

УДК 620.92

**ПАРНИКОВЫЕ ГАЗЫ И ПРИОРИТЕТЫ РФ
ПО ДЕКАРБОНИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ**

**GREENHOUSE GASES AND RUSSIA'S PRIORITIES
FOR DECARBONIZATION OF THE ECONOMY**

**Михаил Шугеевич Арабов, Зарема Михайловна Арабова,
Юлия Амировна Аляутдинова, Семид Михайлович Арабов**

**Астраханский государственный технический университет,
Астрахань, Россия**

**Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского
Российской академии наук, Москва, Россия**

**Астраханский государственный архитектурно-строительный
университет, Астрахань, Россия**

**Mikhail Sh. Arabov, Zarema M. Arabova,
Yuliya A. Alyautdinova, Semid M. Arabov**

Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia

**Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry
of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia**

**Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering,
Astrakhan, Russia**

e-mail: zarema.polymer@gmail.com

Аннотация. Нарушение климата, загрязнение (отравление) окружающей среды являются одними из важнейших угроз для современной цивилизации. Человечество на протяжении тысячелетий рассматривало окружающую среду как источник дешевой энергии и место, куда можно было сваливать все отходы производства и жизнедеятельности

человеческого сообщества. Научно-техническая революция, следовавшая за увеличением народонаселения на планете, привела к таким выбросам в окружающую среду, что она оказалась несовместимой с жизнью человека. Появилась угроза самому существованию человечества в случае, если не предпринять меры по сокращению выбросов в окружающую среду. В 2015 г. главы 196 стран взяли на себя обязательства по декарбонизации своих экономик. Российская Федерация, являясь одной из ведущих энергетических держав, тоже подписала Парижское соглашение. Вектор развития человечества определен – это производство экологически чистой энергии. И у нас имеются все возможности для производства экологически чистой энергии, нужно только на государственном уровне определиться, кто и что будет делать в ближайшие десятилетия, чтобы наша страна по-прежнему оставалась мировой энергодержавой, а продукция оставалась конкурентоспособной.

Abstract. Climate change, pollution (poisoning) of the environment are among the most important threats to modern civilization. For thousands of years, mankind has considered the environment as a source of cheap energy and a place where all the waste of production and life of the human community could be dumped. The scientific and technological revolution, which followed the increase in the population of the planet, led to such emissions into the environment that it turned out to be incompatible with human life. There is a threat to the very existence of mankind if measures are not taken to reduce emissions into the environment. In 2015, the leaders of 196 countries committed themselves to decarbonizing their economies. The Russian Federation, being one of the leading energy powers, also signed the Paris Agreement. The vector of human development is defined – it is the production of environmentally friendly energy. And we have all the possibilities for the production of clean energy, it is only necessary at the state level to decide who and what will do in the coming decades, so that our country remains a world energy power, and products remain competitive.

Ключевые слова: рост населения, экология, окружающая среда, загрязнение планеты, природа, Парижское соглашение, топливо, экологически чистое топливо, развитие, человечество

Keywords: population growth, ecology, environment, pollution of the planet, nature, Paris Agreement, fuel, clean fuel, development, humanity

Введение

Ежегодное увеличение населения планеты (на 85–90 млн чел./год) ставит перед человечеством новые вызовы [1, 2]. За 100 лет (от 1900 до 2000 гг.) население планеты выросло с 1,65 до 6 млрд человек и продолжает расти (рисунок 1).

