

УДК 502.55:614.876:621.039

ВЗАИМОСВЯЗЬ ГЛОБАЛЬНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ, ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

© 2018 г. В. А. Грачев

Институт физической химии и электрохимии им. А. Н. Фрумкина РАН, г. Москва

Показана взаимосвязь глобальных экологических проблем, здоровья населения с развитием атомной энергетики. Рассмотрено влияние атомной энергетики на здоровье. Атомная энергетика не потребляет кислорода, и выбросы парниковых газов при ее функционировании полностью отсутствуют. Экологически чистыми районами Европы признаны страны с высокоразвитой атомной энергетикой. Мировая ядерная энергетика снижает объем сжигаемого угля в мире на 440 млн т в год. В городах Российской Федерации, где расположены атомные объекты, профессиональные патологии ниже, чем в целом по стране, несмотря на то, что обследования в этих городах проводятся чаще и с большим охватом населения. Доля облучения при эксплуатации техногенных источников составляет 0,14 %, а при эксплуатации предприятий атомной энергетики – 0,01 % от суммарной дозы облучения, что в 100 раз ниже норматива (1 мЗв/год). Доказано, что страхи, связанные с рисками использования атомной энергии, преувеличены. Риск-ориентированный подход убедительно свидетельствует о преимуществах атомной энергетики и её безопасности для здоровья населения. По данным социологов, позитивная поддержка атомной энергетики постоянно растет.

Ключевые слова: глобальные экологические проблемы, атомная энергетика, риск-ориентированный подход к атомной энергетике и ее влиянию на здоровье населения

THE RELATIONSHIP BETWEEN GLOBAL ENVIRONMENTAL PROBLEMS, POPULATION HEALTH, AND DEVELOPMENT OF NUCLEAR POWER INDUSTRY

Vladimir Grachev

A. N. Frumkin Institute of Physical Chemistry and Electrochemistry of the Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russia

The article describes the relationship of global environmental problems and population health with development of nuclear power industry. Atomic energy industry does not consume oxygen and emit greenhouse gases. European countries with a highly developed atomic energy industry are recognized as ecologically clean regions of Europe. World nuclear industry reduces the worldwide coal combustion by 440 million tons. In Russia, the occupational diseases are not as frequently encountered in the cities with nuclear facilities as in Russia as a whole in spite of the fact that in these cities the surveys are conducted more often and cover a greater amount of people. The exposure due to exploitation of man-made radiation sources is 0.14 %, and from nuclear power plants - 0.01 % of the total radiation dose, which is 100 times lower than the norm - 1 mSv/year. The authors have studied the influence of nuclear power industry on human health and have proved that the fears associated with risks are exaggerated. The risk-based approach speaks volumes for the nuclear power industry's advantages and safety for population health. According to sociologists, the support for atomic energy industry is constantly growing.

Keywords: global environmental problems, risk-based approach to nuclear power industry, influence of nuclear power industry on population health

Библиографическая ссылка:

Грачев В. А. Взаимосвязь глобальных экологических проблем здоровья населения и развития атомной энергетики // Экология человека. 2018. № 2. С. 9–15.

Grachev Vladimir. The Relationship between Global Environmental Problems, Population Health, and Development of Nuclear Power Industry. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2018, 2, pp. 9-15.

Примерно 2 500 лет назад Гиппократ учил, что состояние здоровья является доказательством того, что человек достиг состояния гармонии как внутри себя, так и со своим окружением, и все, что оказывает влияние на мозг, воздействует и на тело. В V веке до н. э. Перикл говорил, что «здоровье — это состояние благополучия, которое дает человеку возможность стойко и не теряя самообладания переносить любые жизненные невзгоды».

Получается так, что нам приходится «стойко переносить» не только те «жизненные невзгоды», которые приготовила нам природа (землетрясения, наводнения, эпидемии, засухи и т. п.), но и созданные

самим человечеством. Это антропогенные воздействия на климат, загрязнение окружающей среды отходами жизнедеятельности человечества и негативное воздействие деятельности человечества на качество окружающей среды и здоровье населения.

