

Научная статья

## ПРЕДПРИЯТИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА КАК ОБЪЕКТЫ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО НАДЗОРА

А.М. Андришунас<sup>1</sup>, С.В. Клейн<sup>1,2</sup><sup>1</sup>Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, Россия, 614045, г. Пермь, ул. Монастырская, 82<sup>2</sup>Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера, Россия, 614000, г. Пермь, ул. Петропавловская, 26

Данное исследование направлено на аналитическую поддержку риск-ориентированной модели санитарно-эпидемиологического контроля за объектами топливно-энергетического комплекса. Задачи исследования состояли в выявлении основных видов нарушений санитарно-эпидемиологических требований объектами ТЭК, определении приоритетных показателей среды обитания, которые должны входить в программу лабораторного сопровождения контрольно-надзорных мероприятий, в оценке реальных масштабов воздействия объектов энергетики.

Установлено, что общее количество субъектов, осуществляющих деятельность по «Обеспечению электрической энергией, газом и паром; кондиционированию воздуха» в 2020 г. составило более шести тысяч. Поскольку объекты ТЭК располагаются вблизи жилых массивов, то нарушения в сфере охраны атмосферного воздуха (ст. 20) являются следствием негативного влияния на значительное число населения. Наибольшее число выявленных нарушений требований к атмосферному воздуху (ст. 20) для предприятий теплоэнергетики в 2020 г. зафиксировано в Дальневосточном, Сибирском, Центральном, Уральском федеральных округах от 10,6 до 42,9 %. Показатель среднего потенциального риска причинения вреда здоровью на один хозяйствующий субъект при осуществлении деятельности объектов теплоэнергетики  $R_{cp}^1$  составил  $5,44 \cdot 10^{-4}$ . Доля субъектов, реализующих данный вид деятельности и относящихся к чрезвычайно высокой и высокой (1-я и 2-я соответственно) категориям по потенциальному риску причинения вреда, составила 21,7 %. Масштаб воздействия ( $M_i^1$ ) для хозяйствующих субъектов, реализующих деятельность теплоэнергетики, может составлять до 930 тысяч человек. Наибольшая доля субъектов, относящихся к 1-й и 2-й категориям по потенциальному риску причинения вреда, зарегистрирована в Сибирском, Приволжском, Центральном, Уральском, и Дальневосточном федеральных округах – 78,5 %.

Наибольшее значение показателя среднего потенциального риска причинения вреда здоровью на один хозяйствующий субъект ( $R_{cp}^1$ ) для деятельности по «Обеспечению электрической энергией, газом и паром; кондиционированию воздуха» наблюдается в Сибирском федеральном округе –  $9,88 \cdot 10^{-4}$ . Максимальное количество хозяйствующих субъектов, реализующих деятельность по «Обеспечению электрической энергией, газом и паром; кондиционированию воздуха», чрезвычайно высокого и высокого потенциального риска причинения вреда здоровью располагается в Красноярском крае (37,9 %), Кемеровской области (32,6 %), Томской и Омской (по 29,7 %) областях.

**Ключевые слова:** предприятия теплоэнергетики, выбросы, качество атмосферного воздуха, потенциальный риск причинения вреда здоровью, масштаб воздействия, нарушение законодательства.

Гарантированное обеспечение энергетической безопасности страны и ее субъектов, обеспечение потребностей социально-экономического развития страны, сохранение существующих и создание в отрасли новых рабочих мест при достаточности кадровых и производственных компетенций – основные приоритеты государственной энергетической политики Российской Федерации [1]. Важнейшие направления развития российской энергосисте-

мы реализуются в каждой из семи составляющих ее объединенных энергосистем (ОЭС): Центра, Средней Волги, Урала, Северо-Запада, Юга, Сибири и Востока [2]. Прогнозируется, что в России энергопотребление возрастет к 2030 г. на 35–45 % (относительно 2005 г.), показывая годовые темпы роста примерно вдвое меньше среднемировых [3].

Составляя базу и неотъемлемую часть экономики, промышленного и коммунального сектора

© Андришунас А.М., Клейн С.В., 2021

Андришунас Алена Мухаматовна – младший научный сотрудник (e-mail: ama@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-18-04; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0072-5787>).

Клейн Светлана Владиславовна – доктор медицинских наук, заведующий отделом системных методов санитарно-гигиенического анализа и мониторинга (e-mail: kleyn@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-18-04; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2534-5713>).

страны, топливно-энергетический комплекс является в то же время источником экологической опасности и загрязнения среды обитания населения [4, 5]. Объекты энергетики оказывают негативное воздействие на воздушную среду, водные объекты и почву и, как следствие, на здоровье населения [6–9]. Наиболее выражены экологические проблемы угольных ТЭЦ и ТЭС, работающих на ином твердом топливе (торф, горючие сланцы) и / или мазуте [10].

На сегодня доля угля в структуре энергобаланса России составляет порядка 15 %. Учитывая, что уже следующие поколения столкнутся с ограничением ресурсов нефти и газа, уголь, наряду с развитием неорганической энергетики, останется основным видом органического топлива, который будет использоваться для разных целей, включая производство электроэнергии [11–14]<sup>1</sup>.

Несомненно, технологии переработки и использования угля получают дальнейшее развитие, прогнозируется развитие технологии конверсии угля в синтетическое жидкое и газообразное топливо [3, 12]. Однако на сегодня степень воздействия предприятий угольной теплоэнергетики на среду обитания человека, в том числе состояние воздуха урбанизированных территорий, продолжает оставаться высокой [13, 14]. Проблемы на ряде территорий усугубляются орографическими, климатическими, планировочными особенностями размещения объекта. Так, низкий потенциал рассеивания выбросов на территории Восточной Сибири Российской Федерации обуславливает повышенные уровни концентраций загрязняющих веществ в приземном слое воздуха [9, 15], поскольку именно в восточной части страны уголь является преобладающим энергоносителем. В Сибирском федеральном округе (СФО) доля тепловых электростанций, использующих в качестве основного топлива уголь, мазут и торф, составляет 90,7 %, в Дальневосточном федеральном округе (ДФО) – более 53 % (рис. 1).

