

ЗЕЛЕНАЯ РЕВОЛЮЦИЯ В ЕВРОПЕ: ЧТО ОНА НЕСЕТ РОССИИ?

Часть 2 Авиация

г. Москва, октябрь 2021 г.



ПЕТРОМАРКЕТ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА

СОДЕРЖАНИЕ

Резюме _____	5
1. Международная и европейская климатическая политика в области авиации _____	10
2. «Зеленый» керосин как основа декарбонизации авиаперевозок в Европе _____	20
2.1. Синтетический и биокеросин: уже на пороге _____	20
2.2. Электро- и водородные самолеты: полетят, но не далеко _____	24
3. Спрос на авиакеросин в Европе: обнуления не будет _____	30
4. Россия: ассиметричный ответ на декарбонизацию авиации _____	37
Приложение _____	43

Все материалы, представленные в настоящем документе, носят исключительно информационный характер.

ООО «ИГ «Петромаркет» не несет ответственности за возникновение любого ущерба или убытков в связи с использованием документа, а также за достоверность представленных в документе данных из внешних источников.

Любое использование документа и/или его частей допускается только со ссылкой на источник – ООО «ИГ «Петромаркет».

АВТОРЫ



Хомутов
Иван Александрович
Генеральный директор



Квон
Константин Рэнович
Старший консультант

При участии:

Рудермана Якова Львовича

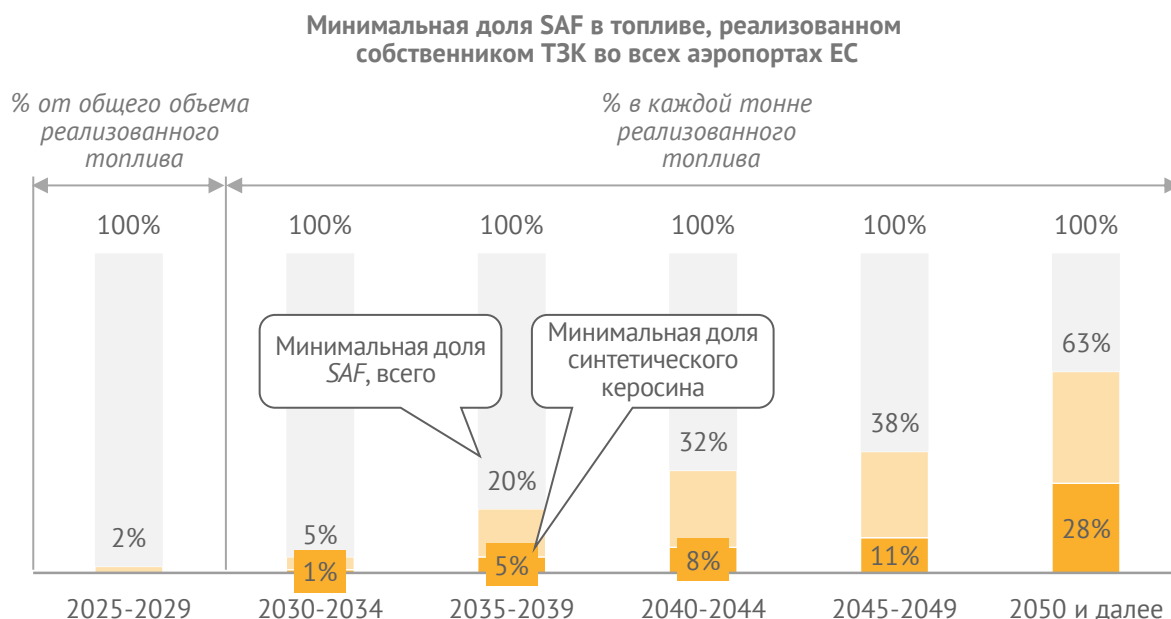
РЕЗЮМЕ

- В настоящее время выбросы парниковых газов авиацией в Европейском Союзе (ЕС) подпадают под действие двух регуляторных инструментов – Системы торговли выбросами ЕС и международной системы регулирования выбросов *CORSIA*. Первая стимулирует авиакомпании снижать выбросы CO₂ от сжигания авиакеросина на рейсах внутри Европейской Экономической Зоны (ЕЭЗ), в которую помимо стран ЕС входят Исландия, Норвегия и Лихтенштейн, вторая – выбросы CO₂ от сжигания топлива на всех международных рейсах, связывающих страны-участницы *CORSIA*, за исключением рейсов внутри ЕЭЗ. Оба этих инструмента вплоть до конца 2040-х годов будут оказывать весьма ограниченное влияние на выбросы CO₂ авиацией в Европе и не создадут заметных стимулов для ее декарбонизации.
- Понимая это, Европейская комиссия (ЕК) разработала и предложила к внедрению специальный механизм, стимулирующий развитие рынка низкоуглеродных альтернатив нефтяному керосину – био- и синтетических топлив, рассчитанных на использование традиционными воздушными судами с реактивными двигателями. С внедрением этого механизма в 2025 г. все собственники топливо-заправочных комплексов (ТЗК) в аэропортах ЕС будут обязаны заправлять воздушные суда вне зависимости от направления их полетов топливом, состоящим из смеси нефтяного авиакеросина с низкоуглеродным авиационным топливом из возобновляемых источников энергии (*sustainable aviation fuel, SAF*) (см. Рис. Р.1). Это регулирование будет основной движущей силой рынка «зеленого» керосина в Европе вплоть до конца 2040-х гг.

Рис. Р.1

Перспективные требования к уровню продаж SAF в аэропортах ЕС

Источник: Законопроект 2021/0205 (COD), анализ ИГ «Петромаркет»

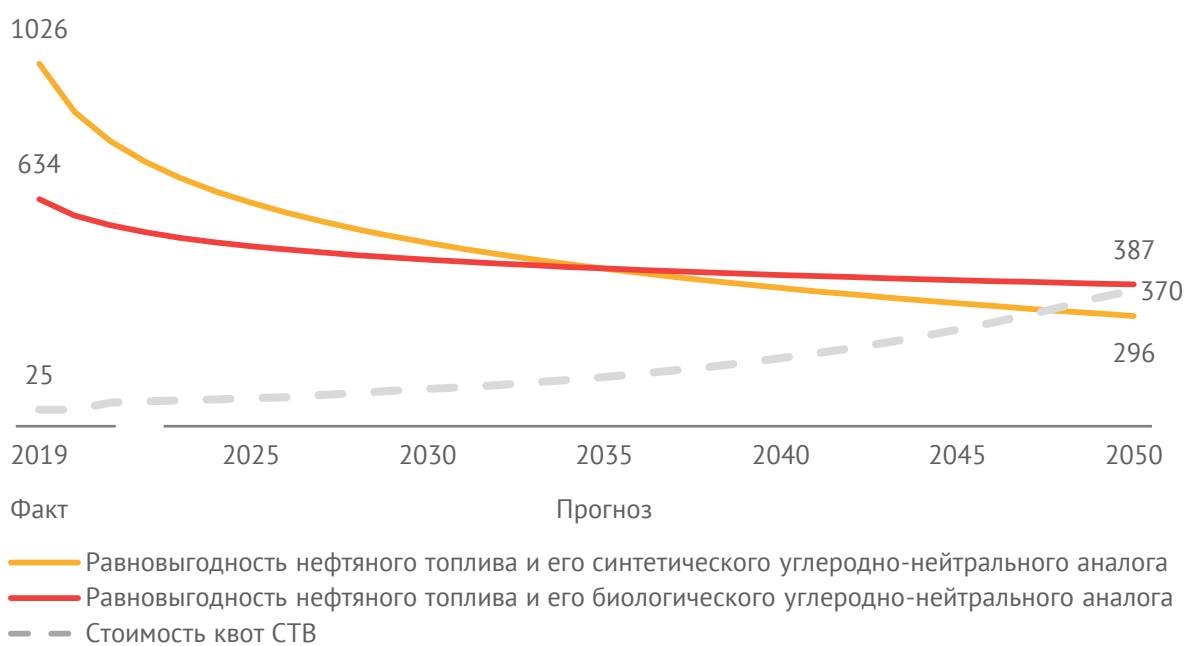


- В сегменте воздушных перевозок внутри ЕЭЗ дополнительный толчок развитию рынка «зеленого» керосина в 2048 г. даст Система торговли выбросами (СТВ) ЕС. В этот момент стоимость квот, которыми авиакомпании, осуществляющие полеты внутри ЕЭЗ, должны покрывать выбросы от сжигания топлива, будет настолько высокой, что сделает выгодным использование вместо нефтяного керосина его углеродно-нейтрального синтетического аналога (см. Рис. Р.2). Иными словами, в 2048-2050 гг. на рейсах внутри ЕЭЗ воздушные суда будут заливать в баки больше SAF, чем того требует регулирование их продаж (т.е. более 38% от общего объема топлива, реализованного ТЗК при обслуживании рейсов внутри ЕЭЗ, в 2048-2049 гг. и более 63% с 2050 г.).

Рис. Р.2

Стоимость квот СТВ ЕС на выбросы CO₂ и уровень платы за выбросы, при которой поставки нефтяного керосина и его углеродно-нейтрального аналога на рынок ЕС равновыгодны, 2019-2050 гг., евро/тCO₂э в ценах 2019 г.

Источник: ИГ «Петромаркет» с использованием данных Refinitive



- Как показал наш анализ, широко обсуждаемые варианты декарбонизации воздушного транспорта путем замещения традиционных воздушных судов электро- и водородными самолетами до 2050 г. не составят конкуренцию использованию «зеленого» керосина.
- Электрические самолеты сегодня разрабатывают только стартапы (например, шведская *Heart Aerospace* или израильская *Eviation*). Крупные компании разработкой электросамолетов в настоящее время не занимаются (в частности, *Airbus* в апреле 2020 г. остановил свой проект по разработке электро- и гибридных самолетов, так как счел самолеты на водородном топливе более перспективной технологией). Все ныне проектируемые электросамолеты имеют малую вместимость и низкую дальность полета (19 пассажиров и 400 км в случае *Heart ES-*

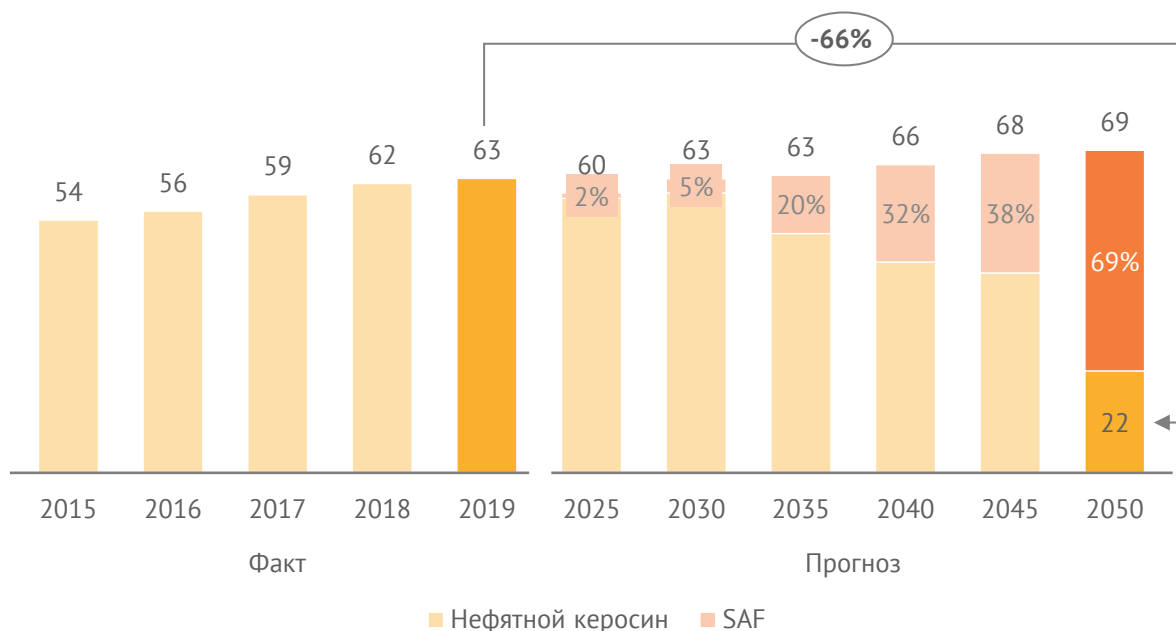
19). Увеличить вместимость или дальность не позволяет недостаточная массовая и объемная энергетическая плотность современных батарей. Ниша самолетов такого класса в Европе очень мала: в 2019 г. на них в ЕС-27 приходилось всего около 1% пассажирооборота. По этой причине нет оснований рассчитывать на то, что электросамолеты могут стать полноценной альтернативой традиционной авиации.

- Разработкой водородного самолета среди крупных авиастроительных компаний всерьез занимается только *Airbus*, поставившая перед собой цель вывести его на рынок в 2035 г. Однако, мы ожидаем, что до 2050 г. водород не сможет занять сколько-нибудь существенную нишу на европейском рынке авиатоплив поскольку при полетах на большие расстояния воздушные суда на водородном топливе будут проигрывать в эффективности самолетам, использующим «зеленый» авиакеросин, а ниша полетов на короткие расстояния будет неуклонно сужаться ввиду развития в Европе скоростного железнодорожного транспорта.
- Благодаря развитию рынка «зеленых» топлив к 2050 г. общеевропейский спрос на авиакеросин будет на 68.5% покрываться SAF, а спрос на нефтяное топливо на европейском рынке относительно 2019 г. упадет на 66% (см. Рис. Р.3).

