

## **АНАЛИЗ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭМИССИИ CO<sub>2</sub> НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

*Валерия Михайловна Кузенкова*

Новосибирский государственный университет, 630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова 2, студент 4 курса бакалавриата.e-mail: v.kuzenkova@g.nsu.ru

*Василий Юрьевич Немов*

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга 3, старший научный сотрудник, e-mail: Nemovvu@ipgg.sbras.ru; Новосибирский государственный университет, 630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова 2, доцент каф. Политической экономики.

В статье рассмотрены нормативные акты, регулирующие климатические политики стран. Описаны принципиальные отличия соглашений с целью снизить деградацию окружающей среды. Поскольку эмиссия CO<sub>2</sub> определена объёмом потребления энергии, в статье представлен анализ потребления по энергоресурсам в разрезе макрорегионов.

**Ключевые слова:** выбросы углекислого газа, эмиссия CO<sub>2</sub>, потребление энергии, Киотский протокол, Парижское соглашение, Зелёная сделка

## **ANALYSIS OF THE ADVERSE IMPACT OF CO<sub>2</sub> EMISSIONS ON THE ENVIRONMENT**

*Valeria M. Kuzenkova*

Novosibirsk State University, 630090, Russia, Novosibirsk, st. Pirogova 2, 4th year undergraduate student.e-mail: v.kuzenkova@g.nsu.ru

*Vasiliy Y. Nemov*

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3, Akademika Koptuyuga Ave., PhD, Senior Researcher, e-mail: Nemovvu@ipgg.sbras.ru; Novosibirsk State University, 630090, Russia, Novosibirsk, Pirogova st. 2, assistant professor

The article discusses the regulations governing climate policies of countries. The fundamental differences between agreements with the aim of reducing environmental degradation are described. Since CO<sub>2</sub> emissions are determined by the volume of energy consumption, the article presents an analysis of energy consumption in the context of macroregions

**Keywords:** carbon dioxide emissions, CO<sub>2</sub> emissions, energy consumption, Kyoto Protocol, Paris Agreement, Green Deal

### *Введение*

Проблема глобального изменения климата с точки зрения влияния на мировую экономику представляет собой не только масштабную угрозу для природы, но и является катализатором различных изменений во многих отраслях хозяйственной деятельности. Изменение климата оказывает влияние на глобальные экономические процессы, то есть непосредственно ведёт к, неравномерно рас-

пределённым по всей территории, потерям для мировой экономики. При разработке экономической политики, следует учитывать особенности современной системы международных отношений [1].

Глобализация нежелательных природных катаклизмов, связанных с парниковым эффектом, дает повод предполагать, что при дальнейшем возрастании энергопотребления за счет сжигания органического топлива степень загрязнения атмосферы может стать критической. Это послужило причиной создания необходимого механизма для борьбы с вышеперечисленными процессами [2].

### *Нормативное регулирование*

Первым шагом послужил *Киотский протокол* (КП) – международное соглашение, которое было принято в 1997 г. Целью которого являлось обязать развитые и развивающиеся страны, сократить или стабилизировать выбросы углерода в атмосферу [Досаев, 2012]. Был создан механизм международной торговли квотами на выбросы CO<sub>2</sub>, который заключался в том, что участники соглашения осуществляют совместные проекты, в результате которых снижается эмиссия CO<sub>2</sub>. Эти сокращения добавляются на счета сторон и служат выполнению их обязательств по соглашению. КП оказался не эффективным, основной проблемой которого послужил принцип общей, но не дифференцированной ответственности. Вся ответственность за снижение выбросов ложилась на страны с развитой и переходной экономикой [3].

Причины несостоятельности КП:

- Сокращение эмиссии CO<sub>2</sub> касалось всех отраслей промышленности, что привело бы к снижению объёмов производства и к масштабным убыткам.
- Национальные интересы для стран оказались выше наднациональных.
- Альтернативные источники не смогут удовлетворить потребность в энергии в большинстве отраслей.

В декабре 2015 года на смену Киотскому протоколу пришло *Парижское соглашение* (ПС). Концепция соглашения заключалась в самостоятельном определении собственных целей по сокращению выбросов, отталкиваясь от своих планов развития углеродоемких отраслей и экономики в целом. Основной целью о предотвращении изменения климата, в соглашении заявлено – не допустить повышения глобальной средней температуры на 2°C, а по возможности – добиться ограничения ее роста величиной 1,5°C до 2100 г. [4].