Расположение ТЭС в низинах или в непосредственной близости к жилой застройке формирует значительные риски для здоровья населения и т.п. Кроме того, нельзя забывать, что кроме тепловых электростанций на «проблемных» территориях России функционирует значительное количество частных отопительных котельных и автономных источников теплоснабжения (АИТ): в 2018 г. в РФ их было зарегистрировано более 74,8 тысячи. Для частных отопительных котельных характерна низкая высота дымовых труб и, следовательно, концентрация загрязнения атмосферного воздуха в зоне дыхания человека [14]. Наибольшее количество автономных источников тепла, работающих на твердом топливе, также

располагается в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах (Красноярский, Забайкальский края, Кемеровская, Иркутская и Новосибирская области). Объекты располагаются внутри или максимально близко к зонам жилой застройки, что может оказывать негативное воздействие на качество атмосферного воздуха и, как следствие, на здоровье экспонированного населения [16].

Основными компонентами выбросов от предприятий теплоэнергетики являются распространенные загрязняющие вещества: оксид углерода, углекислый газ, окислы азота, диоксид серы, углеводороды, бенз(а)пирен, взвешенные вещества, аммиак [8, 9, 16–19]<sup>2</sup>. Кроме перечисленных загрязняющих веществ объекты теплоэнергетики выбрасывают в атмосферный воздух парниковые газы (метан, озон), фториды, летучие органические соединения (ЛОС), углерод (сажу), пыль неорганическую, абразивную, древесную, мазутную золу, масло минеральное нефтяное и пр. Ряд отечественных и зарубежных авторов публикуют данные о наличии в выбросах объектов топливно-энергетического комплекса оксидов металлов: ванадия, алюминия, железа, кальция, магния и др. [16, 20]. Следует отметить, что нередко результаты инструментальных измерений в зонах влияния объектов энергетики позволяют идентифицировать в объектах среды обитания и атмосферном воздухе компоненты пылевых примесей, не указываемых в ведомостях инвентаризации объектов. В работах Ревича [4], Петрова [5] показано, что твердые частицы выбросов объектов энергетики могут содержать соединения марганца, хрома меди, никеля, мышьяка, свинца, кадмия и других токсичных металлов.

Как следствие значительного влияния на качество среды обитания, в том числе объектов энергетики, уровень загрязнения атмосферного воздуха за последние 10 лет в крупных промышленных центрах СФО и ДФО характеризуется как «очень высокий» и «высокий», индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) составил от 9,3 до 22<sup>2</sup>.

По данным государственных докладов об охране окружающей среды<sup>2</sup> качество атмосферного воздуха в СФО и ДФО не соответствует гигиеническим нормативам, превышения предельно допустимых концентраций регистрируются по таким веществам, как углерода оксид (концентрации в воздухе превышают ПДК до 9,1 раза), азота оксид (до 3,4 раза), азота диоксид (до 2,9 раза), серы диоксид (до 4,0 раза), бенз(а)пирен (до 2,15 раза), взвешенные вещества (до 7,6 раза), аммиак (до 9,7 раза), ксилол (до 36,5 раза), толуол (до 14,8 раза), фенол (до 24,3 раза), формальдегид (до 39,0 раза) и др.

<sup>1</sup> Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года / утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 9 июня 2020 г. № 1523-р [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовых и нормативно технических документов. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/565068231> (дата обращения: 20.08.2021).

<sup>2</sup> О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году: Государственный доклад. – М.: Минприроды России, МГУ им. М.В. Ломоносова. – 2020. – 1000 с.

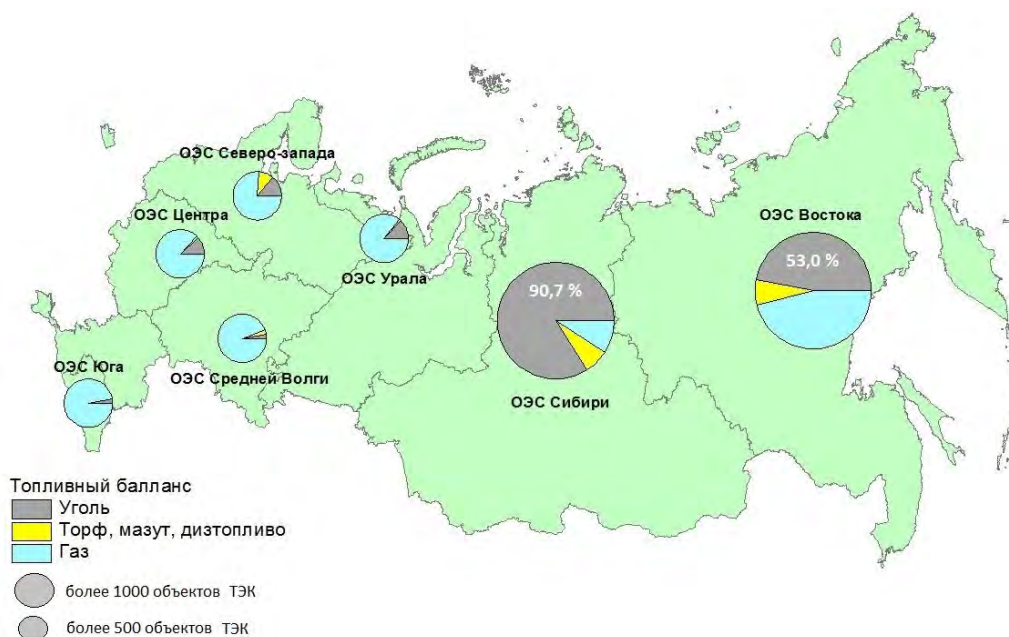


Рис. 1. Топливный баланс объединенной энергосистемы РФ, %  
(размер круговой диаграммы соответствует количеству объектов ТЭК, работающих на различных видах топлива)

Результаты экологического и социально-гигиенического мониторинга свидетельствуют, что в 2020 г. наибольшее количество нестандартных проб загрязняющих веществ в атмосферном воздухе регистрировались на территориях Сибирского, Уральского и Дальневосточного федеральных округов (1,4–2,0 %)<sup>2</sup>. В структуре выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников, в том числе от предприятий теплоэнергетики, в 2020 г. регистрировалось наибольшее количество нестандартных проб по оксиду углерода (0,12–1,9 %), бенз(а)пирену (3,8–21,1 %), углеводородам (3,9–4,9 %), взвешенным веществам (1,12–2,5 %), толуолу (2,3–9,8 %), ксилолу (4,3–19,2 %), формальдегиду (0,7–3,1 %), аммиаку (0,4–1,4 %).

