С. М. Соколов, Т. Д. Гриценко, А. Н. Ганькин,
С. В. Федорович, И. С. Позняк

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА НЕКАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА НАСЕЛЕНИЮ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

РУП «Научно-практический центр гигиены», г. Минск

В статье обоснована методология оценки неканцерогенного риска населению в условиях многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха. Показаны основные этапы процедуры оценки риска и пути решения указанной проблемы.

Ключевые слова: *оценка риска, атмосферный воздух, здоровье населения, пути решения проблемы.*

S. M. Sokolov, T. D. Gritsenko, A. N. Hankin,
S. V. Fedorovich, I. S. Poznyak

QUANTIFYING NON-CANCER RISK TO THE POPULATION OF A MULTICOMPONENT AIR POLLUTION

The article substantiates the methodology for assessing non-carcinogenic risk to the population in conditions of multicomponent air pollution. The main stages of the risk assessment procedure and ways to solve the above problem are shown.

Key words: *risk assessment, ambient air, public health, ways to solve the problem.*

В настоящее время методология оценки риска и профилактические технологии рассматриваются в качестве глобального фактора экономического роста, о чем свидетельствуют мировые тенденции развития научной сферы, когда результаты научных исследований оцениваются в контексте обеспечения инновационного развития и практической значимости.

При этом первостепенное значение приобретают полидисциплинарные исследования, основанные на комбинировании интересов разных секторов науки. Эффективная организация научной и инновационной деятельности в области оценки риска воздействия экологических факторов на здоровье населения осуществляется на принципах комплиментарно-

Репозиторий БГ

сти и общедоступности научно-технического продукта.

Потенциально вредные для здоровья человека химические соединения в окружающей среде всегда создают угрозу для населения, ту или иную степень реального риска, который никогда не равен нулю. Поэтому управление рисками – это разумный баланс между экономическими затратами и обеспечением приемлемого риска. Обеспечение гигиенической безопасности комплексом мер, снижающих риски, требует экономических инвестиций, величина которых тем больше, чем меньше величина достигаемого риска [1–3].

Процедура оценки риска решает очень сложную многокомпонентную задачу – какой риск для населения считать приемлемым. Концепция приемлемого риска предполагает, что уровень воздействия должен быть настолько низким, чтобы его можно было не принимать во внимание, другими словами – величина риска не выходила бы за пределы естественной (фоновой) вариабельности частоты изучаемого явления. Трактовка риска включает понятие вероятности/возможности реализации явления. Так, есть ряд определений ВОЗ:

– «риск – ожидаемая частота нежелательных эффектов, возникающих от воздействия загрязнителя»;

– «риск – вероятность повреждения, болезни или смерти при определенных обстоятельствах»;

– «риск – вероятность гибели или поражения людей – заболевание, сокращение продолжительности жизни, инвалидность, смерть»;

– «риск – опасность возникновения неблагоприятных последствий, относительно которых неизвестно, наступят они или нет в действительности»;

– «риск – нежелательное конкретное событие в пределах конкретного периода времени или в конкретных обстоятельствах».

ВОЗ придерживается позиции, согласно которой концепция «заболевания, вызванные воздействием окружающей среды», обычно предполагает заболевания от воздействия исключительно химических веществ, загрязняющих окружающую среду, но этот термин теперь используется и для обозначения любой проблемы, связанной с воздействием многообразных факторов окружающей среды на здоровье населения [4–8].

Именно в этом аспекте под оценкой риска понимается направление гигиенических, токсикологических и эпидемиологических исследований, которое сосредоточено на выявлении и прогнозировании вероятности неблагоприятного воздействия на здоровье населения загрязняющих атмосферный воздух веществ. Токсикология и эпидемиология являются дисциплинами, которые поставляют информацию о химической безопасности вредных веществ в окружающей среде. Численной характеристикой минимального риска для здоровья человека является гигиенический регла-мент – предельно-допустимая концентрация (ПДК) вредного веществ в атмосферном воздухе. Существует другая мера риска – число лиц, которые могут подвергнуться действию конкретной опасности (масштабы возможного ущерба или вреда), эффектом которой будет возрастание заболеваемости или проявления гиперчувствительности к химическому фактору. Например, воздействие канцерогена на популяцию может привести к риску возникновения одного дополнительного случая рака среди 100 000 населения по отношению к фоновому уровню.

