

Анализ природно-климатических рисков видов экономической деятельности в Российской Федерации

Е.Н. Яковлева¹, Н.Н. Яшалова², В.С. Васильцов²

¹ Вологодский филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», Вологда

² Череповецкий государственный университет, Череповец, natalij2005@mail.ru

Для определения приоритетов и выработки эффективных механизмов адаптации различных секторов экономики к изменению климата необходимо решить метеорологические проблемы. В настоящей работе выполнена апробация авторской методики оценки климатической безопасности укрупненных видов экономической деятельности Российской Федерации. Анализ в координатах энергоёмкость—климатоёмкость позволил выявить секторы промышленности, подверженные наибольшему природно-климатическим рискам.

Ключевые слова: природно-климатические риски, климатическая безопасность, климатоёмкость, энергоёмкость, климатическая устойчивость.

Analysis of climate security of economic activities in the Russian Federation

E.N. Yakovleva¹, N.N. Yashalova², V.S. Vasil'tsov²

¹ Vologda branch of the Presidential Academy, Vologda, Russia

² Cherepovets State University, Cherepovets, Russia

The top ten global factors that determine the development of the world community in the medium and long term include the climate change, resulting in many unsolved conceptual and applied problems of further accounting and management of climate threats and opportunities in the development of the national economy. To determine priorities and develop effective mechanisms for adapting various sectors of economy to the climate change, meteorological problems need to be solved. In this paper, we have tested the author's methodology for assessing the climate security of enlarged types of economic activity in the Russian Federation. The analysis in the «energy intensity-climate intensity» terms has allowed us to identify the industries with the greatest natural and climate risk. In the future, when implementing mechanisms for managing natural and climate risks in our country, priority should be given to improving the safety of the extractive (production of oil, gas, coal and other minerals) and power industry, as well as those territories where these types of economic activities are developed. The results of the study can be used to improve the effectiveness of national and regional climate policies.

Keywords: climate risks, climatic safety, klimatoyemkost, power consumption, climatic stability.

For citation: *E.N. Yakovleva, N.N. Yashalova, V.S. Vasil'tsov.* Analysis of climate security of economic activities in the Russian Federation. *Gidrometeorologiya i Ekologiya.* Hydrometeorology and Ecology (Proceedings of the Russian State Hydrometeorological University). 2020. 61: 421—436. [In Russian]. doi: 10.33933/2074-2762-2020-61-421-436

Введение

По мнению многих отечественных и зарубежных авторов, современное общество недооценивает уровень климатических рисков¹ ([1—4] и др.) и роль своего негативного влияния на климат ([5—9] и др.). Так, П. Хиггинс и Дж. Харт [8] утверждают, что стабилизация концентрации парниковых газов на «безопасном» уровне требует гораздо более низкой их антропогенной эмиссии [10]. В.Н. Малинин, С.М. Гордеева и Л.М. Наумов [11] обосновали вывод о гораздо менее значительном, чем принято считать, антропогенном влиянии на глобальное потепление. Три четверти парникового эффекта обусловлено влиянием водяного пара и только четвертая часть — парниковых газов (как естественного, так и техногенного происхождения) [12].

Тем не менее выбросы промышленными предприятиями углекислого газа служат фактором усиления парникового эффекта и пренебрегать этим недопустимо. Как отмечает И. Браун, антропогенное влияние приносит независимые изменения в окружающую среду наравне с естественными причинами, при этом остаются нерешенными фундаментальные проблемы в расшифровке, предсказании, оценке последствий изменения климата [13]. Для выбора целевых установок и принятия регулирующих решений по снижению антропогенного воздействия на климат необходимо адекватно оценивать природно-климатические риски как в территориальном плане, так и в разрезе видов экономической деятельности.

Формулировка проблемы

Результаты проведенного ранее исследования авторов [14] убедительно показали, что для оценки климатической безопасности² страны, территориального образования, сектора, отрасли и фирмы (т. е. любого субъекта климатического воздействия) следует применять систему количественных абсолютных и относительных показателей, которые включают такие критерии, как «климатоемкость» и «энергоемкость». Показатели климатоемкости используются для оценки уровня оказываемого субъектом негативного воздействия на климат в основном в виде выбросов парниковых газов (т. е. «добавленной» климатической нагрузки), а показатели «энергоемкости» свидетельствуют о масштабах использования наиболее климатоемких ресурсов, к которым относятся традиционные виды энергии. Применение второй группы показателей в качестве

¹ Согласно авторской трактовке, природно-климатический риск — это вероятность возникновения и масштабы распространения негативных последствий хозяйственных решений в условиях их неопределенности в результате воздействия системы метеорологических, геологических и гидрогеологических (температура, атмосферное давление и осадки, влажность и циркуляция воздуха, землетрясения, наводнения и др.) и прочих природных факторов (пожары, падения метеоритов, инфекционные заболевания людей и животных, климатические циклы, глобальное изменение климата и т. п.) [15].

² Под климатической безопасностью здесь будем понимать состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия последствий реализации событий природно-климатического риска. Таким образом, климатическая безопасность выступает как обратная сторона природно-климатического риска.

целевых в управлении климатическими рисками позволит сократить образование загрязняющих атмосферу веществ и тем самым негативное воздействие на климат энергетики, а применение первой группы — в остальных отраслях. Применение специальной матрицы — карты климатических рисков — позволяет дать сравнительную характеристику субъекта риска одновременно по двум группам критериев [14].

Целью данного исследования является апробация авторской методики оценки природно-климатических рисков в разрезе видов экономической деятельности РФ.

Методы

Теоретическая база настоящего исследования была ранее изложена авторами [15]. В качестве методической основы выбрана авторская методика оценки природно-климатических рисков [14]. Сначала выполнен ретроспективный анализ результатов негативного воздействия секторов российской экономики на климат через показатели климатоемкости: изучена динамика и структура выбросов парниковых газов. Далее аналогичная оценка дана показателям «энергоёмкости» различных видов экономической деятельности. В завершение основные виды экономической деятельности Российской Федерации оценены в координатах энергоёмкость—климатоемкость с использованием методов группировки и средних величин. Для репрезентативности результатов исследования и получения качественных выводов в работе использован графический метод.