Рассмотрим итоги Парижского соглашения:

- Переход к новому международному климатическому режиму, который заключается в том, чтобы международные институты были сосредоточены на адаптации к изменениям климата.
- Достижение консенсуса мирового сообщества в необходимости перехода мировой экономики на низкоуглеродное развитие. Очевидно, что данный переход – это не обратимая тенденция [4].

Каждая из стран имеет свою стратегию развития, мотивом которой лишь отчасти послужила проблема глобального потепления. В основном они направ-

лены на снижение энергетической зависимости, формирование новых рабочих мест, сокращение локальных загрязнений. Поэтому способность приспособиться к этому будущему будет основным фактором определения конкурентоспособности каждой страны.

В настоящий момент самым активным участником Парижского соглашения является Европейский союз, который задаёт темп остальным государствам. Это обусловлено стремлением стать первым климатически нейтральным континентом, который позиционирует себя как лидер снижения деградации окружающей среды.

В 2019 г. был утверждён план действий под названием «*Европейская зелёная сделка*» с целью увеличения эффективности использования ресурсов путём перехода к чистой, круговой экономике, восстановлению биоразнообразия и снижению загрязнения окружающей среды к 2050 г. [5]. В сентябре 2020 года был представлен новый *Европейский климатический закон*. Согласно которому экономика и общество Евросоюза должны стать нейтральными с точки зрения климата к 2050 году. В свою очередь «Институты ЕС и государства-члены обязаны принять необходимые меры на уровне ЕС и на национальном уровне для достижения этой цели» [6].

В соответствии с Парижским соглашением ЕС «продолжает выполнять ведущую роль путем установленных целевых показателей» [7], путём сокращения потребления ископаемых ресурсов до полной декарбонизации энергосистем стран ЕС. Это повлияет на торговые отношения, связанные с топливом, заключаемые ЕС с внешними участниками, поскольку союз будет внедрять свои стандарты повсеместно. Также энергетические проекты станут не актуальными. Это станет причиной высокого темпа развития инновационных технологий в ЕС, которые в дальнейшем позволят стать Евросоюзу независимым лидером от стран-экспортёров карбоноёмкого топлива на глобальной арене.

Равно как и Евросоюз, достижение декарбонизации энергосистем к 2050 г. было определено для себя Японией и Южной Кореей, Китаем – к 2060 г. Что касается США, после возвращения в Парижское соглашение, сохранили намерение по «экологизации» экономики. Страна намерена возобновить работу по существующим обязательствам [8].

Российская федерация долго придерживалась «слабой» климатической политики, но в 2019 г. ратифицировала Парижское соглашение. Определяющим фактором доктрины по борьбе с глобальным изменением климата страны является план снижения к 2030 г. эмиссии CO<sub>2</sub> до 70% от уровня 1990 г. с учётом максимально возможной поглощающей способности лесов и иных экосистем [Трифонов, 2020]. Упор делается на развитие экосистем, способных поглощать выбросы CO<sub>2</sub> из воздуха, а не на замещении карбоноёмких энергоносителей и развитии «чистых» технологий. Это может негативно сказаться на экономике страны, в связи с повсеместной декарбонизацией энергосистем [8].

Экономический кризис, спровоцированный пандемией COVID-19, несмотря на ожидаемое торможение, наоборот поспособствовал данному направлению. Экономика после кризиса не будет восстанавливаться по прежней мо-

дели. Момент ЕЗС для развития Европы и мира момент ЕЗС может стать драйвером изменений [5].