Оценка риска для здоровья человека является сложной научно-исследовательской задачей, требующей высокой гигиенической квалификации. По мнению ведущих ученых [1–3], оценка риска – это инструмент научного анализа, скрининговая гигиеническая диагностика, а не меры контроля. В тоже время, оценка риска – это комплексная, многовариантная характеристика возможных неблагоприятных эффектов, способствующая оптимальному принятию управленческих решений.

Опыт проведения оценки риска свидетельствуют о методической, научной и практической незавершенности как всей методологии, так и составляющих ее элементов. Разработка и совершенствование научных основ методологии оценки риска сегодня неравнозначна внедрению отдельных ее элементов (эколо-

Репозиторий БГМУ

го-эпидемиологическая оценка риска, региональные значения факторов экспозиции, расчетные методы потенциального риска от кратковременного и хронического воздействия факторов) в практику санитарного надзора [1–3, 9–14].

Эколого-эпидемиологический риск рассматривается как отклонение каждого конкретного показателя здоровья населения за пределы диапазона нормальной вариации. Поэтому для расчета величины риска устанавливается отклонение изучаемого показателя здоровья (заболеваемость, предболезнь, смертность) под воздействием, например, опасного загрязнения атмосферного воздуха, от фонового значения показателя здоровья в «чистом» районе.

Адаптация популяции к воздействию загрязнителей приводит к стабилизации уровней заболеваемости, а при исчерпании резервов иммунорезистентности могут возникнуть ее пики. Вполне вероятно, что по мере роста разнообразия и уровня загрязнения окружающей среды, качественно меняются биологические механизмы адаптации, резистентности, компенсации в целой популяции. Поэтому расчет фоновых показателей заболеваемости производится не менее чем за 5 лет. За фоновый уровень заболеваемости принимается средняя из 3-х минимальных значений. Методами вариационной статистики устанавливают степень риска экологической ситуации по показателям заболеваемости населения [15].

Степень напряженности медико-экологической ситуации, риск развития патологических состояний, прогностические показатели здоровья населения должны быть востребованы при строительстве, реконструкции, модернизации производств.

На раннем этапе определяется наиболее экологически приемлемый вариант строительства (реконструкции) объекта. Методология оценки риска сводит до минимума потенциальный экологический риск для здоровы населения и предотвращает необратимые эффекты на земельные, воздушные, водные, социально-экономические ресурсы, климат, ландшафт, исторические памятники, флору, фауну и т.д.

Классическим примером в практике санитарного надзора является использование системы оценки риска при обосновании размеров санитарно-защитных зон предприятий. Как известно, вредные выбросы в атмосферу промышленных предприятий могут оказывать негативное влияние на здоровье населения, проживающего на границе и вблизи санитарно-защитных зон (далее СЗЗ).

СЗЗ объектов, являющихся источниками загрязнения атмосферного воздуха, должны обеспечивать соблюдение гигиенических нормативов содержания вредных веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов. В то же время, достаточность ширины СЗЗ должна быть подтверждена не только расчетами прогнозируемых приземных концентраций, фактическим лабораторным контролем качества атмосферы, но и оценкой воздействия тех или иных многовариантных проектных решений на здоровье населения.

Фиксированные размеры санитарно-защитных зон являются тормозом развития при внедрении новых экологически безопасных и энергосберегающих технологий, что снижает возможность освоения территорий под строительство.

Применение методологии оценки риска при проектировании позволяет рассматривать расчетные размеры СЗЗ ряда объектов с перспективным улучшением эколого-гигиенической ситуации. Принцип учета территориального единства санитарно-защитной зоны и промплощадки предприятия позволит адекватно определить расстояние, на котором приземные концентрации и уровни физического воздействия (шум, вибрация, ЭМП) от источников на территории объекта не превысят гигиенических нормативов, и это расстояние может быть принято как СЗЗ.

Нами разработан алгоритм проведения процедуры оценки риска, апробировано нормативно-техническое обеспечение, проведено совершенствование прогностических методов гигиенической экспертизы проектов предприятий различного назначения [4, 11].

