



Броди М.¹, Авалиани С.Л.²

Оценка риска для здоровья от факторов окружающей среды. 16 лет сотрудничества Агентства по охране окружающей среды США и гигиеническими и экологическими организациями Российской Федерации: результаты и размышления

¹Американский университет, факультет наук об окружающей среде, 20016, Вашингтон, США;

²ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 141014, Мытищи, Московская обл., Россия

Оценка риска для здоровья от факторов окружающей среды имеет долгую историю как в США, так и в России. Методы оценки риска возникли и развивались для защиты от опасностей, связанных с вынужденным применением десятков тысяч химикатов в современном мире. Поскольку химические вещества играют столь важную роль, полностью запретить их использование невозможно, и задача их безопасного применения становится всё более важной. С решения этой задачи началось создание современного природоохранного законодательства, основанного на оценке опасности или потенциальной опасности, связанной с воздействием этих веществ на человека. Оценка риска стала научной основой для вычисления предельно допустимых уровней воздействия многих химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Поскольку выполнение экологического законодательства сопряжено с издержками для промышленности, были разработаны и постоянно совершенствуются методы количественной оценки бременности доказательств и целесообразности нормирования качества окружающей среды. Оценка риска для здоровья от факторов окружающей среды впервые была разработана Агентством по охране окружающей среды США (USEPA). Практическая польза такой системы создала потребность в её распространении в других странах. Оценка риска нашла применение и в Российской Федерации, особенно в результате выполнения совместных проектов. В России был накоплен большой практический опыт оценки экологических рисков и были разработаны соответствующие методические рекомендации. Таким образом, была создана основа для долгосрочного сотрудничества между двумя странами. В данной статье подытожена история такого сотрудничества, включая совместный проект по распространению практической оценки риска на Украине.

Ключевые слова: оценка риска; законодательство; объединённая система информирования о риске; максимально допустимый уровень; санитарно-защитная зона

Для цитирования: Броди М., Авалиани С.Л. Оценка риска для здоровья от факторов окружающей среды; 16 лет сотрудничества между Агентством по охране окружающей среды США и гигиеническими и экологическими организациями в Российской Федерации: результаты и размышления. *Гигиена и санитария.* 2021; 100(12): 1344-1349. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-12-1344-1349>

Для корреспонденции: Michael Brody, Adjunct Professor, Department of Environmental Science, American University, 4400 Massachusetts Ave., NW, Washington DC 20016 USA. E-mail: mbrody@american.edu

Участие авторов: Броди М. – концепция и дизайн исследования; Авалиани С.Л. – написание текста, редактирование. Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Проект на Украине финансировался USEPA в рамках соглашения с Государственным департаментом США о выполнении Закона о поддержке свободы (1992 г.), который предусматривал финансовую помощь иностранным государствам. Проект в Р оссии также финансировался Государственным департаментом США по программе финансовой помощи, предоставленной Международному научно-техническому центру Американским агентством по охране окружающей среды. Несколько участвовавших в проектах институтов в России и Украине оплачивали работу своих специалистов, задействованных в этих проектах.

Благодарности. Успех проектов по оценке риска зависел не только от соавторов данной статьи, но и от многих других людей. Прежде всего мы хотели бы выразить благодарность доктору Вильяму Фриману, менеджеру проектов, осуществляемых Международным отделом USEPA в Новых независимых государствах. Мы благодарим доктора Александра Голуба из Американского университета, который тогда работал в Фонде защиты природы; доктора Андрея Сердюка, директора Института гигиены и медицинской экологии им. А.М. Марзеева Национальной академии медицинских наук в Киеве; доктора Елену (Олену) Турос, директора Центра по оценке риска для здоровья под эгидой Института Марзеева; Олега Картавцева и Арину Петросян из Центра по оценке риска для здоровья в Киеве; доктора Георгия Сафонова из Высшей школы экономики в Москве; и Анжелику Шамерину и Вадима Дюканова, тогда работавших в Каунтерпарт интернэшнл (Counterpart International, Washington DC). Мы также хотели бы поблагодарить за техническую помощь при проведении научных работ докторов М. Комбарову, А. Радилова и В. Рембовского из НИИ гигиены, профпатологии и экологии человека в Ленинградской обл. Мы также благодарны доктору Джейн Колдуэлл, в то время работавшей в Управлении по исследованиям USEPA, которая организовывала тренинги для специалистов в рамках упомянутых нами проектов.