Рис. Р.3

Спрос на авиакеросин в Европе в 2015-2050 гг., млн т

Источник: факт – ИГ «Петромаркет» с использованием данных Eurostat, IEA, прогноз – ИГ «Петромаркет»



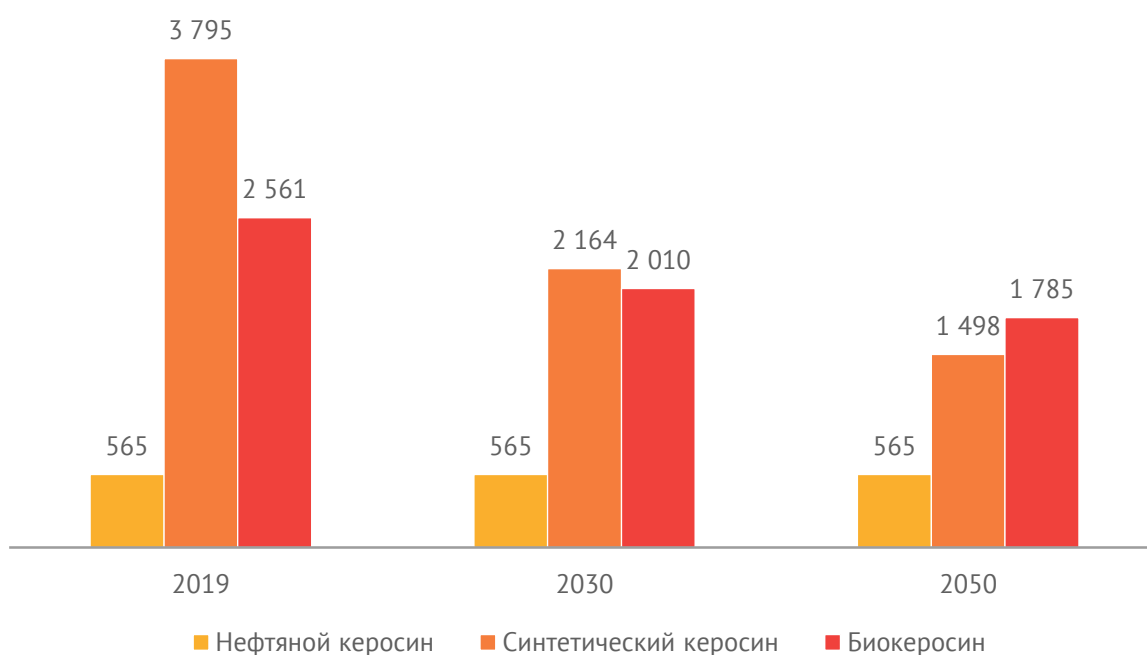
- Следует обратить внимание на тот факт, что спрос на нефтяной керосин в Европе в 2050 г. не обнулится, а значит, не исчезнут и выбросы ПГ европейской авиацией. Однако оставшийся объем выбросов не станет препятствием к достижению ЕС углеродной нейтральности экономики к 2050 г., поскольку будет поглощен лесным хозяйством Союза.

- Декарбонизация авиации посредством замещения нефтяного керосина его «зелеными» аналогами (SAF) затронет не только Европу, но и другие страны, поставившие перед собой амбициозные цели по переходу к углеродно-нейтральной экономике на горизонте 2050-60 гг. Тем не менее, повсеместным распространение «зеленого» керосина в мире не станет. Будучи исключительно дорогим топливом (см. Рис. Р.4), он не найдет своей ниши на рынках стран, не предполагающих вводить столь же жесткое климатическое регулирование рынка топлив для авиации, как ЕС.

Рис. Р.4

Сопоставление цены нефтяного керосина со стоимостью его углеродно-нейтральных аналогов в 2019-2050 гг., евро/т на базе CIF NWE в ценах 2019 г.

Источник: ИГ «Петромаркет» с использованием данных Refinitive



- На этом фоне России не стоит ожидать стихийного проникновения в страну «зеленого» керосина, способного радикально поменять привычный уклад отечественного рынка авиационного топлива. Тем не менее, меры по декарбонизации авиации, предпринимаемые отдельными странами и международными организациями, все же несут определенные угрозы, хотя и не катастрофического характера, российской авиации и российской нефтепереработке.
- Угроза авиационному транспорту связана с необходимостью заправлять воздушные суда более дорогим, чем нефтяное топливо, «зеленым» керосином в европейских аэропортах, а также в аэропортах других стран, которые введут SAF-регулирование по примеру ЕС. Запрет на танкерование самолетов керосином (один из элементов SAF-регулирования) сделает такую заправку безальтернативной при полетах в Россию из стран с SAF-регулированием. Увеличение затрат на топливо неизбежно будет транслировано в рост стоимости услуг

воздушного транспорта (по крайней мере, в международном авиасообщении) и негативно отразится на его пассажиро- и грузообороте. Однако, этот негативный эффект будет достаточно скромным – потеря максимум 3.5% суммарного пассажиро- и грузооборота российских авиакомпаний в 2050 г. по сравнению с уровнем, который наблюдался бы без внедрения SAF-регулирования (сценарий “*Business-as-usual*” - в нем мы ожидаем роста совокупного пассажиро- и грузооборота российских авиакомпаний к 2050 г. как минимум в 2 раза относительно 2019 г.).

- Угрозы российской нефтепереработке от декарбонизации авиации связаны с сокращением спроса на авиакеросин, произведенный отечественными НПЗ, как в самой России (из-за запрета танкерования судов со стороны стран с SAF-регулированием), так и за рубежом. Мы ожидаем, что сокращение суммарного спроса на российский авиакеросин внутри страны и за рубежом составит максимум 13% от уровня суммарного спроса на керосин в 2050 г. в сценарии “*Business-as-usual*” (в этом сценарии суммарный спрос на произведенный в России керосин вырастает как минимум на 50% по сравнению с 2019 г.).
- Отсутствие предпосылок для тотальной декарбонизация мировой авиации к 2050 г. означает, что в аэропортах ряда стран воздушные суда, совершающие международные рейсы, будут по-прежнему заправляться традиционным керосином и выбрасывать при его сжигании значительные объемы CO₂. Часть этих выбросы авиакомпаниям придется компенсировать платежами в рамках системы *CORSIA*, регулирующей выбросы CO₂ авиацией в международном сообщении. Суть компенсации состоит в том, что выплаты авиакомпаний фактически инвестируются в проекты, обеспечивающие снижение или препятствующие росту выбросов ПГ. Но такой же эффект могут давать и проекты, направленные на поглощение выбросов ПГ. В частности, компенсационную роль в рамках *CORSIA* могли бы играть проекты в области развития лесного хозяйства. Россия обладает территорией, имеющей огромный потенциал для осуществления таких проектов. Это открывает для нашей страны возможность стать экспортером поглощающей способности новых лесонасаждений для покрытия выбросов ПГ от международных авиаперевозок.

1. МЕЖДУНАРОДНАЯ И ЕВРОПЕЙСКАЯ КЛИМАТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА В ОБЛАСТИ АВИАЦИИ

Инструментарий регулирования

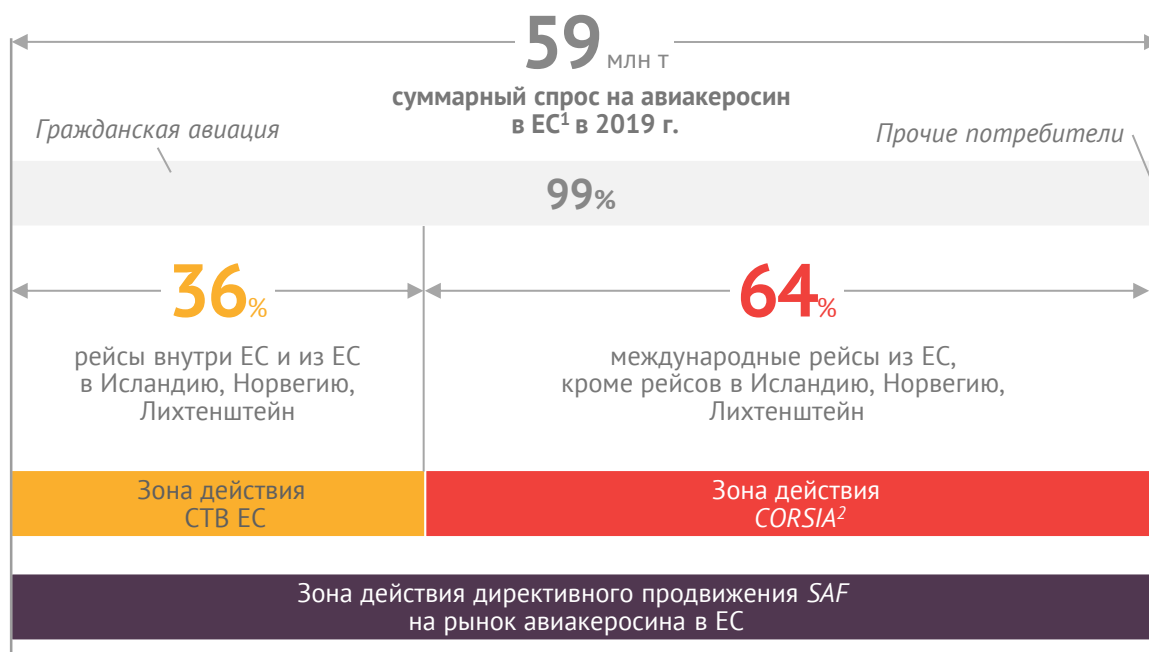
- Эмиссия парниковых газов (ПГ) от сжигания топлива воздушным транспортом является одним из объектов регулирования в рамках общей климатической политики Европейского союза (ЕС), направленной на полную декарбонизацию экономики Союза. Кроме того, на авиасообщение между ЕС и третьими странами распространяется международное регулирование эмиссии ПГ.
- В регулирующих документах применительно к авиации под эмиссией ПГ понимаются исключительно выбросы CO₂, поэтому везде ниже эти понятия считаются тождественными.
- По состоянию на октябрь 2021 г. выбросы ПГ воздушным транспортом в ЕС регулируются с помощью двух инструментов:
 - **Система торговли выбросами ЕС** (*EU Emission Trading System, EU ETS, СТВ ЕС*; введена *Директивой (ЕС) 2003/87*) – инструмент ЕС.
 - Система стимулирует авиакомпании снижать выбросы CO₂ от сжигания авиакеросина на рейсах внутри Европейской Экономической Зоны (ЕЭЗ), в которую помимо стран ЕС входят Исландия, Норвегия и Лихтенштейн. Авиакомпании, совершающие указанные рейсы, обязаны «погашать» свои выбросы квотами, эмитируемыми СТВ ЕС. Часть квот предоставляется авиакомпаниям бесплатно, но за остальные квоты им приходится платить.
 - **Система CORSIA** (*Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation*; введена *Резолюцией А40-19 ИКАО*) – международный инструмент.
 - Система стимулирует авиакомпании снижать выбросы CO₂ от сжигания топлива на всех международных рейсах, связывающих страны-участницы CORSIA, за исключением рейсов внутри ЕЭЗ, которые подпадают под действие СТВ ЕС. Авиакомпании, совершающие рейсы, регулируемые CORSIA, обязаны «компенсировать» часть выбросов так называемыми «кредитами», которые эмитируются системами, аккредитованными в CORSIA.
 - На начало 2021 г. в CORSIA участвовало 88 стран, к началу 2022 г. ожидается увеличение присоединившихся к системе стран до 107. Все страны ЕС являются участниками CORSIA.
- В настоящее время в ЕС готовится к внедрению еще один механизм воздействия на выбросы CO₂ авиацией. На этот раз – путем директивного введения **обязательных продаж «зеленого» керосина в аэропортах ЕС**.

- Механизм описан в *Законопроекте 2021/0205 (COD)*, опубликованном 14 июля 2021 г. в рамках пакета *“Fit for 55”* – набора законодательных инициатив Европейской комиссии (ЕК) в области климатической политики, призванного адаптировать климатическое законодательство ЕС к выполнению цели по снижению выбросов ПГ экономикой Союза к 2030 г. на 55% относительно 1990 г. В соответствии с законопроектом собственники топливо-заправочных комплексов (ТЗК), осуществляющих свою деятельность в аэропортах ЕС, с 2025 г. будут обязаны заправлять воздушные суда вне зависимости от направлений их полетов топливом, состоящим из смеси традиционного авиакеросина с низкоуглеродным авиационным топливом из возобновляемых источников энергии (*sustainable aviation fuel, SAF*). Минимальная доля *SAF* в смеси устанавливается тем же самым законопроектом.
- Если СТВ ЕС распространяет свое действие на 36% рынка авиатоплива в ЕС, система *CORSIA* – на оставшиеся 64% этого рынка (за некоторыми исключениями), то механизм регулирования продаж «зеленого» топлива в аэропортах ЕС – на весь рынок (см. Рис. 1.1).

Рис. 1.1

Охват климатическим регулированием рынка авиакеросина в ЕС

Источник: оценки ИГ «Петромаркет» на основе данных Eurostat, IEA



Примечания:

1. Включая Великобританию, вышедшую из состава ЕС 31 декабря 2020 г.