Наш опыт свидетельствует о недостаточном использовании системы оценки риска

Репозиторий ВГМУ

при разработке проектных материалов, что значительно снижает уровень безопасности для здоровья человека планируемого вида деятельности, вызывает недовольство и протест населения. В тоже время, экологически ориентированные правила проектирования распространяются на все объекты промышленности и теплоэнергетики. Требование о необходимости проведения оценки риска не распространяется на разработку и обоснование нормативов допустимых выбросов. Тогда как внедрение оценки риска в обоснование нормативов допустимых выбросов (НДВ) позволит более объективно оценивать степень безопасности производств, эффективность мероприятий по их достижению, ранжировать предприятия для минимизации риска здоровью от загрязнения атмосферного воздуха.

Стоит отметить, что нами внедрена методология оценки риска воздействия на здоровье населения эмиссий при реконструкции ряда объектов теплоэнергетики – ТЭЦ на древесном топливе и фрезерном торфе: объекты № 1–6 [11, 12].

Как известно, процедура оценки риска по этапам (идентификация опасности, оценка экспозиции и зависимости «доза-эффект», характеристика риска) всегда имеет специфические особенности. Так, на этапе идентификации опасности эмиссий ТЭЦ была дана оценка инвентаризации потребления топлива и выбросов, связанных со сжиганием топлива на основе коэффициентов эмиссии. Учитывались данные о количестве сжигаемого топлива и качественный состав основного, резервного и альтернативного топлива, применяемые способы очистки отходящих газов. Поскольку провести полную оценку рисков для всех атмосферных загрязнителей обычно не представляется возможным, то оценка проводилась в отношении типичных выбросов предприятий энергетического сектора в Беларуси.

При отборе веществ учитывалась их токсичность при вдыхании (ингаляционный путь поступления), т.е. способность вызывать канцерогенные и не канцерогенные эффекты. В этих исследованиях отбор веществ ограничивался индикаторными соединениями, причем эти вещества имели приоритетное значение по степени опасности для здоровья и имели установленные в эпидемиологических исследованиях зависимости типа «доза-ответ», которые используются при оценке риска неблагоприятных экологических последствий для здоровья населения.

Тогда оценка риска основывается на характеристике ожидаемой частоты возрастания неблагоприятных эффектов среди популяции при увеличении воздействующей концентрации данного вещества. На этапе установления количественной характеристики связи между экспозицией химического вещества и вредными воздействиями обычно определялся раздельно канцерогенный и не канцерогенный эффект. На этапе оценки экспозиции уровень воздействующих концентраций определялся, в основном, с помощью моделирования рассеивания загрязняющих веществ в воздухе. В результате была проведена оценка риска для здоровья населения по расчетным значениям приземных концентраций загрязнителей при различных экологических ситуациях. На этапе характеристики риска проведена оценка степени риска здоровью, соответствующей экспозиции при каждом рассматриваемом сценарии, и представление информации о неопределенностях и допущениях, связанных с процедурой оценки риска. Учитывая, что атмосферные загрязнители вызывают многочисленные и часто не сопоставимые риски, в настоящих исследованиях было решено ограничиться характеристикой типичных рисков для здоровья населения.

Так, при оценке риска влияния загрязнений атмосферного воздуха на здоровье населения реконструируемого объекта теплоэнергетики № 2 был проведен расчет и ранжирование территории города в административном масштабе по аэроантропогенной нагрузке выбросов вредных веществ в атмосферу (тонн/км^2), разработана гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха в районе стационарных постов Департамента гидрометеорологии; дана гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха по расчетным максимальным приземным концентрациям как существующе-

Репозиторий БГМУ

го объекта № 2, так и после его реконструкции; проведен эколого-эпидемиологический анализ уровней заболеваемости населения отдельными эколого-индуцированными болезнями в целом по промышленному городу и в районе расположения объектов № 2, 3, 4. На основе динамических рядов наблюдения устанавливались статистические параметры уровней общей заболеваемости детей, взрослых, подростков: заболеваемости отдельными нозологическими формами и классами; проводилось их прогнозирование методом математического ожидания.

Многочисленными исследованиями доказано, что адекватными повреждающему действию атмосферных загрязнений являются болезни органов дыхания [15].