Поступила: 19.10.2021 / Принята к печати: 25.11.2021 / Опубликована: 30.12.2021

Michael Brody¹, Simon L. Avaliani²

Assessment of health risks from environmental factors. 16 Years of collaboration between the United States Environmental Protection Agency (US EPA), hygiene and environmental organizations in the Russian Federation: results and reflections

¹American University, Washington DC 20016 USA;

²Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of the Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing, Mytishchi, 141014, Russian Federation

Environmental health risk assessment has a long history in both the United States and Russia. Risk assessment methods have arisen and developed to protect against the dangers of the forced use of tens of thousands of chemicals in the modern world. Because chemicals play such an important role, it is impossible to ban their use altogether, and the task of their safe use becomes more and more critical. With the solution of this problem, the creation of modern environmental legislation began, based on an assessment of the hazard or potential hazard associated with the impact of these substances on humans. Risk assessment has become the scientific basis

Original article

for calculating exposure limits for many chemicals that pollute the environment. Since compliance with environmental legislation is costly to industry, methods have been developed. They are being improved on to quantify the burden of proof and the appropriateness of environmental quality regulation. Environmental Health Risk Assessment was first developed by the United States Environmental Protection Agency (US EPA). Russia has accumulated a great deal of practical experience in assessing environmental risks and developing appropriate methodological recommendations. Thus, the basis was created for long-term cooperation between the two countries. This article summarizes the history of such collaboration, including a joint project to disseminate practical risk assessment in Ukraine.

Keywords: risk assessment; legislation; unified risk communication system; the maximum allowable level; sanitary protection zone

For citation: Brody M., Avaliani S.L. Assessment of health risks from environmental factors. 16 Years of collaboration between the United States Environmental Protection Agency (US EPA), hygiene and environmental organizations in the Russian Federation: results and reflections. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2021; 100(12): 1344–1349. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-12-1344-1349> (In Russ.)

For correspondence: Michael Brody, Adjunct Professor, Department of Environmental Science, American University, NW, Washington DC 20016 USA. E-mail: mbrody@american.edu

Information about the authors:

Brody M., <https://orcid.org/0000-0002-0917-4408>

Avaliani S., <https://orcid.org/0000-0002-3113-7101>

Contribution: Brody M. – concept, design and writing; Avaliani S.L. – writing and editing the text. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement. The project in Ukraine was funded by the US EPA under an agreement with the US Department of State to implement the Freedom Support Act (1992), which provided financial assistance to foreign countries. The project in Russia was also funded by the US Department of State under a financial assistance program provided to the International Science and Technology Center by the US Environmental Protection Agency. Several participating institutions in Russia and Ukraine paid for the work of their specialists involved in these projects. The study had no sponsorship.

We thank Dr Alexander Golub of the American University, who was then working for the Environmental Defense Fund; Dr Andrey Serdyuk, Director of the Institute of Hygiene and Medical Ecology named after A. M. Marzeeva of the National Academy of Medical Sciences in Kyiv; Dr Elena (Olena) Turos, Director of the Center for Health Risk Assessment under the auspices of the Marzeev Institute; Oleg Kartavtseva and Arina Petrosyan from the Center for Health Risk Assessment in Kyiv; Dr Georgy Safonov from the Higher School of Economics in Moscow; and Angelica Shamerina and Vadim Diukanov, then at Counterpart International, Washington DC). We would also like to thank Doctors M. Kombarova, A. Radilov and V. Rembovsky from the Research Institute of Hygiene, Occupational Pathology and Human Ecology in the Leningrad Region for their technical assistance in carrying out scientific work. We are also grateful to Dr Jane Caldwell, then at the USEPA Office of Research and Development, who provided specialist training for the projects we mentioned.