### *Анализ динамики потребления энергии по макрорегионам*

Основополагающей тенденцией в усиливающейся динамике потребления является развитие экономики, которое стимулирует производство. Топливо-энергетический комплекс вносит значительный вклад в государственный бюджет добывающих стран, в связи с этим главной целью устойчивого развития представляется обеспечение непрерывного растущего спроса на энергию и одновременно сокращению количества выбросов CO<sub>2</sub> от ископаемых источников. К 2019 году объём выбросов достиг рекордного значения в 34 169 млн. т., что объём потребленной энергии почти в 2,5 раза. С 2010 – 2016 гг. происходит снижение скорости роста потребления и соответственно выбросов, что обусловлено введением Парижского соглашения. Прирост потребляемой энергии к 2019 г. составил 0,8 % или 278 млн. т., что на 112 млн. т. меньше прошлогоднего прироста (Рис.1). Выработка энергии, в основном осуществляется за счёт использования ископаемых источников. Из структуры потребления энергоресурсов видно (Рис. 2), что основной источник – нефть, в период с 1970–2019 гг. доля которой составляет более одной трети. Динамика с 1970–1985 гг. связана с энергетическим и нефтяным кризисом, а также с неустойчивой политической ситуацией в мире. В результате нефтяного эмбарго 1973 года цены на нефть значительно выросли, что повлекло сокращение спроса на нефть, впоследствии перепроизводство нефти повлияло на падение потребления ресурса.



Рис. 1. Соотношение выбросов и совокупной энергии

До 1985 года доля нефти составляла почти 50% всех ресурсов, а в 2019 году – 33,1%, что на 0,5% ниже 2018 г. Вторым наиболее карбоноёмким источником энергии является уголь. Доля потребления угля в структуре за весь рассматриваемый период находится на уровне одной трети от общего потребления – 27,21 %. Положительный тренд имеет динамика потребления природного газа, доля ре-

сурса в совокупной структуре потребления энергии увеличилась и к 2019 году достигла 24,2%, что на 0,4% выше 2018 г.

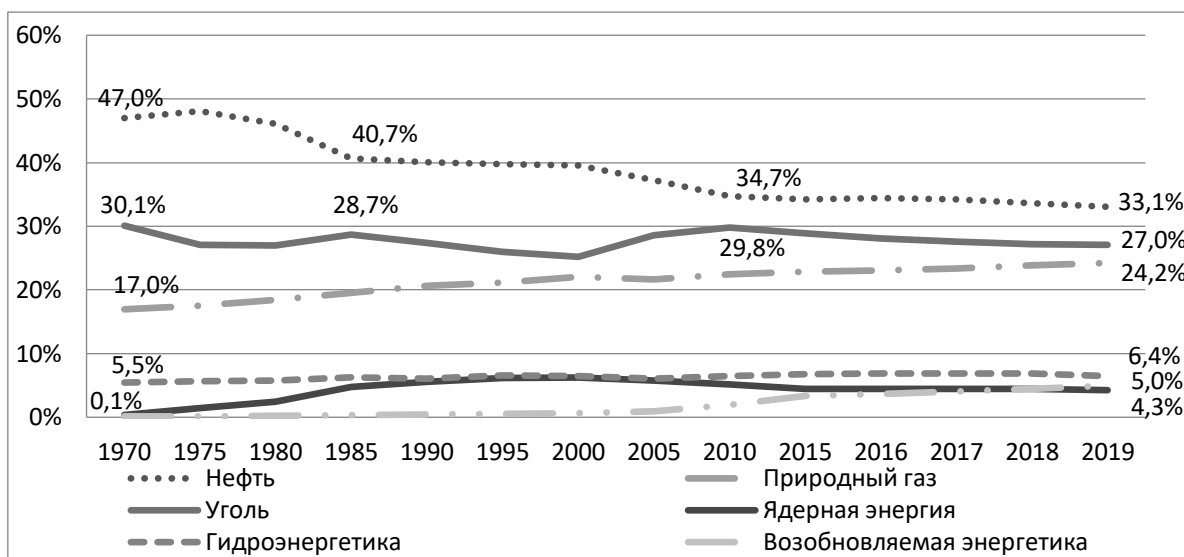


Рис. 2. Динамика потребления по источникам энергии

Для полноты анализа необходимым представляется рассмотреть структуру и динамику потребления энергии по макрорегионам (Рис. 3). Лидером потребления энергии последние 10 лет являются страны Тихоокеанского региона. Регион активно наращивает потребление и сейчас определяет почти 45% совокупного потребления. Высокий темп роста экономики Китая с 2000-х годов стимулировал спрос на энергию, производство которой обеспечивалось за счёт добычи угля, причём уголь – наиболее карбоноёмкий ископаемый энергоноситель.