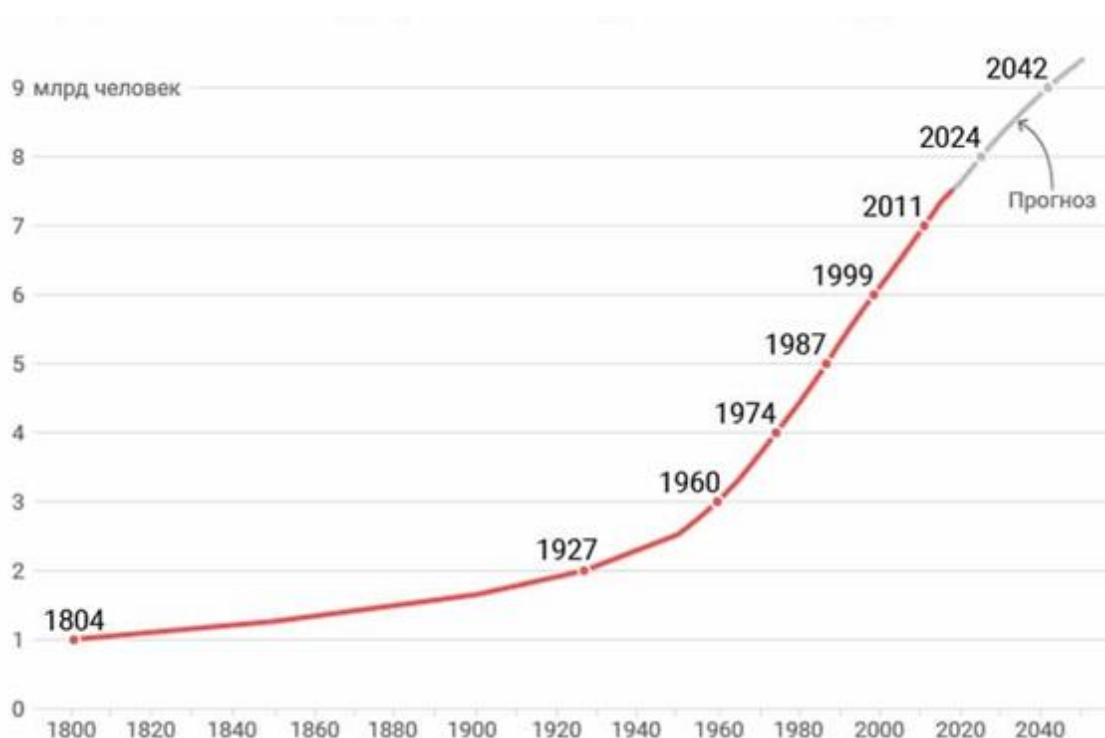


Рисунок 1. Рост населения на планете с 1800 г.
(обозначены годы появления нового миллиарда человек на Земле)

Figure 1. Population growth on the planet since 1800
(the years of the appearance of a new billion people on Earth are indicated)

Примерно 70–100 лет тому назад человечество радовалось новым открытиям новых видов энергии (новым угольным месторождениям, месторождениям нефти, газа, освоению атомной энергии [3] и т.д.), научно-технической революции в технике и технологии и комфортной жизни (горячей воде, системе отопления и т.п.).

Человек на протяжении многих тысячелетий использовал окружающую среду в своих целях с максимальной выгодой, не оказывая ей должного внимания в целом [2].

В конечном счете, к концу XX века это привело к глобальному экологическому загрязнению всей планеты Земля (вод Мирового океана, почвы, атмосферного воздуха) (рисунок 2), и, соответственно, человечество, являясь одним из видов млекопитающих, получило в обратной пропорциональности от природы различного рода болезни: онкологические, сердечные, респираторные, органов дыхания, почек, органов нервной системы, различного рода эпидемии и другие заболевания.



Рисунок 2. Лес в районе кислотных дождей

Figure 2. Forest in an acid rain region

И это естественно, так как в природе все связано, и более ярко мы можем наблюдать на примере круговорота воды: ввод химических веществ (удобрений) или опрыскивание растений различными пестицидами. В конечном счете все эти химические вещества попадают в систему надземных, подземных вод, которыми пользуются все живые существа на нашей планете (рисунок 3).

