% г/г в 2020 г. (4,0% г/г в 2019 г.). Такой прирост мировых

² Включают инвестиции в энергоэффективность, ВИЭ и электрификацию (за исключением вложений, связанных с ископаемым топливом).

³ Включают инвестиции в ВИЭ (без учета объектов гидроэнергетики мощностью более 50 МВт); электротранспорт (покупку электромобилей и развитие инфраструктуры); прочие (CCUS, водородную энергетику, бытовые геотермальные тепловые насосы, системы хранения энергии).

инвестиций в энергопереход в 2020 г. обеспечили страны Европы, компенсировав их снижение в Китае и США. Суммарные инвестиции в энергопереход европейских стран превысили уровень 2019 г. на 67% и достигли 166 млрд долл. США (33,1% мировых инвестиций). Рост вложений отмечался в сегментах электротранспорта, морской ветроэнергетики, бытовых геотермальных тепловых насосов.

Китай снизил инвестиции в энергопереход в 2020 г. на 12% г/г до 135 млрд долл. США, но остался мировым лидером — его доля составила почти 27% в мировых инвестициях в 2020 г. (см. рис. 2). В наибольшей степени инвестиции снизились в сегменте электротранспорта (–14% г/г до 45 млрд долл. США) и ВИЭ (–12% г/г до 84 млрд долл. США).

В США инвестиции в энергопереход в 2020 г. сократились на 11% г/г до 85 млрд долл. США (17,0% мировых инвестиций) вследствие снижения вложений в ВИЭ на 20% г/г до 49 млрд долл. США. В то же время инвестиции в электротранспорт увеличились на 3% г/г до 18 млрд долл. США, в бытовые геотермальные тепловые насосы — на 7% г/г до 16,5 млрд долл. США, в системы хранения энергии в 3 раза до 1,2 млрд долл. США.

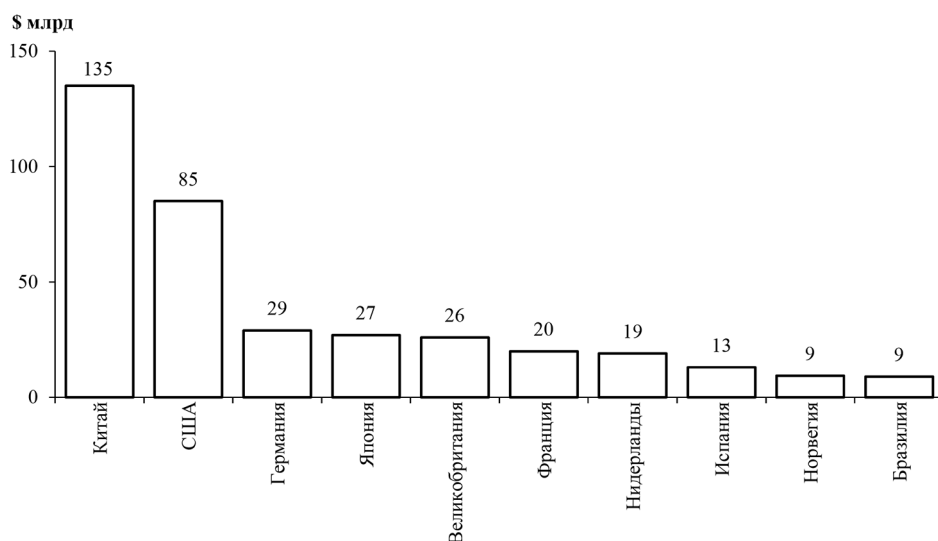


Рис. 2. Инвестиции в энергопереход в странах-лидерах в 2020 г.

Источник: [7].

Все страны, входящие в десятку лидеров по инвестициям в энергопереход, поставили цели по достижению нулевых чистых выбросов парниковых газов к 2050–2060 гг. По данным *BlombergNEF*, суммарные инвестиции в энергопереход десятки стран-лидеров составили в 2020 г. 372 млрд долл. США, или более 74% мировых инвестиций в чистую энергетику [7]. Следует отметить, что о намерениях достигнуть углеродной нейтральности к середине XXI в. объявили уже 127 стран.

Инвестиции в электротранспорт

Около 72% прироста мировых инвестиций в энергопереход в 2020 г. связано с сегментом электротранспорта. В 2020 г. на развитие электротранспорта было направлено \$139 млрд (+28,3% г/г), из которых 85%, или, 118 млрд долл. США (+43,9% г/г), составили расходы на пассажирские электромобили.