Глобальные экологические проблемы все в большей степени влияют на реальную жизнь людей — растет средняя температура воздуха, отступает вечная мерзлота, наблюдаются различные проявления нестабильности климатического характера. Проблема глобального потепления со все большей очевидностью сопровождается проблемами экологических последствий, вызванных усилением экс-



Рис. 1. Взаимосвязь экологических проблем со здоровьем населения

тремальных погодных условий, что серьезно влияет на здоровье людей.

Экологические проблемы вызывают различные заболевания, связанные с загрязнением и деградацией окружающей среды (рис. 1). Особенно беспокоит проблема обеспечения населения водой.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), уже сегодня 80 % всех болезней в мире возникает из-за потребления некачественной питьевой воды, а по оценкам МАГАТЭ, ежегодно 5 млн человек умирают от болезней, связанных с потреблением загрязненной и некачественной воды. Вода вполне может стать едва ли не главной причиной будущих вооруженных конфликтов, таких же, какие сейчас возникают из-за нефти.

В Уставе ВОЗ сказано, что «здоровье — состояние полного физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических дефектов».

На ранней стадии развития человеку угрожали больше природные явления и неблагоприятные условия жизни. Научно-технический прогресс улучшил условия жизни людей, они стали жить в более благоприятных условиях, средняя продолжительность

жизни значительно выросла, успехи медицины позволили победить многие болезни, но в то же время тот же научно-технический прогресс принес новые опасности. Промышленная революция привела к широкому использованию природных ресурсов. Если ещё 150 лет назад основным источником энергии были дрова и только 9 % уголь [5], то за последние полтора века появились такие могучие источники энергии, как гидроэнергетика и атомная энергетика. Еще большее развитие получила угольная энергетика. Ее развитие вызывает особые опасения [1, 20].

Атомная энергетика не потребляет кислорода, не выбрасывает в атмосферу и водоемы вредных химических веществ, она существенно экономит расходование органического топлива, запасы которого достаточно ограничены. В частности, в пяти наиболее развитых странах мира ядерная энергетика позволяет сэкономить в год до 440 млн т угля (в России — 65,3 млн т), 350 млн т нефти (в России 40,3 млн т), до 280 млрд м³ газа (в России 36,8 млрд м³), предотвратить сжигание свыше 450 млн т кислорода (в России 36 млн т), сохранить земельные пространства на территории в 70 тыс га (в России 11 тыс. га). Экологически чистым районом Европы



Рис. 2. Динамика изменения отношения населения к развитию атомной энергетики

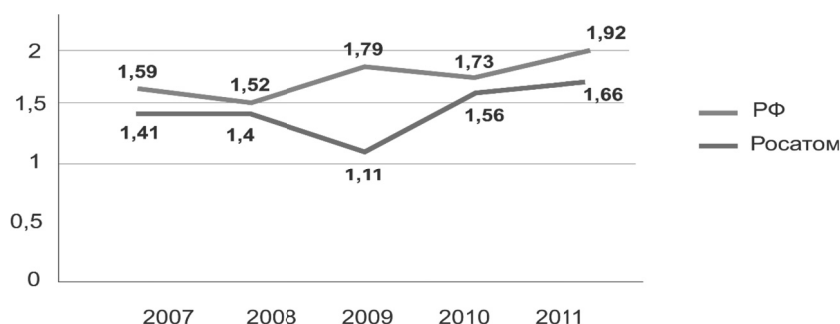


Рис. 3. Профессиональная патология на 10 тыс. работающих

называют Францию, где выработка электроэнергии на атомных электростанциях (АЭС) превышает 70 % от общей выработки.

Отношение к атомной энергетике среди населения неоднозначное. По данным социологов, в вопросе о перспективах российских АЭС позитивно настроенных граждан — 72 %. В том числе за активное развитие атомной энергетики выступают 41 % участников опроса, сохранить ее на нынешнем уровне желают 31 % опрошенных, и только 5 % хотели бы полностью отказаться от атомной энергетики. На рис. 2 показано как менялось отношение населения к атомной энергетике за последние годы (по данным Левада-центра [24]).

