

тавшего ядерного топлива не превысит  $4 \text{ мБк/м}^3$  при фоновой  $3\text{—}5 \text{ Бк/м}^3$ . Поэтому можно говорить о пренебрежимо малом воздействии стоков пункта временного хранения на акваторию пролива Йоканьгский рейд и тем более на прилегающий район Баренцева моря.

Источником радиоактивного загрязнения акватории может являться трехотсечный реакторный блок с выгруженным отработавшим ядерным топливом, который оставлен в Гремике из-за обрыва буксирного троса при его переводе на хранение в пункт временного хранения «Сайда» и в настоящее время находится в полузатопленном состоянии в районе транспортного причала у пирса № 3 (рис. 8). Обследование показало, что мощность эквивалентной дозы вблизи поверхности трехотсечного блока составляет  $\sim 0,05 \text{ мкЗв/ч}$ , не выявлено загрязнений донных отложений  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  выше минимально детектируемой активности подводного гамма-спектрометра РЭМ-25 (9 и 6 Бк/кг соответственно). Результаты обследования подтвердили целостность защитных барьеров безопасности и отсутствие утечек радионуклидов во внешнюю среду.

**Заключение.** При комплексном инженерном и радиационном обследовании прибрежных акваторий использование подводных спектрометрических систем по сравнению с традиционными методами обследования путем отбора проб и образцов существенно ускоряет получение информации, необходимой для планирования мер как по предотвращению возможных последствий аварийных ситуаций, так и по реабилитации природных сред. Кроме того, в несколько раз могут быть снижены затраты на радиационное обследование как за счет уменьшения необходимого количества отбираемых проб (либо полного отказа от пробоотбора) и

соответственно измерения их активности в специализированной лаборатории, так и благодаря использованию в работах маломерных судов. При этом на каменистых участках дна, характерных для прибрежных акваторий, отбор проб с помощью грунтоотборников часто бывает значительно затруднен, а иногда невозможен и требует привлечения водолаза, что также увеличивает затраты на обследование.

В заключение следует отметить, что в 2004—2006 гг. в РНЦ «Курчатовский институт» был разработан комплекс аппаратурно-методических средств, предназначенный для радиационного обследования прибрежных акваторий и разработки на основе полученных результатов прогноза радиэкологической ситуации в районе. Методика проведения обследования с помощью подводных спектрометров подтвердила свою эффективность в экспедиционных работах 2005—2006 гг. и в настоящее время, на наш взгляд, является наиболее прогрессивным инструментом для обследования состояния акваторий в местах возможных радиационных загрязнений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скорик Ю.И. Материалы сцинтилляционных детекторов для подводной гамма-спектрометрии. — Атомная техника за рубежом, 2009, № 10, с. 8—21.
2. Пономарев-Степной Н.Н., Степеннов Б.С., Коваленко В.Н. и др. Экологическая реабилитация ПВХ ОЯТ и РАО в губе Червяная. — Безопасность окружающей среды, 2008, № 1, с. 92—97.
3. Черняев А.М. и др. Радиационное обследование атомной подводной лодки «Курск». — Атомная энергия, 2002, т. 93, вып. 3, с. 236—240.
4. Океанологические исследования и подводно-технические работы на месте гибели атомной подводной лодки «Комсомолец». М.: Наука, 1996.
5. Васильев А.П., Высоцкий В.Л., Казеннов А.Ю. и др. Радиэкологическое состояние территории и акватории в губе Андреева. — Атомная энергия, 2006, т. 101, вып. 1, с. 49—55.

Поступила в Редакцию 11.11.09

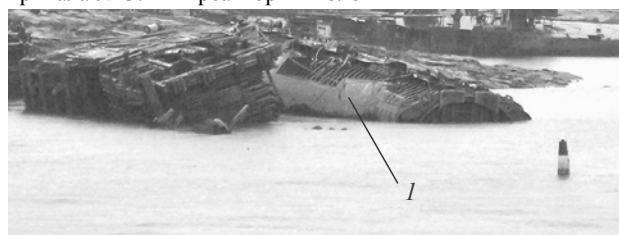
УДК 612.014.481

#### ЭКОЛОГИЯ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНА РАЗМЕЩЕНИЯ НОВОВОРОНЕЖСКОЙ АЭС

Арутюнян Р.В., Большов Л.А., Воробьева Л.М., Хандогина Е.К. (ИБРАЭ, г. Москва),  
Новиков С.М., Шашина Т.А., Скворцова Н.С. (НИИ  
ЭЧ и ГОС им. А.Н. Сысина РАМН, г. Москва),