Received: October 19, 2021 / Accepted: November 25, 2021 / Published: December 30, 2021

Введение

Химические вещества повсеместно применяются в современной экономике. В США принят Закон о контроле за токсичными веществами (TSCA), который требует от Агентства по охране окружающей среды США «составить, регулярно обновлять и публиковать список всех химикатов, производимых, импортируемых или применяемых в американской промышленности, в целях выполнения данного Закона» (<https://www.epa.gov/tsca-inventory/about-tsca-chemical-substance-inventory>). Этот список содержит на сегодняшний день около 85 тыс. веществ. Есть и исключения: список не содержит сотен сельскохозяйственных химических веществ, которые специально разрабатывались как ядохимикаты. Поэтому данный список не исчерпывается всеми веществами, применяемыми в экономике США. Однако он даёт представление о роли химических веществ в современном мире. Этот список не всегда содержит значения рисков, он скорее является перечнем промышленных веществ, так или иначе применяемых в США. Тем не менее при изучении данного списка неизбежно возникает основной вопрос о сохранении разумного уровня химической безопасности в современном мире.

ДДТ (дихлордифенилтрихлорэтан) был одним из наиболее широко применявшихся пестицидов на раннем этапе развития промышленного сельскохозяйственного производства. Он был впервые синтезирован в 1940-х годах и успешно применялся для борьбы с малярией и другими заболеваниями, которые распространяют насекомые. Затем он эффективно применялся для борьбы с сельскохозяйственными вредителями в США и других странах, пока различные вредители не выработали устойчивость к этому веществу. «В 1972 г. Агентство по охране окружающей среды США запретило использование ДДТ на основании данных о его вредном воздействии на окружающую среду, например, вреде для диких животных, а также потенциально вредном воздействии на людей. С тех пор исследования продолжались, и на основании экспериментов на животных была предположена связь между воздействием ДДТ и репродуктивными дисфункциями у людей. К тому же при воздействии ДДТ у некоторых животных развился рак печени. В результате Правительство США и ряд международных организаций сегодня считают ДДТ вероятным человеческим канцерогеном»

(<https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/ddt-brief-history-and-status>). Этот пример демонстрирует необходимость применения более гибких методов, чем простое запрещение химикатов. Другие, не столь ядовитые (или не столь устойчивые в окружающей среде) вещества, вероятно, могут использоваться в допустимых пределах. Оценка риска позволяет количественно установить допустимые пределы использования или допустимые уровни воздействия, при соблюдении которых использование таких веществ становится приемлемым и относительно безопасным.

Начальный этап применения оценки риска для здоровья от факторов окружающей среды в США

История постепенного внедрения практики оценки риска в США стала предметом специального исследования Национальной академии наук, это исследование было проведено по заказу Конгресса США [1]. Был проведён обзор опубликованной литературы по оценке риска, исследована деятельность федеральных законодательных органов и исследовательских институтов в области регулирования применения некоторых химикатов. Национальная академия наук потребовала, чтобы федеральные агентства, министерства и институты более чётко и убедительно обосновывали научные основы применяемых методов оценки риска. Экспертам пришлось критически оценить и проверить целесообразность всех принятых в ранний период внедрения практики оценки риска законодательных решений о нормировании содержания сахара и нитритов в пищевых продуктах, содержания формальдегида и асбеста в изоляционных и облицовочных материалах, концентраций загрязняющих веществ в воздухе. Однако в результате такого анализа Академия наук не рекомендовала каких-либо радикальных изменений существующей практики законодательного регулирования и применения оценки риска. Напротив, главной проблемой при внедрении оценки риска, по мнению экспертов Академии наук, была неполнота доступных научных данных. Хотя сейчас эта проблема в основном решена, по мере совершенствования научных и технических возможностей обнаружения потенциально опасных веществ продолжают споры о целесообразности применения оценки риска для охраны здоровья населения

и особенно о несправедливом распределении затрат и выгод природоохранной политики среди всех слоёв американского общества. Остаётся множество нерешённых вопросов в этой сфере.