Как показали расчеты, экологическая нагрузка на жилую территорию, прилегающую к объекту № 2, оказалась самой низкой в городе – 45,6 тонн/км^2 эмиссий вредных веществ в атмосферу (в среднем по городу – 117,4 тонн/км^2). Проведенный нами расчет степени загрязнения атмосферного воздуха по максимальным приземным концентрациям существующего объекта № 2 и его же после реконструкции показал, что в первом случае определилась слабая (II) степень загрязнения атмосферного воздуха, а во втором – допустимая (I). Это свидетельствует в перспективе о снижении аэроантропогенной нагрузки. Согласно градациям популяционного здоровья допустимый уровень загрязнения атмосферы соответствует фоновым уровням заболеваемости и такой градации популяционного здоровья населения, как «адаптация». Согласно шкале рисков уровень канцерогенного риска составляет 10^{-6} (один дополнительный случай рака в популяции на 1 млн. человек) и такой риск считается приемлемым (низкая приоритетность, действующая система управления риском, дополнительных мер не требуется).

Проведенный сопоставительный эпидемиологический анализ и прогноз уровней заболеваемости населения, проживающего в районах расположения объектов № 2, 3, 4, свидетельствует об их стабилизации в целом на уровне фона (болезни системы кровообращения, болезни органов дыхания, врожденные аномалии, деформации и хромосомные нарушения).

Система раннего предупреждения неблагоприятного воздействия экологических факторов на здоровье человека диктует необходимость развития наиболее оперативных приемов оценки риска, позволяющих в кратчайшие сроки и с минимальными затратами предоставить достоверные данные для принятия конструктивных решений по минимизации риска.

В результате выполнения исследований разработан алгоритм ускоренной процедуры оценки риска на основании серии номограмм для определения потенциального риска здоровью населения, связанного с химическим загрязнением атмосферного воздуха и питьевой воды примесями, обладающими канцерогенным и неканцерогенным механизмом воздействия, а также потенциального риска здоровью, связанного с воздействием шума в условиях населенных мест. Расчет зависимостей и построение номограмм проводилось в соответствии с рядом инструктивно-методических документов [4, 16–22].

Номограммы построены на основании интегральных экспозиционных уравнений – модель для питьевой воды, ингаляционная модель, уравнения неспецифических эффектов и специфической патологии при воздействии шума.

Для расчета использовались стандартные значения фактора канцерогенного потенциала, стандартные факторы экспозиции, периоды осреднения экспозиции, стандартные объемы вдыхаемого воздуха и потребляемой питьевой воды.

Разработанные номограммы позволяют в кратчайшие сроки в диапазоне от 0 до 5 ПДК определять уровни риска в отношении основных загрязнителей атмосферного воздуха и химических компонентов питьевой воды, а так же воздействия уровней шума.

Согласно оценочным таблицам определяется величина потенциального риска немедленного действия (вероятность появления рефлекторных реакций), величина потенциального риска длительного (хронического) воздействия, коэффициент опасности (потен-

Репозиторий БГМУ

циальный риск развития неканцерогенных эффектов) и величина индивидуального пожизненного канцерогенного риска для загрязнителей атмосферы, воды, а также специфические и неспецифические эффекты от воздействия шума.

На основании проведенных традиционных расчетов в сочетании с использованием номограммам была дана оценка риска влияния на здоровье населения эмиссий вредных веществ в атмосферный воздух при реконструкции и проектировании ряда предприятий.

В частности, при проведении процедуры оценки риска влияния на здоровье населения эмиссий в атмосферу объекта теплоэнергетики № 1 (после реконструкции) было установлено следующее:

– потенциальный риск немедленного (рефлекторного) действия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух (серы диоксид, азота диоксид, зола мазута, азота оксид, углерода оксид) оценивается как приемлемый (Risk < 0,02);

– риск развития неспецифических эффектов при хроническом воздействии этих же химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, оценивается как приемлемый (Risk < 0,05);

– индекс опасности развития неблагоприятных эффектов при кратковременном воздействии оценивается как низкий (серы диоксид, азота диоксид, зола мазута) и минимальный (азота оксид, углерода оксид);

– индекс опасности развития неблагоприятных эффектов при хроническом воздействии оценивается как низкий (серы диоксид, азота диоксид) и минимальный (азота оксид, зола мазута, углерода оксид).