Следует отметить, новых случаев заболеваний, связанных с радиацией, таких как острая и хроническая лучевая болезнь, местные лучевые поражения, за последние 10 лет не регистрировалось. На протяжении многих лет также не регистрируются случаи превышения сбросов и выбросов радиоактивных веществ во внешнюю среду из атомных объектов. Профессиональная патология в городах, связанных с атомной отраслью, ниже, чем по России в целом (рис. 3). И это при том, что обследованность в этих городах априори выше, чем в других населенных пунктах.

В десяти закрытых административно-территориальных образованиях, располагающихся в районах предприятий атомной промышленности, на медицинском обслуживании состоят более 747 тыс. человек. Медицинское обслуживание осуществляет более 40 тыс. человек медперсонала.

Дозы облучения населения за счет работы предприятий атомной энергетики — ниже 0,01 мЗв/год при регламенте 1 мЗв/год (рис. 4).

Таким образом, страх перед атомной энергетикой ни на чем не основан. Страх связан с понятием риска. Риск-ориентированный подход к атомной энергетике требует проанализировать существующие риски ее использования.

Мы живем в естественно радиоактивной среде и являемся частью этой среды. Природные радионуклиды уран-ториевого ряда присутствуют в наших костях, наши мышцы содержат радиоактивный углерод и калий, а в наши легкие поступают радиоактивные вещества, присутствующие в воздухе. Мы подвергаемся воздействию излучения, приходящего из космоса и недр земли.

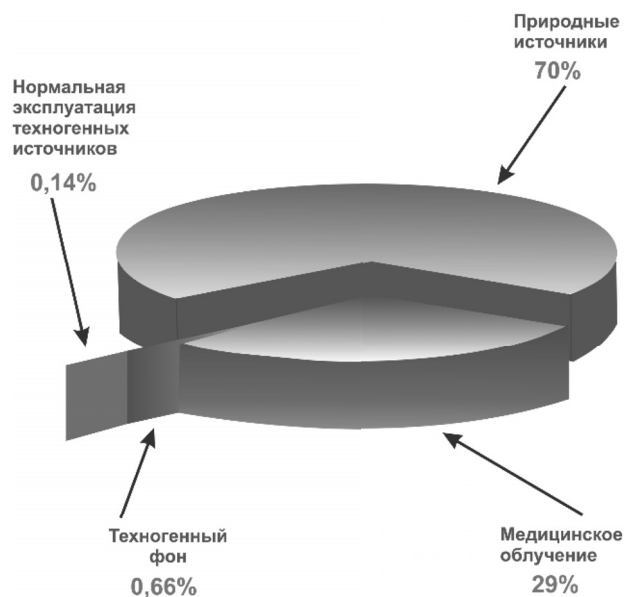


Рис. 4. Дозы облучения населения России от разных источников

С тех пор как была открыта природная радиоактивность и получены искусственные радиоактивные материалы, они все шире используются на благо людей и общества в медицине, сельском хозяйстве и промышленности. Это приводит к увеличению дозы облучения как отдельных людей, так и населения Земли в целом. Индивидуальные дозы облучения от искусственных источников радиации могут сильно различаться, но в большинстве случаев эти дозы невелики и страхи необоснованы. Чем ближе человечество к осознанию истины знания Ноосферы, тем ниже страхи и более осознанное восприятие достижений науки [5, 18, 13–20, 24]. Очень нужен при этом системный подход [2] и соблюдение закономерностей устойчивого развития [13]. Большое значение имеют и сравнительные характеристики различных способов генерации энергии [17]. Конечная цель — это активное долголетие всего населения [18].

Космические лучи приходят к нам в основном из глубин Вселенной. Некоторая их часть рождается на Солнце во время солнечных вспышек. Большая часть космического излучения блокируется атмосферой Земли, ее озоновым экраном, поэтому земной поверхности достигает лишь небольшая его часть. Люди, живущие на уровне моря, получают в среднем за счет космических лучей эффективную дозу 300 мкЗв

(миллионные доли зиверта) в год, а жители высокогорных селений — в несколько раз больше.

Интенсивность излучения на борту самолета еще выше. Экипажи воздушных судов значительную часть своей трудовой жизни проводят на высотах, где уровень космического излучения в 20 раз выше, чем на Земле. В течение года экипаж самолета получает дозу облучения в несколько мЗв (тысячные доли зиверта). Эта доза сопоставима со средним значением индивидуальной дозы облучения персонала АЭС в год. Космонавты за год полета получают дозу примерно 200 мЗв.