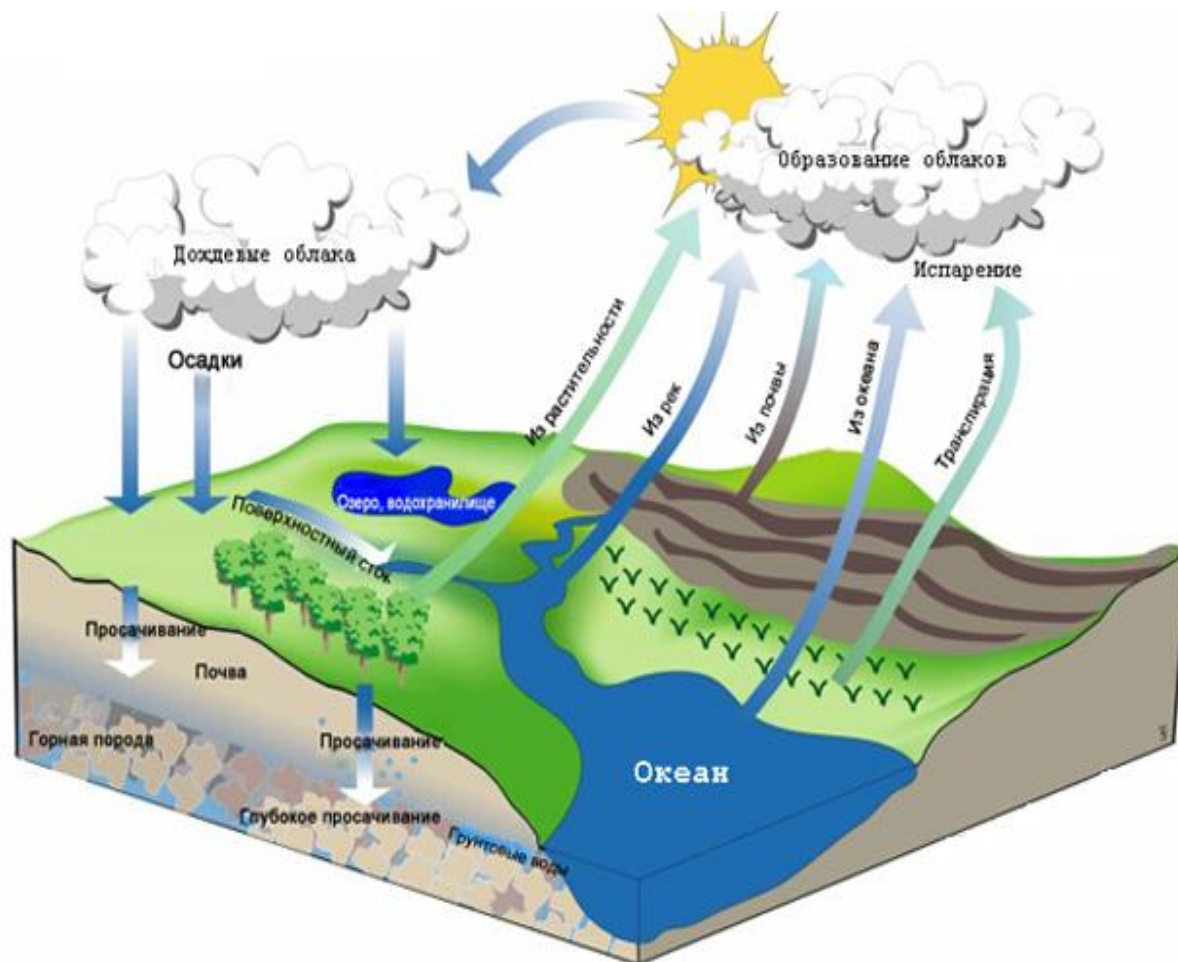


Рисунок 3. Круговорот воды в природе

Figure 3. Water cycle in nature

Далее, как мы знаем, происходит испарение вод, в результате чего образуются облака, и вода снова выпадает на землю в виде осадков. На рисунках 4–6 представлены результаты последствий существующей экологической катастрофы.



Рисунок 4. Река, обогащенная стоками с удобрениями

Figure 4. River enriched with fertilizer runoff



Рисунок 5. Загрязнение водного бассейна – результат бездумной человеческой деятельности

Figure 5. Pollution of the water basin as the result of thoughtless human activity



Рисунок 6. Город в «дыму» из-за выбросов
промышленных предприятий

Figure 6. City in «smoke» due to industrial emissions

Результатом хищнического отношения человека к природе, неуправляемого выброса самых различных веществ в окружающую среду стали парниковый эффект, пластиковые острова в океане, тенденция к потеплению климата на Земле, таяние льдов на Северном, Южном полюсах, тенденция к повышению уровня Мирового океана, негативное воздействие на водные экосистемы (и, соответственно, снижение его биологической продуктивности и исчезновение ряда экосистем), а также исчезновение самых различных видов флоры и фауны на нашей планете [2].