2. Под действие *CORSIA* не подпадают рейсы в страны, не присоединившиеся к *CORSIA*. В 2021 г. в *CORSIA* участвовало 88 стран, к началу 2022 г. ожидается увеличение количества присоединившихся к системе стран до 107 (суммарно на долю этих стран приходится 78% международных авиарейсов). Начиная с 2027 г. участие в *CORSIA* станет обязательным для всех стран, кроме наименее развитых, развивающихся островных или не имеющих выхода к морю, а также стран, чья доля в международных воздушных перевозках составляет меньше 0.5%

Система торговли выбросами ЕС

- **Система торговли выбросам ЕС (СТВ ЕС)** – механизм сокращения выбросов парниковых газов в ряде секторов экономики группы стран, включающей в себя ЕС-27, Лихтенштейн, Исландию и Норвегию. В число секторов, на которые распространяет свое действие СТВ ЕС входят энергетика (объекты мощностью более 20 мВт), нефтепереработка, нефтехимия, металлургия и целый ряд других, в т.ч. гражданская авиация, осуществляющая полеты внутри ЕЭЗ.
- Следует отметить, что при принятии поправок к законодательству об СТВ, сформулированных в пакете *“Fit for 55”*, с 2024 г. действие СТВ ЕС будет расширено на полеты гражданской авиацией из ЕЭЗ в Великобританию и Швейцарию.
- Механизм начал функционировать в 2005 г. В 2005-2007 гг. действовала 1-ая фаза СТВ ЕС, в 2008-2012 – 2-ая, в 2013-2020 – 3-я. В настоящий момент действует 4-ая, рассчитанная на 2021-2030 гг. (подробное описание эволюции СТВ ЕС см. в работе ИГ «Петромаркет» [«Трансграничное углеродное регулирование в ЕС: Как обернуть его в пользу России?»](#)).
- Принципиальная схема работы СТВ ЕС состоит в следующем:
 - Участниками системы являются компании из охватываемых ею стран и отраслей экономики. Эти компании по итогам года обязаны подавать регулятору системы (на уровне ЕС) верифицированные данные по выбросам парниковых газов.
 - Объем таких выбросов компания должна «погасить» или «оплатить» квотами: 1 квота компенсирует 1 тонну выбросов CO₂ эквивалента.
 - Регулятор ежегодно определенным образом (по известным правилам) распределяет квоты на выбросы между участниками СТВ ЕС. Часть квот компании получают бесплатно. Если объем выбросов компании больше объема полученных ею бесплатных квот, то компания может приобрести недостающие квоты на аукционе у регулятора или купить у других компаний. Если же объем выбросов компании меньше имеющихся у нее квот, она может продать избыточные квоты. Компании имеют также возможность сохранять полученные от регулятора и оказавшиеся «лишними» квоты для погашения ими собственных выбросов или их продажи другим компаниям в будущем.
 - Регулятор СТВ ЕС ежегодно снижает «потолок» вводимых в обращение квот, включая и те, что распределяются между участниками системы бесплатно, и те, что размещаются регулятором на аукционе. Действующее на октябрь 2021 г. законодательство об СТВ предполагает, что начиная с 2021 г., годовой объем вводимых в обращение квот будет сокращаться, как минимум, на 2.2% в год от среднего за 2008-2012 гг. уровня (в случае принятия поправок к законодательству об СТВ, сформулированных в пакете *“Fit for 55”*

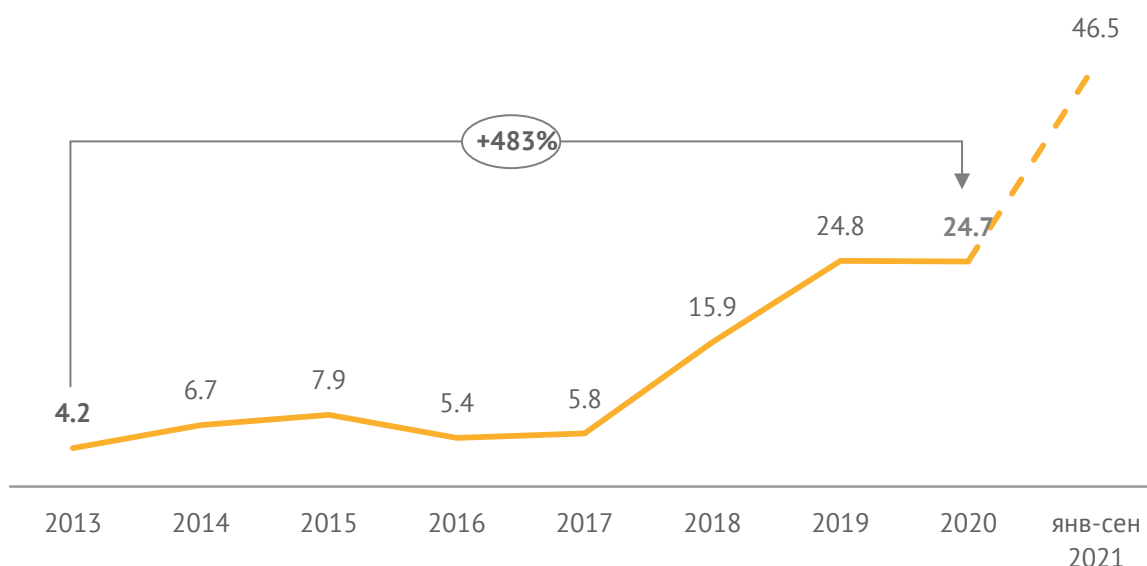
сокращение в 2024 г. составит 10.2%, а начиная с 2025 г. будет составлять 4.2% в год).

- Механизмы СТВ ЕС обеспечивают решение сразу нескольких задач:
 - Механизм последовательного снижения «потолка» вводимых в обращение квот сокращает совокупный объем выбросов ПГ, который участники системы имеют возможность погасить квотами, а значит, падает и физическая эмиссия ПГ.
 - Механизм торговли квотами приводит к эффективному, с экономической точки зрения, распределению сокращения выбросов ПГ между отраслями. Выбросы, в первую очередь, сокращаются в тех отраслях, где экономия на покупке квот оказывается больше затрат на снижение выбросов, а приобретают «освободившиеся» квоты компании из других отраслей, где ситуация обратная – затраты на покупку квот меньше стоимости сокращения выбросов.
- Кроме того, последовательное сокращение вводимых регулятором СТВ ЕС в обращение квот снижает рыночное предложение «свободных» квот. Следствием этого является рост стоимости квот (в целом за период с 2013 по 2020 гг. квоты выросли в цене почти в 6 раз – см. Рис. 1.2). Подорожание квот постепенно, но последовательно создает экономические стимулы для все большего числа компаний инвестировать в снижение выбросов ПГ. В конечном счете, СТВ ЕС направлена на создание стимулов для такой декарбонизации охватываемых ею отраслей, которая позволит Союзу обеспечить достижение углеродной нейтральности своей экономики.

Рис. 1.2

Среднегодовая стоимость квот СТВ ЕС в 2013-2021 гг., евро/тCO₂э

Источник: ИГ «Петромаркет» с использованием данных Refinitive



- Применительно к авиации СТВ ЕС обладает следующей спецификой:
 - В 3-ей фазе общий объем квот СТВ ЕС для авиации составлял 38 млн т CO₂ ежегодно. В 4-ой фазе по действующему законодательству этот объем ежегодно должен снижаться на 2.2% от уровня 2020 г. (кроме того, в 2021 г. проводится техническая корректировка объема квот в связи с выходом из ЕС Великобритании). Однако в случае принятия поправок к законодательству об СТВ, сформулированных в пакете “*Fit for 55*”, с 2024 г. объем квот, выделяемых авиации, ежегодно будет снижаться на 4.2% от уровня 2023 г. При этом в 2024 г. общий объем квот будет скорректирован в сторону увеличения в связи с распространением СТВ ЕС на рейсы из ЕЭЗ в Великобританию и Швейцарию (рейсы из Великобритании и Швейцарии в страны ЕЭЗ включены в СТВ Великобритании и в СТВ Швейцарии, соответственно).
 - Весь объем квот для авиации в 3-ей фазе сегментировался следующим образом: 15% – квоты, выставяемые регулятором на аукционы, 82% – объем квот, распределяемых среди существующих авиакомпаний бесплатно, 3% – резерв для новых и быстрорастущих авиакомпаний (к последним относятся компании, продемонстрировавшие рост суммарных объемов перевозок пассажиров и грузов, выраженных в тонно-километрах, в 2010-2014 гг. со среднегодовым темпом в 18%). В 4-ой фазе по действующему законодательству эту пропорцию менять не предполагается. Однако в случае принятия поправок к законодательству об СТВ, сформулированных в пакете “*Fit for 55*”, доля квот, реализуемых регулятором на аукционах, будет увеличена до 25% в 2024 г., 50% в 2025, 75% в 2026 и 100% в 2027. Одновременно с этим с 2024 г. будет ликвидирован резерв для новых и быстрорастущих авиакомпаний. Таким образом, доля квот, распределяемых среди существующих авиакомпаний бесплатно, будет снижена до 75% в 2024 г., 50% в 2025, 25% в 2026 и 0% в 2027.
- Объем бесплатно выдаваемых авиации квот в СТВ ЕС позволяет ей лишь частично покрывать свои выбросы. Так, в 2019 г. при общем объеме эмиссии CO₂ от сжигания топлива на рейсах, подпадающих под действие СТВ, в 68 млн т лишь 30 млн т (44%) было покрыто бесплатными квотами. В перспективе общий объем бесплатно выдаваемых авиакомпаниям квот увеличиваться не будет, а с 2024 г. он и вовсе начнет быстро сокращаться. При этом объем выбросов CO₂ воздушным транспортом в ЕС будет расти в связи с увеличением пассажиро- и грузоперевозок, а значит, будут расти и суммарные издержки авиакомпаний на покрытие выбросов – особенно с учетом тенденции увеличения стоимости одной квоты (см. выше). Растущие издержки на покупку квот в СТВ для покрытия выбросов понудят авиаперевозчиков предпринимать меры по минимизации выбросов, чего можно добиться только путем сокращения потребления нефтяного авиакеросина. В этом, собственно, и состоит влияние СТВ на рынок авиационного топлива в ЕС.

Система CORSIA

- Система **CORSIA** – механизм сокращения выбросов парниковых газов от сжигания топлива гражданской авиацией в международном сообщении между странами участниками Системы.
- Механизм **CORSIA** не распространяется на рейсы между странами ЕЭЗ, которые подпадают под действие СТВ ЕС.
- С 2024 г. из системы **CORSIA** будут исключены также полеты между странами ЕЭЗ и Великобританией, странами ЕЭЗ и Швейцарией. Произойдет это ввиду ожидаемого в 2024 г. распространения действия СТВ ЕС на рейсы из ЕЭЗ в Великобританию и Швейцарию и симметрично – распространения действия британской и швейцарской СТВ на рейсы из Великобритании и Швейцарии в ЕЭС.
- **CORSIA** в отличие от СТВ ЕС – специализированная система, предназначенная исключительно для регулирования выбросов CO₂ авиационным транспортом.
- Механизм **CORSIA** начал функционировать в 2021 г. В 2021-2023 гг. будет действовать пилотная фаза **CORSIA**, в 2024-2026 гг. – 1-ая фаза, в 2027-2035 гг. – 2-я. Во время пилотной и 1-ой фазы участие в **CORSIA** добровольное.
- На начало 2021 г. в **CORSIA** участвовало 88 стран, к началу 2022 ожидается увеличение присоединившихся к системе стран до 107. Суммарно на долю этих стран приходится 78% международных авиарейсов. Начиная со 2-ой фазы участие в **CORSIA** станет обязательным для всех стран, кроме наименее развитых, развивающихся островных или не имеющих выхода к морю, а также стран, чья доля в международных воздушных перевозках составляет меньше 0.5%.
- Принципы работы системы сводятся к тому, что авиакомпании, совершающие рейсы между странами-участницами **CORSIA** обязаны компенсировать часть выбросов CO₂ от сжигания авиакеросина на этих рейсах путем покупки специальных «кредитов». Компенсируемая кредитами часть выбросов авиакомпании в любом отчетном году – это прирост выбросов в этом году относительно 2019 г. за вычетом скидки за использование экологичных топлив.
- Прирост выбросов авиакомпании в отчетном году относительно 2019 г. рассчитывается как произведение некоторого базового объема выбросов этой авиакомпании на темп прироста выбросов в отчетном году относительно 2019 г. (во избежание неправильного толкования: если выбросы относительно 2019 г., к примеру, выросли на 105%, то темп прироста выбросов – 5%).
 - Базовым объемом выбросов авиакомпании считаются ее совокупные выбросы на контролируемых **CORSIA** направлениях за отчетный год. Во время пилотной фазы страны, участвующие в программе, могут

принять решение об использовании вместо данных по выбросам в отчетном году аналогичных данных за 2019 г.