Повышенные уровни содержания в атмосферном воздухе химических веществ, характерных для предприятий теплоэнергетики, могут вызывать неблагоприятные эффекты со стороны органов дыхания, иммунной, нервной, мочеполовой, костно-мышечной, репродуктивной систем, системы кровообращения и др., а также развитие различных новообразований [4, 18, 21–23]. В промышленных городах Сибири до 50 % случаев обострений хронических неспецифических заболеваний органов дыхания, вероятно, связаны с загрязнением атмосферного воздуха выбросами промышленных предприятий, в том числе объектов теплоэнергетики [22, 24].

Изложенное ставит перед органами санитарно-эпидемиологического надзора задачи адресного риск-ориентированного контроля за соблюдением хозяйствующими субъектами обязательных гигиенических требований к охране среды обитания и обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

**Цель исследования** – аналитическая поддержка риск-ориентированной модели санитарно-эпиде-

миологического контроля соблюдения обязательных требований санитарного законодательства объектами топливно-энергетического комплекса. Задачи исследования состояли в выявлении основных видов нарушений санитарно-эпидемиологических требований объектами ТЭК, определении приоритетных показателей среды обитания, которые должны входить в программу лабораторного сопровождения контрольно-надзорных мероприятий, оценке реальных масштабов воздействия объектов энергетики.

**Материалы и методы.** В соответствии с «Общероссийским классификатором видов экономической деятельности» в Российской Федерации объекты теплоэнергетики осуществляют деятельность в сфере «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха» (код 35).

Для оценки количества субъектов, осуществляющих деятельность по «Обеспечению электрической энергией, газом и паром; кондиционированию воздуха», использовали данные Федерального реестра юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, подлежащих санитарно-эпидемиологическому надзору, (далее – Реестр) по состоянию на декабрь 2020 г.

Потенциальный риск причинения вреда здоровью населения ( $R^l$ ) в связи с хозяйственной деятельностью производственных объектов ТЭК определялся как произведение вероятности нарушения санитарно-эпидемиологического законодательства ( $p^l$ ), тяжести последствий для здоровья (относительный вред здоровью) при нарушении законодательства ( $u^l$ ) и масштаба воздействия на население со стороны хозяйствующего субъекта ( $M^l_i$ ), а его среднее значение ( $R^l_{cp}$ ) – как отношение суммы рисков к количеству хозяйствующих субъектов в соответствии с Положением о федеральном государственном

санитарно-эпидемиологическом контроле (надзоре), утв. Постановлением правительства РФ от 30.06.2021 г. № 1100<sup>3</sup> и МР 5.1.0116–17<sup>4</sup>.

Частота выявленных нарушений в отношении предприятий, осуществляющих деятельность в сфере «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха», оценивалась по данным ведомственной статистической отчетности Роспотребнадзора – форме федерального статистического наблюдения № 1-контроль «Сведения об осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» за 2014–2020 гг.

**Результаты и их обсуждение.** По данным Реестра хозяйствующих субъектов (ЮЛ / ИП), подлежащих санитарно-эпидемиологическому контролю / надзору (по состоянию на декабрь 2020 г.), общее количество субъектов, осуществляющих деятельность «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха», составило более шести тысяч. В разрезе федеральных округов в 2019 г. наибольшее количество предприятий, осуществляющих деятельность по обеспечению электрической энергией, газом и паром, расположено в Центральном (1292 хозяйствующих субъекта), Сибирском (1114 субъектов), Приволжском (1100 субъектов) и Дальневосточном (883 субъекта) федеральных округах.

Анализ данных ведомственной статистической отчетности форма № 1-контроль «Сведения об осуществлении государственного контроля (надзора) и

муниципального контроля» за 2014–2020 гг. показал, что предприятия чаще всего нарушают обязательные санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда, к содержанию зданий, сооружений, помещений, к качеству питьевых вод и водоисточников, к атмосферному воздуху (табл. 1).

При этом если нарушения в сфере безопасности условий труда, качества питьевых вод на объекте контроля затрагивают в основном работающих на предприятии, то нарушения в сфере охраны атмосферного воздуха (ст. 20) имеют следствием негативное влияние на значительное число населения в городских и сельских поселениях, где расположены объекты энергетики. Выявлено, что, согласно Реестру, в Российской Федерации масштаб воздействия хозяйствующих субъектов, реализующих деятельность в области энергетики, может составлять до 930 тысяч человек. В крупных городах, где электро- и теплоснабжение населения и промышленности обеспечивает несколько генерирующих объектов, все население может испытывать негативное воздействие выбросов.

Наибольшая доля выявленных нарушений обязательных требований к охране атмосферного воздуха (ст. 20) в 2020 г. приходится на объекты энергетики в ДФО, ЦФО, УФО, СФО – от 10,6 до 42,9 % (табл. 2).

Показатель среднего потенциального риска причинения вреда здоровью на один хозяйствующий субъект ( $R'_{cp}$ ) при осуществлении деятельности по «Обеспечению электрической энергией, газом

Таблица 1

Частота нарушений объектами топливно-энергетического комплекса обязательных требований санитарного законодательства (выявлено на одну проверку по приоритетным видам нарушений)\*

Статья 52-ФЗ		2018 г.	2019 г.	2020 г.	Темп прироста роста, %
номер	содержание				
ст. 13	Требования к продукции	0,095	0,031	0,015	-84,21
ст. 17	К организации питания	0,012	0,019	0,002	-83,33
ст. 18	К водным объектам	0,105	0,054	0,032	-69,52
ст. 19	К питьевой воде	0,586	0,539	0,727	+24,06
ст. 20	К атмосферному воздуху	0,387	0,395	0,415	+7,24
ст. 21	К почвам, промплощадкам	0,044	0,031	0,051	+15,91
ст. 22	К обращению с отходами	0,348	0,351	0,134	-61,49
ст. 23	К жилым помещениям	0,047	0,054	0,044	-6,38
ст. 24	К эксплуатации зданий, сооружений	1,254	1,307	0,729	-41,87
ст. 25	К условиям труда	1,154	0,921	0,798	-30,85
ст. 27	К источникам физических факторов	0,381	0,271	0,129	-66,14

Примечание: \* – приведены статьи закона, с наибольшей частотой нарушений (> 0,05).