Радиоактивные вещества присутствуют на Земле в небольших количествах с момента ее рождения. Наиболее распространенные из них калий-40 и элементы радиоактивных семейств урана-238 и тория-232. Часть этих веществ находится в строительных материалах, из которых сделаны наши дома. Разумеется, уровни земной радиации неодинаковы для разных мест земного шара. Во многом это зависит от территории, где мы проживаем. Средняя доза внешнего облучения людей от радионуклидов земного происхождения составляет примерно 350 мкЗв в год. Для жителей Белоруссии, Украины и областей средней полосы европейской части России эта величина изменяется от 100 до 500 мкЗв в год.

В то же время есть и такие территории, где уровни радиации намного выше. Например, в Бразилии в небольшом курортном городке Гуарапари с населением 12 тыс. человек уровень радиации на улицах города составляет около 15 тыс. мкЗв, а на некоторых пляжах достигает 175 тыс. мкЗв в год, что примерно в 500 раз больше среднего уровня. Высокий уровень радиации объясняется очень просто — городок стоит на песках, богатых торием. Известны и другие места на земном шаре с высоким уровнем естественной радиации, например, на побережье Индийского океана, во Франции, в Нигерии.

Прежде чем попасть в организм человека, радиоактивные вещества проходят сложный путь в окружающей среде. Часть из них остается в почве, часть переходит в растения, а затем в животных, часть растворяется в воде. То количество радиоактивных веществ, которое поступает в организм человека с водой и пищей, создает дозу облучения в среднем дозой 300 мкЗв в год. В зависимости от диеты человека и местных условий доза может немного отличаться, но для большинства людей она лежит в диапазоне от 200 до 400 мкЗв в год. Эта доза естественной радиоактивности является безопасной для нормального развития человека и поколений людей.

Наиболее значительным из всех естественных источников радиации является радиоактивный газ радон [3]. Вместе со своими дочерними продуктами радиоактивного распада радон дает примерно половину дозы от естественных источников радиации. Большую часть этой дозы человек получает от радионуклидов, попадающих в организм вместе с вдыхаемым воздухом, особенно в непроветриваемых помещениях.

Образуясь в земной коре, радон поднимается на поверхность, смешивается с наружным воздухом и на открытой территории не создает никаких проблем. Но если в том месте, где радон выходит на поверхность, построен дом, то внутри него могут создаваться высокие концентрации. Радон проникает в закрытое помещение, просачиваясь через фундамент и пол из грунта или высвобождаясь из строительных материалов. Известны случаи, когда использование при строительстве материалов из горных пород или промышленных отходов производств, обладающих довольно высокой естественной (природной) радиоактивностью, приводило к резкому (до 5 тыс. раз и более) увеличению концентраций радона в зданиях и сооружениях.

Основным источником радона является грунт. Поэтому концентрация радона на первых этажах многоэтажных домов, как правило, выше, чем на верхних. Дерево, например, выделяет ничтожно малое количество радона по сравнению с другими стройматериалами, но из-за плохой изоляции полов концентрация его в деревянных домах может быть значительно выше. Герметизация помещений с целью утепления только усугубляет дело, поскольку еще более затрудняет выход радиоактивного газа из помещений. Наиболее эффективные средства уменьшения количества радона — это вентилирование подвалов и проветривание помещений. Предотвращаемая доза за счет этих мероприятий сравнима с годовой дозой облучения населения, проживающего на территории с уровнем радиоактивного загрязнения в несколько кюри на км² цезия-137. С другой стороны, нельзя не отметить, что польза от применения такой медицинской процедуры, как радоновые ванны, общеизвестна.

Облучение от медицинских источников в здравоохранении вносит основной вклад в дозу, получаемую человеком от техногенных источников излучения, и это не случайно. Рентгенологические обследования, применение радиоактивных препаратов для диагностики и лечения самых различных заболеваний давно уже стали массовыми. С одной стороны, это, несомненно, приносит людям пользу, с другой — приводит к дополнительному облучению. Типичное рентгеновское исследование грудной клетки создает дозу примерно 0,8 мЗв. Более сложная процедура, такая как рентгеновское обследование пищевода и желудка с применением бария, может создать дозу в 10 раз больше. Еще большие дозы пациент получает при обследовании почек.