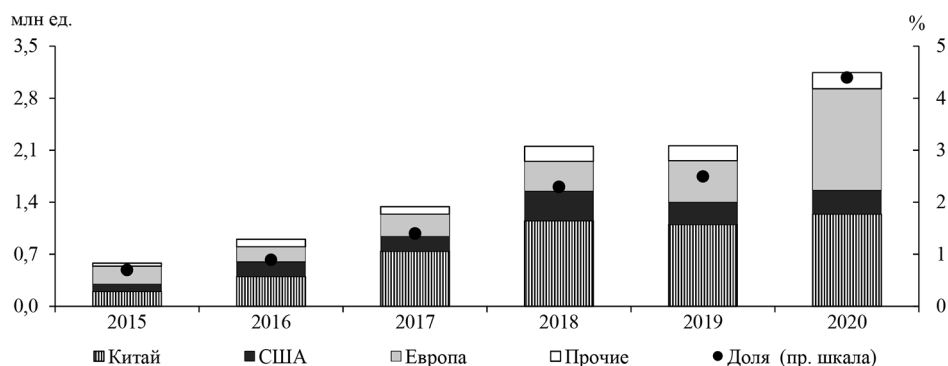


Рис. 3. Мировые продажи электромобилей и доля электромобилей в продажах пассажирских автомобилей

Источник: [8].

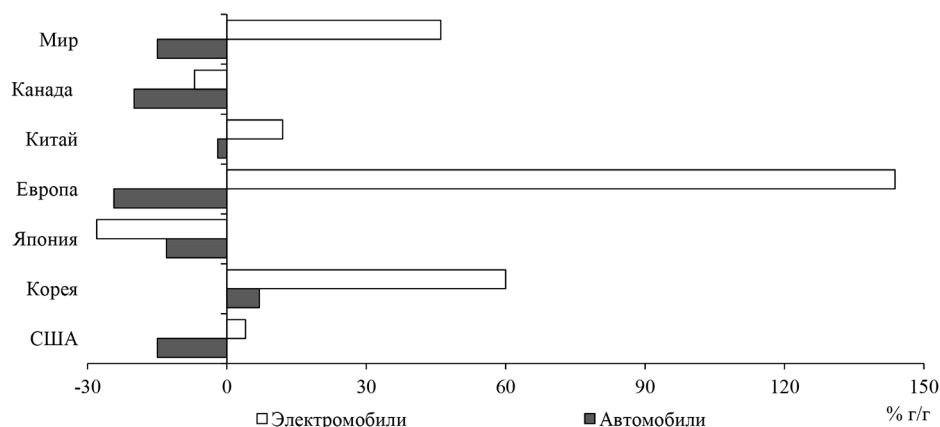


Рис. 4. Темпы прироста продаж пассажирских автомобилей и электромобилей в 2020 г.

Источник: [8].

По оценкам *IEA*, на фоне снижения мировых продаж пассажирских автомобилей на 15% г/г в 2020 г., продажи электромобилей⁴ в мире увеличились на 46% г/г и превысили 3 млн ед. (4,4% в мировых продажах пассажирских

⁴ Включают пассажирские электромобили *BEV* (на аккумуляторе), *PHEV* (на ДВС и аккумуляторе, который заряжается от внешних источников энергии), *FCEV* (на топливных элементах).

автомобилей в 2020 г.). Драйвером роста стали страны Европы, где рынок электромобилей вырос на 144% г/г до 1,4 млн ед. в 2020 г. (43% мировых продаж) [8] вследствие увеличения субсидий в Германии и Франции, а также введения с 2020 г. в ЕС стандартов на выбросы автомобилями и создания новых фондов поддержки чистой энергетики (см. рис. 3 и 4).

Инвестиции в ВИЭ

Инвестиции в самый крупный сегмент чистой энергетики – ВИЭ – увеличились на 1,7% г/г до 304 млрд долл. США в 2020 г. (61% в мировых инвестициях в энергопереход). По сравнению с 2010 г. прирост инвестиций в ВИЭ в 2020 г. составил более 44%. Такой рост связан с государственной поддержкой в ключевых странах, а также снижением среднемировых цен на фотоэлектрические модули в 2010–2019 гг. на 92% и ветряные турбины – на 56% [9]. В результате, по данным *Bloomberg* и *IRENA* [9; 10], в 2010–2019 гг. снижение средневзвешенных мировых значений $LCOE^5$ фотоэлектрических систем для ЖКХ составило 82–84%, наземных ветроэлектростанций (далее – ВЭС) – 38–57%, морских ВЭС – 29–61% (см. рис. 5).