<sup>3</sup> О федеральном государственном санитарно-эпидемиологическом контроле (надзоре): Постановление правительства РФ № 1100 от 30 июня 2021 года [Электронный ресурс] // Консультант Плюс. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_389344/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389344/) (дата обращения: 22.08.2021).

<sup>4</sup> МР 5.1.0116-17. 5.1. Организация Госсанэпидслужбы России. Риск-ориентированная модель контрольно-надзорной деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия. Классификация хозяйствующих субъектов, видов деятельности и объектов надзора по потенциальному риску причинения вреда здоровью человека для организации плановых контрольно-надзорных мероприятий: методические рекомендации / утв. Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации А.Ю. Поповой 11.08.2017. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2017. – 30 с.

Таблица 2

Доля нарушений требований санитарного законодательства к атмосферному воздуху (ст. 20 52-ФЗ) хозяйствующими субъектами, осуществляющими деятельность в сфере «Обеспечения электрической энергией, газом и паром; кондиционирования воздуха» по федеральным округам РФ, 2014–2020 гг., %

Территория	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Темп прироста, %
Центральный федеральный округ	8,9	15,1	13,8	4,4	8,5	4,8	20,0	+123,5
Северо-Западный федеральный округ	16,3	6,6	14,7	3,7	5,0	2,2	2,9	-85,6
Южный федеральный округ	0,5	3,9	9,2	8,1	2,5	3,2	1,8	+235,3
Северо-Кавказский федеральный округ	1,1	1,3	1,2	0,4	0,4	0,0	1,8	+67,6
Приволжский федеральный округ	7,9	11,5	4,0	2,2	3,6	15,0	5,9	-25,5
Уральский федеральный округ	20,5	28,2	23,6	71,7	62,3	49,0	14,7	-28,4
Сибирский федеральный округ	38,4	25,2	29,8	6,5	9,6	15,6	10,6	-72,4
Дальневосточный федеральный округ	6,3	8,2	3,7	3,1	8,2	10,2	42,9	+579,9

и паром; кондиционированию воздуха» в целом по РФ составил  $5,44 \cdot 10^{-4}$ , при этом  $R_{\text{ср}}^I$  в основной группе «Деятельность промышленных предприятий» составил  $4,62 \cdot 10^{-4}$ .

При этом доля субъектов, реализующих данный вид деятельности и относящихся к чрезвычайно высокой и высокой (1 и 2 соответственно) категориям по потенциальному риску причинения вреда, составила 21,7 %, к категории значительного потенциального риска (3 категория) – 34,6 %, среднего (4 категория) – 30,4 %, умеренного (5 категория) – 11,5 %, низкого (6 категория) – 1,8 % (рис. 3).

Наибольшая доля субъектов, реализующих данный вид деятельности и относящихся к чрезвычайно высокой и высокой (1-й и 2-й соответственно) категориям по потенциальному риску причинения вреда, зарегистрирована в Сибирском, Приволжском, Центральном, Уральском и Дальневосточном федеральных округах – 78,5 % (табл. 3).

Сравнительный анализ в разрезе федеральных округов РФ показал, что наибольшее значение показателя среднего потенциального риска причинения вреда здоровью на один хозяйствующий субъект ( $R_{\text{ср}}^I$ ) для деятельности по «Обеспечению электрической энергией, газом и паром; кондиционированию воздуха» наблюдается в Сибирском федеральном округе –  $9,88 \cdot 10^{-4}$  (рис. 4).

При этом по Сибирскому федеральному округу (рис. 5) максимальное количество хозяйствующих субъектов, реализующих деятельность по «Обеспечению электрической энергией, газом и паром; кондиционированию воздуха», чрезвычайно

высокого и высокого потенциального риска причинения вреда здоровью располагается в Красноярском крае (37,9 %), Кемеровской области (32,6 %), Томской и Омской (по 29,7 %) областях.

Более детальный анализ развитых промышленных городских территорий Сибирского и Дальневосточного федеральных округов, входящих в федеральный проект «Чистый воздух» (г. Красноярск, Норильск, Братск, Чита), показал, что в г. Красноярске, Норильске (Красноярский край) уровень потенциального риска ( $R^I$ ) для предприятий теплоэнергетики чрезвычайно высокой и высокой категорий составил  $1,12 \cdot 10^{-4}$ – $3,57 \cdot 10^{-3}$ , масштаб воздействия ( $M^I$ ) – 0,00103–0,0329 млн человек; в г. Братске (Иркутская область) уровень



Рис. 3. Структура хозяйствующих субъектов (ЮЛ / ИП), реализующих деятельность по «Обеспечению электрической энергией, газом и паром; кондиционированию воздуха», по категориям потенциального риска причинения вреда здоровью в Российской Федерации

Таблица 3

Распределение хозяйствующих субъектов (ЮЛ / ИП), реализующих деятельность по «Обеспечению электрической энергией, газом и паром; кондиционированию воздуха», высоких категорий риска причинения вреда здоровью по федеральным округам РФ, %

Категория риска	Федеральный округ								
	ДФО	ПФО	СЗФО	СКФО	СФО	УФО	ЦФО	ЮФО	РФ
Количество субъектов ТЭК 1-й и 2-й категории	169	227	142	64	258	190	210	82	1342
Доля субъектов 1-й и 2-й категории, %	12,6	16,9	10,6	4,8	19,2	14,2	15,6	6,1	100