Применение радиации в медицине в определенных случаях может быть связано с риском для здоровья человека, но, как и в случае с безопасностью объектов использования атомной энергии, понятие риска имеет особое значение, поскольку является мерой опасности. Наибольшую универсальность для практического использования имеет определение, в котором под риском понимают величину, включающую:

- вероятность возникновения опасного воздействия;

• величину неблагоприятного эффекта, связанного с этим воздействием.

Как и другие виды техногенных рисков, радиоактивный риск, обусловленный деятельностью предприятий атомной промышленности и энергетики, характеризуется вероятностью возникновения у человека или его потомства какого-либо вредного эффекта, вызванного облучением.

На основании оценок риска, обусловленного воздействием различных источников опасности, можно условно определить диапазон изменения риска летального исхода для современного человека.

Уровень риска летального исхода может изменяться в исключительно широких пределах: от 10-9 до 10-2 на человека в год. Минимальный риск 10-9 соответствует отдельным событиям, происходящим в естественной среде обитания человека и приводящим к гибели нескольких десятков человек во всем мире ежегодно. Уровень риска летального исхода 10-2 представлен особо опасными видами профессиональной деятельности (шахтеров) и возрастными особенностями человека.

В Великобритании (данные Исполнительного комитета по охране здоровья и безопасности) эти риски оцениваются следующим образом (табл. 1).

Таблица 1

Уровни фатального риска
(усредненные цифры, приблизительно)

В среднем за год 1 из 100 (1×10^{-2})	Риск гибели в результате пятичасового одиночного подъема по скале каждый выходной
1 из 1 тыс. (1×10^{-3})	Риск гибели из-за работы в группах высокого риска в относительно рискованных отраслях промышленности, таких как горнодобывающая
1 из 10 тыс. (1×10^{-4})	Риск гибели в результате дорожно-транспортного происшествия
1 из 100 тыс. (1×10^{-5})	Риск гибели в результате аварии на рабочем месте в относительно безопасных зонах промышленного производства
1 из 1 млн (1×10^{-6})	Риск гибели в результате пожара или взрыва газа у себя дома
1 из 10 млн (1×10^{-7})	Риск быть убитым молнией

Если исключить облучение работников некоторых профессий и пациентов, подвергающихся радиации при диагностике и лечении, то облучение населения ионизирующим излучением от искусственных источников невелико.

В соответствии с международной практикой верхний уровень приемлемого индивидуального риска при техногенном облучении персонала определяется вероятностью смерти 10-3 год-1. Эта величина риска указана также в действующих в России «Нормах радиационной безопасности». Научный комитет ООН по действию атомной радиации предложил формулы расчета индивидуального риска онкозаболеваний с учетом дозы облучения, пола и возраста на момент облучения. Эта технология была впервые использована для оценки индивидуальных радиационных рисков

персонала атомной отрасли России, состоящего на индивидуальном дозиметрическом контроле (49 900 человек). Установлено, что в 2006 году индивидуальный риск превышал порог в 10-3 год-1 для 755 человек, что составляет 1,6 % всего персонала, состоящего на индивидуальном дозиметрическом контроле. Даны оценки величины избыточного абсолютного риска (EAR) и атрибутивного риска (AR) для всех раков, солидных раков и лейкозов. Обсуждаются принципы формирования групп потенциального риска. Большая часть (около 65 %) работающих на атомных электростанциях России получают среднегодовую дозу облучения менее 1 мЗв [4].

В европейских странах принято придерживаться существующей позиции в том, что риск величиной 10×10^{-4} в год для отдельного представителя населения является максимумом, что должно считаться приемлемым риском, создаваемым любым крупным промышленным предприятием в какой-либо отрасли при безусловном соблюдении принципа ALARA для обеспечения того, что риск от наиболее важных предприятий фактически ниже или даже существенно ниже.