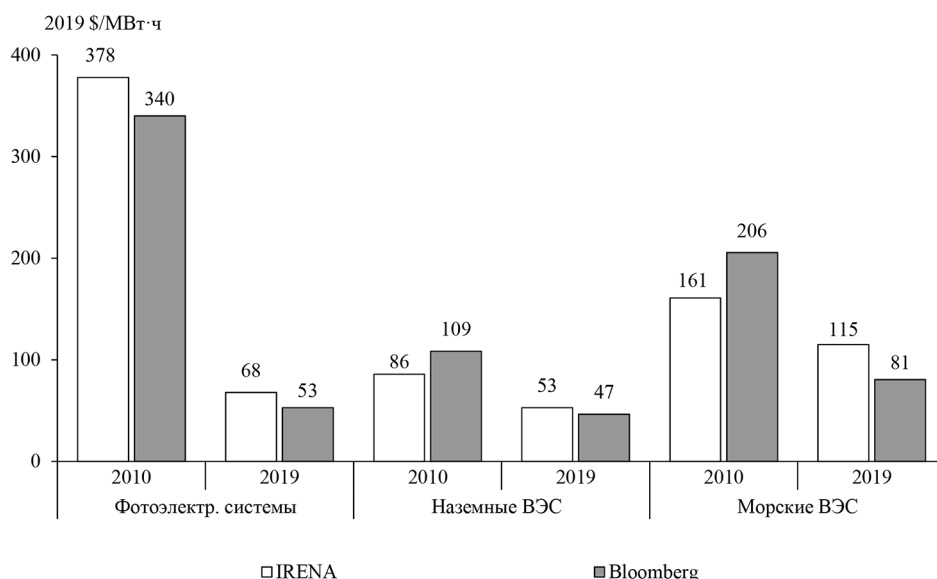


Рис. 5. Средневзвешенные мировые значения $LCOE$ по новым электростанциям

Источник: [9; 10; 11].

⁵ $LCOE$ (*Levelised Cost of Energy*) – широко используемый в международной практике критерий оценки привлекательности инвестиций в проекты электрогенерации. Представляет собой усредненную стоимость реализации электроэнергии в течение срока эксплуатации электростанций, компенсирующую инвестиции, стоимость капитала, затраты на эксплуатацию, техобслуживание и топливо без учета субсидий и затрат на передачу и хранение электроэнергии. Все значения $LCOE$ приведены в ценах 2019 г. с использованием среднегодового индекса потребительских цен США.

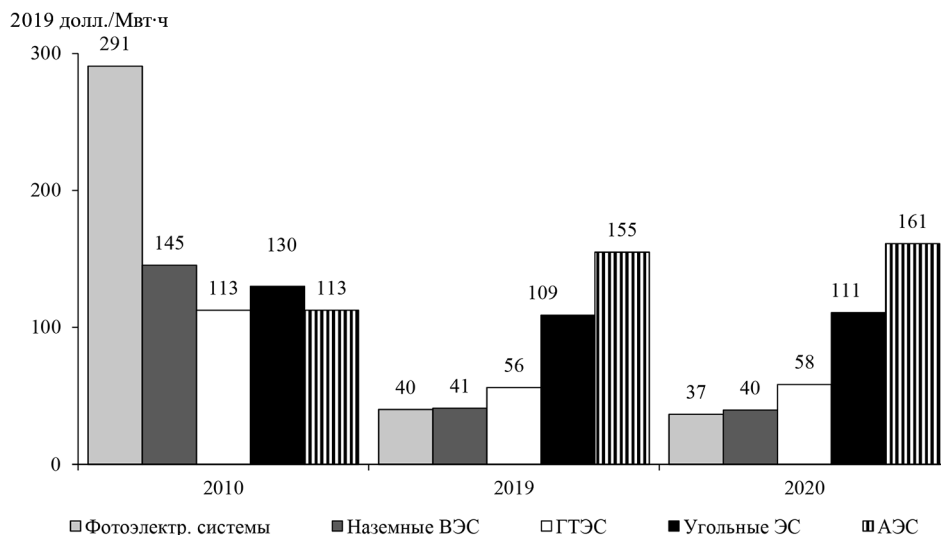


Рис. 6. Среднемировые значения $LCOE$ по новым электростанциям по данным Lazard

Источник: [9; 10; 11].

У *Lazard* оценки на 2019 г. еще ниже (см. рис. 6). В 2020 г., по данным *Lazard*, среднемировое значение $LCOE$ фотоэлектрических систем для ЖКХ снизилось еще на 8,6% г/г до 37 долл./МВт·ч, наземных ВЭС – на 3,6% г/г до 40 долл./МВт·ч. В результате, по оцененному *Lazard* критерию $LCOE$, солнечная и ветровая энергетика является более конкурентоспособной, чем новые проекты традиционной генерации, удельная стоимость которых растет во времени. Несмотря на оптимистические оценки роста конкурентоспособности ВИЭ в мире в 2020 г., *Lazard* отмечает замедление динамики снижения $LCOE$ второй год подряд [11].