Р и с. 8. Полузатопленный трехотсечный блок в районе причала № 3: 1 — реакторный блок



Чубирко М.И., Пичужкина Н.М. (Управление Роспотребнадзора по Воронежской области, г. Воронеж)

Позитивная мировая практика решения экологических проблем показывает, что наиболее эффективными мерами являются внедрение экологически приемлемых технологий и применение современных схем управления качеством окружающей среды, основанных на анализе и управлении рисками.

В ИБРАЭ выполнен проект, цель которого состояла в оценке экологической безопасности территории Воронежской области, где функционирует Нововоронежская АЭС и ведется строительство новой станции, с использованием методологии анализа риска для здоровья населения и обозначении экологических ориентиров ее устойчивого развития.

В качестве обязательных условий реализации проекта рассматривались:

- применение методологии анализа риска для здоровья населения, принятой в международной практике, адаптированной для территории нашей страны и рекомендованной для использования Федеральной службой в сфере защиты прав потребителей и благополучия населения (Роспотребнадзор);

- участие ведущих российских специалистов в оценке и анализе химических рисков;

- участие специалистов управления Роспотребнадзора по Воронежской области.

Методология анализа риска является современным научным подходом к оценке и управлению техногенным воздействием. Применение методологии оценки риска для здоровья позволяет получать количественные характеристики возможного ущерба, сравнивать последствия воздействия разных по своей природе факторов, например, радиационных и химических, определять приоритетные источники опасности. Эта методология успешно применяется для принятия управленческих решений в области охраны здоровья человека и окружающей среды в большинстве экономически развитых стран. Она использована при разработке современных международных норм радиационной безопасности, сформулированных МКРЗ. Вместе с тем в Публикации № 103 МКРЗ особо подчеркивается ограниченность области применения оценок риска развития стохастических эффектов при воздействии малой дозы радиации на большие группы людей — возможность ее использования для регулирования воздействия и неприменимость для оценки медицинских последствий облучения [1]. Последнее связано с отсутствием

эпидемиологической информации, подтверждающей линейную беспороговую концепцию риска онкологических и наследуемых заболеваний при дозе ниже 100 мЗв.

Результаты оценок риска для здоровья являются обязательным научным сопровождением законопроектов в области охраны окружающей среды и здоровья человека, элементом экологической экспертизы проектов нового строительства, реконструкции действующего производства и реабилитации загрязненных территорий в США и странах Западной Европы. В нашей стране правовой базой применения системы оценки риска является постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 10.11.1997 № 25 и Главного государственного инспектора Российской Федерации по охране природы от 10.11.1997 № 03-1924-3483 «Об использовании методологии оценки риска для управления качеством окружающей среды и здоровья населения в Российской Федерации». За прошедшее десятилетие Роспотребнадзор при научной поддержке РАМН провел большую работу по апробации этой методологии на территории страны и внедрению в практическую деятельность службы.

ИБРАЭ совместно с НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина в последние годы были успешно выполнены научные проекты с применением методологии оценки риска, которые подтвердили эффективность данного метода исследования для понимания действительной роли ядерных технологий среди техногенных источников, влияющих на состояние здоровья населения в российских регионах.

В рамках настоящего проекта в сферу исследований на территории Воронежской области были включены:

- расчет радиационных рисков для здоровья населения г. Нововоронежа, связанных с функционированием Нововоронежской АЭС и прогнозной оценкой влияния строящейся новой станции;

- расчет рисков здоровью, обусловленных химическим загрязнением атмосферного воздуха областного и районных центров;

- оценка влияния работы тепловых электростанций на здоровье населения Воронежа.

Возможный ущерб здоровью населения от воздействия наиболее распространенных загрязняющих веществ, контролируемых в атмосфер-

ном воздухе Воронежской области в 2007—2008 гг. (диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода, взвешенные вещества в пересчете на мелкодисперсную фракцию PM10), оценивали в единицах дополнительных случаев смерти (общей смерти, смерти от сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний) и госпитализации (по поводу обострения бронхиальной астмы, респираторных и сердечно-сосудистых заболеваний) с применением принятых в международной практике подходов и рекомендаций ВОЗ.