- До 31 декабря 2029 г. темп прироста выбросов в отчетном году относительно 2019 г. рассчитывается применительно к совокупным выбросам от всех рейсов, выполненных всеми авиакомпаниями мира по всем контролируемым *CORSIA* направлениям (секторальный темп прироста). Начиная с 2030 г. в расчет будет приниматься также темп прироста выбросов конкретной авиакомпанией (индивидуальный темп прироста). Пропорции учета секторального и индивидуального темпов прироста будут определены позже.
- Размер «скидки» за использование экологических топлив равен величине снижения выбросов от использования топлив с более низкими выбросами, чем у традиционного (нефтяного) авиакеросина.
 - Разберемся в подходе к расчету скидки на примере. Пусть эмиссия CO_2 конкретной авиакомпанией в отчетному году составила 100 т CO_2 , из них 97 т CO_2 от сжигания традиционного керосина и 3 т CO_2 от сжигания альтернативного топлива с меньшими выбросами, а секторальный темп прироста выбросов в отчетном году относительно 2019 – 10%. Допустим альтернативное топливо дает на 70% меньше выбросов, чем традиционный керосин. Это значит, что если бы авиакомпания в отчетном году использовала только традиционный керосин, её выбросы составили бы 107 т CO_2 ($97 + 3 / (1 - 0.7)$), т.е. на 7 т CO_2 больше. Вот на эти 7 т CO_2 авиакомпания и получает скидку. Она будет обязана компенсировать кредитами $100 * 0.1 - 7 = 3$ т CO_2 . Если бы авиакомпания не использовала альтернативное топливо, а только традиционный керосин, то ей пришлось бы покрыть кредитами $107 * 0.1 = 10.7$ т CO_2 , т.е. на 7.7 т CO_2 больше.
- По состоянию на октябрь 2021 г. система *CORSIA* для погашения выбросов допускает использование кредитов следующих систем:
 - *Clean Development Mechanism (CDM)*;
 - *American Carbon Registry (ACR)*;
 - *Architecture for REDD+ Transactions (ART)*;
 - *China GHG Voluntary Emission Reduction Program*;
 - *Climate Action Reserve (CAR)*;
 - *Global Carbon Council (GCC)*;
 - *The Gold Standard (GS)*;
 - *Verified Carbon Standard (VCS)*.
- С точки зрения жесткости стимулов к снижению выбросов CO_2 система *CORSIA* выглядит существенно более щадящей для авиакомпаний, чем СТВ ЕС.

- Во-первых, в *CORSIA* доля выбросов, которую необходимо покрыть кредитами, несравнимо меньше доли выбросов, которую приходится покрывать платными квотами в СТВ. К примеру, если бы объем выбросов CO₂ авиакомпаниями в каком-либо году из интервала 2021-2023 гг. соответствовал уровню 2019 г., то в этом году в СТВ им пришлось бы оплачивать квотами около 44% выбросов, тогда как в системе *CORSIA* обязательства по оплате выбросов попросту отсутствовали бы. В период после 2023 г. в случае принятия поправок к законодательству об СТВ, сформулированных в пакете “*Fit for 55*”, разница еще более разительная, поскольку начиная с 2024 г. доля выбросов, покрываемых бесплатными квотами в СТВ ЕС, будет постепенно снижаться, а в 2027 г. опустится до нуля.
- Во-вторых, цены кредитов, принимаемых в рамках *CORSIA*, в десятки раз меньше цен квот СТВ ЕС (0.33 евро/тCO₂э для кредитов *CDM*, принимаемых *CORSIA*, против почти 25 евро/тCO₂э в СТВ в 2020 г.).

Директивное продвижение SAF на рынок авиакеросина в ЕС

- Согласно *Законопроекту 2021/0205 (COD)*, опубликованному 14 июля 2021 г. в рамках пакета законодательных инициатив ЕК в области климатической политики “*Fit for 55*”, с 2025 г. собственники ТЗК, осуществляющие свою деятельность в аэропортах ЕС, будут обязаны обеспечить определенный уровень продаж «зеленого» керосина (*SAF*), к которому относятся:
 - продвинутый биокеросин, производимый из сельскохозяйственных культур не пищевого и не кормового назначения;
 - биокеросин, производимый из отработанного растительного масла и животных жиров;
 - синтетический керосин, основой для производства которого является «зеленый» водород, производимый путем электролиза воды с использованием возобновляемых источников энергии (ВИЭ).
- На 2025-2029 гг. целевой уровень продаж *SAF* устанавливается для каждого собственника ТЗК в процентах от общего объема реализации им топлива в аэропортах ЕС. Начиная с 2030 г. целевой уровень продаж *SAF* устанавливается как его процентное содержание в каждой тонне топлива, реализованного в аэропортах ЕС (см. Рис. 1.3).

Рис. 1.3

Перспективные требования к уровню продаж SAF в аэропортах ЕС

Источник: Законопроект 2021/0205 (COD), анализ ИГ «Петромаркет»



- Одновременно с этим *Законопроект 2021/0205 (COD)* обязывает все авиакомпании, воздушные суда которых вылетают из аэропортов стран ЕС в третьи страны, заправлять эти суда в аэропортах вылета керосином в объеме не менее 90% от необходимого для предстоящего перелета. В случае если это требование не будет выполнено, авиакомпании будут подвергаться штрафу, размер которого исчисляется как удвоенное произведение среднегодовой цены керосина (в законопроекте отсутствует описание способа ее определения) на годовой объем «недозаправленного» топлива.
- Введение такого требования фактически означает запрет на так называемое «танкерование» воздушных судов в аэропортах вылета при полетах из третьих стран в страны ЕС.
- Под танкерованием здесь понимается ситуация, когда воздушное судно, осуществляющее рейсы между аэропортами А и Б, заправляется в аэропорту А таким количеством топлива, которого будет достаточно и на перелет из аэропорта А в аэропорт Б, и (полностью или частично) на перелет обратно из аэропорта Б в аэропорт А. Авиакомпании прибегают к танкерованию в ситуации, когда топливо в аэропорту А значительно дешевле, чем в аэропорту Б.
- Запрет танкерования обусловлен дороговизной SAF. В отсутствие такого запрета воздушные суда, осуществляющие рейсы между аэропортами стран ЕС и третьих стран, могли бы по максимуму заливать в топливные баки более дешевый традиционный керосин за пределами ЕС. Это привело бы к перетоку части спроса на керосин из стран ЕС в третьи

страны. Иными словами, возник бы эффект «утечки углерода», когда на глобальном уровне выбросы CO₂ не сокращаются, а просто переносятся из ЕС за его пределы. Мало того, танкерование, не будь оно запрещено, могло бы привести не к снижению, а к росту выбросов в международном авиасообщении из-за повышенного расхода топлива воздушными судами на рейсах из аэропортов третьих стран в ЕС в связи с перевозкой дополнительного груза в виде запасенного на обратный путь керосина в топливных баках.

2. «ЗЕЛЕНЫЙ» КЕРОСИН КАК ОСНОВА ДЕКАРБОНИЗАЦИИ АВИАПЕРЕВОЗОК В ЕВРОПЕ

2.1. Синтетический и биокеросин: уже на пороге

- В настоящий момент «зеленый» керосин (к нему мы относим биокеросин и синтетический керосин, полученный из «зеленого» водорода и захваченного из атмосферы CO_2 – англ. *electrofuel*) не играет сколько-нибудь заметной роли в покрытии спроса авиации на топливо в Европе. Так, в 2019 г. в ЕС-27 было потреблено менее 3 тыс. т «зеленого» керосина, что составляет меньше 0.05% от суммарного спроса на авиакеросин в регионе. Причем весь этот «зеленый» керосин был произведен не в ЕС, а был импортирован из-за рубежа.
- Несмотря на нынешнее отсутствие в ЕС рынка «зеленого» керосина, можно уверенно прогнозировать появление этого рынка уже в ближайшей перспективе. Движущей силой его становления будет служить климатическая политика ЕС, которая целенаправленно продвигает «зеленый» керосин в качестве низкоуглеродного топлива будущего. Здесь имеется в виду, прежде всего, введение нормативов продаж SAF в аэропортах ЕС.
- Важно отметить, что в категорию SAF в ЕС попадают продвинутый биокеросин, биокеросин, выработанный из отработанного растительного масла и животных жиров, и синтетический керосин, основой для производства которого является «зеленый» водород (см. Раздел 1 [«Международная и европейская климатическая политика в области авиации»](#)). При этом, в категорию SAF не попадают так называемые «традиционные» биотоплива, производимые из сельскохозяйственных культур пищевого или кормового назначения. Связано это с тем, что развитие рынка таких топлив в ЕС не поощряется – причем не только применительно к керосину, но и применительно к бензину с дизтопливом (подробнее см. в работе ИГ «Петромаркет» [«Зеленая революция в Европе: что она несет России? Часть 1. Автотранспорт»](#)) – прежде всего, по причине отсутствия у этих топлив свойства углеродной нейтральности.
- Представление об углеродной нейтральности биотоплива основано на том факте, что весь CO_2 , образующийся при его сжигании, был ранее поглощен из атмосферы в процессе фотосинтеза растениями, послужившими сырьем для биотоплива. Однако в таком представлении не учитывается эффект так называемых косвенных изменений в землепользовании (*Indirect Land Use Change, ILUC, КИЗ*), которые возникают вследствие выращивания сырья для биотоплив. Дело в том, что выделение площадей под культуры, предназначенные стать сырьем

для производства биотоплив нынешнего поколения, связано с вырубкой лесов, осушением болот и прочими изменениями землепользования. Даже если сырье для биотоплив выращивается на уже существующих пахотных землях, этот эффект все равно остается. Используемые под сырьевые культуры площади фактически изымаются из состава земель, отведенных под продовольственные и кормовые культуры, а учитывая, что продовольственные потребности населения не снижаются, эти изъятия приходится компенсировать той же вырубкой лесов. Поскольку способность культур, используемых для производства традиционных биотоплив, поглощать CO_2 ниже, чем у современных лесов, их выращивание увеличивает, а не уменьшает содержание CO_2 в атмосфере. Из-за этого биотоплива нынешнего поколения далеко не углеродно-нейтральны. Так, у биокеросина, произведенного из сахарного тростника, выбросы CO_2 за жизненный цикл всего на 65% меньше, чем у нефтяного керосина, а биокеросин из пальмового масла имеет даже более высокие выбросы за жизненный цикл, чем нефтяной керосин (оценки основаны на справочных значениях из методического материала, являющего частью законодательства по *CORSIA: CORSIA Default Life Cycle Emissions Values for CORSIA Eligible Fuels*).

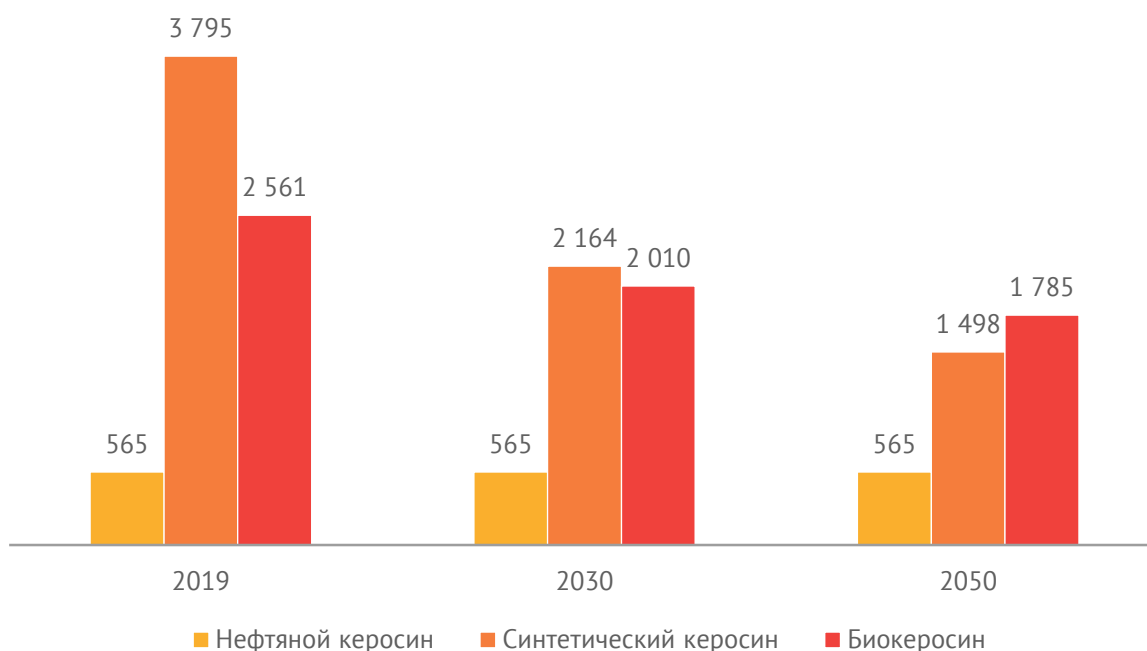
- Продвинутое биотопливо, которое производится из специальных сельскохозяйственных культур не пищевого и не кормового назначения, лишены указанного выше недостатка. Выбросы CO_2 за жизненный цикл этих топлив с учетом эффекта КИЗ могут быть даже отрицательными – к примеру, в случае, когда сырьем для биотоплив служат непищевые энергетические культуры (например, мискантус), способные более интенсивно поглощать CO_2 , чем предшествующий им природный растительный покров.
- Отнесение ЕК к категории *SAF* биокеросина, производимого из отработанного растительного масла и животных жиров, обусловлено большей технологической зрелостью процесса производства таких биотоплив по сравнению с производством продвинутых биотоплив, их сравнительной дешевизной и относительно низкими по сравнению с традиционными биотопливами выбросами на жизненный цикл. На эти топлива ЕК делает ставку как на «пусковой элемент» рынка биокеросина. Однако в будущем на первый план выйдут продвинутое биотопливо в силу их очевидного преимущества с точки зрения выбросов CO_2 . Именно поэтому ниже, анализируя перспективы *SAF*, в качестве альтернативы традиционному авиакеросину мы будем рассматривать только углеродно-нейтральные *SAF* – продвинутое биокеросин и углеродно-нейтральный синтетический керосин, произведенный из «зеленого» водорода и уловленного из атмосферы CO_2 .
- В настоящее время главным препятствием для использования *SAF* является их потенциально высокая стоимость. Если взять синтетический керосин и биокеросин из мискантуса (здесь и везде далее

предполагается, что выбросы на жизненный цикл этих двух видов топлив равны нулю), то в 2019 г. при существующих технологиях производства они стоили бы дороже традиционного керосина в 6.7 и 4.5 раза, соответственно (см. Рис. 2.1). Естественно в будущем можно рассчитывать на существенное снижение стоимости альтернативных углеродно-нейтральных топлив благодаря технологическому прогрессу и по мере развертывания и увеличения масштабов их промышленного производства. Однако это снижение, хоть и будет носить заметный характер, не позволит синтетическому топливу и биокеросину из мискантуса конкурировать по цене с нефтяным топливом – по нашим оценкам, в 2050 г. синтетический и биокеросин будет стоить соответственно в 2.7 и 3.2 раза дороже традиционного.