Отмечаемый разброс в оценках $LCOE$ связан с особенностями используемых организациями методик расчета, страновой дифференциацией, различными выборками оцениваемых проектов и сделанными допущениями относительно коэффициентов использования установленной мощности, стоимости капитала, срока службы электростанций, цены диоксида углерода и других параметров.

Кроме того, при учете дополнительных затрат, необходимых для балансирования прерывистости ВИЭ и интеграции их в энергосистему, стоимость электроэнергии значительно растет в зависимости от доли ВИЭ в энергосистеме. Эти затраты, которые несет конечный потребитель, не публикуются органами статистики, однако находят отражение в растущей цене на электроэнергию.

Так, с 2011 г. по 2019 г. суммарная доля солнечной и ветровой энергетики в генерации Великобритании выросла с 4,4% до почти 24%; при этом цена на электроэнергию для населения увеличилась более чем на 48% по отношению к 2011 г. Рост цены на электроэнергию в стране

ускорился с 2017 г., когда доля ВИЭ увеличилась более чем на 4 процентных пункта за счет развития ветровой генерации. Таким образом, в настоящее время сложно оценить полные затраты на производство и передачу электроэнергии на основе ВИЭ, что затрудняет оценку их реальной конкурентоспособности в сравнении с традиционной генерацией.

При этом основной проблемой ВИЭ остается низкая плотность потока энергии при значительном суточном, сезонном и погодном колебании его интенсивности, создающем серьезные риски для надежности работы энергосистемы. Так, прошедшей зимой из-за погодных условий возникли серьезные перебои в генерации электроэнергии ветровыми и солнечными установками в США, Европе и Японии, создавшие риски блэкаутов.

Инвестиции в технологии CCUS

Еще один приоритет энергоперехода — *развитие технологий CCUS*. Несмотря на то, что инвестиции в технологии *CCUS* выросли в 2020 г. в 3,1 раза до 3 млрд долл. США, они составили всего 0,6% суммарных инвестиций в энергопереход [7]. Рост инвестиций в 2020 г. произошел в основном за счет норвежского проекта *Longship*, стоимость которого составляет 2,9 млрд долл. США, 70% из которых финансируется правительством Норвегии, 30% — энергетическими компаниями *Equinor*, *Shell*, *Total*.

Незначительный масштаб инвестиций в *CCUS* связан с высокой стоимостью — только затраты на улавливание составляют 15–1 000 долл. США за т CO_2 в зависимости от концентрации CO_2 и используемой технологии. Поэтому развитие технологий *CCUS* практически полностью определяется активностью государственной поддержки. Например, в США при применении технологий *CCUS* предоставляются льготы по налогам (35–50 долл. США за т CO_2), а также в рамках Стандарта на низкоуглеродное топливо Калифорнии (до 212 долл. США за т CO_2). Ожидается, что дополнительный импульс развитию *CCUS* в ЕС даст Инновационный фонд, функционирующий с 2020 г.

По оценке *IEA*, для достижения целей Парижского соглашения, мировые мощности *CCUS* должны увеличиться с 40,7 млн т CO_2 в 2020 г. почти в 21 раз к 2030 г.; в 139 раз к 2050 г., в 256 раз к 2070 г. по отношению [12]. Однако без ужесточения углеродного регулирования, создающего стимулы к внедрению чистых технологий, масштабное распространение *CCUS* трудно реализуемо.

Согласно *IEA*, реализация Парижского соглашения требует роста мировых цен на диоксид углерода до свыше 120 долл./т CO_2 -экв. уже к 2040 г. [5]. В то же время сегодня, по данным Всемирного банка, в мире насчитывается 64 инициативы по углеродному ценообразованию (действующие или с установленной датой начала действия), которые покрывают 22,3% глобальных выбросов парниковых газов в 2020 г. (около 12 млрд т CO_2 -экв.). При этом цена для более половины всех этих выбросов парниковых газов не превышает 10 долл./т CO_2 -экв. [13].

Инновационный фонд — инструмент удержания технологического лидерства ЕС в сфере чистой энергетики

Особого внимания заслуживает климатическая политика локомотива глобального энергоперехода — ЕС. В марте 2020 г. была представлена долгосрочная стратегия декарбонизации ЕС, нацеленная на достижение нулевого уровня нетто-выбросов парниковых газов к 2050 г. Дорожная карта по реализации этой цели содержится в Европейском зеленом соглашении, которое наряду с другими мерами предусматривает введение трансграничного углеродного регулирования, предполагающего сбор на импортируемую продукцию, зависящий от величины углеродного следа [14]. По оценке *KPMG*, совокупные потери российских экспортеров от введения трансграничного углеродного регулирования в базовом сценарии могут составить 33,3 млрд евро в 2025–2030 гг. [15].