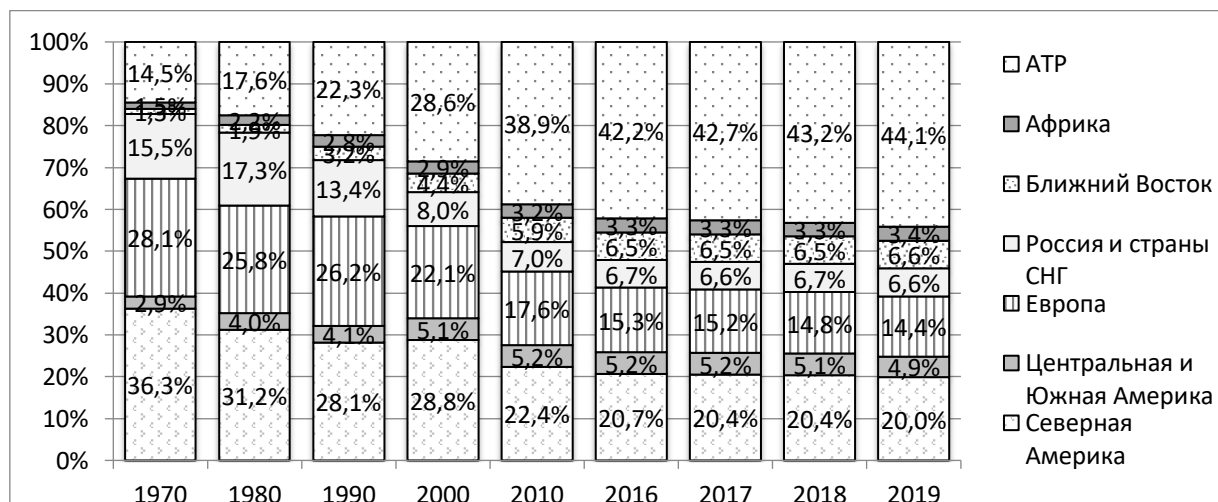


Рис.3. Региональная структура потребления энергии

Доля потребления Китая в совокупном объёме в 2019 г. составляет 24%, при этом доля угля в структуре потребления страны составила 58%, что на 1,2% ниже значения 2018 г. С 2005 г., АТР также является лидером потребления энергии от нефти. На 2019 г. доля региона составила 37%, где основные потребители - Китай(39%), Индия(14%) и Япония(11%). Значительный вклад в эмиссию CO<sub>2</sub> стал драйвером развития альтернативных источников энергии и увеличения использования газа в энергосистемах стран АТР, что составило 50% с 2010 г. С 2010 г. производство энергии из альтернативных источников выросло более чем в 5,5 раз, на данный момент доля которой составила 4%.

Северная Америка – второй регион по потреблению энергии, который составляет 1/5 часть совокупного объёма. В отличие от АТР, Северная Америка наоборот активно снижает потребление, что обусловлено ростом эффективности производства стран данного региона. Вторая причина - замещение потребления угля газом и альтернативными источниками. Использование газа выросло с 2005 г. на 40%. Спрос на альтернативные источники вырос примерно в 6 раз. Доля нефти находится на высоком уровне, благодаря росту спроса на нефть в США, но сдерживается снижением потребления в Мексике, что затормозило общий прирост (3% с 2000г.). В 2019 г. доля США составила 82% потребления нефти в регионе (19% в мире), 80% потребления природного газа в регионе (27% в мире), 91 % потребления угля в регионе (8 % в мире).

Европа и страны СНГ тоже снижают потребление энергии. В Европе на данный момент преобладают традиционные источники энергии: нефть(36%), газ(23%), уголь(15%). С 2005 года потребление по всем трём снизилось. Сокращение потребления угля регион компенсирует альтернативной энергетикой, которая является наиболее развитой в данном регионе. В период с 2000-2019 г. спрос на уголь упал на 32%, а производство альтернативной энергетики выросло почти в 10 раз. Особенностью потребления возобновляемой энергетики в Европе является высокая доля атомной энергетики – 10%, основной потребитель Франция(40%).