Рис. 2.1

Сопоставление цены нефтяного керосина со стоимостью его углеродно-нейтральных аналогов в 2019-2050 гг., евро/т на базисе CIF NWE в ценах 2019 г.

Источник: ИГ «Петромаркет» с использованием данных Refinitive



Примечание: развернутый по годам сценарий по ценам на различные виды авиационного топлива представлен в Приложении

- Вполне очевидно, что в таких условиях декарбонизация авиаперевозок в ЕС посредством замещения нефтяного керосина его углеродно-нейтральными аналогами возможна только в условиях наличия жесткого климатического регулирования. Действующие в настоящее время инструменты регулирования выбросов от авиаперевозок в ЕС – СТВ ЕС и CORSIA не способны в ближайшее время дать старт развитию рынка «зеленого» керосина. Так даже в 2050 г., когда цена углеродно-нейтральных аналогов нефтяного керосина будет кратно ниже, чем в 2019 г., стоимость квот в СТВ ЕС должна находиться на уровне как минимум 296 евро/тCO₂э, чтобы хотя бы одно из альтернативных топлив (в данном

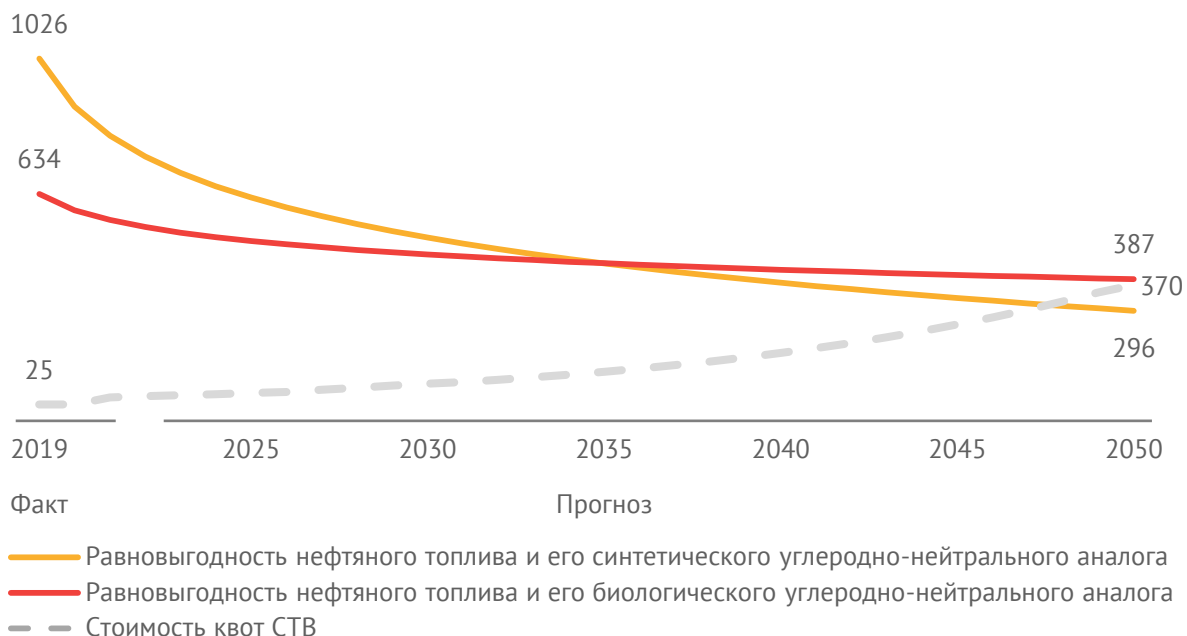
случае синтетический керосин) было выгодно использовать вместо нефтяного керосина. В ближайшие годы рост стоимости квот до таких величин нереален, если принять во внимание, что их средняя цена в январе-сентябре 2021 г. составляла 46.5 евро/ тCO₂э. Это значит, что СТВ ЕС не годится на роль стимулятора относительно быстрого запуска развития рынка SAF. Тем более не годится на эту роль система CORSIA, которая является куда более слабым инструментом климатической политики, нежели СТВ ЕС (см. Раздел 1 «*Международная и европейская климатическая политика в области авиации*»). Принимая это во внимание, становится понятно, почему ЕС пошел на директивное внедрение продаж SAF в аэропортах ЕС с 2025 г. – очевидно, что в Союзе именно его видят в качестве инструмента того самого жесткого климатического регулирования.

- Ввиду начала действия «SAF-регулирования» с 2025 г., именно 2025 г. станет годом начала развития полноценного рынка «зеленого» керосина. Из-за дороговизны «зеленых» топлив по сравнению с нефтяным керосином объем продаж первых в аэропортах ЕС будет соответствовать минимальной планке, устанавливаемой SAF-регулированием на каждый год вплоть до конца 40-х годов. В 2048 г. в сегменте воздушных перевозок внутри ЕЭЗ дополнительный толчок развитию рынка «зеленого» керосина даст СТВ ЕС. В этот момент стоимость квот, которыми авиакомпании, осуществляющие полеты внутри ЕЭЗ, должны покрывать выбросы от сжигания нефтяного керосина, будет настолько высокой, что сделает выгодным использование вместо нефтяного керосина его углеродно-нейтрального синтетического аналога (см. Рис. 2.2). Иными словами, в 2048-2050 гг. на рейсах внутри ЕЭЗ воздушные суда будут заливать в баки больше SAF, чем того требует регулирование их продаж (т.е. более 38% от общего объема топлива, реализованного ТЗК при обслуживании рейсов внутри ЕЭЗ, в 2048-2049 гг. и более 63% с 2050).

Рис. 2.2

Стоимость квот СТВ ЕС на выбросы CO₂ и уровень платы за выбросы, при которой поставки нефтяного керосина и его углеродно-нейтрального аналога на рынок ЕС равновыгодны, 2019-2050 гг., евро/тCO₂э в ценах 2019 г.

Источник: ИГ «Петромаркет» с использованием данных Refinitive



Примечания:

1. В расчетах использовались цены топлив, величины которых приведены в Приложении.
2. Описание логики построения прогноза стоимости квот в СТВ ЕС см. в работе ИГ «Петромаркет» [«Зеленая революция в Европе: что она несет России? Часть 1. Автотранспорт»](#)

- Важно также отметить, что согласно расчетам, результаты которых представлены на Рис. 2.2, начиная с 2035 г. основой SAF должен стать синтетический керосин, который будет дешевле углеродно-нейтрального биокеросина. Как следствие, синтетическое топливо в интервале 2035-2050 гг., как мы ожидаем, начнет доминировать над другими углеродно-нейтральными заменителями традиционного керосина.

2.2. Электро- и водородные самолеты: полетят, но не далеко

- Альтернативным использованию SAF вариантом декарбонизации авиации является использование воздушных судов с двигателями, не производящими выбросы CO₂. Речь идет об электрических или водородных самолетах.
- В настоящий момент полноценных электрических и водородных самолетов, используемых для целей коммерческой перевозки пассажиров, в мире не существует. Выпуск таких самолетов – лишь в планах. Причем среди 2-х крупнейших авиастроительных компаний мира – *Boeing* и *Airbus* – такие планы есть только у *Airbus*. Эта компания

поставила перед собой цель выпустить самолет с нулевыми выбросами в 2035 г. Здесь важно отметить, что в апреле 2020 г. *Airbus* остановил свой проект по разработке электро- и гибридных самолетов, так как счел самолеты на водородном топливе более перспективной технологией.




- Электрические самолеты сегодня разрабатывают только стартапы (например, шведская *Heart Aerospace* или израильская *Eviation*). Все эти электросамолеты имеют малую вместимость и низкую дальность полета (19 пассажиров и 400 км в случае *Heart ES-19*). Увеличить вместимость или дальность не позволяет недостаточная массовая и объемная энергетическая плотность современных батарей (киловатт-часов энергии на 1 кг и 1 л батарей, соответственно). Ниша самолетов такого класса в Европе очень мала: в 2019 г. на них в ЕС-27 приходилось всего около 1% пассажирооборота. По этой причине рассматривать всерьез перспективы электросамолетов как полноценной альтернативы традиционной авиации нет никаких оснований.
- Перспективы водородного самолета, который был бы рассчитан на широкое использование в гражданской авиации, тоже не обнадеживают. Прежде всего, необходимо отметить, что у водорода как топлива для авиации есть один существенный недостаток – объемная энергетическая плотность жидкого водорода (киловатт-часов энергии на 1 л топлива) в 4 раза ниже, чем у традиционного керосина. Это означает, что для обслуживания одного и того же пассажиро- или грузопотока авиакомпаниям пришлось бы перевозить в баках воздушных судов большие объемы водородного топлива, чем нефтяного, что ведет либо к уменьшению дальности полета при той же полезной загрузке судна, или к уменьшению полезной загрузки при той же дальности полета.
- Как показал наш анализ, низкая энергетическая плотность водорода самым существенным образом влияет на оценку перспективности водородных самолетов. Если у этих самолетов и есть перспективы, то лишь в сегменте авиаперевозок дальностью в пределах 1 000 – 2 000 км. К этому выводу можно прийти, если сопоставить стоимости владения воздушным судном на «зеленом» водороде и аналогичным по дальности полета и вместимости воздушным судном на углеродно-нейтральном синтетическом керосине (наиболее дешевом углеродно-нейтральном варианте *SAF*) для различных вариантов дальности полета и вместимости судна. Результаты сопоставления применительно к 2050 г. приведены в Табл. 2.1.

Табл. 2.1

Результаты сопоставления совокупной стоимости владения воздушным судном на «зеленом» водороде и воздушным судном на «зеленом» синтетическом керосине в 2050 г.

Источник: ИГ «ПетроМаркет» с использованием материалов Clean Sky¹

Дальность полета	Вместимость	Водород	Синтетический керосин	Комментарий
500 км	19 пасс.			Водород выгоднее синтетического керосина: для полетов на малые расстояния требуется небольшое количество топлива, что нивелирует проблему низкой энергетической плотности водорода и необходимость установки больших топливных баков.
1000 км	80 пасс.			
2000 км	165 пасс.			Эффективность использования водорода сопоставима с эффективностью использования синтетического керосина.
7000 км	250 пасс.			
10000 км	325 пасс.			Синтетический керосин выгоднее водорода.

-  – воздушное судно выигрывает по стоимости владения у альтернативы
-  – воздушное судно сопоставимо по стоимости владения с альтернативой
-  – воздушное судно проигрывает по стоимости владения альтернативе

Примечания:

1. Исследование «Hydrogen-powered aviation. A fact-based study of hydrogen technology, economics, and climate impact by 2050», опубликовано на официальном сайте Clean Sky в мае 2020 г.

- Такие выводы хорошо сочетаются с планами компании *Airbus*, которая полагает, что среди ее водородных проектов наилучшие перспективы имеет ближнемагистральный самолет вместимостью до 100 пасс. и дальностью полета 1 000 морских миль (1 850 км) (см. [«Какие «зеленые» самолеты планирует выпустить Airbus?»](#)).

Какие «зеленые» самолеты планирует выпускать Airbus?