Как сообщили в своём отчёте эксперты Национальной академии наук, законодательное нормирование воздействия опасных химических веществ на здоровье состоит из двух этапов — оценки и управления риском. Оценка риска — это использование доступных научных данных для определения эффектов воздействия химических веществ, материалов, чрезвычайных ситуаций и т. п. на здоровье отдельных людей и целых социальных групп. Управление риском представляет собой процесс выбора из доступных для законодателя альтернатив по выработке наиболее целесообразной политики в области охраны здоровья и окружающей среды. При принятии законодательных актов результаты оценки риска учитываются наравне с другими соображениями — техническими возможностями, социальными и экономическими приоритетами.

В критическом обзоре практики и результатов применения оценки риска в США [1] эксперты Академии наук сформулировали «парадигму оценки риска для здоровья», согласно которой оценка риска состоит из четырёх этапов: идентификация опасности, оценка «доза-ответ», оценка воздействующих доз, характеристика риска. По мнению экспертов Академии наук, наибольшее продвижение в практике оценки риска следует ожидать по мере накопления новых и более точных данных, что позволит отказаться от спекулятивных допущений, субъективных «экспертных мнений» и формализовать весь процесс. Авторы отчёта [1] рекомендуют выработать единую методику оценки риска для применения всеми федеральными министерствами, участвующими в оценке риска.

Федеральное агентство по охране окружающей среды США начало разрабатывать эту методику с создания объединённой системы информирования о риске (IRIS, Integrated Risk Information System) в 1985 г. Программа IRIS была создана внутри федерального агентства как база данных о влиянии на здоровье человека разнообразных химических веществ, присутствующих в окружающей среде. Эта база данных должна была обеспечить единообразие проводимых Агентством оценок токсичности химических веществ (<https://www.epa.gov/iris/basic-information-about-integrated-risk-information-system#history>). Первый вариант Методики оценки канцерогенного риска был опубликован Агентством в 1986 г. [2].

Первый автор (Броди) пришёл в оценку риска из смежной области — оценки экологического воздействия. Он занимался моделированием воздействия гидроэнергетики на прибрежные экосистемы и связанные с ними местообитания [3, 4], где применялись аналогичные методы оценки экологических рисков. Майкл Броди был одним из соавторов первой редакции Методических указаний Федерального агентства по охране окружающей среды США по оценке экологических рисков [5]. При написании методики оценки экологических рисков для прибрежных экосистем во многом использовалась его работа по водно-болотным угодьям [6]. Начиная с 1989 г. Майкл Броди применял свои знания в области моделирования состояния экосистем в новой (тогда) области — оценке воздействия на здоровье людей. Он участвовал в программе по контролю за применением промышленных химикатов Агентства по охране окружающей среды. В частности, он разрабатывал законодательные методы регулирования внедрения новых химикатов (<https://www.epa.gov/reviewing-new-chemicals-under-toxic-substances-control-act-tsca>) и Инвентаризацию выбросов токсичных веществ (<https://www.epa.gov/toxics-release-inventory-tri-program>).

Второй автор (Авалиани) впервые познакомился со специалистами из Агентства по охране окружающей среды США в 1985 г. на семинаре Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) по выработке Руководства по охране качества атмосферного воздуха для стран Европы, этот семинар

проходил в Праге. В 1995 г. Симон Авалиани участвовал в семинаре по оценке риска, организованном Гарвардским институтом международного развития (НПД) при финансовой поддержке Агентства по международному развитию США (USAID) и при участии технических специалистов USEPA. За этим семинаром последовала целая серия технических тренингов для российских специалистов, завершившихся так называемым «проектом шести городов» 1996–1997 гг., в котором участвовали Волгоград, Пермь, Екатеринбург, Ангарск, Санкт-Петербург и Москва (подробнее об этом в следующем разделе).