Запущенная в 2005 г. крупнейшая в мире система торговли квотами *EU ETS* охватывает все страны ЕС, а также Исландию, Лихтенштейн и Норвегию, регулируя около 40% выбросов парниковых газов на территориях (более 11 тыс. предприятий энергетики, промышленности и авиации). В рамках работы *EU ETS* лимит выбросов распределяется между предприятиями, и в случае, если выделенной квоты не хватает, она приобретается предприятием на рынке *EU ETS*.

С 2021 по 2030 г. реализуется четвертая фаза развития *EU ETS*, нацеленная на снижение выбросов парниковых газов от покрываемых предприятий на 43% к 2030 г. относительно 2005 г. Цель будет достигаться путем ежегодного снижения лимита выбросов на 2,2% г/г, что уже вызвало рост стоимости фьючерсов на эмиссионные квоты *EU ETS* с начала ноября 2020 г. по март 2021 г. на 58% до свыше 37 евро/т CO₂-экв. Основной объем средств от продажи эмиссионных квот *EU ETS* поступает в Инновационный фонд, начавший свою деятельность в 2020 г. [16].

Основными целями создания Инновационного фонда, объем которого составит около 10 млрд евро в период 2020–2030 гг., является удержание европейского технологического лидерства в области чистой энергетики, а также ускорение энергоперехода и экономического роста в ЕС.

Из средств Инновационного фонда финансируются до 60% стоимости инновационных проектов, направленных на решение ключевых проблем энергоперехода, том числе развитие низкоуглеродных технологий в энергоемких отраслях, ВИЭ, технологий *CCUS*, систем хранения энергии.

Для отбора проектов используются равнозначимые качественные и количественные критерии, среди которых следующие:

- потенциал проекта по сокращению выбросов парниковых газов;
- степень инновационности проекта;
- степень проработанности проекта;
- масштабируемость проекта;
- экономическая эффективность проекта.

Эксперты осуществляют бальную оценку по критериям и отбирают самые привлекательные проекты с наибольшей суммой баллов [17].

Используя Инновационный фонд, ЕС стремится расширить свое присутствие на наиболее перспективном в свете глобального энергоперехода рынке низкоуглеродных технологий и получать технологическую ренту с остальных, менее развитых в этой сфере стран.

Климатический фонд – инструмент обеспечения конкурентоспособности России и ее регионов в сфере чистой энергетики

Российская Федерация ратифицировала Парижское соглашение по климату в 2019 г.⁶. Согласно Указу Президента Российской Федерации от 4 ноября 2020 г. № 666 «О сокращении выбросов парниковых газов», национальный вклад в реализацию Парижского соглашения определен уровнем 70% к 2030 г. от значения 1990 г. На федеральном уровне планируется принятие закона об ограничении выбросов парниковых газов (внесен в Госдуму в феврале 2021 г.), стратегии развития с низким уровнем выбросов парниковых газов, а также концепции системы учета результатов климатических проектов [18; 19; 20]. В январе 2021 г. утверждена дорожная карта реализации на территории Сахалинской области эксперимента по формированию системы верификации учета выбросов и поглощения парниковых газов. В результате эксперимента в России появится первая система торговли углеродными единицами, а *Сахалинская область может стать углеродно нейтральной* уже к 2025 г.

Проектом федерального закона об ограничении выбросов парниковых газов предусмотрено введение углеродной отчетности для крупнейших эмитентов выбросов парниковых газов, а также формирование правовой базы реализации климатических проектов и обращения углеродных единиц – ключевого инструмента по снижению углеродного следа продукции российских компаний. В рамках этого направления любая организация будет иметь возможность на добровольной основе реализовать на территории России климатические проекты, генерирующие углеродные единицы, которые будут свободно обращаться на рынке. При этом *важно, чтобы российские углеродные единицы признавались на мировом уровне*, что наряду с международными договоренностями обеспечивается соответствием проектов добровольным международным стандартам (например, *Verified Carbon Standard; Climate, Community& Biodiversity Standard; Gold Standard*), а также введением национальных стандартов.

Учитывая низкую коммерческую эффективность климатических проектов в текущей конъюнктуре, а также риски снижения экспортной эффективности из-за высокого углеродного следа продукции, с целью

⁶ Постановление Правительства Российской Федерации от 21.09.2019 г. № 1228 «О принятии Парижского соглашения».

недопущения технологического отставания России и роста зависимости от импортных технологий в сфере чистой энергетики необходимо предусмотреть возможность государственной поддержки климатических проектов. Государственная поддержка должна осуществляться в отношении проектов, направленных на создание передовых технологий, имеющих значимый социально-экономический и экологический эффект и соответствующих приоритетам государственной политики. Для осуществления прямой государственной поддержки таких проектов целесообразно создать Климатический фонд, из средств которого на конкурсной основе с привлечением частных инвестиций будут финансироваться приоритетные климатические проекты.