Результаты

1. Анализ системы показателей «климатоемкости»

Негативным результатом воздействия хозяйственной деятельности на климат в первую очередь является загрязнение атмосферы парниковыми газами. По данным Росгидромета [16], выбросы парниковых газов без учета землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства (ЗИЗЛХ) (в млн т CO₂-эквивалента в год) за период с 2009 по 2018 г. в России возросли на 13,2 %, а с учетом ЗИЗЛХ — на 23,1 %. Несмотря на разнонаправленный характер изменений, отметим, что в среднем ежегодный прирост без учета ЗИЗЛХ составлял 1,39 %, причем в 2018 г. наблюдался максимальный за рассматриваемый период прирост — на 3 % (рис. 1).

Землепользование и лесное хозяйство, имея отрицательное сальдо выбросов парниковых газов, уменьшает объем совокупного загрязнения за счет абсорбции (поглощения) из атмосферы больше чем на четверть (в пределах от 26,6 до 35,1 %). Можно утверждать, что относительное поглощение парниковых газов за анализируемый период сократилось на фоне роста их образования (в 2018 г. поглощение составило 26,6 против 32,5 % в 2009 г.). Оценки, выполненные авторами по данным Росстата, показали, что за тот же период средний ежегодный прирост ВВП в сопоставимых ценах составлял 1,97 %. Опережающий (хотя и незначительно) темп роста ВВП над аналогичным показателем динамики выбросов парниковых

газов за рассматриваемый период может свидетельствовать о том, что развитие экономики происходило за счет использования ресурсо- и климатосберегающих инновационных технологий, относительно меньшего вовлечения в оборот экологических ресурсов.

Можно привести ряд примеров подобных технологий: извлечение биогаза из отходов животноводства, который далее используется для выработки теплоэнергии (в Белгородской, Московской, Калужской областях)¹; широко внедряемые в России технологии «умного освещения», которые позволяют экономить электроэнергию за счет применения чувствительных к внешнему освещению датчиков и энергосберегающих ламп (например, в Вологодской области такие системы установлены даже в малых населенных пунктах); технология солнечного тепло- и энергоснабжения зданий путем облицовки их фасадов солнечными коллекторами с вакуумными стеклопакетами (русская разработка)² и многие другие. Тем не менее положительный тренд выбросов парниковых газов является неблагоприятным следствием развития экономики страны.

Структура выбросов парниковых газов в разрезе секторов практически постоянна (рис. 2).

Наибольший вклад в выбросы вносит энергетика (см. рис. 2): в рассматриваемом периоде он колеблется в небольшом диапазоне — от 78,9 до 81,2 %. Рост выбросов парниковых газов, осуществляемых в этом секторе, с 2009 по 2018 г. составил 110,6 %. Остальные секторы экономики осуществляют выбросы в объеме на порядок ниже энергетике, но два сектора из оставшихся трех имеют более крутой восходящий тренд: базисный темп роста по сектору «Отходы» составил 127,4 %, а по сектору «Промышленные процессы и использование продукции» — 134,7 %.

Структура выбросов по составу за тот же десятилетний период достаточно стабильна (рис. 3).

В составе выбросов парниковых газов преобладает диоксид углерода: его доля в совокупных выбросах колеблется в пределах от 76,2 до 78,6 %. Второе место принадлежит метану — от 17,0 до 17,8 %. На остальные парниковые газы приходится менее 5 % эквивалентных выбросов. Однако среднегодовые темпы роста выбросов метана опережают аналогичный показатель по углекислоте (101,8 и 101,1 % соответственно). В 3,4 раза увеличилось количество выбросов гидрофторуглеродов. Выбросы перфторуглеродов по сравнению с уровнем 2009 г. снизились на 20,6 %. Прирост выбросов остальных видов парниковых газов за десять лет составил от 10 % и выше.

2. Анализ системы показателей «энергоёмкости»

В 2018 г. выбросы парниковых газов, обусловленные работой предприятий энергетике, в РФ составили 1752,6 млн т CO₂-эквивалента в год [16], или 78,94 % совокупных выбросов (без учета ЗИЗЛХ). Основная их масса (99,7 %)

¹ Развитие биогазовой энергетики в регионах. 2016. URL: http://ccgs.ru/publications/presentations/_download/development_biogas_energy.pdf.

² Инновационные энергетические технологии URL: <https://www.to-inform.ru/index.php/arkhiv/item/инновационные-энергетические-технологии>.

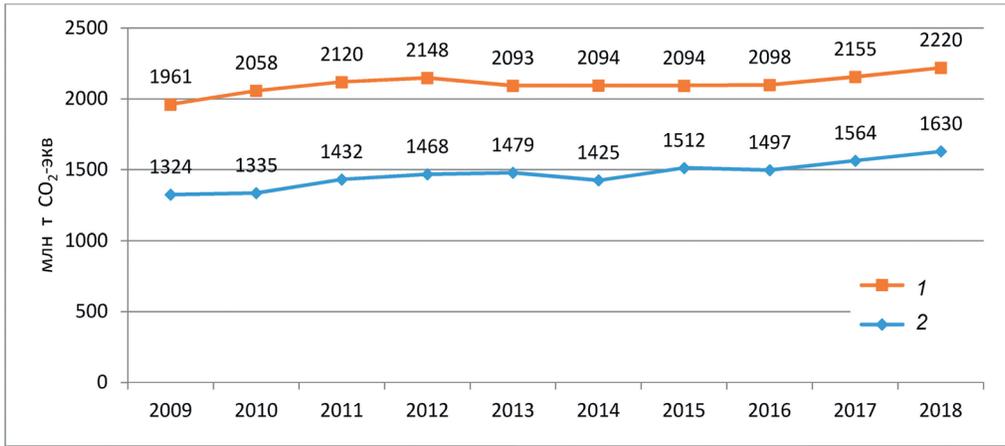


Рис. 1. Динамика выбросов парниковых газов в Российской Федерации (млн т CO₂-эквивалента в год) [16].