Несмотря на наличие данных, убедительно доказывающих высокий уровень экологической безопасности ядерных технологий, в государстве и обществе существует проблема негативного отношения ко всему, что связано с ядерными технологиями. Это обусловлено вполне объективными причинами в России (авариями на ФГУП ПО «Маяк» и Чернобыльской АЭС), в США и в Японии и является результатом гипертрофированных, непрофессиональных оценок их последствий и политизации всей проблемы.

Другой важной причиной неадекватного восприятия деятельности предприятий ядерного топливного цикла, в том числе АЭС, являются перекосы в существующей нормативно-правовой базе в области радиационной безопасности, которую, с нашей точки зрения, отличает излишняя, необоснованная жестокость норм и правил.

Это отчетливо видно при сравнении существующих норм радиационной и химической безопасности с позиции оценки рисков для здоровья. Сопоставление величин рисков, обусловленных воздействием ионизирующих излучений и некоторых химических канцерогенов на уровне принятых нормативов, показало, что нормированный радиационный риск оказывается в сотни раз меньше рисков химического канцерогенеза (рис. 5).

Число химических веществ, воздействие которых на уровне установленных нормативов создает риски, лежащие в области неприемлемых значений, достаточно велико.

Существующие перекосы в нормативной правовой базе и отсутствие законодательно установленного единого критерия для количественной сравнительной оценки воздействия разных техногенных факторов в виде единой меры риска (ущерба) здоровью приводят к несопоставимости данных по уровням воздействия

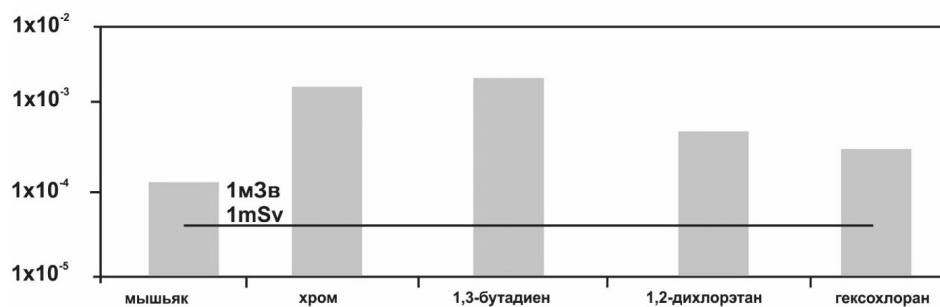


Рис. 5. Индивидуальные канцерогенные риски летального исхода от годовой допустимой дозы облучения населения (1 мЗв/год) и некоторых химических веществ на уровне предельно допустимых концентраций в воздухе населенных мест

веществ (радиоактивных, химических и других) и процессов и, как следствие, к принятию неверных управленческих решений в отношении приоритетности развития тех или иных энерготехнологий.

К сожалению, к неадекватным выводам приходят не только «зеленые», но и отдельные правительства. Хотя в настоящее время те же «зеленые» во многом изменили свою точку зрения. Меняется и оценка экологов: основатель Гринписа Патрик Мур заявил: «Я считаю логически несостоятельным для людей, участвующих в экологических движениях, говорить о том, что климатические изменения угрожают самому существованию нашей цивилизации, грозят вымиранием миллионов особей, и при этом выступать против одной из самых важных технологий, которая может предложить решение проблемы, — замены ископаемого топлива атомной энергией. Гринпис сделала очень серьезную ошибку, связав ядерную энергетику с ядерным оружием, как будто все ядерное есть зло». Не «зло», а в обозримом будущем — пока что единственный выход. И другого выхода сегодня нет. Только ускоренное развитие атомной энергетики позволит решить глобальные экологические проблемы и обеспечит устойчивое развитие человечества как с точки зрения энергообеспечения, так и с точки зрения сохранения жизни и здоровья людей. Этот взгляд развивают очень многие экологи во всем мире [6–11, 22, 23].