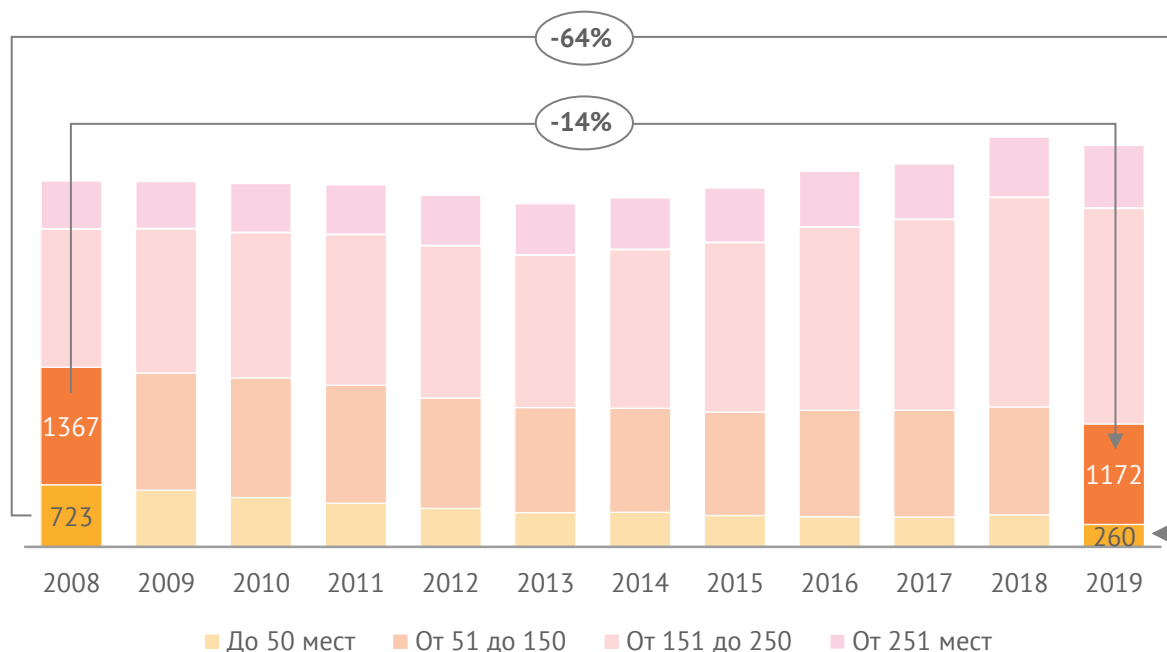
- В сентябре 2020 г. *Airbus* представил три концептуальные модели самолетов на водороде, которые учитывают низкую энергетическую плотность этого топлива:
 - Винтовой ближнемагистральный самолет; вместимость до 100 пасс., дальность полета 1 000 морских миль (1 850 км).
 - Узкофюзеляжный самолет с турбореактивным двигателем; вместимость 120–200 пасс., дальность полета 2 000 морских миль (3 700 км). Дополнительные топливные баки расположены в конце салона.
 - Самолет с интегрированным фюзеляжем, выполненный по схеме «летающее крыло»; вместимость до 200 пасс., дальность полета 2 000 морских миль (3 700 км). Его просторный фюзеляж предоставляет много возможностей для размещения систем хранения и подачи водорода, а также для разнообразия пассажирских компоновок.
- По мнению президента *Airbus*, наиболее вероятно, что для разработки коммерческой версии к 2035 г. первой будет выбрана турбовинтовая модель ближнемагистрального самолета.

- Исходя из результатов анализа, представленных в Табл. 2.1. и видения «водородного будущего» компании *Airbus*, в перспективе до 2050 г. можно ожидать появления только ближнемагистрального самолета на водородном топливе. Однако проблемой этого самолета станет размер рыночной ниши всего ближнемагистрального воздушного транспорта в Европе.
- Возможности использования таких самолетов в воздушном сообщении со странами, находящимися вне ЕС, будут ограничены отсутствием инфраструктуры по заправке самолетов водородом в аэропортах этих стран, поскольку ни одна из них не имеет серьезных планов по развитию водородного авиационного транспорта.
- Внутри ЕС ближнемагистральная авиация будет неуклонно терять свою нишу, проигрывая конкуренцию высокоскоростным железным дорогам. Это обстоятельно способно поставить под вопрос экономическую целесообразность создания заправочной инфраструктуры в аэропортах ЕС под малое количество судов на водородном топливе, а значит, под вопросом окажется и сама возможность эксплуатации таких судов.
 - С 2008 по 2019 гг. количество самолетов вместимостью менее 50 пассажиров в парках авиакомпаний стран ЕС-27 и Великобритании, снизилось на 64%, а вместимостью в 51-150 пассажиров – на 14% (см. Рис. 2.3). Основная причина – при перемещениях на короткие расстояния население Европы все чаще предпочитает авиации высокоскоростную железную дорогу. Например, за период с 1996 г. по 2019 г. количество рейсов между Лондоном и Парижем сократилось более чем в 2 раза из-за конкуренции с поездами *Eurostar*, пересекающими Ла-Манш по тоннелю под проливом.
 - В прогнозном периоде железнодорожный транспорт, благодаря своей экологичности, будет пользоваться поддержкой со стороны климатических регуляторов ЕС. Несмотря на то, что в настоящее время нельзя говорить о наличии в ЕС единой политики, направленной на стимулирование населения к использованию железнодорожного транспорта вместо авиационного, на уровне отдельных стран подобные меры уже предпринимаются. Так, во Франции с поддержкой *Air France-KLM* планируется отказаться от перелетов по внутренним направлениям, по которым есть альтернативы в виде железнодорожных поездок длительностью менее 2.5 часов, за исключением транзитных перелетов. В Австрии предлагается ввести дополнительный сбор в размере 30 евро за рейсы на расстояние меньше 350 км, в Швейцарии аналогичный сбор составит от 28 до 112 евро в зависимости от расстояния и класса обслуживания.

Рис. 2.3

Количество пассажирских самолетов в парках авиакомпаний, зарегистрированных в странах ЕС-27 и Великобритании в разбивке по вместимости, шт.

Источник: ИГ «Петромаркет» с использованием данных Eurostat



- На коротких маршрутах, соединяющих населенные пункты, между которыми нет железнодорожного сообщения, конкуренцию водородным самолетам составят электрические, которые также ориентируются на эту нишу, но появятся уже в 2020-х годах.
- Резюмируя все выше описанное можно заключить, что до 2050 г. водород не сможет занять сколько-нибудь существенную нишу на европейском рынке авиатоплив поскольку при полетах на большие расстояния воздушные суда на водородном топливе будут проигрывать в эффективности самолетам, использующим синтетический авиакеросин, а ниша полетов на короткие расстояния будет неуклонно сужаться ввиду развития скоростного железнодорожного транспорта и, по крайней мере, частично заполняться электрическими самолетами.

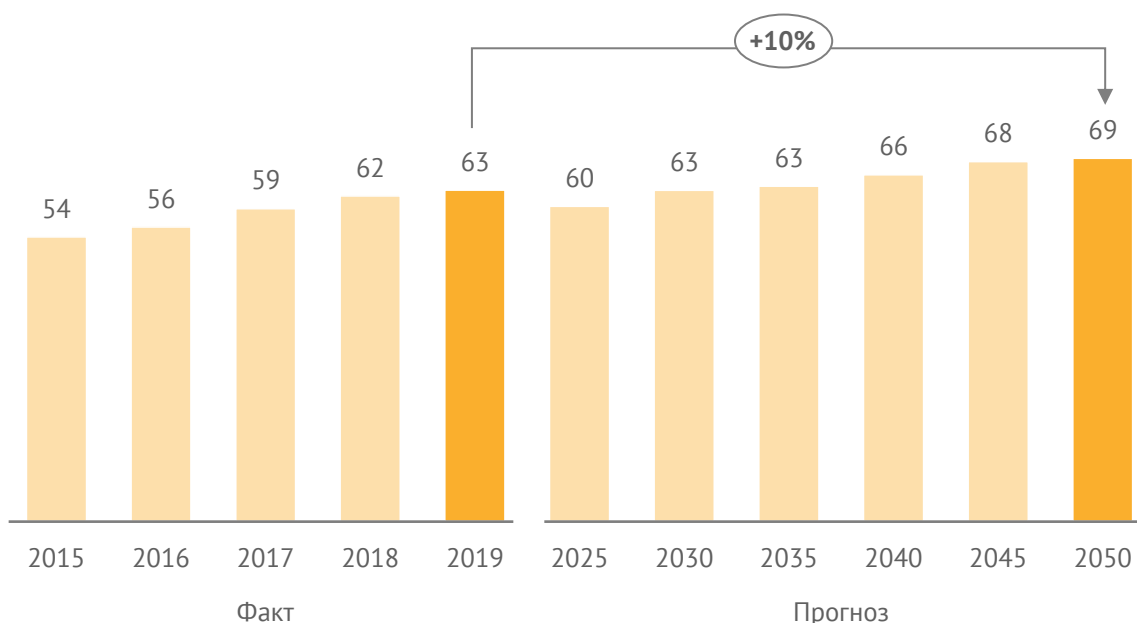
3. СПРОС НА АВИАКЕРОСИН В ЕВРОПЕ: ОБНУЛЕНИЯ НЕ БУДЕТ

- По прогнозу ИГ «Петромаркет», совокупный спрос на авиационный керосин, включая заменители нефтяного топлива, в Европе (ЕС-27, Великобритания, Швейцария, Норвегия, Исландия, Албания, а также не входящие в ЕС страны, образовавшиеся в результате распада Югославии) к 2050 г. вырастет на 10% относительно 2019 г. – до 68.6 млн т (см. Рис. 3.1).

Рис. 3.1

Спрос на авиакеросин, включая и его заменители в Европе в 2015-2050 гг., млн т

Источник: факт – ИГ «Петромаркет» с использованием данных Eurostat, IEA, прогноз – ИГ «Петромаркет»



- Ключевым фактором роста спроса на авиакеросин станет развитие пассажирских и грузовых авиаперевозок в Европе. Гражданская авиация, на долю которой в 2019 г. пришлось 98.9% европейского спроса на авиакеросин, и впредь останется доминирующим потребителем авиакеросина. По нашему прогнозу, на фоне роста благосостояния населения ЕС суммарный пассажиро- и грузооборот (ПО и ГО) авиационного транспорта в Европе к 2050 г. вырастет на 48% в сравнении с 2019 г. (см. Рис. 3.2). Причем на внутриевропейских рейсах суммарный ПО и ГО вырастет на 38%, на рейсах из стран Европы в третьи страны – на 52%.

Рис. 3.2

Пассажиروоборот и грузооборот воздушного транспорта в ЕС-27 и Великобритании¹ в разбивке на внутренние и внешние рейсы в 2019-2050 гг.², млн ткм

Источник: факт – ИГ «Петромаркет» с использованием данных Eurostat, прогноз – ИГ «Петромаркет» с использованием данных EU Reference Scenario 2020



Примечания:

1. Показана динамика пассажиро- и грузооборота в странах с наиболее достоверной статикой по этим показателям
2. Сценарные предпосылки прогноза (динамика ВВП и численности населения, цены на нефтяной авиакеросин и SAF) приведены в Приложении

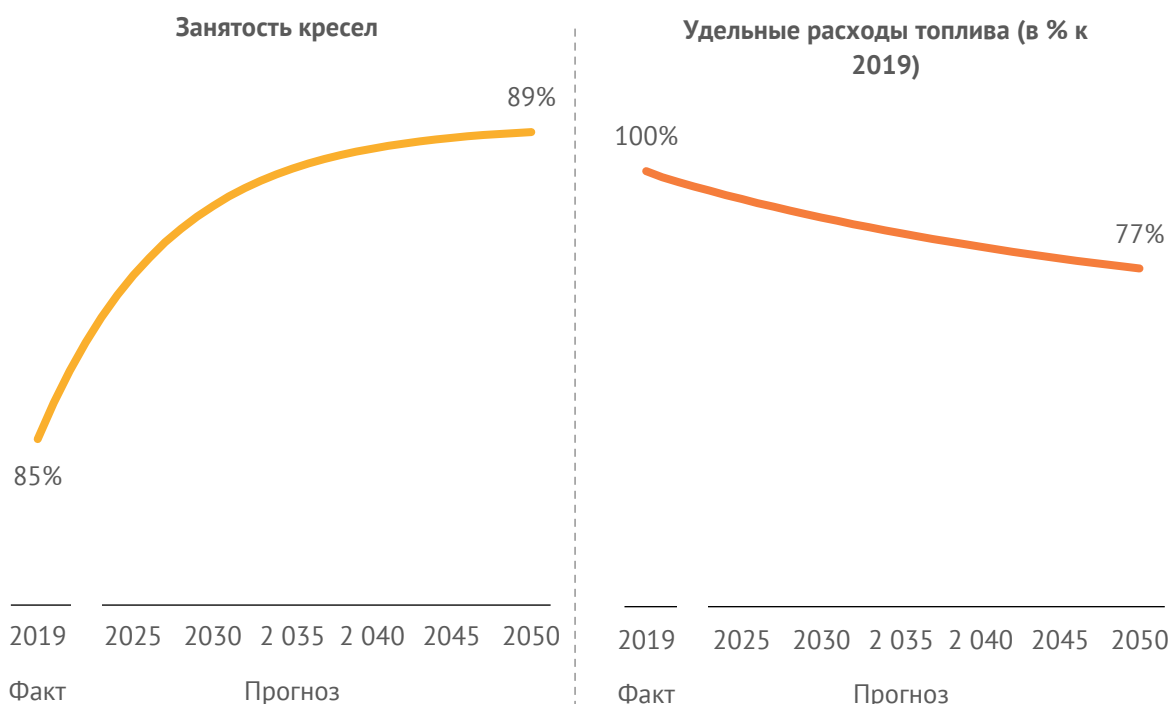
- Сдерживающее воздействие на рост авиаперевозок будет оказывать климатическая политика ЕС в области авиации, которая индуцирует рост операционных издержек авиакомпаний и, как следствие, повышение стоимости услуг авиатранспорта.
- Климатическое регулирование влечет за собой:
 - увеличение расходов авиакомпаний на оплату квот на выбросы CO₂ от сжигания нефтяного авиакеросина в СТВ ЕС – как вследствие роста стоимости этих квот (см. Подраздел 2.1 «Синтетический и биокеросин: уже на пороге»), так и вследствие снижения доли бесплатно выдаваемых авиакомпаниям квот (см. Раздел 1 «Международная и европейская климатическая политика в области авиации»).
 - увеличение расходов авиакомпаний на топливо вследствие безальтернативных закупок в том или ином объеме более дорогих, чем традиционный керосин, SAF в аэропортах ЕС (см. Подраздел 2.1 «Синтетический и биокеросин: уже на пороге»).