1 — всего без учета землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства,
2 — всего с учетом землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства.

Fig. 1. Dynamics of greenhouse gas emissions in the Russian Federation, (million tons of carbon dioxide equivalent per year) [16].

1 — total excluding land use, land use change and forestry,
2 — total taking into account land use, land use change and forestry.

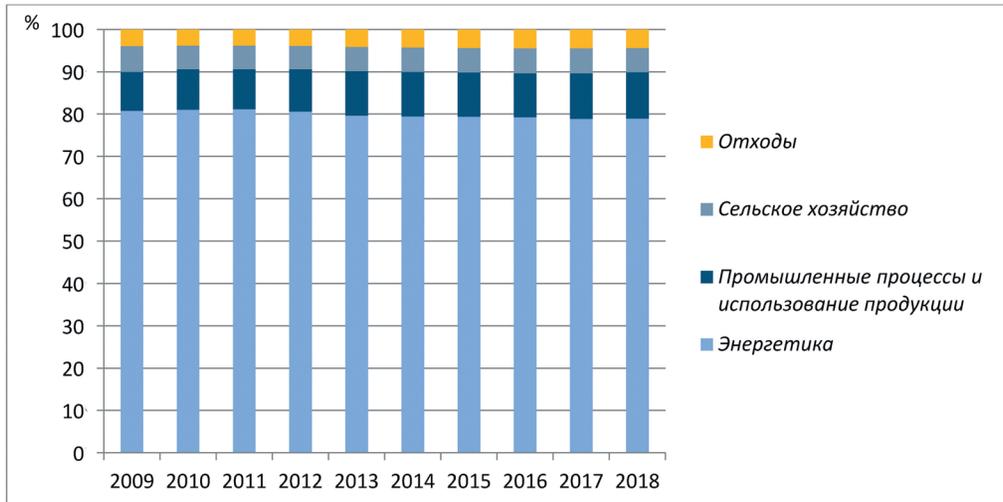


Рис. 2. Структура выбросов парниковых газов в разрезе секторов экономики (без учета землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства) [16].

Fig. 2. Structure of greenhouse gas emissions by economic sector (excluding land use, land-use change and forestry), interest [16].

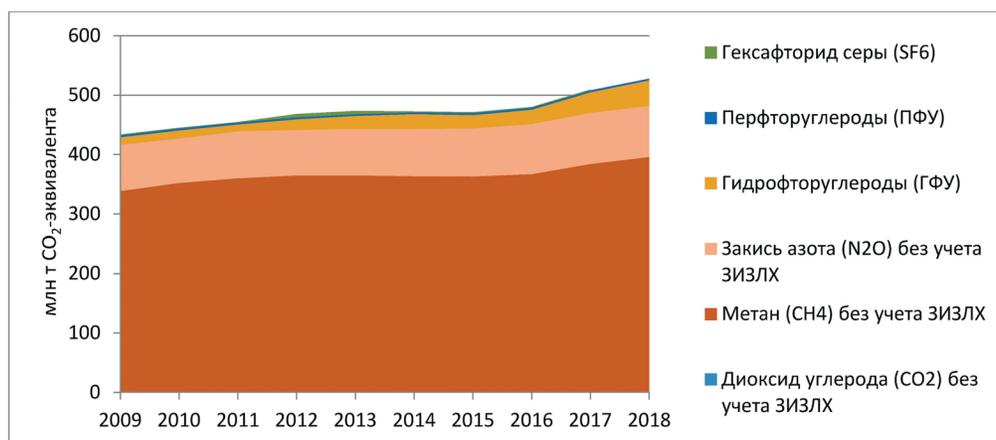


Рис. 3. Динамика и структура выбросов парниковых газов по составу (млн тонн CO₂-эквивалента в год) [16].

Fig. 3. Dynamics and structure of greenhouse gas emissions by composition (million tons of CO₂-equivalent per year) [16].

представлена углекислым газом [16], выбросы которого в анализируемом периоде незначительно колеблются вокруг возрастающего тренда (рис. 4).

Выбросы парниковых газов не превышают 66 % уровня 1990 г. (см. рис. 4). Существенное сокращение выбросов вредных веществ, в том числе парниковых газов, произошло в 1990-е годы по причине введения в нашей стране в 1992 г. механизма платы за загрязнение окружающей природной среды [17]. Затем объем загрязнения в связи с появившейся тенденцией роста экономики в начале XXI века начал постепенно увеличиваться.

Очередное падение наблюдалось в 2009 г. [16] в связи с экономическим кризисом 2008 г., после чего возрастающий тренд возобновился (рис. 4). Тем не менее темпы роста потребления электроэнергии в стране значительно выше темпов роста выбросов CO₂. Данный факт объясняется двумя причинами: во-первых, увеличением доли энергоресурсов, производимых с использованием возобновляемых источников энергии (с 2012 по 2018 г. эта доля выросла с 15,5 до 17,2 % [18]); во-вторых, изменением структуры потребляемых в энергетике видов топлива в пользу более экологичного природного газа (с 1995 по 2018 г. потребление твердого топлива сократилось почти на треть, торфа — на две трети, а использование газа возросло более чем на 20 % [16]).

Поскольку энергетика вносит наибольший вклад в загрязнение атмосферы парниковыми газами, энергопотребление национальной экономики является ключевым фактором ее природно-климатического риска. Следовательно, целесообразно изучить показатели энергоэффективности народного хозяйства Российской Федерации в разрезе секторов.