В XX веке стало ясно, что жить так, как жили раньше, – нельзя! Ведь окружающая нас среда «не бесконечна» и нуждается в регуляторе. Пришло осознание, что на кону стоит будущее не отдельных регионов, или какого-то строя, а само существование человечества и всего живого на планете Земля.

В 1827 г. Жозеф Фурье в статье «Записка о температурах Земного шара и других планет» впервые исследовал возможные варианты формирования климата на нашей планете Земля. Было установлено, что существуют некоторые газы с высокой прозрачностью в атмосфере Земли, которые при

определенных концентрациях могут привести к возникновению ледниковых периодов или, наоборот, к потеплению климата на нашей планете.

Сванте Август Аррениус в конце XIX века на основе исследований свойств углекислого газа, водяного пара выдвинул теорию, что их накопление в нижних слоях атмосферы планеты Земля может сопровождаться повышением температуры на всей планете (парниковый эффект) (рисунок 7).



Рисунок 7. Парниковый эффект

Figure 7. Greenhouse effect

Цель работы состоит в изучении источников выбросов парниковых газов в атмосферу и приоритетов Российской Федерации по декарбонизации экономики.

Факторы, способствующие парниковому эффекту

Основными источниками парниковых газов являются:

1. Естественные – это постоянные испарения вод из открытых водоемов (рек, озер, морей, океанов), постоянно или периодически действующие вулканы, масштабные пожары лесов;

2. Антропогенные – связанные с активной деятельностью человека по созданию комфортных условий для жизни и использованию для этого, например:

- различных углеводородных топлив (уголь, газ, нефть, продукты их переработки, дрова, торф и т.п.);
- пуски различных ракет с выбросами оксида азота и углерода;
- утечки различных хладагентов – фреонов с холодильных установок и т.п.

На рубеже XIX–XX веков на фоне научно-технической революции люди выбрасывали в атмосферу, а именно в воды Мирового океана, колоссальное количество вредных отравляющих веществ, в том числе и парниковых газов.

Озабоченность мирового сообщества состоянием климата выразилась в организации первой Всемирной научной конференции по климату, которая состоялась 12–23 февраля 1979 года в Женеве, где было декларировано, что повышение температуры на планете связано, прежде всего, с деятельностью человека, и начались комплексные исследования по изменчивости климата и созданию «Всемирной климатической программы», «Всемирной программы по исследованию климата» [4].

Немного позднее было установлено, что:

- средняя температура на планете растет со скоростью $\approx 0,2$ °C в 10 лет, а с конца XIX в. температура на Земле в среднем выросла на 1,1 °C;
- основные парниковые газы – это углекислый газ (CO₂), метан (CH₄), озон (O₃), закись азота (N₂O), водяной пар, галогенированные углеводороды;
- потепление климата за последние 100 лет прежде всего связано с выбросами различных парниковых газов (в основном, выбросы углекислого газа) из-за активной деятельности человека на планете;
- имеется тенденция к увеличению концентрации углекислого газа в атмосфере и ее доступность для растительной массы (для фотосинтеза растения поглощают углекислый газ, воду и выделяют кислород), а ввод в

оборот новых земель привел к глобальному увеличению зеленой массы на планете. Так, за период 1982–2011 гг. произошло увеличение роста индекса площади листьев (ИПЛ) на планете на 46 % (global greening) [5].

– большая часть высокой концентрации выбросов CO_2 в окружающую среду свойственна нефтегазовой отрасли.

Учитывая важность темы для всего человечества, позже периодически через определенное время организовывались конференции по климату под эгидой ООН, решения которой направлены на уменьшения выбросов парниковых газов.

Наиболее важной вехой по снижению темпов глобального потепления, т.е. снижения выбросов парниковых газов (прежде всего углекислого газа), стала совместная межгосударственная конференция – Парижское соглашение 2015 г. в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата, которая была подписана главами 196 стран мира, взявших на себя соответствующие обязательства по снижению выбросов парниковых газов у себя в стране [4]. При этом создана международная комиссия экспертов с правом сверять предоставляемую информацию странами по сокращению выбросов CO_2 . Конечной целью Парижского соглашения является не допущение повышения средней температуры на планете Земля выше 2°C к 2100 г. от уровня доиндустриальной эпохи.