Список литературы

1. Блис Т. Лекарство для планеты. Безболезненное средство от энергетической и экологической катастрофы. М.: Центр содействия социально-экологическим инициативам атомной отрасли, 2011. С. 282.
2. Грачев В. А. Реализация экологической политики Госкорпорации «Росатом»: успех — в системности // Федеральный журнал «ЭКОлогия 2030», июль — август 2013. С. 45–52.
3. Карпин В. А., Кострюкова Н. К., Гудков А. Б. Радиационное воздействие на человека радона и его дочерних продуктов распада // Гигиена и санитария. 2005. № 4. С. 13–17.
4. Крышев И. И., Рязанцев Е. П. Экологическая безопасность ядерно-энергетического комплекса России. М.: ИздАТ, 2010. С. 87.
5. Экологическая политика Госкорпорации «Росатом» / под ред. Грачева В. А. М.: Центр содействия социально-экологическим инициативам атомной отрасли, 2011. 350 с.
6. Akimoto Yumi. Nuclear Power, Ensuring Not Only Safety but Also Peace of Mind // Plutonium. Autumn 2000. N 31. P. 216.
7. Barnier M. The development of eco-citizenship // La Jaune et la Rouge. February 1994. P. 3.
8. Dubrana Didier. «The Bulgarian Chernobyl» and Nuclear energy and cancer: a disturbing inquiry // Science and Vie. December 1995. N 939. P. 86–94.
9. Ducrocq Albert. Nuclear will become fashionable again in the 21st century // Revenu Francais. November 1992, N 265. P. 76.
10. Foos J. Radioactive. Vol. 1: The atom and the atomic core. Formascience, Orsay, 1993. P. 49.
11. Frot J. The Causes of the Chernobyl event. EFN / RGN, March 2001. P. 53.
12. Grachev V. A. Environmental Characteristics of Various Methods of Electric Power Generation // Socrates Almanac. Oxford, United Kingdom, 2013–2014. P. 86–93.
13. Grachev V. A. Noospheric Worldview and Sustainable Development // Collection of Reports of the 6th international symposium of traditional culture and eco-civilization. Beijing, China (Sep. 2015). ISBN 978-7-5152-0285-3. P. 124–130.
14. Grachev V. A. Noospheric Worldview // European Journal of Science and Theology. February 2015. Vol. 11, N 1, ISSN: 1841-0464. P. 36–42.
15. Grachev V. A. Noospheric Worldview and Sustainable Development // Socrates Almanac. 2013–2014. P. 78–96.
16. Grachev V. A., Arutyunyan R. V., Plyamina O. V. Radiation in the City: Natural and Artificial Radiation, Reality and Myths // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. July — August 2016. P. 89.
17. Grachev V. A., Plyamina O. V. Environmental performance of various methods of electric power generation // Eco. Env. and Cons. 2016. 22 (3). Copyright@ EM International ISSN 0971-756X. P. 67.
18. Grachev V. A., Rozen A. Ye., Vorobyev Ye. V. Wastewater treatment using supercritical water oxidation // Socrates Almanac. 2014. Vol. 2 «Innovative City of the Future». P. 85.
19. Grachev V. A., Shabalin V. N. Social, environmental and socio-political factors of active longevity // Summit of Leaders «Health and Wellness Tourism», 1–4 July 2014. Stresa, Italy. P. 156.
20. Plyamina O. V., Grachev V. A. Environmental performance indicators and their place in the economy // Vestnik MNEPU. 2012. Vol. 5. P. 71–80.
21. Plyamina O. V. Global Environmental Problems, Environmental Safety and Environmental Efficiency of the Power Industry // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. November — December 2016. N 7 (6). P. 69.

22. Radiobiology. Hermann Publications, 1986. P. 182.
23. Scientists want more nuclear power plants // *Europe Today*. 14 December 1992. N 148. P. 16.
24. URL: <http://www.rosatom.ru> (дата обращения: 30.11.2016).
25. The radioactive «Camps of death» in Siberia // *Europe Today*. June 1993. N 172. P. 12.