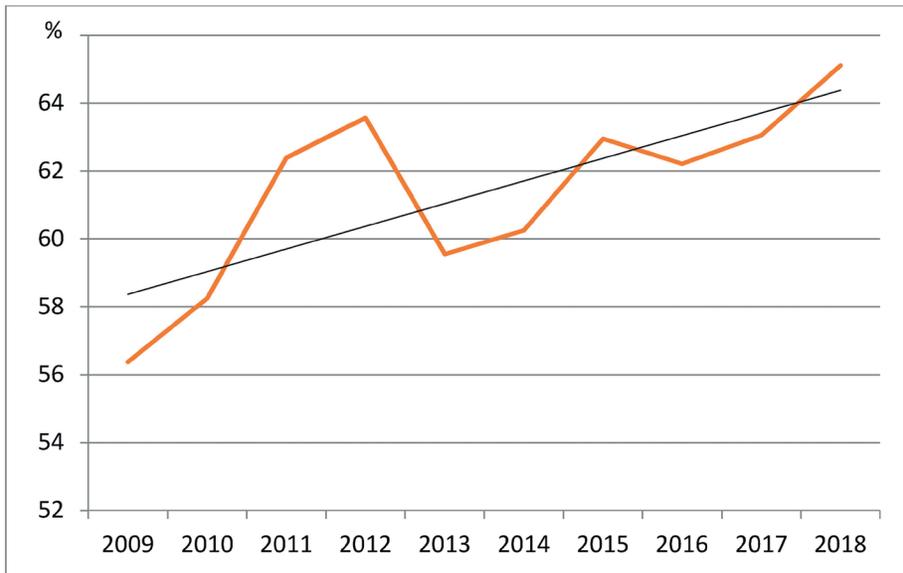


Рис. 4. Динамика выбросов CO₂ в России по отношению к 1990 г. (%) и линия тренда показателя [16].

Fig. 4. Dynamics of CO₂ emissions in Russia by 1990 (%) and trend line indicator [16].

В структуре потребления электроэнергии промышленными предприятиями более 50 % приходится на двигательную силу за счет таких видов экономической деятельности, как добыча полезных ископаемых, водоснабжение, водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений (рис. 5).

Около четверти потребления приходится на технологические нужды в основном в обрабатывающих производствах. Пятая часть электроэнергии тратится на собственные нужды электростанций, освещение и потери в сетях. Причем структура потребления в последние пять лет достаточно стабильна. Представленный в официальной статистике показатель потребления топливно-энергетических ресурсов на одного занятого в экономике не может характеризовать ее энергоэффективность. Само по себе его значение мало о чем свидетельствует, но сравнение в динамике и в отраслевом разрезе может представлять интерес (табл. 1).

Чем больше ручного труда присутствует в отрасли, тем ниже значение этого показателя: наименьшим он является в таких отраслях, как сельское и лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство, а также строительство. Увеличение данного показателя может свидетельствовать о повышении уровня механизации и автоматизации производства или о снижении энергоэффективности. Достаточно стабильная динамика потребления топливно-энергетических ресурсов на одного занятого при одновременном росте производительности труда в целом

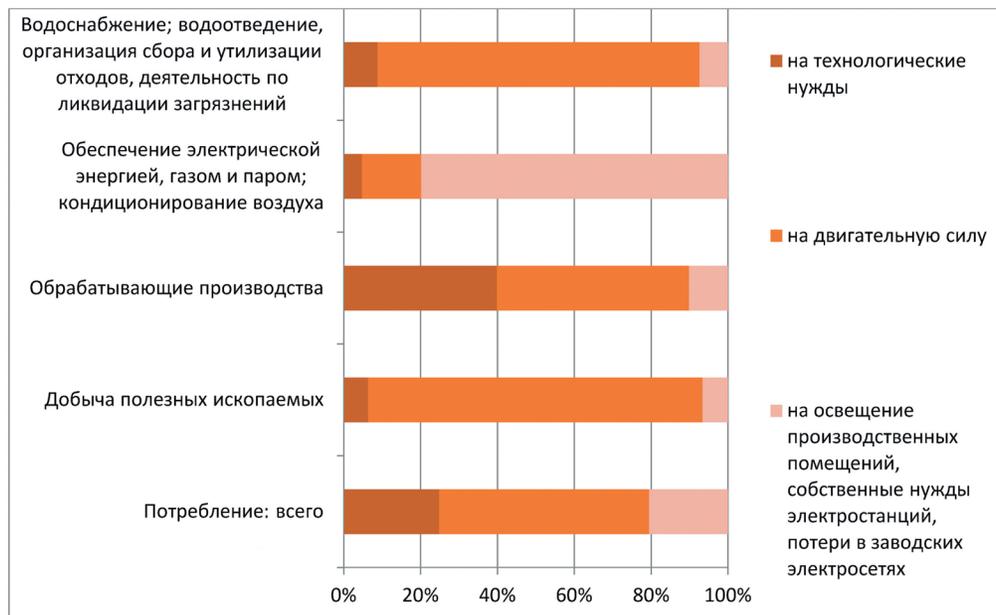


Рис. 5. Структура потребления электроэнергии промышленными предприятиями (%) в Российской Федерации в 2018 г. [18].

Fig. 5. Structure of electricity consumption of industrial organizations by industry and total (%) in the Russian Federation in 2018, interest [18].

Таблица 1

Потребление топливно-энергетических ресурсов (т.у.т.) на одного занятого в экономике Российской Федерации по видам экономической деятельности [18]
 Fuel and energy resources consumed per country employed in the economy by type of economic activity, tons of conventional fuel

Виды экономической деятельности	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Средний темп прироста, %
Всего в экономике страны	13,0	12,8	13,1	13,0	12,5	12,8	13,1	0,1
Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	2,9	2,4	2,8	2,5	3,0	3,5	3,7	4,1
Рыболовство, рыбоводство	8,3	7,9	7,7	7,2	11,6	-	-	8,7
Добыча полезных ископаемых	62,9	63,9	72,8	72,8	72,5	69,7	71,4	2,1
Обрабатывающие производства	29,0	28,9	28,7	27,9	27,1	28,0	28,2	-0,5
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	30,1	28,9	30,5	32,2	32,0	28,1	29,2	-0,5
Строительство	2,2	2,3	2,3	2,7	3,6	3,7	2,6	2,8
Транспорт и связь	21,0	20,5	20,1	19,6	18,6	21,6	21,5	0,4
Прочие виды деятельности	8,8	8,5	8,7	8,7	8,0	8,2	8,9	0,2

Примечание. Величина показателя по Российской Федерации меньше величины показателя по отдельным видам экономической деятельности из-за изменения в них пропорции объема конечного потребления топливно-энергетических ресурсов (в тоннах условного топлива) и численности занятых.