Европейская программа «Зеленый курс» [6, 7] достаточно амбициозна и предполагает нулевые выбросы углекислого газа в окружающую среду (климатическая нейтральность), а это означает глобальную перестройку всей экономики и отказ от традиционных источников топлив по генерации электрической и тепловой энергии, а также переход на возобновляемые источники энергии (энергию ветра, энергию приливов и отливов, гидроэнергию, энергию солнечного света, геотермальную энергию и т.п.) и на водородную энергетику.

Программа США по декарбонизации схожа с программой ЕС «Зеленый курс», и к 2030 году планируется переход на безуглеродные источники

электроэнергии, а к 2050 г. довести снижение выбросов парниковых газов до нуля [8, 9].

В Китае в энергетическом балансе страны более 50 % занимает уголь, тем не менее, программа Китая по декарбонизации экономики достаточно амбициозна и масштабна, в прогнозах к 2060 г. планируется снижение выбросов углекислого газа до нуля [8].

Российская Федерация, являясь одной из ведущих энергетических держав тоже разработала программу по декарбонизации экономики до 2050 г. – это снижение выбросов CO₂ на 3 %, хотя резервы выйти на другие более высокие показатели имеются.

В программе министерства энергетики РФ по декарбонизации экономики названы такие пункты, как:

- внедрение и стимулирование применения энергосберегающих технологий;
- расширение объемов переработки отходов;
- бережное отношение к лесным ресурсам;
- охрана от вредителей и пожаров, сокращение вырубок и прочее.

Однако данные мероприятия по ряду причин внедряются достаточно медленно и неэффективно. Более того, декарбонизация экономики не значится как приоритетное направление, хотя поле для декарбонизации даже в нефтегазовой отрасли более чем достаточно. В России на каждой скважине имеется своя факельная система. Например, если это газоперерабатывающий завод с кислыми компонентами, то обязательно имеется несколько факельных систем со сжиганием не менее 3000 м³/ч топливного газа на каждой с выбросами сотен тысяч парниковых газов с каждой установки Клауса. И сколько у нас таких предприятий и скважин по стране?! Ведь только на Астраханском газоконденсатном месторождении более 140 действующих скважин. На самом деле – это деньги на ветер. Мы теряем из-за своей неповоротливости и ценный топливный газ и будем еще платить налог за «углеводородный след».

В РФ в 2019–2021 гг. ряд крупных нефтегазовых компаний (BP, ENI, Total, Equinor, Repsol, Shell, Лукойл и др.) декларировали о принятии у себя долгосрочных программ по уменьшению выбросов по соблюдению целей, поставленных Парижским соглашением по декарбонизации нефтегазового бизнеса [10].

Для нашей страны вопрос по декарбонизации более чем актуален, так как мы изначально были заточены на поставки различных типов энергии и углеводородных энергоносителей. Безусловно, вопрос по декарбонизации в РФ надо решать в русле указаний нашего Президента, который заявил, что процесс декарбонизации не должен идти в ущерб интересам РФ, и чтобы к 2060 г. Россия могла добиться углеводородной нейтральности.

Существуют следующие методы декарбонизации:

1. Снижение производственных издержек, используя различные варианты мотивации рационализации производства;
2. Повторное использование энергоресурсов с максимальной утилизацией продуктов, содержащих CO_2 , CH_4 , и минимизацией углеродного следа в выбросах;
3. Переход к возобновляемым источникам энергии (ветроэнергетика, солнечные электростанции, геотермальная энергия, энергия приливов и отливов, энергия вулканов) [1];
4. РФ покрыта многочисленными реками, на которых имеется возможность строительства малых ГЭС [7];
5. Производство водорода электролизом, термохимическим и паро-конверсионным способом с использованием энергии возобновляемых источников или атомных станций;
6. Внедрение совершенных технологий по утилизации углерода и производству чистого водорода;
7. Атомно-водородная энергетика. РФ в 2050 г. могла бы производить до 50 млн т водорода на атомных электростанциях, если предпринять соответствующие шаги сегодня. Атомные энерготехнологические станции

мощностью 3 ГВт способно производить параллельно до 1 млн т/год водорода [3].

Выводы

Проект декарбонизации, т.е. сбережение климата на нашей планете, – это общий мегапроект с различными вариантами решения, и здесь желательно, чтобы регулятор на долгосрочной основе озадачил соответствующие отрасли контрольными цифрами по декарбонизации.