Отбор климатических проектов для государственной поддержки из средств Климатического фонда предлагается производить на основе иерархии разнозначимых количественных и качественных критериев, отражающих наиболее важные для государства задачи, среди которых внедрение научно-технических достижений, сокращение выбросов парниковых газов (с использованием абсолютных, относительных и удельных показателей), энергосбережение, развитие технологий чистой энергетики, импортозамещение, решение социальных и экологических проблем, общественная и бюджетная эффективность проектов и т.д.

Сравнительная оценка климатических проектов производится с использованием многокритериальных методов принятия решения, например, метода анализа иерархий [21], позволяющего повысить эффективность решений благодаря возможности, наряду с экспертной оценкой значимости критериев и проектов относительно качественных критериев, проводить сравнительный анализ количественных характеристик проектов, не прибегая к экспертным суждениям. Результатом применения метода анализа иерархий будет вектор приоритетов климатических проектов относительно всей иерархии критериев, содержащий интегральные оценки полезности проектов.

Для решения задачи оптимального размещения средств Климатического фонда между приоритетными проектами предлагается определять комбинацию проектов, максимизирующую интегральную полезность на единицу требуемых средств фонда при ограничениях на ресурсы.

Список литературы

1. The Paris Agreement / UN Climate Change, 2015. URL: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement> (дата обращения: 25.02.2021).
2. Comparison between CAT and UNEP Temperature Estimates / Climate Action Tracker provides, 2020. URL: <https://climateactiontracker.org/press/briefing-note-comparing-cat-and-unep-temperature-estimates/> (дата обращения: 20.02.2021).
3. World Energy Outlook 2020 / International Energy Agency, 2020. URL: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020> (дата обращения: 27.02.2021).

4. Global Renewables Outlook: Energy Transformation 2050 / International Renewable Energy Agency, 2020. URL: <https://www.irena.org/publications/2020/Apr/Global-Renewables-Outlook-2020> (дата обращения: 27.02.2021).
5. World Economic Outlook, October 2020: A Long and Difficult Ascent / International Monetary Fund, 2020. URL: <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2020/09/30/world-economic-outlook-october-2020> (дата обращения: 27.02.2021).
6. SDG7: Data and Projections / International Energy Agency, 2020. URL: <https://www.iea.org/reports/sdg7-data-and-projections/access-to-electricity> (дата обращения: 08.03.2021).
7. Energy Transition Investment Trends, 2021 / BloombergNEF, 2021. URL: <https://about.bnef.com/energy-transition-investment/> (дата обращения: 20.02.2021).
8. How Global Electric Car Sales Defied Covid-19 in 2020 / International Energy Agency, 2021. URL: <https://www.iea.org/commentaries/how-global-electric-car-sales-defied-covid-19-in-2020> (дата обращения: 27.02.2021).
9. BNEF Executive Factbook: Power, transport, buildings and industry, commodities, food and agriculture, capital / BloombergNEF, 2020. URL: https://data.bloomberglp.com/promo/sites/12/678001-BNEF_2020-04-22-ExecutiveFactbook.pdf?link=cta-text (дата обращения: 27.02.2021).
10. Renewable Power Generation Costs in 2019 / IRENA, 2020. URL: <https://www.irena.org/publications/2020/Jun/Renewable-Power-Costs-in-2019> (дата обращения: 27.02.2021).
11. Lazard's Levelized Cost of Energy Analysis – Version 14.0 / Lazard, 2020. URL: <https://www.lazard.com/perspective/levelized-cost-of-energy-and-levelized-cost-of-storage-2020/> (дата обращения: 27.02.2021).
12. Energy Technology Perspectives 2020. Special Report on Carbon Capture Utilisation and Storage CCUS in Clean Energy Transitions / IEA, 2020. URL: <https://webstore.iea.org/ccus-in-clean-energy-transitions> (дата обращения: 27.02.2021).
13. Carbon Pricing Dashboard / The World Bank Group, 2021. URL: <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/> (дата обращения: 08.03.2021).
14. A European Green Deal / European Commission. URL: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en#documents (дата обращения: 12.03.2021).
15. KPMG оценила ущерб для России от введения углеродного налога в ЕС / РБК, 2020. URL: <https://www.rbc.ru/business/07/07/2020/5f0339a39a79470b2fdb51be> (дата обращения: 10.03.2021).
16. EU Emissions Trading System (EU ETS) / European Commission. URL: https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_en (дата обращения: 10.03.2021).
17. Innovation Fund (InnovFund). Call for Proposals / European Commission, 2020. URL: https://ec.europa.eu/clima/policies/innovation-fund_en. (дата обращения: 08.03.2021).
18. Глава Минэкономразвития представил на заседании Правительства законопроект об ограничении выбросов парниковых газов / Министерство экономического развития Российской Федерации. URL: https://www.economy.gov.ru/material/news/glava_minekonomrazvitiya_predstavil_na_zasedanii_pravitelstva_zakonoproekt_ob_ogranichenii_vybrosov_parnikovyh_gazov.html (дата обращения: 13.03.2021).
19. Проект Стратегии долгосрочного развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года / Министерство экономического развития Российской Федерации. URL: https://www.economy.gov.ru/material/file/babacbb75d32d90e28d3298582d13a75/proekt_strategii.pdf (дата обращения: 13.03.2021).