Краткая история внедрения оценки экологических рисков в Российской Федерации

Эта история началась в 1995 г. с совместного научно-исследовательского проекта при участии USEPA, Гарвардской школы общественного здравоохранения и Регионального европейского бюро ВОЗ. Специалисты из Агентства по охране окружающей среды США провели тренинг по оценке риска для здоровья для российских коллег, продолжением которого стал совместный проект по управлению качеством атмосферного воздуха в Волгограде [7]. В дальнейшем этот проект был распространён на шесть российских городов, а российские эксперты (в частности, С. Авалиани) организовали последипломное обучение для врачей-гигиенистов по специальности «оценка риска для здоровья». Эту программу проходили более 100 слушателей ежегодно, её результатом стало создание около 20 региональных центров оценки риска по всей России, которые завершили более 100 комплексных оценок экологического риска с последующим анализом «затраты-выгоды» и анализом эффективности затрат и выработали рекомендации по управлению риском в более чем 30 субъектах РФ. Крупные промышленные компании (Газпром, нефтеперерабатывающие предприятия) исследовали применимость методов оценки риска для совершенствования природоохранной политики. Крупные предприятия использовали оценку риска для снижения ущерба здоровью от выбросов автотранспорта или для управления развитием городов (Москва, Воронеж и др.).

Применение методологии оценки и управления риском в природоохранной политике

Оценка риска использовалась для обеспечения безопасности населения на территориях, подверженных воздействию промышленных предприятий, особенно при обосновании проектов санитарно-защитных зон предприятий. Оценку риска также использовали для расстановки приоритетов при регулировании выбросов опасных для здоровья веществ и источников таких выбросов; для информирования населения, местных и федеральных властей об экологической ситуации, для выработки ответных и профилактических мер по улучшению этой ситуации. Эта работа привела к публикации официальных руководств и методических рекомендаций, обязательных для применения органами власти [8, 9].

Сотрудничество в области оценки риска между США и Российской Федерацией после 2000 г.

Совершенствование экологической политики: сотрудничество между USEPA и Министерством охраны окружающей природной среды Украины. В 2001 г. первый автор, тогда работавший в USEPA, посетил Украину, чтобы обсудить возможность совместного проекта по внедрению методологии оценки риска в природоохранную политику Министерства защиты окружающей среды и природных ресурсов Украины. Украина (особенно восточная) исторически была важным центром промышленного производства в СССР. При старении производственных фондов это означало также и крупные источники выбросов. После второй поездки М. Броди на Украину в том же году USEPA и Минприроды Украины

подписали соглашение об осуществлении пилотного проекта по оценке риска и проведении экономического анализа с целью выработки приоритетов природоохранной политики по снижению выбросов. Власти Запорожской области и г. Запорожье выразили готовность участвовать в этом проекте. Этот проект носил образовательный характер, его целями были передача международного опыта и повышение квалификации украинских специалистов в области оценки риска выбросов промышленных предприятий [10].

Этот проект начался с проведения международного семинара в Киеве в ноябре 2002 г. Именно там впервые встретились соавторы данной работы. На семинаре были сделаны доклады о целях проекта, основных этапах оценки риска, практическом опыте, накопленном в США, России и Украине в данной области.

После этого семинара украинские учёные, местные власти, российские и американские специалисты по оценке риска начали совместный пилотный проект в промышленно развитой Запорожской области с целью разработки и адаптации на Украине аналитических инструментов и методологии оценки риска. Процесс внедрения оценки риска в украинскую природоохранную политику основывался на практическом опыте в этой области, ранее приобретённом в России, в частности под руководством С. Авалиани. В то время он заведовал кафедрой коммунальной гигиены Российской академии последипломного медицинского образования (РМАПО), работал в Институте экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина и являлся ведущим разработчиком методики оценки риска в России. Консультационный центр по оценке риска, которым руководил С. Авалиани, послужил для нас моделью для распространения методологии оценки риска на Украине.