Здесь возможны отступления, но вектор направления определен – это сбережение окружающей среды. Маховик декарбонизации начал набирать обороты и уже ЕС приняло ряд ограничительных мер по снижению парникового эффекта и ввел углеродный налог на поставляемое в ЕС топливо, и нам пора определиться, по какому пути мы пойдем.

Список источников

1. Арабов М.Ш., Арабова З.М., Арабов С.М. Нефть и экосистема Каспийского моря // Сетевое издание «Нефтегазовое дело». 2019. № 6. С. 25-32. URL: http://ogbus.ru/files/ogbus/issues/6_2019/ogbus_6_2019_p25-32.pdf (дата обращения: 12.01.2022). DOI: 10.17122/ogbus-2019-6-25-32.

2. Арабова З.М., Арабов М.Ш., Прохоров Е.М., Саадати П.А. Проблемы и пути снижения антропогенного воздействия на воды мирового океана // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. 2019. № 3. С. 41-47. DOI: 10.24143/2073-1574-2019-3-41-47.

3. Пономарев-Степной Н.Н. Атомно-водородной энергетика // Атомная энергия. 2004. Т. 96. Вып. 6. С. 411-425.

4. Парижское соглашение // Всемирный фонд дикой природы. URL: <https://wwf.ru/what-we-do/climate-and-energy/the-paris-agreement/> (дата обращения: 12.01.2022).

5. Березин А. Глобальное озеленение. Чем грозит планете борьба против роста выбросов углекислого газа. Экология и климат // ALEV – All Empathy Ventured. URL: <https://alev.biz/news/social-problems/ecology/globalnoe-ozelenenie/> (дата обращения: 13.01.2022).

6. Марко Сидди Европейский зелёный курс и перспективы сотрудничества между ЕС и Россией в области энергетики // Валдай. 17.03.2021. URL: <https://ru.valdaiclub.com/a/highlights/evropeyskiy-zelyenyu-kurs-es-rossiya/> (дата обращения: 13.01.2022).

7. Рехтин М. Большое будущее малых ГЭС // Известия. 05.03.2015. URL: <https://iz.ru/news/583735> (дата обращения: 13.01.2022).

8. Грушевенко Е., Капитонов С., Мельников Ю., Пердеро А., Шевелева Н., Сигиневич Д. Декарбонизация нефтегазовой отрасли: международный опыт и приоритеты России. М.: Московская школа управления СКОЛКОВО, 2021. 158 с.

9. Богуш Б.Б., Хазиахметов Р.М., Бушуев В.В., Воропай Н.И., Беллендир Е.Н., Ваксова Е.И., Чемоданов В.И., Подковальников С.В. Основные положения программы развития гидроэнергетики России до 2030 года и на перспективу до 2050 года // Энергетическая политика. 2016. № 1. С. 3-19.

10. Карасевич В. Пути декарбонизации в российских нефтегазовых компаниях // Нефтегазовая Вертикаль. 2021. № 6. С. 64-67.

References

1. Arabov M.Sh., Arabova Z.M., Arabov S.M. Neft' i ekosistema Kaspiiskogo morya [Oil and Caspian Sea Ecosystem]. *Setevoe izdanie «Neftegazovoe delo» – Online Edition «Oil and Gas Business»*, 2019, No. 6, pp. 25-32. URL: http://ogbus.ru/files/ogbus/issues/6_2019/ogbus_6_2019_p25-32.pdf (accessed 12.01.2022). DOI: 10.17122/ogbus-2019-6-25-32. [in Russian].

2. Arabova Z.M., Arabov M.Sh., Prokhorov E.M., Saadati P.A. Problemy i puti snizheniya antropogennogo vozdeistviya na vody mirovogo okeana [Problems and Ways to Reduce Anthropogenic Impact on Waters of the World Ocean]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Morskaya tekhnika i tekhnologiya – Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Marine Engineering and Technologies*, 2019, No. 3, pp. 41-47. DOI: 10.24143/2073-1574-2019-3-41-47. [in Russian].

3. Ponomarev-Stepnoi N.N. Atomno-vodorodnoi energetika [Nuclear-Hydrogen Power]. *Atomnaya energiya – Atomic Energy*, 2004, Vol. 96, Issue 6, pp. 411-425. [in Russian].