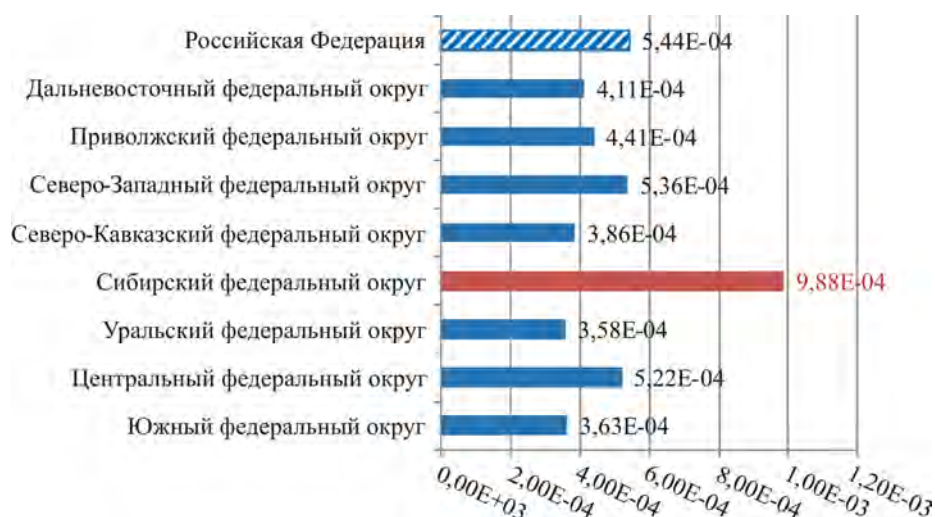


Рис. 4. Уровень среднего потенциального риска причинения вреда здоровью на один хозяйствующий субъект ( $R^l_{cp}$ ) для деятельности по «Обеспечению электрической энергией, газом и паром; кондиционированию воздуха» в разрезе федеральных округов РФ

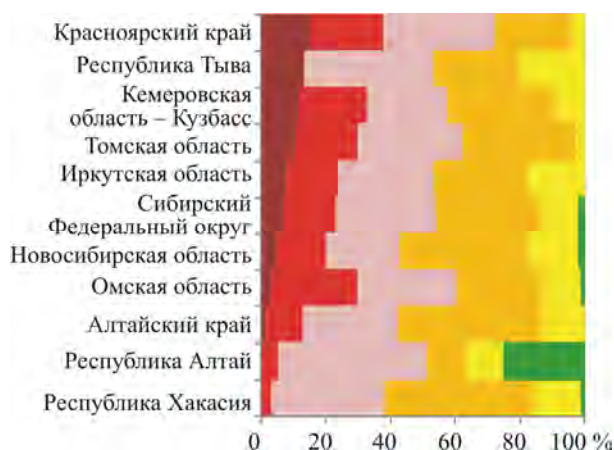


Рис. 5. Распределение хозяйствующих субъектов (ЮЛ / ИП), реализующих деятельность в сфере «Производство, передача и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды», по категориям потенциального риска причинения вреда здоровью в разрезе регионов СФО

потенциального риска причинения вреда здоровью ( $R^l$ ) для данных категорий хозяйствующих субъектов составил  $1,09 \cdot 10^{-4} - 7,92 \cdot 10^{-3}$ , масштаб воздействия ( $M^l_i$ ) – 0,001–0,073 млн человек; в г. Чите (Забайкальский край) уровень потенциального риска причинения вреда здоровью ( $R^l$ ) и масштаб воздействия ( $M^l_i$ ) –  $1,28 \cdot 10^{-4} - 1,66 \cdot 10^{-3}$  и 0,00118–0,0153 млн человек соответственно.

На постах мониторинга качества атмосферного воздуха данных городов в зонах влияния объектов топливно-энергетического комплекса по типичным для данных объектов выбросам регистрируются превышения гигиенических нормативов по взвешенным веществам (до 34,8 ПДК<sub>мр</sub>, 1,4 ПДК<sub>сс</sub>), диоксиду серы (до 34,8 ПДК<sub>мр</sub>, 1,9 ПДК<sub>сс</sub>), оксиду углерода (до 5,8 ПДК<sub>мр</sub>), оксиду азота (до 2,9 ПДК<sub>мр</sub>, 1,3 ПДК<sub>сс</sub>), диоксиду азота (до 1,5 ПДК<sub>мр</sub>, до 2,1 ПДК<sub>сс</sub>). При этом вклад источников предприятий топливно-энергети-

ческого комплекса в суммарный выброс от всех источников составляет от 75 до 90 %.

С учетом того, что нарушения требований к качеству атмосферного воздуха и его охране на объектах энергетики может являться причиной вторичного загрязнения почв, снежного покрова, поверхностных вод, нарушения здоровья населения и комфортности проживания граждан, лабораторный контроль и мониторинг атмосферного воздуха в зонах влияния этих объектов имеют первостепенное значение.

Результаты социально-гигиенического мониторинга и / или направленных исследований в таких случаях могут являться основанием для организации межведомственных проверок, пересмотра ведомств инвентаризации таких объектов, нормативов допустимых выбросов и / или проектов санитарно-защитных зон таких объектов.

**Выводы.** Таким образом, риск-ориентированная модель надзора соблюдения обязательных требований санитарного законодательства на объектах топливно-энергетического комплекса предполагает:

- приоритетный контроль соблюдения законодательных требований к охране атмосферного воздуха, а также иных объектов среды обитания: поверхностных вод и почв на прилегающих территориях, природных вод (ст. 19, 20, 21 Федерального закона № 52-ФЗ);

- контроль и верификацию со стороны надзорных органов численности населения под воздействием, которая указывается самим хозяйствующим субъектом при расчете категории опасности. Такая верификация позволит избежать недооценку масштаба воздействия того или иного объекта. Особого внимания в части численности населения под воздействием требуют объекты топливно-энергетического комплекса в Дальневосточном, Сибирском и Уральском федеральных округах;

– обязательную лабораторную поддержку контрольно-надзорных мероприятий в части количественного определения компонентов загрязнения воздуха компонентами выбросов на границе санитарно-защитных зон предприятий и ближайшей жилой застройки.