Идентификация опасности в нашем предварительном исследовании [10] показала, что риск от загрязнения воздуха в основном обусловлен PM_{10} и SO_2 . Вклад канцерогенов в суммарный риск для здоровья был относительно мал. Похожие результаты были получены и в российских городах [7]. Первое пилотное исследование на Украине подтвердило возможность успешного применения методологии оценки риска с использованием местных данных об инвентаризации выбросов в атмосферу и модели распространения загрязнений в воздухе. Эти данные являются важнейшими для анализа риска, поскольку данные натуральных измерений воздействующих уровней не всегда доступны.

На следующих этапах этого исследования был проведён более глубокий анализ [11]. Была получена подробная информация от промышленных предприятий и разработана инвентаризация выбросов при участии местных специалистов и государственных природоохранных организаций. При составлении инвентаризации выбросов использовались формы отчётности предприятий, унаследованные ещё с советских времён и известные как «2ТП-Воздух». После внесённых в эти формы усовершенствований украинские специалисты провели расчёт воздействующих доз с помощью модели рассеивания загрязнений в атмосфере «AERMOD», разработанной в USEPA. Из 30 предприятий, предоставивших инвентаризацию выбросов, были отобраны 11 наиболее опасных с точки зрения воздействия выбросов на здоровье. Большинство из них относились к металлургической отрасли.

Результаты моделирования рассеивания загрязнений выявили приоритетные загрязнители – взвешенные вещества и несколько канцерогенов. Эти же вещества были ранее признаны наиболее опасными и в других городах бывшего СССР с металлургическими производствами. Концентрации этих веществ в атмосфере превосходили максимально допустимые уровни (ПДК). Коэффициенты «доза-ответ» для этих веществ были получены из международных баз данных о токсичности, в основном использовалась объединённая система информирования о риске IRIS USEPA (www.epa.gov/iris).

Концентрации взвешенных веществ были рассчитаны в шести рецепторных точках. Поскольку в то время предприятия сообщали только о выбросах суммы взвешенных веществ

Среднегодовые оценочные концентрации TSP, PM_{10} и $PM_{2.5}$ ($\mu\text{г}/\text{м}^3$) в Запорожье в шести рецепторных точках (значения для TSP получены из модели рассеивания, затем с помощью пересчётных коэффициентов получены значения для PM_{10} и $PM_{2.5}$) [11]

Average annual estimated concentrations of the total suspended particles (TSP), PM_{10} and $PM_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in Zaporozhye at six receptor points (the values for TSP were obtained from the dispersion model, then the values for PM_{10} and $PM_{2.5}$ were obtained using conversion factors) [11]

Рецепторная точка Receptor point	TSP	PM_{10}	$PM_{2.5}$	Численность населения Population size
1	330	180	120	52 958
2	420	230	150	62 146
3	510	280	180	323 963
4	580	320	210	144 292
5	640	350	230	61 695
6	690	380	250	78 978

(TSP), на основе этих данных были приблизительно рассчитаны выбросы фракций PM_{10} и $PM_{2.5}$ (см. таблицу). Во всех рецепторных точках расчётные концентрации $PM_{2.5}$ превышали рекомендуемый ВОЗ нормативный уровень $10 \mu\text{г}/\text{м}^3$ ([https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)) и норматив USEPA $12 \mu\text{г}/\text{м}^3$ (<https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table>). Даже при учёте неопределённостей, присущих инвентаризации выбросов, и различных экстраполяционных допущений [7, 12] эти концентрации означали очень серьёзные риски для здоровья.

Используя эти данные, можно идентифицировать потенциальные риски для здоровья и расставить приоритеты среди участвующих источников выбросов, определить, какие из источников вносят наибольший вклад в суммарный риск. Опыт, приобретённый в этом пилотном проекте, позволил получить финансовую поддержку со стороны Всемирного банка для проведения дальнейших исследований. Пожалуй, важнейшим результатом этого проекта стало создание Центра по оценке риска для здоровья под эгидой Института гигиены и медицинской экологии им. А.М. Марзеева Украинской академии медицинских наук. Директор центра Елена Турос стала одним из важнейших участников этого проекта с самого начала работ, она выступала уже на первом семинаре [13].