Результаты показали, что хроническое загрязнение атмосферного воздуха в Воронеже и районных центрах обуславливает значимые уровни риска здоровью населения, при этом основной вклад (более 80%) в формирование возможного ущерба здоровью вносит воздействие взвешенных веществ, особенно их мелкодисперсной фракции PM10, и диоксида серы. В Воронеже прогнозируется 206 дополнительных случаев смерти на 100 тыс. населения ( $2,06 \cdot 10^{-3}$ ), ущерб здоровью населения составляет около 1500 случаев преждевременной смерти в год. Вклад в общую смертность населения города (без учета внешних причин) достигает 13%.

Оценка возможной канцерогенной опасности показала, что суммарный канцерогенный риск для здоровья населения областного центра от воздействия всех контролируемых в атмосферном воздухе канцерогенов (1,3-бутадиен, хром (6+), акрилонитрил, формальдегид, свинец, этилбензол, стирол) составляет  $9,3 \cdot 10^{-5}$  за год ( $6,5 \cdot 10^{-3}$  за жизнь), что превышает рекомендованный Роспотребнадзором приемлемый уровень для населения (границы приемлемого риска составляют  $10^{-6}$ — $10^{-4}$  за жизнь). Основной вклад (93%) в суммарный канцерогенный риск вносят 1,3-бутадиен и хром (+6), присутствующие в выбросах расположенных в городе предприятий химической промышленности, самолетостроения, производства машин и оборудования. Кроме того, 1,3-бутадиен содержится в выхлопных газах автотранспорта. Риск, определяющий дополнительное к фону число злокачественных новообразований, для населения Воронежа составил 70 прогнозируемых случаев в год при сохранении экспозиции на уровне 2007—2008 гг.

Следует отметить, что оцененные уровни риска для здоровья населения областного центра не носят исключительный характер. Высокий уровень загрязнения городского воздуха является значимой угрозой здоровью населения и в

других крупных промышленных центрах страны. По данным государственной системы наблюдений Росгидромета в 2004—2008 гг. население более чем 200 городов страны общей численностью 65 млн человек подвергалось хроническому воздействию одного или нескольких химических загрязняющих веществ в концентрации, превышающей допустимую [2]. Ежегодно 12—14 млн человек испытывают воздействие загрязняющих веществ, разовая концентрация которых превышает 10 ПДК. По разным оценкам загрязнение воздуха в городах России является причиной от 40 тыс. до 123 тыс. дополнительных смертей в год, что составляет соответственно от 2 до 17,5% общей смертности городского населения страны [3, 4].

Загрязнение воздуха взвешенными веществами является значимым экологическим фактором риска для здоровья населения не только России, но и более благополучных стран Европы. Результаты специально проведенных в конце 1990-х годов исследований в Австрии, Франции и Швейцарии показали, что загрязнение воздуха обуславливает около 40 тыс. случаев (6%) общей смертности в год [5]. При этом около половины всех смертей, связанных с загрязнением воздуха, приписывается автотранспорту, который ответствен, кроме того, за более чем 25 тыс. новых случаев хронических бронхитов взрослых, свыше 290 тыс. детей, около 0,5 млн случаев приступов астмы и свыше 16 млн чел.-дней ограниченной активности.

По последним данным доклада ВОЗ, подготовленного в связи с достигнутыми в 1990—2010 гг. успехами в снижении экологических угроз здоровью, загрязнение воздуха взвешенными веществами в 40 европейских странах обуславливает до 500 тыс. случаев смерти ежегодно. Значительную часть смертей связывают с загрязнением воздуха транспортными средствами. Учитывая опыт стран Европейского Союза, можно ожидать, что и в Воронеже, как и в других городах страны, автотранспорт ответствен за случаи преждевременной смерти населения. Для получения количественных оценок влияния загрязнения воздуха транспортными средствами на здоровье населения требуется проведение специальных исследований.