Представляется целесообразным научное обоснование индикаторов риска нарушения обязательных требований объектами теплоэнергетики в сфере охраны атмосферного воздуха. При этом учет вида используемого топлива является важным элементом такого

обоснования. Важной и актуальной задачей остается установление компонентного и дисперсного состава пылей, выбрасываемых конкретным объектом энергетики, для получения максимально корректной картины загрязнения прилегающих территорий и потенциального риска для здоровья населения под воздействием.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Список литературы

1. Доклад о реализации Энергетической стратегии России на период до 2030 года по итогам 2018 года [Электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации. – URL: <https://minenergo.gov.ru/node/15357/> (дата обращения: 16.08.2021).
2. Отчет о функционировании ЕЭС России в 2019 году [Электронный ресурс] // Системный оператор Единой энергетической системы. – 2020. – 36 с. – URL: [https://www.so-ups.ru/fileadmin/files/company/reports/disclosure/2020/ups\\_rep2019.pdf](https://www.so-ups.ru/fileadmin/files/company/reports/disclosure/2020/ups_rep2019.pdf) (дата обращения: 19.08.2021).
3. Стратегические перспективы электроэнергетики России / А.А. Макаров, Ф.В. Веселов, А.С. Макарова, Т.В. Новикова, Т.Г. Панкрушина // Теплоэнергетика. – 2017. – № 11. – С. 40–52. DOI: 10.1134/S0040363617110066
4. Ревич Б.А. К оценке влияния деятельности ТЭЖ на качество окружающей среды и здоровье населения // Проблемы прогнозирования. – 2010. – Т. 121, № 4. – С. 87–99.
5. Петров С.Б., Петров Б.А. Оценка риска здоровью населения при воздействии твердых частиц в составе атмосферных выбросов многотопливных теплоэлектроцентрали // Экология человека. – 2019. – № 6. – С. 4–10. DOI: 10.33396/1728-0869-2019-6-4-10
6. Карабекова А.А. Развитие тепловой энергетики: анализ, проблемы, перспективы // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2017. – Т. 105, № 3. – С. 123–127.
7. Нецветаев А.Г. Правовая охрана атмосферного воздуха от загрязнения по законодательству Российской Федерации // Правовая безопасность личности, государства и общества: сборник статей XIX Международной научной конференции. – 2019. – С. 108–116.
8. Spatially and Temporally Resolved Analysis of Environmental Trade-Offs in Electricity Generation / R.A. Peer, J.B. Garrison, C.P. Timms, K.T. Sanders // Environ. Sci. Technol. – 2016. – Vol. 50, № 8. – P. 4537–4545. DOI: 10.1021/acs.est.5b05419
9. Петров А.С., Самаркина А.Н. Исследование влияния объектов теплоэнергетики на окружающую среду // Новая наука: Теоретический и практический взгляд. – 2016. – Т. 87, № 6–2. – С. 152–154.
10. Котлер В.Р. Экологические проблемы угольных ТЭЦ // Охрана труда и техника безопасности на промышленных предприятиях. – 2016. – № 8. – С. 21–28.
11. Рынок электроэнергетики России и основные игроки отрасли: аналитический отчет // Analytic Research Group (ARG). – 2018. – 487 с.
12. Катин В.Д., Маслов Г.Ф., Долгов Р.В. Новые наилучшие технологии сжигания топлива в печных и котельных установках: монография. – М.: ООО «Издательство «Спутник+», 2019. – 175 с.
13. Тихомирова Т.И., Хомутов С.А. Влияние вредных выбросов ТЭЦ на атмосферу // Безопасность, защита и охрана окружающей природной среды: фундаментальные и прикладные исследования: сборник трудов всероссийской научной конференции. – Белгород, 2019. – С. 282–286.
14. Муртазина М.Ш., Панченко М.А. Оценка негативного воздействия на экологическое состояние окружающей среды выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от предприятий теплоэнергетики // Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения: сборник трудов всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2 т. – 2015. – С. 263–266.
15. Россия увеличит долю возобновляемых источников энергии в 10 раз [Электронный ресурс] // ТАСС. – URL: <https://tass.ru/ekonomika/11787295> (дата обращения: 30.08.2021).
16. Бахтиёрова Н.Б., Сулейменова Б.М. Влияние выбросов предприятий теплоэнергетики на окружающую среду и здоровье населения // Теория и практика современной науки. – 2016. – Т. 10, № 4. – С. 110–113.
17. Зарубежная электроэнергетика [Электронный ресурс] // Ассоциация НП Совет рынка. – URL: <https://www.np-sr.ru/ru/market/cominfo/foreign/index.htm> (дата обращения: 20.07.2021).
18. Оценка влияния загрязнения атмосферного воздуха выбросами предприятия теплоэнергетики на здоровье населения Новокузнецка / Р.А. Голиков, В.В. Кислицына, Д.В. Суржиков, А.М. Олещенко, М.А. Мукашева // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – Т. 59, № 6. – С. 348–352. DOI: 10.31089/1026-9428-2019-59-6-348-352
19. Polycyclic aromatic hydrocarbons in residential soils from an Indian city near power plants area and assessment of health risk for human population / V. Kumar, V. Kumar Verma, S. Kumar, C. Shekhar Sharma // Polycyclic Aromatic Compounds. – 2014. – Vol. 34, № 3. – P. 191–213. DOI: 10.1080/10406638.2014.883414
20. Issakhov A., Alimbek A., Issakhov A. A numerical study for the assessment of air pollutant dispersion with chemical reactions from a thermal power plant // Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics. – 2020. – Vol. 14, № 1. – P. 1035–1061. DOI: 10.1080/19942060.2020.1800515
21. Penney S., Bell J., Balbus J. Estimating the Health Impacts of Coal-Fired Power Plants Receiving International Financing [Электронный ресурс] // Environmental Defense Fund. – 2009. – URL: [https://www.greenpeace.org/static/planet4-thailand-stateless/2019/03/e2c6b78f-e2c6b78f-9553\\_coal-plants-health-impacts.pdf](https://www.greenpeace.org/static/planet4-thailand-stateless/2019/03/e2c6b78f-e2c6b78f-9553_coal-plants-health-impacts.pdf) (дата обращения: 20.08.2021).
22. Карпин В.А. Современные медико-экологические аспекты внутренних болезней на урбанизированном севере // Терапевтический архив. – 2003. – Т. 75, № 1. – С. 31–34.
23. Селюнина С.В., Петров Б.А., Цапков П.И. Заболеваемость населения, проживающего в зонах влияния атмосферных выбросов городских предприятий теплоэнергетики // Вятский медицинский вестник. – 2005. – № 2. – С. 64–67.
24. Быкова А.А., Фандеев Н.П., Мишанов А.А. Оценка риска здоровью при энергетическом загрязнении окружающей среды // Вестник международной академии системных исследований. Информатика, экология, экономика. – Т. 11, № 1. – 2008. – С. 95–97.