в экономике страны также оценивается нами как результат проводимой политики энергосбережения.

3. Оценка климатической безопасности видов экономической деятельности Российской Федерации в координатах энергоёмкость—климатоёмкость

Ранее авторами была предложена методика оценки климатической безопасности на основе сопоставления двух групп показателей природно-климатического риска [14]. Первая группа показателей, объединённых термином «энергоёмкость», характеризует использование климатоёмких ресурсов, в основном карбоёмкое энергопотребление (энергоёмкость, энергопотребление, доля безуглеродных видов топлива в энергопотреблении, карбоёмкость энергопотребления и др.). Вторая группа — показатели климатоёмкости, характеризующие абсолютную или относительную величину негативного воздействия на климат путем загрязнения атмосферы парниковыми газами (выбросы углерода, выбросы парниковых газов, соотношение затрат на снижение выбросов парниковых газов к валовому продукту и др.).

Логика группировки состояла в следующем. Любая хозяйственная деятельность оказывает двойное негативное воздействие на климат. Во-первых, субъект экономики использует материальные ресурсы (в первую очередь энергию), процессы производства и добычи которых связаны с выбросами парниковых газов, во-вторых, субъект сам может осуществлять такие выбросы.

Согласно авторской методике, оценке подлежит только одно качество климатической безопасности субъекта экономики, а именно опасность его хозяйственной деятельности для климата. Это качество было определено нами как эндогенное, относительно хорошо поддающееся корректировке путем применения определенных механизмов и инструментов риск-менеджмента. Второе качество, экзогенное, — это способность экономических субъектов противостоять нарастающим природно-климатическим рискам. Оно зависит от достоверности прогнозирования природно-климатических рисков и адаптационного потенциала субъекта.

Ключевую роль в обеспечении управления вторым качеством играют внешние факторы — эффективность инструментов и институтов прогнозирования опасных гидрометеорологических явлений, географическое положение и отраслевые особенности функционирования субъекта, международная и национальная климатическая политика и т. д. Управление данной составляющей климатической безопасности представляется делом гораздо более сложным и проблематичным, требующим комплексного, инновационного подхода. Поэтому авторы пришли к мнению, что первоочередной задачей климатической политики на корпоративном, отраслевом, народнохозяйственном, местном, региональном, национальном и даже международном уровне является сокращение антропогенного вклада в парниковый эффект (эндогенная составляющая управления климатической безопасностью). Для выбора приоритетов и оценки качества работы в этом направлении и была предложена авторская методика, которую апробируем далее на примере экономических секторов.

В Национальном докладе о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским

протоколом, за 1990—2018 г. (далее — Доклад) [16] отражен показатель «выбросы парниковых газов по секторам (млн т CO_2 -эквивалента в год)», который подходит для вычисления критерия климатоемкости. Однако выделенные секторы (энергетика, промышленные процессы, сельское хозяйство, землепользование и отходы) не в полной мере соответствуют видам экономической деятельности, в разрезе которых ведется статистический учет показателей энергозатрат Росстатом [18].

Для преодоления трудностей соотнесения данных двух источников, предпримем следующее. В Докладе в составе сектора «Энергетика» учтен сектор «Транспорт», по которому приведен суммарный выброс парниковых газов в 2018 г. В дальнейших расчетах выбросы по последнему станем учитывать отдельно, исключив из сектора «Энергетика». Так же поступим с сектором «Добыча полезных ископаемых», данные о выбросах по которому включены в секторы «Энергетика» и «Промышленные процессы и использование продукции» и показаны в составе последних на 2018 г. в Докладе. Кроме того, условно поставим равенство между видом экономической деятельности «водоснабжение, водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений», по которому учтен в официальной статистике показатель энергозатрат, и сектором «отходы», по которому отражены выбросы парниковых газов в Докладе. Такое допущение, на наш взгляд, вполне обосновано, поскольку по сектору «Отходы» в Докладе учтены такие выбросы парниковых газов, как CH_4 от захоронения твердых коммунальных и промышленных отходов на свалках и полигонах, CH_4 и N_2O от биологической обработки отходов, CH_4 от очистки коммунально-бытовых и промышленных сточных вод, N_2O от сброса бытовых стоков в водные объекты. Значит, учитываются выбросы по тем же видам деятельности, что и Росстатом: водоснабжение, водоотведение, сбор и утилизация отходов, ликвидация загрязнений.

Таким образом, проводя параллели с учетом принятых допущений между учетными данными по секторам в Докладе [16] и видам экономической деятельности Росстата [18], выполним расчет показателей энергоемкости и климатоемкости [14] в разрезе шести секторов: «Отходы», «Сельское хозяйство», «Энергетика», «Добыча полезных ископаемых», «Обрабатывающие производства», «Транспорт»¹.

Для оценки «энергоемкости» [14] применим в качестве критерия показатель официальной статистики «Потреблено топливно-энергетических ресурсов на одного занятого в экономике страны по видам экономической деятельности, т.у.т.» за 2018 г. В качестве критерия климатоемкости [14] вычислим относительный показатель выбросов парниковых газов по секторам в тоннах CO_2 -эквивалента в год, приходящихся на 1 млн рублей оборота организаций. По результатам выполненных вычислений составим матрицу климатических рисков секторов экономики (видов экономической деятельности) Российской Федерации за 2018 г. (табл. 2). Граничные значения шкалы показателей для группировки секторов по

¹ В соответствии с принятыми допущениями в данной работе термины «сектор экономики» и «вид экономической деятельности» используются как синонимы.

Таблица 2

Группировка секторов экономики по уровню климатической безопасности по данным за 2018 г. (матрица климатических рисков) [16, 18]

Grouping of economic activities by climate safety level for 2018 (climate risk matrix)

Климатоемкость	Энергоемкость		
	Низкий уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Высокий уровень	1. Отходы 2. Сельское хозяйство*		1. Энергетика
Средний уровень		1. Транспорт	1. Добыча полезных ископаемых
Низкий уровень			1. Обрабатывающие производства

* Секторы ранжированы в порядке убывания значимости природно-климатического риска.