Влияние тепловых станций, производящих менее 10% электроэнергии в Воронежской области, на здоровье населения изучали на основе моделирования рассеивания выбросов загряз-

няющих веществ ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2. Как показали результаты, произошедшее в последнее десятилетие изменение структуры топливного баланса ТЭЦ-1 в сторону увеличения доли газового топлива и природоохранные мероприятия способствовали снижению выбросов загрязняющих веществ и уменьшению негативного воздействия на здоровье населения. Так, согласно материалам исследования 1999—2000 гг. ущерб здоровью от выбросов взвешенных веществ ТЭЦ-1 составлял 390 дополнительных случаев смерти в год, диоксида серы — 145 [6]. В настоящее время концентрация в атмосферном воздухе Воронежа диоксида серы, взвешенных веществ в пересчете на мелкодисперсную фракцию РМ10 и диоксида азота за счет выбросов тепловых электростанций находится ниже эпидемиологического порога их действия.

Уменьшение нагрузки на воздушный бассейн за счет сокращения более чем в 5 раз доли угля в топливном балансе станции (с 17 до 3,3%) и увеличения использования газового топлива в сочетании с изменившимися научными представлениями о критериях ущерба здоровью населения явилось причиной значительного снижения расчетных оценок ущерба.

Необходимо отметить, что как для российских, так и более экологичных зарубежных ТЭС, работающих на угле, риски для здоровья являются значительными. По нашим оценкам индивидуальные годовые риски смерти от загрязнения воздуха летучей угольной золой в российских городах с крупными электростанциями (Рефтинская ГРЭС в Асбесте, Ростовская ГРЭС в Новочеркасске и др.) составляют  $10^{-4}$ — $10^{-3}$ , суммарный ущерб достигает 5—7 тыс. дополнительных случаев смерти в год. В США с выбросами тепловых электростанций, 70% которых работает на угле, связывают около 24 тыс. преждевременных случаев смерти ежегодно. Из них 2800 вызваны раком легких [7].

Резкое снижение рисков в результате увеличения в структуре топливного баланса ТЭЦ-1 доли газа до 96% не является неожиданным. Имеются научные данные, подтверждающие высокую степень экологической безопасности электроэнергетики на газе. Известным по оценке и сравнительному анализу ущерба здоровью человека и природной среде разных видов производства электроэнергии стал проект [8]. В усредненном виде ущерб здоровью населения Европы в натуральных показателях — поте-

рянные годы жизни на 1 ТВт·ч выработанной электроэнергии составил 7 чел.-лет при производстве электроэнергии на ядерном топливе, 44 чел.-лет — на газе, 144 и 164 чел.-лет — на каменном и буром угле соответственно.

Влияние работы Нововоронежской АЭС на население проявляется в дополнительном по отношению к фоновому облучении. По официальным данным территориального управления ФМБА России, представленным в радиационно-гигиенических паспортах Российской Федерации, средняя эффективная доза облучения населения Нововоронежа с 1999 по 2007 г. изменялась от 0,03 до 10 мкЗв/год. В 2007 г. доза составила 4 мкЗв, т.е. тысячные доли установленного предела (1 мЗв/год) и природного фона (2,2 мЗв/год) [9]. Вклад действующей станции в суммарную дозу облучения (3 мЗв/год) не превышает десятые доли процента (0,1%). Основными факторами облучения населения являются природные (75,5%) и медицинские (24,2%) источники ионизирующего излучения. Следует отметить, что доза облучения от работы атомных станций столь мала, что не поддается измерению и может быть оценена лишь расчетным путем. Поэтому оценки такой чрезвычайно низкой дозы в сильной мере зависят от принятой методологии расчета, а неизбежные расчетные погрешности могут оказаться соизмеримыми с дозой.

По расчетам специалистов ИБРАЭ годовая эффективная доза облучения для критической группы «рыбаки» в результате совместной работы Нововоронежской АЭС и строящейся с учетом всех путей облучения (потребление рыбы, молока, мяса и овощей местного производства) составит 0,85 мкЗв/год. Расчет проведен для крайне консервативных условий облучения: полагалось, что поступление радионуклидов от строящейся АЭС в открытую гидросеть будет сравнимо со сбросами действующей, что не соответствует проектному решению АЭС-2006, согласно которому поступление радионуклидов в поверхностные и подземные воды с организованными сбросами от станции исключено. Кроме того, расчет проводился для малочисленной критической группы населения «рыбаки», которая подвергается наибольшему облучению. Следовательно, для остальной части населения Нововоронежа возможная доза облучения будет ниже приведенной расчетной для критической группы.