*Андрюшонас А.М., Клейн С.В. Предприятия топливно-энергетического комплекса как объекты риск-ориентированного санитарно-эпидемиологического надзора // Анализ риска здоровью. – 2021. – № 4. – С. 65–73. DOI: 10.21668/health.risk/2021.4.07*

Research article

**FUEL AND ENERGY ENTERPRISES AS OBJECTS OF RISK-ORIENTED  
SANITARY-EPIDEMIOLOGIC SURVEILLANCE****A.M. Andrishunas<sup>1</sup>, S.V. Kleyn<sup>1,2</sup>**<sup>1</sup>Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, 82 Monastyrskaya Str., Perm, 614045, Russian Federation<sup>2</sup>Perm State Medical University named after Academician E.A. Wagner, 26 Petropavlovskaya Str., Perm, 614000, Russian Federation

*The present research aims to provide analytical support for the risk-oriented model of sanitary-epidemiologic control over fuel and energy enterprises. The research task were to reveal the most common violations of sanitary-epidemiologic requirements by fuel and energy enterprises; to determine priority environmental indicators that should be included into a program of laboratory support for control and surveillance activities; to estimate actual impacts exerted by fuel and energy enterprises.*

*We established that in 2020 there were totally more than 6 thousand economic entities that performed their activity in the sphere of “Electric energy, gas and steam supply; air conditioning”. Since fuel and energy enterprises tend to be located close to residential areas, violations in the sphere of ambient air protection (Clause 20) involve negative influence on a considerable number of people. In 2020 the greatest number of revealed violation regarding requirements to ambient air quality was registered for heat and power engineering enterprises in the Far East Federal District (FEFD), Siberian FD (SFD), Central FD (CFD), and Ural FD (UFD) and varied from 10.6 to 42.9 %. Average potential health risk ( $R_{av}^l$ ) per one economic entity amounted to  $5.44 \cdot 10^{-4}$  for heat and power engineering. A share of economic entities dealing with this economic activity and assigned into extremely high and high (the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> accordingly) risk categories as per potential health risk amounts to 21.7 %. A scale of exposure ( $M_i$ ) for economic entities operating in heat and power engineering can reach 930 thousand people. The greatest share of economic entities belonging to the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> risk categories as per potential health risk is registered in the SFD, Volga FD, CFD, UFD, and FEFD and amounts to 78.5 %.*

*The greatest average potential health risk per one economic entity ( $R_{av}^l$ ) in the sphere of “Electric energy, gas and steam supply; air conditioning” was registered in the Siberian Federal District and amounted to  $9.88 \cdot 10^{-4}$ . The greatest numbers of economic entities operating in the sphere of “Electric energy, gas and steam supply; air conditioning” that belonged to the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> risk categories as per potential health risk are located in the Krasnoyarsk region (37.9 %), Kemerovo region (32.6 %), Tomsk and Omsk regions (29.7 % each).*

**Key words:** heat and power engineering enterprises, emissions, ambient air quality, potential health risk, a scale of exposure, violation of legislation.

**References**

1. Doklad o realizatsii Energeticheskoi strategii Rossii na period do 2030 goda po itogam 2018 [The report on implementing the Energy strategy of Russian for a period up to 2030: results achieved in 2018]. *Ministry of energy of Russian Federation*. Available at: <https://minenergo.gov.ru/node/15357/16.08.2021> (in Russian).
2. Otchet o funktsionirovanii EES Rossii v 2019 godu [The report on functioning of the Russian Unified Energy System in 2019]. *Sistemnyi operator Edinoi energeticheskoi sistemy*, 2020, 36 p. Available at: [https://www.so-ups.ru/fileadmin/files/company/reports/disclosure/2020/ups\\_rep2019.pdf](https://www.so-ups.ru/fileadmin/files/company/reports/disclosure/2020/ups_rep2019.pdf) (19.08.2021) (in Russian).
3. Makarov A.A., Veselov F.V., Makarova A.S., Novikova T.V., Pankrushina T.G. Strategic prospects of the electric power industry of Russia. *Thermal Engineering*, 2017, vol. 64, no. 11, pp. 817–828. DOI: 10.1134/S0040601517110064
4. Revich B.A. Assessment of the effect produced by the fuel and energy complex on the environment and health. *Studies on Russian Economic Development*, 2010, vol. 21, no. 4, pp. 403–410.
5. Petrov S.B., Petrov B.A. Assessment of health risk of particulate matter components of atmospheric emissions of multifuel power plants. *Ekologiya cheloveka*, 2019, no. 6, pp. 4–10. DOI: 10.33396/1728-0869-2019-6-4-10 (in Russian).
6. Karabekova A.A. Development of thermal energy: analysis, problems, prospects. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta*, 2017, no. 3 (105), pp. 123–127 (in Russian).
7. Netsvetaev A.G. Right protection of atmosphere air from pollution according to the legislation of the Russian Federation. *Pravovaya bezopasnost' lichnosti, gosudarstva i obshchestva: sbornik statei XIX Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii*, 2019, pp. 108–116 (in Russian).

© Andrishunas A.M., Kleyn S.V., 2021

Alena M. Andrishunas – Junior researcher (e-mail: [ama@fcrisk.ru](mailto:ama@fcrisk.ru); tel.: +7 (342) 237-18-04; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0072-5787>).Svetlana V. Kleyn – Doctor of Medical Sciences, Head of the Department for Systemic Procedures of Sanitary-Hygienic Analysis and Monitoring (e-mail: [kleyn@fcrisk.ru](mailto:kleyn@fcrisk.ru); tel.: +7 (342) 237-18-04; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2534-5713>).