уровню климатической безопасности определим, рассчитав среднее арифметическое и медиану критериев климатоемкости и энергоемкости среди всех секторов в 2018 г. Результаты расчета дают следующие диапазоны шкал качественной оценки показателей.

1. *Энергоемкость* (потреблено топливно-энергетических ресурсов на одного занятого в промышленном производстве по видам экономической деятельности):

- низкий уровень — от 0 до 13,1 т.у.т. (всего в экономике страны);
- средний уровень — от 13,1 т.у.т. (всего в экономике страны) до 24,9 т.у.т. (медиана значений видов экономической деятельности);
- высокий уровень — свыше 24,9 т.у.т. (медиана значений видов экономической деятельности);

2. *Климатоемкость* (выбросы парниковых газов по секторам в тоннах CO₂-эквивалента в год на 1 млн рублей оборота организаций):

- низкий уровень — от 0 до 14,36 т CO₂-эквивалента в год на 1 млн рублей (климатоемкость промышленности в целом);
- средний уровень — от 14,36 (климатоемкость промышленности в целом) до 35,41 (медиана значений видов экономической деятельности) т CO₂-эквивалента в год на 1 млн рублей;
- высокий уровень — свыше 35,41 т CO₂-эквивалента в год на 1 млн рублей (медиана значений видов экономической деятельности).

На рис. 6 показано соотношение секторов в координатах энергоемкость—климатоемкость в 2018 г. Диаметр пузырьков пропорционален обороту организаций по видам экономической деятельности.

Из табл. 2 и рис. 6 видно, что наибольшей климатоемкостью обладает сектор «Энергетика», и, хотя его доля в экономике невелика, он выполняет важные социальные функции. Второе место по уровню негативной нагрузки на атмосферу занимает сектор «Отходы», третье — «Сельское хозяйство». Все три вида экономической деятельности попали в группу с наиболее высоким уровнем климатоемкости. Самым энергоемким видом экономической деятельности оказалась «Добыча полезных ископаемых». «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды» также имеет энергоемкость выше средней по народному хозяйству Российской Федерации.

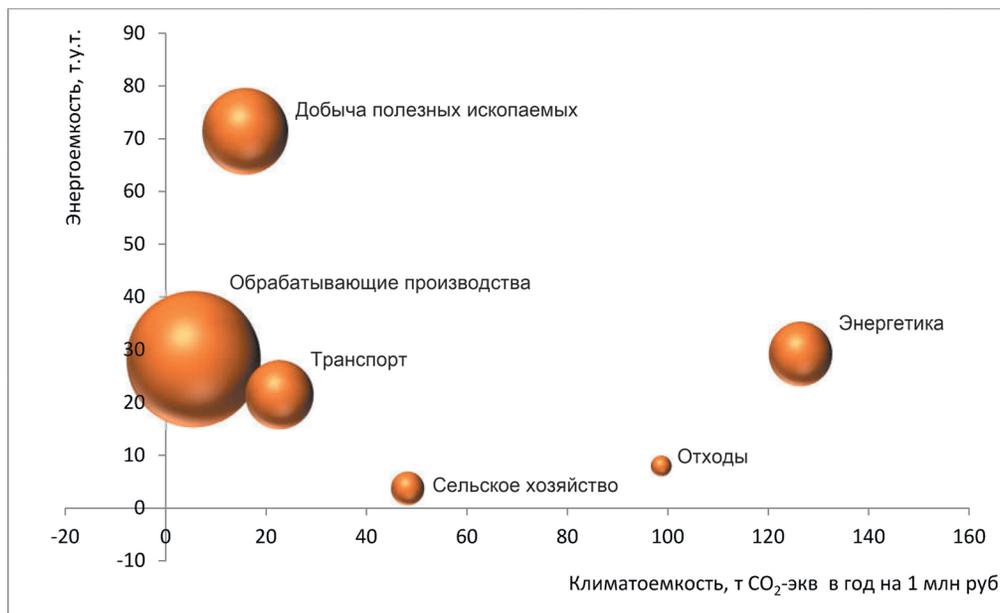


Рис. 6. Диаграмма сравнения видов экономической деятельности народного хозяйства России в координатах энергоемкость (потреблено топливно-энергетических ресурсов на одного занятого в промышленном производстве по видам экономической деятельности, т.у.т.) — климатоемкость (выбросы парниковых газов по секторам в тоннах CO₂-экв. в год на 1 млн руб. оборота организаций) в 2018 г. (диаметр пузырьков пропорционален обороту организаций) [16, 18].

Fig. 6. Diagram of comparison of types of economic activities of the national economy of Russia in coordinates «Energy intensity — Climate intensity» in 2018 (diameter of bubbles corresponds to turnover of organizations) [16, 18].

Обсуждение

По совокупности двух показателей наиболее высокие природно-климатические риски присущи энергетическому сектору экономики (обусловлено преимущественным использованием традиционных источников энергии) и добывающей промышленности (связано в основном с высокой энергоемкостью производства). Остальные из представленных видов экономической деятельности имеют средние климатические риски («Отходы», «Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство», «Транспорт», «Обработывающие производства»). Несмотря на то что транспортный сектор занимает третье место по абсолютному показателю объема выбросов парниковых газов (11,4 % совокупного выброса по данным [16]) после энергетики и добычи полезных ископаемых, в относительных единицах он имеет среднюю климатоемкость. Обработывающие производства вносят вклад в размере 10,9 % в общий объем загрязнения атмосферы парниковыми газами (четвертое

место), но, имея значительный хозяйственный оборот, демонстрируют низкий уровень климатоемкости и высокий уровень энергоемкости. К сожалению, низкими рисками не обладает ни один из рассмотренных секторов.

Таким образом, проведенный анализ климато- и энергоемкости отдельных видов экономической деятельности Российской Федерации позволил выполнить классификацию секторов по степени их потенциального влияния на изменение климата как важной составляющей природно-климатического риска. На наш взгляд, представляет научный и практический интерес применение данной методики для отраслевого анализа, что требует организации статистического учета выбросов парниковых газов и энергопотребления в разрезе отраслей народного хозяйства страны.