4. Parizhskoe soglasenie [Paris Agreement]. *Vsemirnyi fond dikoi prirody*. Available at: <https://wwf.ru/what-we-do/climate-and-energy/the-paris-agreement/> (accessed 12.01.2022). [in Russian].

5. Berezin A. Global'noe ozelenenie. Chem grozit planete bor'ba protiv rosta vybrosov uglekislogo gaza. Ekologiya i klimat [Global Greening. What Threatens the Planet in the Fight Against the Growth of Carbon Dioxide Emissions. Ecology and Climate]. *ALEV – All Empathy Ventured*. Available at: <https://alev.biz/news/social-problems/ecology/globalnoe-ozelenenie/> (accessed 13.01.2022). [in Russian].

6. Marko Siddi Evropeiskii zelenyi kurs i perspektivy sotrudnichestva mezhdue ES i Rossiei v oblasti energetiki [European Green Deal and Prospects for Cooperation Between the EU and Russia in the Field of Energy]. *Valdai*. 17.03.2021. Available at: <https://ru.valdaiclub.com/a/highlights/evropeyskiy-zelyenyi-kurs-es-rossiya/> (accessed 13.01.2022). [in Russian].

7. Rekhtin M. Bol'shoe budushchee malykh GES [Big Future for Small Hydropower Plants]. *Izvestiya*. 05.03.2015. Available at: <https://iz.ru/news/583735> (accessed 13.01.2022). [in Russian].

8. Grushevenko E., Kapitonov S., Melnikov Yu., Perdero A., Sheveleva N., Siginevich D. *Dekarbonizatsiya neftegazovoi otrasli: mezhdunarodnyi opyt i priority Rossii* [Decarbonization of the Oil and Gas Industry: International Experience and Russia's Priorities]. Moscow, Moskovskaya shkola upravleniya SKOLKOVO Publ., 2021. 158 p. [in Russian].
9. Bogush B.B., Khaziakhmetov R.M., Bushuev V.V., Voropai N.I., Bellendir E.N., Vaksova E.I., Chemodanov V.I., Podkovalnikov S.V. Osnovnye polozheniya programmy razvitiya gidroenergetiki Rossii do 2030 goda i na perspektivu do 2050 goda [The Main Provisions of the Program of Hydropower Development of Russia up to 2030 and Visions to 2050]. *Energeticheskaya politika – Energy Policy*, 2016, No. 1, pp. 3-19. [in Russian].
10. Karasevich V. Puti dekarbonizatsii v rossiiskikh neftegazovykh kompaniyakh [Ways of Decarbonization in Russian Oil and Gas Companies]. *Neftegazovaya Vertikal' – Oil and Gas Vertical*, 2021, No. 6, pp. 64-67. [in Russian].

Сведения об авторах

About the Authors

Арабов Михаил Шугеевич, канд. хим. наук, доцент кафедры «Технологические машины и оборудование», Институт нефти и газа, Астраханский государственный технический университет, Астрахань, Россия

Mikhail Sh. Arabov, Candidate of Chemical Sciences, Assistant Professor of Technological Machines and Equipment Department, Institute of Oil and Gas, Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia

e-mail: arabov57@mail.ru

Арабова Зарема Михайловна, канд. техн. наук, научный сотрудник,
Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского
Российской академии наук, Москва, Россия

Zarema M. Arabova, Candidate of Engineering Sciences, Researcher,
Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of Russian
Academy of Sciences, Moscow, Russia

e-mail: zarema.polymer@gmail.com

Аляутдинова Юлия Амировна, канд. техн. наук, доцент кафедры
«Инженерные системы и экология», Астраханский государственный
архитектурно-строительный университет, Астрахань, Россия

Yuliya A. Alyautdinova, Candidate of Engineering Sciences, Assistant
Professor of Engineering Systems and Ecology Department, Astrakhan State
University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russia

Арабов Семид Михайлович, аспирант кафедры «Теплоэнергетика и
теплотехника», Астраханский государственный архитектурно-
строительный университет, Астрахань, Россия

Semid M. Arabov, Postgraduate Student of the Heat Power Engineering and
Heat Engineering Department, Astrakhan State University of Architecture and
Civil Engineering, Astrakhan, Russia