- Если бы не климатическое регулирование, то суммарный ПО и ГО авиационного транспорта в Европе к 2050 г., по нашим оценкам, вырос бы по сравнению с 2019 г. на 70%, а не на прогнозируемые нами 48%.
- В отличие от СТВ ЕС действие системы *CORSIA* не окажет заметного влияния на европейскую авиацию.
- Во-первых, стоимость кредитов системы *CORSIA* в настоящий момент мизерна (см. Раздел 1 «*Международная и европейская климатическая политика в области авиации*») и не имеет перспектив роста до уровней, сопоставимых со стоимостью квот СТВ ЕС.
- Во-вторых, уже с 2025 г. развитие в Европе рынка *SAF* сделает выполнение требований *CORSIA* на рейсах, на которые распространяется система, автоматическим, так как доля *SAF* в авиатопливе будет достаточной для того, чтобы вообще обнулить платежи.
- В-третьих, и до 2025 г. расходы авиакомпаний на приобретение кредитов для выполнения требований системы *CORSIA* будут незначительными. Авиакомпаниям необходимо покрывать кредитами лишь выбросы, превышающие уровень 2019 г., но само это превышение, с учетом эффекта пандемии *COVID-19*, может стать значимым лишь ближе к 2023-2025 гг.
- Существенный рост издержек, связанных с выбросами CO_2 , заставит авиакомпании интенсифицировать свои усилия, направленные на экономию топлива. Снижение расходов топлива на единицу пассажиро- или грузооборота будет осуществляться путем:
 - перехода к эксплуатации воздушных судов с улучшенными показателями топливной эффективности;
 - оптимизации парков воздушных судов, маршрутных сетей и расписаний рейсов с целью повышения процента коммерческой загрузки для пассажирских и грузовых рейсов.
- Повышение топливной экономичности авиатранспорта несомненно будет сдерживать рост спроса на авиатоплива в Европе. Так, по нашим оценкам, на рейсах из ЕС-27 и Великобритании к 2050 г. в сравнении с 2019 г. удельные расходы топлива судами европейского воздушного транспорта снизятся почти на четверть, а занятость кресел вырастет с 85.2% до 89.4% (см. Рис. 3.3).

Рис. 3.3

Средняя занятость кресел и динамика средних удельных расходов топлива (на 1 ткм при полной загрузке воздушного судна) воздушным транспортом на маршрутах с вылетом из аэропортов ЕС-27 и Великобритании¹ в 2019-2050 гг.

Источник: факт – ИГ «Петромаркет» с использованием данных Eurostat, IEA, прогноз – ИГ «Петромаркет»



Примечания:

1. Показана динамика средней занятости кресел и средних удельных расходов топлива в странах с наиболее достоверной статикой по этим показателям

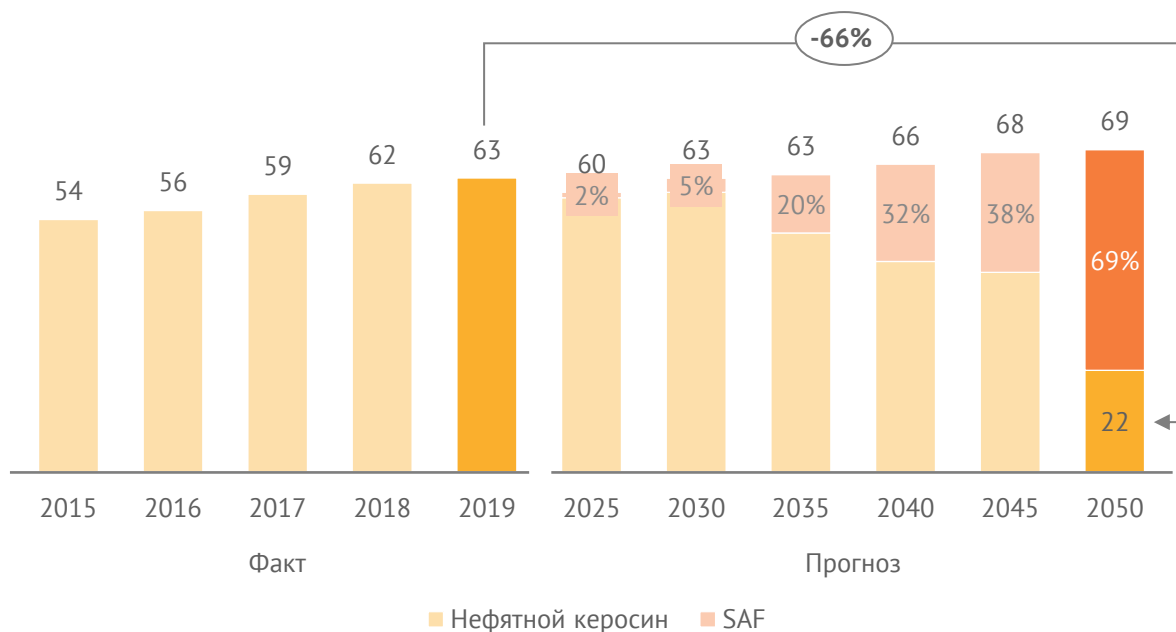
- Несмотря на рост спроса на авиатопливо в Европе, потребность в нефтяном керосине в регионе будет снижаться. Начиная с 2025 г. и до конца прогнозного периода нефтяное топливо будет постепенно замещаться его углеродно-нейтральными аналогами (SAF). При этом мы не ожидаем массового применения в коммерческой гражданской авиации двигателей с нулевыми выбросами CO₂: сфера использования как электрических, так и водородных самолетов будет в лучшем случае очень ограниченной (см. Подраздел 2.2 «*Электро- и водородные самолеты: полетят, но не далеко*»).
- Динамика развития рынка SAF будет идентичной как для государств-членов ЕС-27, так и для остальных европейских стран. Последние, как мы ожидаем, будут неизбежно идти в фарватере климатической политики ЕС и добровольно воспроизводить принятые в ЕС паттерны климатического регулирования в отношении авиации.
- Развитие европейского рынка SAF вплоть до 2048 г. (пока SAF будут оставаться дороже нефтяного авиакеросина) будет происходить под давлением директивного регулирования продаж SAF в европейских аэропортах: в 2047 г. доля SAF составит 38% от общего объема продаж авиатоплива в Европе против 2% в 2025 г.

- В 2048 г. рост рынка SAF ускорится вследствие повышенного спроса на них со стороны авиакомпаний, осуществляющих внутриевропейские перевозки. Начиная с этого года авиакомпаниям станет выгоднее заправлять свои суда, курсирующие между европейскими аэропортами, SAF, а не нефтяным керосином (см. Подраздел 2.1 «Синтетический и биокеросин: уже на пороге»).
 - К 2050 г. доля SAF в общем объеме продаж авиакеросина на внутриевропейских рейсах составит 80% (100% достичь не удастся, несмотря на выгодность использования SAF вместо нефтяного керосина из-за ограниченного предложения SAF – потребуются ввод новых мощностей по производству SAF, что займет определенное время).
 - Доля SAF в общем объеме продаж авиакеросина на рейсах из европейских аэропортов в аэропорты третьих стран в 2048-2050 гг. будет в точности соответствовать целевым уровням SAF-регулирования: 38% от общего объема продаж авиатоплива в 2048-2049 гг. и 63% в 2050.
- К 2050 г. общеевропейский спрос на авиакеросин будет на 68.5% покрываться SAF, а спрос на нефтяное топливо на европейском рынке относительно 2019 г. упадет на 66% (см. Рис. 3.4).

Рис. 3.4

Спрос на авиакеросин в Европе в 2015-2050 гг., млн т

Источник: факт – ИГ «Петромаркет» с использованием данных Eurostat, IEA, прогноз – ИГ «Петромаркет»



- Следует обратить внимание на тот факт, что спрос на нефтяной керосин в Европе в 2050 г. не обнулится, а значит не обнулится и объем выбросов ПГ европейской авиацией. Ключевая причина – отсутствие в

климатической политике ЕС жесткой ориентации на такое обнуление, несмотря на то, что целью этой политики, в конечном счете, является достижение экономикой Союза углеродной нейтральности к 2050 г. В этом нет никакого противоречия, поскольку углеродная нейтральность означает не нулевые выбросы ПГ в атмосферу, а нулевые чистые выбросы, которые представляют собой разницу между выбросами и их поглощением. Климатическая политика ЕС связывает достижение углеродной нейтральности не только с сокращением выбросов ПГ, но и с наращиванием их поглощения. Предполагается, что в этом втором компоненте климатической политики ключевую роль будет играть лесное хозяйство Союза.

- В 2019 г. чистое поглощение выбросов ПГ сектором землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства (*Land Use, Land-Use Change, and Forestry, LULUCF, ЗИЗЛХ*) в ЕС-27 составило 250 млн т CO₂-эквивалента. В случае же принятия поправок к закону о ЗИЗЛХ (*Регламент (ЕС) 2018/841*), предусмотренных пакетом законодательных инициатив “*Fit for 55*”, к 2030 г. эту величину планируется нарастить до 310 млн т CO₂-эквивалента. Чтобы оценить масштабы поглощения, достаточно заметить, что эта величина более чем вдвое превосходит все выбросы CO₂ авиацией в ЕС в 2019 г., когда они составили 147 млн т. Не исключено, что в дальнейшем ЕС установит для сектора ЗИЗЛХ еще более высокие ориентиры по поглощению CO₂ на 2050 г.
- Наличие такого мощного поглотителя выбросов позволяет ЕС ослаблять требования к сокращению выбросов в тех или иных отраслях экономики без ущерба для достижения ею углеродной нейтральности. Очевидно, что такими отраслями должны стать те, где радикально сократить выбросы слишком дорого. Одной из таких отраслей как раз и является авиация. По нашим оценкам, исключительная дороговизна углеродно-нейтрального синтетического керосина (наиболее дешевой «зеленой» альтернативы нефтяному керосину) делает стоимость сокращения выбросов в авиации самой высокой среди ключевых отраслей-эмитентов ПГ, включенных в СТВ ЕС (см. Рис. 3.5).

Рис. 3.5

Минимальные цены квот на выбросы ПГ в СТВ ЕС, при которых экономически целесообразным становится сокращение выбросов основными включенными в систему отраслями-эмитентами, и структура выбросов ПГ по отраслям СТВ ЕС, 2019 г.

Источник: ИГ «Петромаркет» с использованием данных European Commission



4. РОССИЯ: АССИМЕТРИЧНЫЙ ОТВЕТ НА ДЕКАРБОНИЗАЦИЮ АВИАЦИИ

- Как было показано в настоящем исследовании, основным направлением декарбонизации авиации станет замещение нефтяного керосина его «зелеными» аналогами (SAF). Представляется очевидным, что этот процесс затронет не только Европу, но и другие страны, поставившие перед собой амбициозные цели по переходу к углеродно-нейтральной экономике на горизонте 2050-60 гг.
- В частности, это напрямую относится к США, где в сентябре 2021 г. три министерства (энергетики, транспорта и сельского хозяйства) объявили о запуске программы *Sustainable Aviation Fuel Grand Challenge* с целью достичь к 2050 г. 100% покрытия спроса на керосин в стране SAF. Справедливости ради, нужно отметить, что эта цель законодательно не закреплена и вряд ли будет достигнута. Однако, сам факт ее наличия говорит об очевидной ориентации США на развитие национального рынка SAF.
- При этом нужно отметить, что распространение «зеленого» керосина в мире не станет повсеместным. Будучи исключительно дорогим топливом (см. Подраздел 2.1 *«Синтетический и биокеросин: уже на пороге»*), он не найдет своей ниши на рынках стран, не предполагающих вводить столь же жесткое климатическое регулирование рынка топлив для авиации, как ЕС. Это радикально отличает процесс декарбонизации авиации от процесса декарбонизации автотранспорта. В случае автотранспорта неизбежное снижение стоимости электромобилей позволит им в будущем выиграть конкуренцию по стоимости владения у автомобилей с двигателем внутреннего сгорания (ДВС). А это создаст предпосылки для их широкого распространения во всем мире – даже в странах, которые не собираются специально поддерживать электрификацию автотранспорта (подробнее см. в работе ИГ «Петромаркет» *«Зеленая революция в Европе: что она несет России? Часть 1. Автотранспорт»*).
- На этом фоне России не стоит ожидать стихийного проникновения в страну «зеленого» керосина, способного радикально поменять привычный уклад отечественного рынка авиационного топлива. Тем не менее, меры по декарбонизации авиации, предпринимаемые отдельными странами и международными организациями, все же несут определенные угрозы, хотя и не катастрофического характера, российской авиации и российской нефтепереработке.
- Угроза авиационному транспорту связана с необходимостью заправлять воздушные суда более дорогим, чем нефтяное топливо, «зеленым»

керосином в европейских аэропортах, а также в аэропортах других стран, которые введут SAF-регулирование по примеру ЕС. Запрет на танкерование самолетов керосином сделает такую заправку безальтернативной при полетах в Россию из стран с SAF-регулированием. Увеличение затрат на топливо неизбежно будет транслировано в рост стоимости услуг воздушного транспорта (по крайней мере, в международном авиасообщении) и негативно отразится на его пассажиро- и грузообороте. Однако этот негативный эффект будет достаточно скромным – потеря максимум 3.5% суммарного пассажиро- и грузооборота российских авиакомпаний в 2050 г. по сравнению с уровнем, который наблюдался бы без внедрения SAF-регулирования (сценарий *“Business-as-usual”*).