Как показывает опыт наших исследований, методология оценки риска для здоровья человека факторов окружающей среды (атмосферного воздуха) открывает новые возможности профилактики воздействий комплексного поступления химических веществ в организм человека с учетом множества источников и маршрутов поступления, а также различных спектров возникающих эффектов.

Выводы

1. Для совершенствования процедуры оценки риска воздействия многообразных факторов окружающей среды на здоровье населения необходимо:

– активнее использовать результаты фундаментальных медико-биологических исследований, достижения гигиенической диагностики, токсикологии, эпидемиологии, экологии, социологии, экономики;

– развивать мониторинг экспозиций с применением современных чувствительных методов с учетом природы и источников воздействия, медико-демографической информации, климатогеографических особенностей исследуемой территории;

– учитывать биологически эффективные дозы и индивидуальные различия в метаболизме ксенобиотиков с использованием биомаркеров экспозиции, эффекта и чувствительности (предрасположенности);

– совершенствование методологии количественной оценки неканцерогенного риска населению многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха;

– развивать научные исследования по сравнительному анализу рисков.

2. Целесообразным представляется необходимость проведения оценки риска при обосновании нормативов допустимых выброса, что позволит эффективнее обеспечить степень безопасности производств, ранжировать предприятия для оптимизации риска здоровью от загрязнения атмосферного воздуха.

Литература

1. *Новиков, С. М.* Современные проблемы и перспективы научных исследований по комплексной оценке риска нарушении состояния здоровья при воздействии факторов окружающей среды / С. М. Новиков, Ю. А. Рахманин, Е. А. Шашина // Итоги и перспективы научных исследований по проблеме экологии человека и гигиене окружающей среды: сб. материалов / НИИ экологии человека и гигиены окр. среды им. И. Н. Сысина; под ред. Ю. А. Рахманина. – М., 2001. – С. 145–154.

2. *Новиков, С. М.* Развитие методологии оценки риска как одно из приоритетных направлений медици-

Репозиторий БГМУ

ны окружающей среды / С. М. Новиков [и др.] // Итоги и перспективы научных исследований по проблеме экологии человека и гигиены окружающей среды: сб. материалов / НИИ экологии человека и гигиены окр. среды им. И. Н. Сысина; под ред. Ю. А. Рахманина. – М., 2006. – С. 600–618.

3. *Рахманин. Ю. А.* Современные научные проблемы совершенствования методологии оценки риска здоровью населения / Ю. А. Рахманин, С. М. Новиков, С. И. Иванов // Проблемы оценки риска здоровью населения от воздействия факторов окружающей среды / НИИ экологии человека и гигиены окр. среды им. И. Н. Сысина; под ред. Ю. А. Рахманина, Г. Г. Онищенко. – М., 2004. – С. 12–21.

4. *Экспресс* оценка риска влияния на здоровье населения шума, основных химических веществ при ингаляционном и пероральном поступлении : инструкция № 125-1106 : утв. Постановлением Гл. гос. сан. врача Респ. Беларусь 05,01.2007 г. – Минск, 2007.

5. *Управление* качеством атмосферного воздуха на основе факторов здоровья в странах Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии / Отчет о Консультативном совещании ВОЗ; Москва, Российская Федерация // Европейское региональное бюро ВОЗ. – Копенгаген, ВОЗ. – 2005. – 59 с.

6. *Здоровье* и окружающая среда: принципы коммуникации риска / Европейское региональное бюро ВОЗ. – Копенгаген, ВОЗ. – 2016. – 29 с.

7. *Оценка* риска для здоровья населения от загрязнения воздуха – общие принципы / Европейское региональное бюро ВОЗ. – Копенгаген, ВОЗ. – 2013. – 68 с.

8. *Residential* heating with wood and coal: health impact and policy options in Europe and North America / WHO Regional Office for Europe. – Copenhagen, WHO. – 2015. – 49 p.

9. *Киселев, А. В.* Методические проблемы оценки ингаляционных экспозиционных нагрузок расчетными методами / А. В. Киселев, А. П. Щербо // Проблемы оценки риска здоровью населения от воздействия факторов окружающей среды / НИИ экологии человека и гигиены окр. среды им. И. Н. Сысина; под ред. Ю. А. Рахманина, Г. Г. Онищенко. – М., 2004. – С. 94–96.