References

1. Blees T. Prescription for the planet. The painless remedy for our energy and environmental crises. Moscow, Center for the promotion of social and environmental initiatives of the nuclear industry, 2011, 282 p.
2. Grachev V. A. The implementation of the ROSATOM environmental policy: the success is in the systematization. *Federal'nyi zhurnal «Ekologiya 2030»* [Federal journal «ECOlogy 2030»], July-August 2013, pp. 45-52. [in Russian]
3. Karpin V. A., Kostyukova N. K., Gudkov A. B. Human radiation action of radon and its daughter disintegration products. *Gigiena i sanitariya*. 2005, 4, pp. 13-17. [in Russian]
4. Kryshev I. I., Ryazantsev E. P. *Ekologicheskaya bezopasnost' yadernо-energeticheskogo kompleksа Rossiі* [Environmental safety of the nuclear power industry of Russia]. Moscow, 2010, p. 87.
5. *Ekologicheskaya politika Goskorporatsii «Rosatom»* [Environmental policy of the State Atomic Energy Corporation ROSATOM]. Ed. Grachev V. A. Moscow, Center for the promotion of social and environmental initiatives of the nuclear industry, 2011, 350 p.
6. Akimoto Yumi. Nuclear Power, Ensuring Not Only Safety but Also Peace of Mind. *Plutonium*. N 31, autumn 2000, p. 216.
7. Barnier M. The development of eco-citizenship. *La Jaune et la Rouge*. February 1994, p. 3.
8. Dubrana Didier. «The Bulgarian Chernobyl» and Nuclear energy and cancer: a disturbing inquiry. *Science and Vie*. December 1995, 939, pp. 86-94.
9. Ducrocq Albert. Nuclear will become fashionable again in the 21st century. *Revenu Francais*. November 1992, 265, p. 76.
10. Foos J. *Radioactive*. Vol. 1: The atom and the atomic core. Formascience, Orsay, 1993, p. 49.
11. Frot J. *The Causes of the Chernobyl event*, EFN / RGN, March 2001, p. 53.
12. Grachev V. A. Environmental Characteristics of Various Methods of Electric Power Generation. *Socrates Almanac*, Oxford, United Kingdom, 2013-2014, pp. 86-93.
13. Grachev V. A. Noospheric Worldview and Sustainable Development. *Collection of Reports of the 6th international symposium of traditional culture and eco-civilization*, Beijing, China (Sep. 2015), ISBN 978-7-5152-0285-3, pp. 124-130.
14. Grachev V. A. Noospheric Worldview. *European Journal of Science and Theology*. February 2015, 11 (1), ISSN: 1841-0464, pp. 36-42.
15. Grachev V. A. Noospheric Worldview and Sustainable Development. *Socrates Almanac*, Oxford, United Kingdom, 2013-2014, pp. 78-96.
16. Grachev V. A., Arutyunyan R. V., Plyamina O. V. Radiation in the City: Natural and Artificial Radiation, Reality and Myths. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. July - August 2016, p. 89.
17. Grachev V. A., Plyamina O. V. Environmental performance of various methods of electric power generation. *Eco. Env. and Cons.* 2016, 22 (3). Copyright@ EM International ISSN 0971-756X, p. 67.
18. Grachev V. A., Rozen A. Ye., Vorobyev Ye. V. Wastewater treatment using supercritical water oxidation. *Socrates Almanac*. 2014, vol. 2 «Innovative City of the Future», p. 85.
19. Grachev V. A., Shabalin V. N. Social, environmental and socio-political factors of active longevity. *Summit of Leaders «Health and wellness tourism»*, 1-4 July 2014. Stresa, Italy, p. 156.
20. Plyamina O. V., Grachev, V. A. Environmental performance indicators and their place in the economy. *Vestnik MNEPU*. 2012, 5, pp. 71-80.
21. Plyamina O. V. Global Environmental Problems, Environmental Safety and Environmental Efficiency of the Power Industry. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. November - December 2016, 7 (6), p. 89.
22. *Radiobiology*. Hermann Publications, 1986, p. 182.
23. Scientists want more nuclear power plants. *Europe Today*. 14 December 1992, 148, p. 16.
24. URL: <http://www.rosatom.ru> (accessed 30.11.2016).
25. The radioactive «Camps of death» in Siberia. *Europe Today*. June 1993, 172, p. 12.

Контактная информация:

Грачев Владимир Александрович — доктор технических наук, профессор, член-корреспондент Российской академии наук, главный научный сотрудник Института физической химии и электрохимии им. А. Н. Фрумкина РАН; научный руководитель Центра глобальной экологии факультета глобальных процессов МГУ им. М. В. Ломоносова
 Адрес: 119017, Москва, ул. Б. Ордынка, 29, стр. 1
 E-mail: vagrachev@gmail.com