Доля стран СНГ и России снизилась почти в 3 раза с 1980г. В России уже более 30 лет преобладает потребление газа, доля которого равна более 50% с 2000 года, и продолжает расти. Россия обеспечила почти 80% потребления региона. Второй по потреблению является нефть. Значительное падение спроса на данный ресурс с 1980–2000 гг.(на 55%), за счёт перепроизводства ресурса, которое связано с нефтяным эмбарго 1973 г. и исламской революцией в Иране 1979 г. Сейчас спрос на нефть достаточно устойчив и доля ресурса в регионе сократилась на 10 п.п. Также с 2000 г. упал спрос на уголь на 17%. С 2010 г. потребление электрической и тепловой энергии на основе атомных станций возросло на 20%. В целом среднегодовой объём выработки энергии на ГЭС за период с 2010 г. вырос на 3,5% относительно среднегодовой выработки 2000–2009 гг. На долю альтернативных источников энергии приходится 0,04%, но они обладают наибольшим темпом роста. Так, с 2013г. объём потребления вырос в 2,5 раза.

Центральная и Южная Америка(ЦиЮА), Африка и Ближний восток наращивают потребление, однако они не существенны в совокупной структуре

потребления. Основной энергоноситель в ЦиЮА - нефть, доля которой составляет почти 45%. В 2015 г. потребление достигает своего пика 329 млн. т. и начинает снижаться. Сокращение спроса на нефть в данный период составило почти 4%. Основной потребитель - Бразилия (44%). Потребление угля в регионе осуществляется на очень низком уровне. Суммарное потребление в регионе не превышает и 1% от мирового уровня. На долю природного газа приходится 20,6% потребления региона. Рост спроса на ресурс соответствовал общемировым тенденциям до 2015г., после чего наметилась тенденция к сокращению потребления. В рассматриваемом регионе особенностью структуры энергоносителей является значительная доля гидроэнергетики. По объёмам потребления данный возобновляемый источник занимает второе место в регионе (24% и 17% в мире). Для развития гидроэнергетики послужило стимулом наличие большого объёма водных ресурсов и в связи с этим развития строительства генерирующих мощностей. В период 1965–2011 гг. объём потребления гидроэнергии вырос в 19 раз. За последние 20 лет потребление данной энергии выросло в 10 раз.

Доля потребления Ближнего Востока за рассматриваемый период увеличилась до 6,6%(Рис.3). За 2000-2019 гг. потребление энергии выросло более чем в 2 раза. Основные потребители - Иран (32%), Саудовская Аравия (29%). В структуре потребления преобладают нефть и природный газ, на долю которых приходится 98,3%. Регион находится на третьем месте в мире по уровню потребления нефти, его доля в региональной структуре в 2019 г. составляет 9,2 %, что на 0,4% выше предыдущего года. С момента начала промышленной добычи газа спрос на энергоресурс вырос в 3 раза. За тот же период потребление нефти увеличилось только на 66%. С 2014 г. темп прироста спроса на нефть значительно снизился и за последние два года прирост был отрицательным. Потребление угля в данном регионе очень низкое, на 2019 г. не превысило и 1%, при этом продолжает снижаться. С 2010 -2019 гг. спрос на уголь сократился почти на 20%. Совокупное потребление от альтернативных источников энергии за 2019 г. сократилось на 11%, это связано снижением потребления гидроэнергетики в Иране на 40%, который является основным потребителем гидроэнергии (70%).

Доля Африки составляет 3,4% (Рис.3). Низкое потребление энергии в данном регионе обусловлено низким уровнем жизни и слабым развитием экономики большинства стран. Однако с 2000г., потребление увеличилось почти на 70%. В данном регионе энергия обеспечивается традиционными источниками, при этом спрос на газ вырос на 56% с 2000г. и с 2012 г. ресурс стал замещать уголь в регионе. Гидроэнергетика занимает 6,5%, а на долю альтернативной энергетики приходится 1,6 % энергопотребления. Это наиболее динамично развивающийся сектор энергетики в Африке, который вырос более чем в 5 раз.

### *Заключение*

Большинство регионов, например, Северная Америка, Европа, Россия и страны СНГ снижают потребление нефти и угля за счёт роста потребления природного газа, который обладает менее вредными свойствами относительно дру-

гих ископаемых источников. К тому же газ стал более доступен благодаря вводу новых мощностей СПГ.