8. Peer R.A., Garrison J.B., Timms C.P., Sanders K.T. Spatially and Temporally Resolved Analysis of Environmental Trade-Offs in Electricity Generation. *Environ. Sci. Technol.*, 2016, vol. 50, no. 8, pp. 4537–4545. DOI: 10.1021/acs.est.5b05419
9. Petrov A.S. Samarkina A.N. Issledovanie vliyaniya ob"ektov teploenergetiki na okruzhayushchuyu sredu [Examining influence exerted by heat-power engineering objects on the environment]. *Novaya nauka: Teoreticheskii i prakticheskii vzglyad*, 2016, no. 6–2 (87), pp. 152–154 (in Russian).
10. Kotler V.R. Environmental issues at the coal PP. *Okhrana truda i tekhnika bezopasnosti na promyshlennykh predpriyatiyakh*, 2016, no. 8, pp. 21–28 (in Russian).
11. Rynok elektroenergetiki Rossii i osnovnye igroki otrasli: analiticheskiy otchet [Electrical energy market in Russia and major players in the branch: analytical report]. *Analytic Research Group (ARG)*, 2018, 487 p. (in Russian).
12. Katin V.D., Maslov G.F., Dolgov R.V. Novye nailuchshie tekhnologii szhiganiya topliva v pechnykh i kotel'nykh ustanovkakh: monografiya [The latest best available technologies for burning fuel in furnaces and boiler plants: a monograph]. Moscow, OOO "Izdatel'stvo "Sputnik+", 2019, 175 p. (in Russian).
13. Tikhomirova T.I., Khomutov S.A. Vliyanie vrednykh vybrosov TETs na atmosferu [Influence exerted on the atmosphere by hazardous emission form thermal power stations]. *Bezopasnost', zashchita i okhrana okruzhayushchei prirodnoi sredy: fundamental'nye i prikladnye issledovaniya: sbornik trudov Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii*, 2019, pp. 282–286 (in Russian).
14. Murtazina M.Sh., Panchenko M.A. Otsenka negativnogo vozdeistviya na ekologicheskoe sostoyanie okruzhayushchei sredy vybrosov zagryaznyayushchikh veshchestv v atmosferu ot predpriyatii teploenergetiki [Assessing negative influence on the ecological situation exerted by pollutants emitted into the atmosphere from heat-power engineering enterprises]. *Ekologiya i bezopasnost' v tekhnosfere: sovremennye problemy i puti resheniya: sbornik trudov Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchennykh, aspirantov i studentov. V 2 tomakh*, 2015, pp. 263–266 (in Russian).
15. Rossiya uvelichit dolyu vozobnovlyаемykh istochnikov energii v 10 raz [Russia is going to raise a share of renewable energy sources by 10 times]. *TASS: Russian News Agency*, 2021. Available at: <https://tass.ru/ekonomika/11787295> (30.08.2021) (in Russian).
16. Bakhtierova N.B., Suleimenova B.M. Vliyanie vybrosov predpriyatii teploenergetiki na okruzhayushchuyu sredu i zdorov'e naseleniya [Impacts exerted by emission form heat-power engineering enterprises on the environment and population health]. *Teoriya i praktika sovremennoi nauki*, 2016, no. 4 (10), pp. 110–113 (in Russian).
17. Zarubezhnaya elektroenergetika [Power industry abroad]. *Association NP "Market Council"*. Available at: <http://www.eurasiancommission.org/ru/> (20.07.2021) (in Russian).
18. Golikov R.A., Kislitsyna V.V., Surzhikov D.V., Oleshchenko A.M., Mukasheva M.A. Assessment of the impact of air pollution by heat power plant emissions on the health of the population of Novokuznetsk. *Meditina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2019, vol. 59, no. 6, pp. 348–352. DOI: 10.31089/1026-9428-2019-59-6-348-352 (in Russian).
19. Kumar B., Kumar Verma V., Kumar S., Shekhar Sharma C. Polycyclic aromatic hydrocarbons in residential soils from an Indian city near power plants area and assessment of health risk for human population. *Polycyclic Aromatic Compounds*, 2014, vol. 34, no. 3, pp. 191–213. DOI: 10.1080/10406638.2014.883414
20. Issakhov A., Alimbek A., Issakhov A. A numerical study for the assessment of air pollutant dispersion with chemical reactions from a thermal power plant. *Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics*, 2020, vol. 14, no. 1, pp. 1035–1061. DOI: 10.1080/19942060.2020.1800515
21. Penney S., Bell J., Balbus J. Estimating the Health Impacts of Coal-Fired Power Plants Receiving International Financing. *Environmental Defense Fund*, 2009. Available at: [https://www.greenpeace.org/static/planet4-thailand-stateless/2019/03/e2c6b78f-e2c6b78f-9553\\_coal-plants-health-impacts.pdf](https://www.greenpeace.org/static/planet4-thailand-stateless/2019/03/e2c6b78f-e2c6b78f-9553_coal-plants-health-impacts.pdf) (20.08.2021).
22. Karpin V.A. Current medico-ecological aspects of internal medicines in urbanic north. *Terapevticheskii arkhiv*, 2003, vol. 75, no. 1, pp. 31–34 (in Russian).
23. Selyunina S.V., Petrov B.A., Tsapok P.I. Zabolevaemost' naseleniya, prozhivayushchego v zonakh vliyaniya atmosferynykh vybrosov gorodskikh predpriyatii teploenergetiki [Population morbidity in zones influenced by missions from heat-power engineering enterprises]. *Vyatskii meditsinskii vestnik*, 2005, no. 2, pp. 64–67 (in Russian).
24. Bykova A.A., Fandeev N.P., Mishanov A.A. Otsenka riska zdorov'yu naseleniya pri energeticheskom zagryaznenii okruzhayushchei sredy [Health risk assessment under exposure to energetic environmental pollution]. *Vestnik mezhdunarodnoi akademii sistemnykh issledovaniy. Informatika, ekologiya, ekonomika*, 2008, vol. 11, no. 1, pp. 95–97 (in Russian).

*Andrishunas A.M., Kleyn S.V. Fuel and energy enterprises as objects of risk-oriented sanitary-epidemiologic surveillance. Health Risk Analysis, 2021, no. 4, pp. 65–73. DOI: 10.21668/health.risk/2021.4.07.eng*

Получена: 15.09.2021

Принята: 09.12.2021

Опубликована: 30.12.2021