- По нашим расчетам, в 2050 г. затраты российских авиакомпаний на топливо на рейсах из стран с SAF-регулированием в Россию будут на 105% выше уровня в сценарии *“Business-as-usual”*.
 - Расчеты были сделаны в предположении, что в 2050 г. цена нефтяного керосина в реальном выражении будет соответствовать уровню 2019 г., а доля SAF в топливе, которое будет доступно для заправки в странах, вводящих SAF-регулирование, будет составлять 63%, т.е. будет соответствовать минимальному уровню в рамках SAF-регулирования ЕС.
- Если говорить о пассажирских авиаперевозках, то рост затрат на топливо российских авиакомпаний приведет в 2050 г. к росту цен на авиабилеты из стран с SAF-регулированием в Россию на 26% по сравнению с ценами на аналогичные билеты в сценарии *“Business-as-usual”*, если весь рост затрат будет переложено в цену именно этих билетов, или на 13% на билеты в оба конца. А это в свою очередь приведет в 2050 г. к снижению пассажирооборота по соответствующим направлениям на 6% по сравнению со сценарием *“Business-as-usual”*.
 - Такое снижение не будет критичным для российских авиакомпаний. Даже если бы оно распространилось на все международные рейсы, это дало бы в 2050 г. в сравнении со сценарием *“Business-as-usual”* лишь 3.5%-е снижение их совокупного пассажирооборота, включая пассажирооборот на внутренних воздушных линиях. На фоне прогнозируемого в сценарии *“Business-as-usual”* роста совокупного пассажирооборота российских авиакомпаний к 2050 г. как минимум в 2 раза относительно 2019 г. потеря 3.5% пассажирооборота выглядит нечувствительной.
- Таким же будет и воздействие SAF-регулирования на динамику грузовых авиаперевозок.
- Угрозы российской нефтепереработке от декарбонизации авиации связаны с сокращением спроса на традиционный авиакеросин российского производства как внутри страны, так и за рубежом (далее – суммарный спрос на авиакеросин). Мы ожидаем, что сокращение составит

максимум 13% от уровня суммарного спроса на керосин в 2050 г. в сценарии *“Business-as-usual”* (в этом сценарии суммарный спрос на произведенный в России керосин вырастает как минимум на 50% по сравнению с 2019 г.).

- Значение внешнего рынка для российской нефтеперерабатывающей промышленности в целом сравнительно невелико. Экспорт авиакеросина в 2019 г. составлял 14% от суммарного спроса на российский продукт, включая вывоз за рубеж нетоварного авиакеросина, производимого на комплексе НОВАТЭКа по переработке стабильного газового конденсата в Усть-Луге. Даже если считать, что спрос на нефтяной авиакеросин на всех экспортных направлениях к 2050 г. упадет относительно 2019 г. так же, как и Европе (т.е. на 66%), сокращение экспорта не нанесет слишком большого урона российским НПЗ. Экспорт упадет на 9% от уровня суммарного спроса на российское топливо в 2019 г., или на 7% от уровня суммарного спроса в 2050 г. в сценарии *“Business-as-usual”*.
- Что касается спроса на керосин на российском рынке, то на нем негативно скажутся два обстоятельства, являющиеся следствием SAF-регулирования зарубежных рынков авиатоплива.
 - Первое из них – это замедление темпов роста пассажиро- и грузооборота авиакомпаний, осуществляющих рейсы из России за рубеж, на упоминавшиеся выше 6% в 2050 г. в сравнении со сценарием *“Business-as-usual”*. Причем такой процент сокращения будет характерен не только для российских, но и для иностранных авиакомпаний, совершающих рейсы из России за рубеж. Эффект этого фактора – снижение суммарного спроса на керосин российского производства в 2050 г. на 3% по сравнению со сценарием *“Business-as-usual”*.
 - Второе обстоятельство – запрет на танкерование воздушных судов в России на рейсах в Европу и другие страны, решившие внедрить SAF-регулирование по аналогии с ЕС. Масштабы такого снижения в 2050 г. мы оцениваем максимум в 3% от суммарного спроса на керосин отечественного производства в сценарии *“Business-as-usual”*. Такая оценка получена в предположении, что при внедрении SAF-регулирования практика танкерования исчезнет абсолютно на всех международных рейсах, тогда как в сценарии *“Business-as-usual”* доля танкерования в суммарном спросе на российский авиакеросин в 2050 г. будет соответствовать уровню 2019 г. (в 2019 г. танкерование на международных рейсах, по нашим оценкам, составило менее 400 тыс. т керосина или 3% от суммарного спроса на топливо отечественного производства).
- Одновременно с этим нужно отметить, что декарбонизация авиации в Европе и других регионах мира открывает перед российской экономикой новые возможности. Но эти возможности не лежат на поверхности. В частности, их не следует искать в развитии экспортно-ориентированного

производства *SAF*. У такого производства не просматривается перспектив, если принять во внимание тот факт, что тот же ЕС согласно сопроводительному документу *SWD (2021) 633 final* к законопроекту о *SAF* планирует обеспечить 92% своей потребности в *SAF* в 2050 г. продукцией местных предприятий, численность которых по расчетам ЕК должна составить 104-106. Эти планы очевидным образом предполагают размещение *SAF*-производств максимально близко к крупнейшим аэропортам ЕС, что априори наносит удар по конкурентоспособности любых импортеров (и импортеров российского продукта, в частности) с их неизбежными логистическими издержками.

- Куда более интересные возможности для экономики России открываются в связи с тем, что декарбонизация авиации не будет тотальной. В мире найдется немало стран, которые из-за дороговизны *SAF* не смогут или не захотят пойти по пути замещения нефтяного топлива «зеленым» керосином либо пойдут по этому пути не так далеко, как ЕС. Это значит, что в аэропортах этих стран воздушные суда, совершающие и внутренние рейсы, и, что важно, международные, будут по-прежнему заправляться традиционным керосином и выбрасывать при его сжигании значительные объемы CO_2 .
- Система *CORSIA*, регулирующая выбросы CO_2 авиацией в международном сообщении, накладывает на авиакомпании из любых стран мира обязанность компенсировать рост этих выбросов по сравнению с 2019 г. В настоящее время компенсация состоит в покупке кредитов, эмитируемых рядом международных систем (см. Раздел 1 [«Международная и европейская климатическая политика в области авиации»](#)). Эти кредиты начисляются за реализацию проектов, связанных со снижением выбросов ПГ, организациям, ответственным за эти проекты (1 кредит равен 1 т выбросов ПГ, которые удалось снизить в результате реализации проекта). Последние могут продать полученные кредиты организациям, которые хотят компенсировать свои выбросы – в частности, авиакомпаниям. Теоретически одним из вариантов компенсации могли бы стать кредиты, эмитируемые для реализации проектов в области лесного хозяйства. В данном случае речь идет не о снижении выбросов, а об их поглощении из атмосферы. Фактически в оборот мог бы быть введен новый товар – поглощающая способность лесов.
- Россия обладает территорией, имеющей огромный потенциал развития проектов в области лесного хозяйства, и вполне может стать экспортером поглощающей способности новых лесонасаждений как инструмента покрытия выбросов ПГ от международных авиаперевозок. Однако раскрытие этого потенциала осложнено двумя обстоятельствами, преодоление которых возможно, но потребует существенных усилий.
 - Во-первых, система *CORSIA* позволяет компенсировать выбросы от международных авиаперевозок кредитами строго определенных типов, среди которых нет ни одного, относящегося к реализации проектов в

области лесоразведения или восстановления лесных массивов. Необходимо будет добиваться принятия *CORSIA* таких кредитов, что может оказаться сложной задачей. Однако она выглядит вполне решаемой, особенно если принять во внимание, что в *CORSIA* допускается покрытие выбросов кредитами, эмитируемыми в результате реализации проектов, препятствующих вырубке или деградации лесов (речь идет о кредитах систем *Architecture for REDD+ Transactions (ART)* и *Verified Carbon Standard (VCS)*).

- Во-вторых, кредиты всех ассоциированных с *CORSIA* систем сейчас очень дешевы. Даже если бы в *CORSIA* была создана система, позволяющая покрывать выбросы ПГ авиацией кредитами «лесных» проектов, последние не смогли бы конкурировать по цене с кредитами, эмитируемыми существующими системами. Однако, дешевизна кредитов связана с рядом недостатков проектов, под которые они эмитируются, и при борьбе с этими недостатками можно добиться повышения стоимости кредитов.
 - По нашим расчетам, цена тонны $\text{CO}_2\text{э}$, при которой высадка лесов будет экономически целесообразной, составляет 24.4 евро (оценка сделана в предположении, что высадка и последующее поддержание лесонасаждений в течение 20 лет обойдется в 3000 евро на гектар, а суммарное поглощение CO_2 этим гектаром за 20 лет составит 123 т – значения взяты из сопроводительного документа *SWD (2021) 651 final* к Новой лесной стратегии ЕС до 2030 г., опубликованной 16 июля 2021 г.), в то время как стоимость принимаемых в *CORSIA* кредитов на порядки ниже.
 - К примеру, стоимость кредитов системы *CDM* в 2020 г. составила 0.33 евро за одну тонну $\text{CO}_2\text{э}$.
 - Причина дешевизны кредитов кроется в том, что они зачастую эмитируются под проекты, инвестиции в которые и без продажи кредитов являются эффективными, или проекты, альтернативы которым не существует.
 - Исследование, проведенное *Oeko-Institut e.V.* по заказу Еврокомиссии (см. *Oeko-Institut e.V. (2016). How additional is the Clean Development Mechanism?*), показало, что 73% кредитов *CDM* связаны либо с проектами, которые не следуют принципу дополнительности (т.е. они были бы осуществлены и без продажи кредитов в силу своей выгоды или в силу требований местного законодательства), либо с проектами, которые завышают свое влияние на сокращение выбросов.
 - В сложившейся ситуации стоимость кредитов, принимаемых в *CORSIA*, фактически не влияет на реализацию значительной части целевых проектов, направленных на сокращение выбросов ПГ, а сами кредиты в таком случае становятся всего лишь приятным бонусом инвестору и поэтому могут быть сколь угодно дешевыми.

Это означает, что *CORSIA* в настоящее время очень слабо влияет на общее сокращение выбросов ПГ мировой экономикой, в чем и состоит основной ее недостаток, который необходимо будет преодолеть. Именно на борьбе с этим недостатком и можно сконцентрировать усилия России.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Сценарные условия расчетов

Табл. П.1

Ключевые показатели динамики экономики ЕС-27, среднегодовые темпы роста

Источник: ИГ «Петромаркет» на основе данных/материалов [1], [2]

Показатель	Прогноз					
	2020-2025	2026-2030	2031-2035	2036-2040	2041-2045	2046-2050
ВВП в реальном выражении, ЕС-27 [1][2]	2.7%	1.1%	1.2%	1.4%	1.4%	1.4%
Численность населения на конец года, ЕС-27 [1][2]	0.1%	0.0%	0.0%	-0.1%	-0.1%	-0.1%

[1] Eurostat

[2] EU Reference Scenario 2020

Табл. П.2

Цены на различные виды топлива в ЕС-27, евро/т на базисе CIF NWE в ценах 2019 г.

Источник: ИГ «Петромаркет» на основе данных/материалов [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7]

Показатель	Факт	Прогноз					
	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Цена на нефтяной керосин [1]	565	565	565	565	565	565	565
Цена на биокеросин из мискантуса [2][3][4]	2 561	2 133	2 010	1 930	1 871	1 824	1 785
Цена на «зеленый» синтетический керосин [2][5][6][7]	3 795	2 528	2 164	1 928	1 753	1 613	1 498

[1] Refinitive

[2] Pavlenko N., Searle S., Christensen A. (2019). *The cost of supporting alternative jet fuels in the European Union*

[3] Müller-Langer F., Majer S., O’Keeffe S. (2014). *Benchmarking biofuels – a comparison of technical, economic and environmental indicators*

[4] IRENA (2016). *Innovation outlook: advanced liquid biofuels*

[5] Schemme S., Breuer J. L., Köller M., Meschede S., Walman F., Samsun R. C., Peters R., Stolten D. (2019). *H2-based synthetic fuels: A techno-economic comparison of alcohol, ether and hydrocarbon production*

[6] Hydrogen Council (2020). *Path to hydrogen competitiveness: a cost perspective*

[7] Agora Verkehrswende, Agora Energiewende, Frontier Economics (2018). *The future cost of electricity-based synthetic fuels*



ПЕТРОМАРКЕТ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА

Россия, 119002, г. Москва, ул. Арбат, д. 10

БЦ «Мидланд Плаза», оф. 64

Телефон и факс: +7 (495) 308-04-45

pm@petromarket.ru

www.petromarket.ru