Необходимым представляется развитие и увеличение доли альтернативных источников энергии, что будет способствовать повышению оптимизации потребления энергии и декарбонизации производства. Но быстро перестроиться с традиционных источников на альтернативные будет затруднительно. Совокупно доля альтернативных источников увеличилась до 5% за счёт следующих видов альтернативной энергетики: гидроэнергетика, солнечная энергетика, ядерная и ветряная. Основным является гидроэнергетика, на долю которого приходится 44% всего потребления. Несмотря на это, данный тип энергетики является менее перспективным, поскольку характеризуется высоким износом генерирующих мощностей. И в силу экономических, политических и природных условий рост данных мощностей не будет выгодным. Спрос на атомную энергетику стагнирует. Это связано с необходимостью раннего прекращения деятельности на атомных реакторах США, в силу сланцевой революции и достаточно быстрого развития новых технологий, связанных с альтернативной энергетикой. Наиболее заметное ускорение ежегодного прироста наблюдаются в ветряной и солнечной энергии.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента РФ МК-1819.2020.6*

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Макаров И.А. Глобальное изменение климата как вызов мировой экономике и экономической науке // Экономический журнал ВШЭ. – 2013. – №3.
2. Макаров И.А. Международное регулирование выбросов парниковых газов в атмосферу Земли: Киотский протокол // Глобальные институты регулирования / Под ред. В.Н. Зуева. М.: Магистр, 2016 б. С. 436–454.
3. Макаров И. А., Степанов И. А. Парижское соглашение по климату: влияние на мировую энергетику и вызовы для России // АПЕ. 2018. №1.
4. Досаев Н. Т. Киотский протокол как фактор стабилизации экологической ситуации в энергетике // Российское предпринимательство. – 2012. – №14.
5. Трифонова И. А. Подходы к реализации первых этапов Парижского соглашения // Образование и право. – 2020. – №12. – С. 329-332.
6. The European Green Deal (Европейская зеленая сделка) // Официальный сайт Европейской Комиссии, URL: [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en)
7. European Climate Law (Европейский климатический закон). // Официальный сайт Европейской Комиссии. 2020. URL: [European Climate Law Climate Action \(europa.eu\)](https://european-climate-law-climate-action.europa.eu)
8. Paris agreement (Парижское соглашение) // Официальный сайт ООН. URL: [adoption of the Paris agreement - Paris Agreement text English \(unfccc.int\)](https://unfccc.int/paris_agreement).

#### REFERENCES

1. Makarov I.A. Global'noe izmenenie klimata kak vyzov mirovoj ekonomike i ekonomicheskoy nauke // Ekonomicheskij zhurnal VSHE. – 2013. – №3.
2. Makarov I.A. Mezhdunarodnoe regulirovanie vybrosov parnikovyh gazov v atmosferu Zemli: Kiotskij protokol // Global'nye instituty regulirovaniya / Pod red. V.N. Zueva. M.: Magistr, 2016 b. S. 436–454.



3. Makarov I. A., Stepanov I. A. Parizhskoe soglashenie po klimatu: vliyanie na mirovuyu energetiku i vyzovy dlya Rossii // APE. 2018. №1.
4. Dosaev N. T. Kiotskij protokol kak faktor stabilizacii ekologicheskoy situacii v energetike // Rossijskoe predprinimatel'stvo. – 2012. – №14.
5. Trifonova I. A. Podhodu k realizacii pervuh etapov Parizhskogo soglasheniya // Obrazovanie i pravo. – 2020. – №12. – P. 329-332.
6. The European Green Deal (Evropejskaya zelenaya sdelka) // Oficial'nyj sajt Evropejskoj Komissii, URL: [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en)
7. European Climate Law (Evropejskij klimaticeskij zakon). // Oficial'nyj sajt Evropejskoj Komissii. 2020. URL: European Climate Law Climate Action (europa.eu)
8. Paris agreement (Parizhskoe soglashenie) // Oficial'nyj sajt OON. URL: adoption of the Paris agreement - Paris Agreement text English (unfccc.int).

© *B. M. Кузенкова, В. Ю. Немов, 2021*