10. *Нагорный, С. В.* Реализация методологии оценки риска здоровью людей в комплексных гигиенических и эпидемиологических исследованиях / С. В. Нагорный [и др.] // Проблемы оценки риска здоровью населения от воздействия факторов окружающей среды / НИИ экологии человека и гигиены окр. среды им. И. Н. Сысина; под ред. Ю. А. Рахманина, Г. Г. Онищенко. – М., 2004. – С. 146–149.

11. *Соколов, С. М.* Гигиенические аспекты развития альтернативной энергетики: оценка риска влияния на здоровье населения эмиссий вредных веществ в атмосферу / С. М. Соколов, Т. Е. Науменко, Л. Н. Смирнов // Экология человека. гигиена и медицина окружающей среды на рубеже веков: состояние и перспективы : сб. материалов Всерос. науч. конф. / НИИ экологии человека и гигиены окр. среды им. И. Н. Сысина; под ред. Ю. А. Рахманина, Г. Г. Онищенко. – М., 2006. – С. 646–650.

12. *Смирнов, Л. Н.* Гигиеническая оценка и ранжирование территории города по уровню эмиссий вредных веществ в атмосферный воздух / Л. Н. Смирнов // Экология человека и медико-биологическая безопасность населения : тез. докл. междунар. симп.; Греция, г. Ретимно, 2-9 октября 2005 г. / НИИ экологии человека и гигиены окр. среды им. И. Н. Сысина, Ассоциация «Вода-Медицина-Экология»; под ред. Ю. А. Рахманина, Н. А. Агаджанян. – М., 2005. – С. 104–108.

13. *Смирнов, Л. Н.* Оценка потенциального канцерогенного риска воздействия галогенсодержащих соединений, определяемых в питьевой воде / Л. Н. Смирнов // Здоровье и окружающая среда : сб. науч. тр. / Респ. науч.-практ. центр гигиены; под ред. С. М. Соколова. – Минск, 2006. – Вып. 7. – С. 400–408.

14. *Экспресс-оценка* риска влияния на здоровье населения шума, основных химических веществ при ингаляционном и пероральном поступлении / С. М. Соколов [и др.] // Современные проблемы гигиены города, методология и пути решения : материалы пленума; под ред. Ю. А. Рахманина. – М., 2006. – С. 326–328.

15. *Филонов, В. П.* Эколого-эпидемиологическая оценка риска для здоровья человека качества атмосферы / В. П. Филонов, С. М. Соколов, Т. Е. Науменко. – Минск, 2001. – 187 с.

16. *Эпидемиологическая* оценка риска влияния окружающей среды на здоровье населения : инструкция № 18-0102 утв. Постановлением Гл. гос. сан. врача Респ. Беларусь 11.07.2001 г. – Минск, 2001.

17. Оценка риска для здоровья населения от воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух : инструкция № 2.1.6.11-9-29-2004 утв. Постановлением Гл. гос. сан. врача Респ. Беларусь 05.07.2004 г. - Минск, 2004.

18. Оценка риска здоровью населения от воздействия химических веществ, загрязняющих питьевую воду : инструкция № 2.1.4.10-11-2-2005 утв, Постановлением Гл. гос. сан. врача Респ. Беларусь 01.03.2005 г. – Минск, 2005.

19. Оценка риска здоровью населения от воздействия шума в условиях населенных мест : инструкция № 2.1.8.10-12-3-2005 утв. Постановлением Гл. гос. сан. врача Респ. Беларусь 22.02.2005 г. – Минск. 2005.

20. Применение факторов канцерогенного потенциала при оценке риска воздействия химических веществ : метод. рек. № 2.1.9.005-03 утв. М-вом здравоохр. РФ. – М., 2003.

21. Расчет доз при оценке риска многосредового воздействия химических веществ : метод. рекомендации № 2.1.9.003-03 утв. М-вом здравоохр. РФ. – М., 2003.

22. Рекомендации по качеству атмосферного воздуха в Европе / пер. с англ. – М., 2004. – 312 с.

Поступила 2.08.2018 г.

Репозиторий БГМУ