Как видно, оцененная специалистами ИБРАЭ доза облучения в результате совместной работы двух АЭС оказывается ниже годовой эффективной дозы от работы одной действующей станции, рассчитанной специалистами территориального управления ФМБА России. И та и другая доза настолько мала, что единственный вывод, который можно сделать, состоит в том, что облучение населения от атомных станций, работающих в нормальном режиме, крайне ограничено, в тысячи раз ниже дозы, получаемой от природных источников и медицинских процедур. Доза техногенного облучения существенно ниже порога выявляемости (100 мЗв/год) эффектов действия радиации и даже по самым осторожным оценкам не может рассматриваться в качестве реального фактора угрозы здоровью населения, о чем убедительно свидетельствуют оценки риска развития стохастических эффектов.

Расчет радиационных рисков онкологических заболеваний для населения Нововоронежа, выполненный на основе официальных оценок годовой дозы облучения, связанного с работой Нововоронежской АЭС с 1999 по 2007 г., показал, что индивидуальный годовой риск составляет  $10^{-9}$ — $10^{-7}$  и соответствует приемлемому риску. В 2007 г. индивидуальный риск составил  $2,3 \cdot 10^{-7}$ , что в 100 раз ниже установленного предела ( $5 \cdot 10^{-5}$ ). Общее число теоретически рассчитанных ожидаемых случаев заболеваний раком за год составило 0,008 (или 8 случаев за 1000 лет работы станции). Указанные риски обусловлены дополнительной дозой облучения от АЭС, которая в тысячи раз ниже дозы облучения населения от природного радиационного фона. Оценки риска носят исключительно гипотетический характер и основаны на линейной беспороговой концепции. Вероятность возникновения наследственных эффектов при существующих уровнях облучения столь ничтожна (индивидуальный риск составляет  $10^{-11}$ — $10^{-9}$  в год), что вопрос о появлении дополнительных случаев генетической патологии среди населения Нововоронежа лишен смысла. Поскольку в расчетах риска использовали наиболее консервативные оценки дозы облучения населения, представленные территориальным управлением ФМБА России по Воронежской области, полученные значения индивидуального и популяционного рисков можно рассматривать как макси-

мальные оценки ущерба, наносимого работой Нововоронежской АЭС.

Анализ ситуации, связанной с радиоактивным загрязнением объектов окружающей среды в результате протечки жидких радиоактивных отходов из хранилища в 1985 г. в районе действующей АЭС, с позиций оценки риска показал следующее. Превышение среднегодовой концентрации  $^{60}\text{Co}$  в подземных водах по критерию  $\text{УВ}^{\text{вода}}$  в 2007 г. зафиксировано в 8 из 21 контрольных скважин, расположенных в зоне загрязнения [10]. Средняя за 2007 г. объемная активность  $^{60}\text{Co}$  составила 99,4 Бк/л, что в соответствии с действующими нормами радиационной безопасности в 2,4 раза выше  $\text{УВ}^{\text{вода}}$  (41 Бк/л) [11]. Даже при непосредственном питьевого использовании этих загрязненных подземных вод доза облучения составит 0,24 мЗв/год, риск развития стохастических эффектов —  $1,9 \cdot 10^{-5}$  в год, что ниже допустимого предела.

Сравнительный анализ радиационных и химических рисков показал, что для населения Нововоронежа индивидуальные годовые риски возникновения онкологических заболеваний по причине загрязнения воздуха химическими канцерогенными веществами ( $9,3 \cdot 10^{-5}$ ) и риски смерти от воздействия загрязняющих веществ ( $2,1 \cdot 10^{-3}$ ) оказываются в 1000—10 000 раз выше рисков развития онкологических заболеваний в результате дополнительного облучения населения Нововоронежа ( $2,3 \cdot 10^{-7}$ ), связанного с текущей работой АЭС.

Следует отметить, что значительные различия в потенциальной угрозе здоровью заложены уже на этапе нормирования воздействия химических веществ и техногенного ионизирующего излучения. Так, при экспозиции на уровне допустимой среднесуточной концентрации в атмосферном воздухе многие химические канцерогенные вещества обуславливают индивидуальный годовой риск развития онкологических заболеваний, в 10 раз превышающий нормированный (табл. 1). Так же высоки риски смерти от воздействия взвешенных веществ и диоксида серы.