При дальнейшей разработке и реализации энергосберегающей и климатической политики все заинтересованные стороны (органы законодательной и исполнительной власти РФ, субъектов РФ, органы местного самоуправления) должны в качестве приоритетных направлений оценки природно-климатического риска рассматривать такие секторы народного хозяйства, как энергетика и добыча нефти, газа, угля, других полезных ископаемых, а также те территориальные образования, где расположены предприятия указанных секторов.

Выводы

Изучение рассмотренных показателей климатической безопасности российской экономики в разрезе видов экономической деятельности позволяет сформулировать следующие значимые выводы.

1. Развитие народного хозяйства Российской Федерации идет по пути постепенного снижения выбросов парниковых газов на рубль произведенного ВВП. Тем не менее качественные изменения технологий происходят недостаточно быстро, поэтому наблюдается положительный тренд абсолютной величины таких выбросов. Наибольший вклад в загрязнение атмосферы парниковыми газами в России вносит энергетика.

2. Значительная энергоемкость, наращивание потребления энергоресурсов являются мощными сдерживающими факторами для дальнейшего повышения климатической безопасности в стране. Такой вывод следует из ряда выявленных фактов. Совокупные выбросы парниковых газов в Российской Федерации перманентно растут, а их структура остается достаточно стабильной. Наибольший объем выбросов (свыше 78 %) осуществляет энергетика. Несмотря на увеличение доли более экологичного вида топлива (газа) и рост объемов использования возобновляемых источников энергии, выбросы CO₂ от энергетике имеют устойчивый положительный тренд. Невзирая на проводимую политику энергосбережения в нашей стране, показатель потребления энергии на одного занятого практически не изменялся на протяжении последних 10 лет. Поскольку на двигательную силу и технологические нужды тратится порядка 80 % энергоресурсов в производственном секторе экономики, следует изыскивать возможности для снижения энергоемкости в первую очередь техники и технологии.

3. Анализ климатоемкости—энергоемкости в разрезе видов экономической деятельности выявил, что наибольшими климатическими рисками в стране, помимо энергетики, характеризуется еще и добывающая промышленность.

4. Предложенную методику и результаты анализа природно-климатического риска видов экономической деятельности предлагается использовать в планировании, регулировании и управлении климатической безопасностью экономики страны.

Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования авторской методики для оценки климатической безопасности отраслей, видов экономической деятельности, народно-хозяйственных комплексов в целях их адаптации к изменяющимся климатическим условиям и управления природно-климатическими рисками. Для преодоления ограничений, повышения достоверности и значимости результатов анализа требуется увеличить статистическую обеспеченность управления климатической безопасностью, существенно расширив перечень показателей, подлежащих учету и отражению в официальной статистике. Система показателей для измерения климатоемкости и энергоемкости в соответствии с авторской методикой была предложена ранее [14].

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ), научный проект № 18-010-00549 «Методология и инструментарий управления инновациями в целях минимизации климатических рисков».

Acknowledgments

This work was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (RFBR), research project No. 18-010-00549 “Methodology and tools for managing innovations in order to minimize climate risks”.

Список литературы

1. Катцов В.М., Порфирьев Б.Н. Оценка макроэкономических последствий изменений климата на территории Российской Федерации на период до 2030 г. и дальнейшую перспективу. М.: Д'АРТ: Главная геофизическая обсерватория, 2011. 252 с.
2. Giles A.R., Stadig G.S., Strachan S.M., Doucette M. Adaptation to aquatic risks due to climate change in Pangnirtung, Nunavut // Arctic. 2013. V. 66, No. 2. P. 207—217.
3. Richardson K., Steffen W., Liverman D. Climate Change: Global Risks, Challenges and Decisions. Cambridge University Press. 2011. P. 1—517.
4. Smith E.K., Mayer A. A social trap for the climate? Collective action, trust and climate change risk perception in 35 countries // Global Environmental Change. 2018. V. 49. P. 140—153.
5. Лосев К.С. Парадоксы борьбы с глобальным потеплением // Вестник Российской академии наук. 2009. Т. 79, № 1. С. 36—40.
6. Мишаткина Т.В., Кундас С.П. Эколого-этические аспекты глобального изменения климата в контексте социальных инициатив ЮНЕСКО // Вестник ТИСБИ. 2013. № 2. С. 1—9.
7. Мотосова Е.А., Потравный И.М. Плюсы и минусы введения углеродного налога: зарубежный опыт и позиция России по Киотскому протоколу // ЭКО. 2014. № 7 (481). С. 180—189.

8. Higgins P.A.T., Harte J. Carbon Cycle Uncertainty increases Climate Change Risks and Mitigation Challenges // *J. Climate*. 2012. V. 25, No. 21. P. 7660—7668.
9. Travis W.R., Smith J.B., Yohe G.W. Moving toward 1.5°C of warming: implications for climate adaptation strategies // *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 2018. V. 31. P. 146—152.
10. Butler M.P., Reed P.M., Fisher-Vanden K., Keller K., Wagener T. Inaction and Climate Stabilization Uncertainties Lead to Severe Economic Risks // *Climatic Change*. 2014. V. 127. No. 3—4. pp. 463—474.
11. Малинин В.Н., Гордеева С.М., Наумов Л.М. Влагосодержание атмосферы как климатообразующий фактор // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2018. Т. 15, № 3. С. 243—251.
12. Малинин В.Н. Глобальный экологический кризис и климат // *Ученые записки РГГМУ*. 2017. № 48. С. 11—32.
13. Brown I. Assessing climate change risks to the natural environment to facilitate cross-sectoral adaptation policy // *Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences (Series A)*. 2018. V. 376. No. 2121. P. 20170297.
14. Яковлева Е.Н., Яшалова Н.Н., Рубан Д.А., Васильцов В.С. Методические подходы к оценке природно-климатических рисков в целях устойчивого развития государства // *Ученые записки РГГМУ*. 2018. № 52. С. 120—137.
15. Яковлева Е.Н. Уточнение категориального аппарата методологии управления природно-климатическими рисками в России // *Вестник УрФУ. Серия: Экономика и управление*. 2018. Т. 17. № 2. С. 283—309.
16. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, за 1990—2018 гг. Часть 1. М.: Росгидромет, 2020. 480 с.
17. Яковлева Е.Н., Яшалова Н.Н. История и перспективы развития платности природопользования в Российской Федерации // *Вопросы региональной экономики*. 2018. Т. 35. № 2. С. 76—86.
18. Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт [Электронный ресурс]. URL <https://www.gks.ru> (дата обращения 20.05.2020 г.).