Проект в России

Международный научно-технический центр (МНТЦ) – это международная организация, образованная в ноябре 1992 г. для предотвращения распространения ядерного, химического и биологического оружия в Новых независимых государствах (ННГ) на территории бывшего СССР. Организация объединила специалистов из России и других стран ННГ в области вооружений и предоставила им необходимые знания и экспертизу по вопросам обращения с такими вооружениями, но также дала им возможность направить свои таланты в мирное русло (фундаментальные исследования, международные инновационные и коммерческие проекты). МНТЦ финансировал проекты в различных научных областях. Научно-исследовательские институты, которые раньше участвовали в создании химического оружия, теперь, в новых условиях, оказались хорошо приспособлены к деятельности по оценке экологических рисков, поскольку там имелись специалисты-токсикологи, эпидемиологи, экологи и химики.

Проект МНТЦ № 3697, Оценка опасности для здоровья населения деятельности химически опасных предприятий на

примере объекта уничтожения химического оружия «Марядыковский», был проведён под руководством USEPA и партнёрского института в Российской Федерации (Федерально-унитарного предприятия «НИИ гигиены, профпатологии и экологии человека» Федерального медико-биологического агентства) в Ленинградской области.

Целью этого проекта было распространение методологии оценки риска выбросов опасных веществ среди российских специалистов с использованием руководств, моделей и баз данных USEPA. Российские и американские специалисты работали вместе, проводя оценки риска в соответствии с принципами и процедурами USEPA. В этом проекте были оценены риски, связанные с уничтожением химического оружия и накопленных запасов опасных химикатов.

Исследовали загрязнение воздуха непосредственно над Марядыковским объектом по хранению и утилизации химического оружия (ОХУХО), на границе его санитарно-защитной зоны (СЗЗ) и над 20 населёнными пунктами внутри СЗЗ. Также изучали здоровье населения, проживающего вблизи этого объекта.

Использовали данные форм отчётности «2ТП-Воздух», установленные для этого объекта предельно допустимые выбросы (ПДВ), данные государственного экологического мониторинга качества воздуха на границе СЗЗ. Изучали показатели здоровья населения в следующих населённых пунктах (указано расстояние от объекта ОХУХО): Мирный (2 км), Брагичи (4,5 км), Быстряги (4 км), в этих трёх пунктах были установлены автоматические станции непрерывного контроля качества воздуха. Использовали государственные статистические данные о неинфекционных заболеваниях среди населения прилегающих к СЗЗ посёлков.

Специалисты МНТЦ вычислили среднегодовые концентрации основных загрязняющих воздух веществ, выбрасываемых объектом ОХУХО, в долях ПДК. В этих расчётах использовали официальные метеодаталиты для данного региона и одобренную USEPA модель распространения загрязнений. Результаты моделирования воздействующих уровней

диоксида азота (NO₂) затем накладывали на карту ГИС для расчёта и визуализации значений неканцерогенного риска, обусловленного воздействием этого вещества. В каждой расчётной точке оценены верхняя и нижняя границы потенциального риска. Наивысший риск (в промышленной зоне) всё же оказался ниже приемлемого уровня или норматива, так что данный анализ не выявил сколько-нибудь серьёзных проблем для здоровья населения.

Опыт, приобретённый российскими учёными в этом проекте, позволил им создать эффективно работающие центры оценки риска. Этот проект также использовал результаты совместной работы украинского Института гигиены и медицинской экологии им. А.М. Марзеева и USEPA по распространению опыта оценки риска. Таким образом, были продемонстрированы возможность и полезность оценки риска для здоровья как эффективного аналитического инструмента при принятии решений в области охраны природы и здоровья населения. Всё больше российских учёных осваивали методику оценки риска и применяли её в своих конкретных научно-исследовательских работах.