20. Проект Концепции системы учета, регистрации, выпуска в обращение, передачи и зачета результатов климатических проектов, осуществляемых на территории Российской Федерации / Министерство экономического развития Российской Федерации. URL: https://www.economy.gov.ru/material/file/c9bc041a79280702939e7c28c4862f15/proekt_konceptii.pdf (дата обращения: 13.03.2021).

21. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: пер. с англ. М.: Радио и связь, 1989. 316 с.

References

1. The Paris Agreement, *UN Climate Change*, 2015. Available at: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement> (accessed 25 February 2021).

2. Comparison between CAT and UNEP Temperature Estimates, *Climate Action Tracker provides*, 2020. Available at: <https://climateactiontracker.org/press/briefing-note-comparing-cat-and-unep-temperature-estimates/> (accessed 20 February 2021).

3. World Energy Outlook 2020, *International Energy Agency*, 2020. Available at: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020> (accessed 27 February 2021).

4. Global Renewables Outlook: Energy Transformation 2050, *International Renewable Energy Agency*, 2020. Available at: <https://www.irena.org/publications/2020/Apr/Global-Renewables-Outlook-2020> (accessed 27 February 2021).

5. World Economic Outlook, October 2020: A Long and Difficult Ascent, *International Monetary Fund*, 2020. Available at: <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2020/09/30/world-economic-outlook-october-2020> (accessed 27 February 2021).

6. SDG7: Data and Projections, *International Energy Agency*, 2020. Available at: <https://www.iea.org/reports/sdg7-data-and-projections/access-to-electricity> (accessed 08 March 2021).

7. Energy Transition Investment Trends, 2021, *BloombergNEF*, 2021. Available at: <https://about.bnef.com/energy-transition-investment/> (accessed 20 February 2021).

8. How global electric car sales defied Covid-19 in 2020, *International Energy Agency*, 2021. Available at: <https://www.iea.org/commentaries/how-global-electric-car-sales-defied-covid-19-in-2020> (accessed 27 February 2021).

9. BNEF Executive Factbook: Power, transport, buildings and industry, commodities, food and agriculture, capital, *BloombergNEF*, 2020. Available at: https://data.bloomberglp.com/promo/sites/12/678001-BNEF_2020-04-22-ExecutiveFactbook.pdf?link=cta-text (accessed 27 February 2021).

10. Renewable Power Generation Costs in 2019, *IRENA*, 2020. Available at: <https://www.irena.org/publications/2020/Jun/Renewable-Power-Costs-in-2019> (accessed 27 February 2021).

11. Lazard's levelized cost of energy analysis—version 14.0, *Lazard*, 2020. Available at: <https://www.lazard.com/perspective/levelized-cost-of-energy-and-levelized-cost-of-storage-2020/> (accessed 27 February 2021).

12. Energy Technology Perspectives 2020. Special Report on Carbon Capture Utilisation and Storage CCUS in clean energy transitions, *IEA*, 2020. Available at: <https://webstore.iea.org/ccus-in-clean-energy-transitions> (accessed 27 February 2021).

13. Carbon Pricing Dashboard, *The World Bank Group*, 2021. Available at: <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/> (accessed 08 March 2021).

14. A European Green Deal, *European Commission*. Available at: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en#documents (accessed 12 March 2021).

15. KPMG otsenila ushcherb dlia Rossii ot vvedeniia uglerodnogo naloga v ES [KPMG Assessed the Damage to Russia From the Carbon Tax in the EU], *RBK* [RBK], 2020. (In Russ.). Available at: <https://www.rbc.ru/business/07/07/2020/5f0339a39a79470b2fdb51be> (accessed 10 March 2021).

16. EU Emissions Trading System (EU ETS), *European Commission*. Available at: https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_en (accessed 10 March 2021).

17. Innovation Fund (InnovFund). Call for proposals, *European Commission*, 2020. Available at: https://ec.europa.eu/clima/policies/innovation-fund_en. (accessed 08 March 2021).