Reference

1. Kattsov V.M., Porfiryev B.N. *Ocenka makroekonomicheskix posledstviy izmenenij klimata na territorii Rossijskoj Federacii na period do 2030 g. i dal'nejshuyu perspektivu*. Assessment of macroeconomic consequences of climate changes in the territory of the Russian Federation until 2030 and further prospect. Moscow: D'ARTH: Main geophysical observatory. 2011: 252 p. [In Russian].
2. Giles A.R., Stadiq G.S., Strachan S.M., Doucette M. Adaptation to aquatic risks due to climate change in Pangnirtung, Nunavut. Arctic. 2013, 66: 207—217. doi: 10.14430/arctic4292
3. Richardson K., Steffen W., Liverman D. *Climate Change: Global Risks, Challenges and Decisions*. Cambridge University Press. 2011, 1—517. doi: 10.1017/CBO9780511973444
4. Smith E.K., Mayer A. A social trap for the climate? Collective action, trust and climate change risk perception in 35 countries. *Global Environmental Change*. 2018, 49: 140—153. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2018.02.014
5. Losev K.S. Paradoxes of fight against global warming. *Vestnik Rossijskoj akademii nauk*. Bulletin of the Russian Academy of Sciences. 2009, 79 (1): 36—40. [In Russian].
6. Mishatkina T.V., Kundas S.P. The ecologist – ethical aspects of global climate change in the context of social initiatives of UNESCO. *Vestnik TISBI*. The TISBI Bulletin. 2013, 2: 1—9. [In Russian].
7. Motosova E.A., Potravnyj I.M. Pluses and minuses of introduction of a carbon tax: foreign experience and position of Russia on the Kyoto Protocol. *E'KO*. EKO. 2014, 7 (481): 180—189. [In Russian].
8. Higgins P.A.T., Harte J. Carbon Cycle Uncertainty increases Climate Change Risks and Mitigation Challenges. *Journal of Climate*. 2012, 25: 7660-7668. doi: 10.1175/JCLI-D-12-00089.1
9. Travis W.R., Smith J.B., Yohe G.W. Moving toward 1.5 °C of warming: implications for climate adaptation strategies. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 2018, 31: 146—152. doi: 10.1016/j.cosust.2018.03.003

10. Butler M.P., Reed P.M., Fisher-Vanden K., Keller K., Wagener T. Inaction and Climate Stabilization Uncertainties Lead to Severe Economic Risks. *Climatic Change*. 2014, 127: 463—474. doi: 10.1007/s10584-014-1283-0
11. Malinin V.N., Gordeeva S.M., Naumov L.M. Moisture content of the atmosphere as a climate-forming factor. *Sovremennyye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. Modern problems of remote sensing of the Earth from space. 2018, 15 (3): 243-251. [In Russian].
12. Malinin V.N. Global Environmental Crisis and Climate. *Uchenyye zapiski RGGMU*. Scientific notes of RGGMU. 2017, 48: 11-32. [In Russian].
13. Brown I. Assessing climate change risks to the natural environment to facilitate cross-sectoral adaptation policy. *Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences (Series A)*. 2018, 376: 20170297. doi: 10.1098/rsta.2017.0297
14. Yakovleva E.N., Yashalova N.N., Ruban D.A., Vasil'czov V.S. Methodical approaches to assessment of climatic risks for sustainable development of the state. *Uchenyye zapiski RGGMU*. Scientific notes of RGGMU. 2018, 52: 120—137. [In Russian].
15. Yakovleva E.N. Specification of the categorial device of methodology of management of climatic risks in Russia. *Vestnik UrFU. Seriya: E'konomika i upravlenie*. The Messenger URFA. Series: Economy and management. 2018, 17 (2): 283-309. [In Russian].
16. Nacional'nyj doklad o kadastre antropogenny'x vy'brosov iz istochnikov i absorbcii poglotitelyami parnikov'x gazov, ne reguliruem'x Monreal'skim protokolom, za 1990—2018 gg. National inventory report on anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol for 1990—2018. M.: Roshydromet, 2020: 480 p. [In Russian].
17. Yakovleva E.N., Yashalova N.N. History and prospects of development of paid nature management in the Russian Federation. *Voprosy regional'noj e'konomiki*. Issues of the regional economy. 2018, 35 (2): 76—86. [In Russian].
18. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki: oficial'nyj sayt. Federal Service of State Statistics: official website. [Electronic Resource]. URL: <https://www.gks.ru/folder/10705> (date of appeal 20.05.2020) [In Russian].

Конфликт интересов: конфликт интересов отсутствует.

*Статья поступила 20.05.2020
Принята к публикации 03.09.2020*

Сведения об авторах

Яковлева Елена Николаевна, канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры управления и экономики Вологодского филиала Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, uenm2a@mail.ru.

Яшалова Наталья Николаевна, д-р экон. наук, доцент, заведующий кафедрой экономики и управления Череповецкого государственного университета, natalij2005@mail.ru.

Васильцов Виталий Сергеевич, д-р экон. наук, доцент, профессор кафедры экономики и управления Череповецкого государственного университета, 3297@rambler.ru.

Information about author

Yakovleva Elena Nikolaevna, PhD (Econ. Sci.), Associate Professor of Management and Economy, The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Vologda branch.

Yashalova Natalya Nikolaevna, Grand PhD (Econ. Sci.), Associate Professor, Head of Department of Economy and Management, Cherepovets State University.

Vasil'tsov Vitaly Sergeevich, Grand PhD (Econ. Sci.), Associate Professor, Professor of Department of Economy and Management, Cherepovets State University.