Т а б л и ц а 1. Индивидуальный годовой риск здоровью при воздействии химических загрязняющих веществ и ионизирующего излучения на уровне установленных нормативов (предельно допустимой концентрации и дозового предела)

| Вещество              | Риск смерти,<br>$10^{-4}$ | Риск развития<br>рака, $10^{-4}$ |
|-----------------------|---------------------------|----------------------------------|
| Взвешенные вещества   | 7,6                       |                                  |
| Диоксид серы          | 4,7                       |                                  |
| Хром (6+)             |                           | 2,5                              |
| 1,3-Бутадиен          |                           | 4,1                              |
| Акрилонитрил          |                           | 2,8                              |
| Предел дозы 1 мЗв/год |                           | 0,52                             |

Таким образом, исследования показали пренебрежимо малое влияние современных ядерных технологий на здоровье населения по сравнению с источниками химического риска (табл. 2). Значимым фактором риска для здоровья населения Воронежской области является загрязнение воздуха химическими веществами, поступающими от промышленных предприятий и автотранспорта. Поэтому меры, направленные на улучшение качества атмосферного воздуха, следует рассматривать в качестве приоритетных, реализация которых позволит улучшить состояние здоровья населения. Примененный подход к комплексному анализу рисков и полученные результаты могут быть использованы для выработки стратегии дальнейшего экологически приемлемого социально-экономического развития Воронежской области. Вместе с тем реализация эффективной экологической политики, основанной на анализе рисков, потребует существенной модернизации, а фактически создания современной региональной системы экологического мониторинга, важным элементом которой должна стать территориальная АСКРО (автоматизированная система контроля радиационной обстановки).

Т а б л и ц а 2. Оценка ущерба здоровью населения Воронежской области

| Фактор риска           | Подтверждение<br>числа случаев,<br>тыс. чел. |                               | Дополнительное<br>число случаев в год |                               |
|------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
|                        | смерти                                       | онкологических<br>заболеваний | смерти                                | онкологических<br>заболеваний |
| Загрязнение<br>воздуха | 840,7                                        |                               | 1500                                  |                               |
| Химические             |                                              | 840,7                         |                                       | 70                            |

|                                          |  |      |  |       |
|------------------------------------------|--|------|--|-------|
| канцерогенные<br>вещества                |  |      |  |       |
| Проживание<br>в зоне наблю-<br>дения АЭС |  | 35,6 |  | 0,008 |

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ICRP Publication 103. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. An. ICRP, 2007, № 37(2—4), p. 1—332.
2. **Обзор** состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2008 г. М.: Росгидромет, 2009. 182 с.
3. Ревич Б.А., Авалиани С.Л., Тихонова Г.И. Экологическая эпидемиология. Учебник. М.: Академия, 2004. 384 с.
4. Рахманин Ю.А., Новиков С.М., Иванов С.И. Современные научные проблемы совершенствования методологии оценки риска здоровья населения. — Гигиена и санитария, 2005, № 2, с. 7—10.
5. Künzli N., Kaiser R., Medina S. e.a. Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. — The Lancet, 2000, v. 356, № 2, p. 795—801.
6. Авалиани С.Л., Ревич Б.А., Захаров В.М. Мониторинг здоровья человека и здоровья среды (Региональная экологическая политика). М.: Центр экологич. политики России, 2001. 76 с.
7. Power Plant Emissions: Particulate Matter-Related Health Damages and the Benefits of Alternative Emission Reduction Scenarios. Rep. Associates Inc. with Computer Sciences Corporation and E.H. Pechan Associates Inc. for Clean Air Task Force Boston, June 2004.
8. Externalities of Energy. Brussels: European Commission, 1999, v. 7.
9. **Результаты** радиационно-гигиенической паспортизации в субъектах Российской Федерации за 2007 год (Радиационно-гигиенический паспорт Российской Федерации). М.: Фед. центр гигиены и эпидем. Роспотребнадзора, 2008. 112 с.
10. **Радиационная** обстановка на территории России и сопредельных государств в 2007 году. Обнинск: Росгидромет, 2008. 285 с.
11. **Нормы** радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. М.: Фед. центр гигиены и эпидем. Роспотребнадзора, 2009. 100 с.

Поступила в Редакцию 30.03.10