18. Glava Minekonomrazvitiia predstavil na zasedanii Pravitel'stva zakonoproekt ob ogranichenii vybrosov parnikovyykh gazov [The Head of the Ministry of Economic Development Presented at a Government Meeting a Draft Law on Limiting Greenhouse Gas Emissions], *Ministerstvo ekonomicheskogo razvitiia Rossiiskoi Federatsii* [Ministry of Economic Development of the Russian Federation]. (In Russ.). Available at: https://www.economy.gov.ru/material/news/glava_minekonomrazvitiya_predstavil_na_zasedanii_pravitelstva_zakonoproekt_ob_ogranichenii_vybrossov_parnikovyykh_gazov.html (accessed 13 March 2021).

19. Proekt Strategii dolgosrochnogo razvitiia Rossiiskoi Federatsii s nizkim urovnem vybrosov parnikovyykh gazov do 2050 goda [Draft Strategy for the Long-Term Development of the Russian Federation with Low Greenhouse Gas Emissions until 2050], *Ministerstvo ekonomicheskogo razvitiia Rossiiskoi Federatsii* [Ministry of Economic Development of the Russian Federation]. (In Russ.). Available at: https://www.economy.gov.ru/material/file/babacbb75d32d90e28d3298582d13a75/proekt_strategii.pdf (accessed 13 March 2021).

20. Proekt Kontseptsii sistemy ucheta, registratsii, vypuska v obrashchenie, peredachi i zacheta rezul'tatov klimaticheskikh proektov, osushchestvlyaemykh na territorii Rossiiskoi Federatsii [Draft Concept of the System of Accounting, Registration, Release into Circulation, Transfer and Offset of the Results of Climate Projects Carried out on the Territory of the Russian Federation], *Ministerstvo ekonomicheskogo razvitiia Rossiiskoi Federatsii* [Ministry of Economic Development of the Russian Federation]. (In Russ.). Available at: https://www.economy.gov.ru/material/file/c9bc041a79280702939e7c28c4862f15/proekt_koncepcii.pdf (accessed 13 March 2021).

21. Saati T. Priniatie reshenii. Metod analiza ierarkhii [Making Decisions. Hierarchy Analysis Method], translated from English. Moscow, Radio i sviaz', 1989. 316 p. (In Russ.).

ENERGY TRANSITION INVESTMENTS AND FINANCING INSTRUMENTS

International organizations representing the interests of energy-deficient developed countries are urging to solve the problem of global warming through the Energy Transition, which implies decarbonization of the world economy. The implementation of the Energy Transition requires annual investments of 3% of world GDP in energy efficiency, renewable energy, electric vehicles, etc. In 2020, despite the acceleration of dynamics, the volume of world investments was more than 5 times lower than required. The leaders in investments in clean energy are the technologically developed countries of Europe, the USA, Japan, as well as developing countries – China and Brazil, striving for technological independence. In order to expand its presence in the promising market for low carbon technologies, the EU pays special attention to innovations in the field of clean energy, financing them through the

Innovation Fund. To prevent Russia's technological backwardness and reduce the carbon footprint of export products, it is advisable to envisage the possibility of state support for innovative projects in the field of clean energy from the Climate Fund.

Keywords: greenhouse gas emissions, Paris Agreement, Energy transition, Climate Fund, investments, region.

JEL: F21, H54, Q56

Дата поступления – 15.03.2021 г.

БАХТИЗИНА Нафиса Владиславовна

кандидат экономических наук, старший научный сотрудник;
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Централь-
ного экономико-математического института РАН / Нахимовский про-
спект, д. 47, г. Москва, 117418.
e-mail: bnvlad@yandex.ru

БАХТИЗИН Альберт Рауфович

доктор экономических наук, член-корреспондент РАН, директор;
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Централь-
ный экономико-математический института РАН / Нахимовский про-
спект, д. 47, г. Москва, 117418.
e-mail: albert.bakhtizin@gmail.com

BAKHTIZINA Nafisa V.

Cand. Sc. (Econ.), Senior Researcher;
Federal State Budgetary Institution of Science of the Central Economics and
Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences / 47, Nakhimovsky
Av., Moscow, 117418.
e-mail: bnvlad@yandex.ru

BAKHTIZIN Albert R.

Dr. Sc. (Econ.), Corresponding Member of the RAS, Head;
Federal State Budgetary Institute of Science Central Institute of Economics
and Mathematics of the Russian Academy of Sciences / 47, Nakhimovsky Av.,
Moscow, 117418.
e-mail: albert.bakhtizin@gmail.com

Для цитирования:

Бахтизина Н.В., Бахтизин А.Р. Инвестиции в энергопереход и инстру-
менты финансирования. 2021. Т. 26. № 1 (101). С. 100–114. DOI: <http://dx.doi.org/10.21686/2073-1051-2021-1-100-114>