Заключение: продолжающееся сотрудничество

Сотрудничество и общение не закончились с завершением этих проектов. Соавторы этой статьи и многочисленные их коллеги, перечисленные в разделе «Благодарности», продолжают общаться друг с другом. Мы обмениваемся научными статьями, участвуем в обсуждениях, задаём вопросы и отвечаем на них. Доктор С. Авалиани познакомил М. Броди с коллегой из Казахстана, доктором Усеном Кеннесариевым, который тоже учился у профессора Рахманина и затем работал в Казахском национальном медицинском университете. Под руководством доктора Кеннесариева методология оценки риска распространяется теперь и в Казахстане [14, 15]. Таким образом, у нас сложились многолетние профессиональные и дружеские отношения.

ЛИТЕРАТУРА

(п.п. 1–7, 10, 11, 13–15 см. References)

8. Онищенко Г.Г., Новиков С.М., Рахманин Ю.А., Авалиани С.Л., Буштуева К.А. *Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду*. М.: 2002.
9. Руководство Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М.: 2004.
12. Авалиани С.Л., Ревич Б.А., Балтер Б.М., Гильденскиольд С.Р., Мишина А.Л., Кликушина Е.Г. *Оценка риска загрязнения окружающей среды для здоровья населения как инструмент муниципальной экологической политики в Московской области*. М.: 2010. Доступно: <https://istina.msu.ru/publications/book/412305/>

REFERENCES

1. *Risk Assessment in the Federal Government: Managing the Process*. Washington, D.C.: National Academy Press; 1983. <https://doi.org/10.17226/366>
2. Guidelines for carcinogen risk assessment. Washington, D.C.: Risk Assessment Forum, US Environmental Protection Agency; 2005. Available at: https://www.epa.gov/sites/default/files/2013-09/documents/cancer_guidelines_final_3-25-05.pdf
3. Brody M.L., Conner P.W., Kitchens W. Modeling bottomland forest and wildlife habitat changes in Louisiana's Atchafalaya Basin. In: Sharitz R.R., Gibbons J.W., eds. *Freshwater Wetlands and Wildlife: Perspectives on Natural, Managed and Degraded Ecosystems*. DOE-CONF 860326. Oak Ridge, TN: Office of Scientific and Technical Information, U.S. Department of Energy; 1988.
4. Conner W.H., Brody M.S. Rising water levels and the future of southeastern Louisiana's swamp forests. *Estuaries*. 1989; 12(4): 318–23.
5. Framework for Ecological Risk Assessment. EPA/630/R-92/001. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, Risk Assessment Forum; 1992.
6. Review of Ecological Assessment Case Studies from a Risk Assessment Perspective. EPA/630/R-92/005. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, Risk Assessment Forum; 1993.
7. Larson B., Avaliani S., Golub A., Rosen S., Shaposhnikov D., Strukova E., et al. The economics of air pollution health risks in Russia: A case study of Volgograd. *World Development*. 1999; 27(10): 1803–19. <https://www.elsevier.com/locate/worlddev>
8. Onishchenko G.G., Novikov S.M., Rakhmanin Yu.A., Avaliani S.L., Bushutueva K.A. *Framework for the Assessment of Risk to Public Health when Exposed to Chemical Pollutants of the Environment [Osnovy otsenki riska dlya zdorov'ya naseleniya pri vozdeystvii khimicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchikh okruzhayushchuyu sredu]*. Moscow; 2002. (in Russian)
9. Manual R 2.1.10.1920-04. The risk assessment guidance for public health when exposed to chemical pollutants of the environment. Moscow; 2004. (in Russian)
10. Brody M., Caldwell J., Golub A. Developing risk-based priorities for reducing air pollution in urban settings in Ukraine. *J. Toxicol. Environ. Health*. 2007; 70(3): 352–8. <https://doi.org/10.1080/15287390600885021>
11. Caldwell J., Serdyuk A., Turos O., Petrosian A., Kartavtsev O., Avaliani S., et al. Risk assessment capacity building program in Zaporizhzhia Ukraine: emissions inventory construction, ambient modeling, and hazard results. *J. Env. Prot.* 2013; 4(12): 1476–87. <https://doi.org/10.4236/jep.2013.412169>
12. Avaliani S.L., Revich B.A., Balter B.M., Gil'denskiol'd S.R., Mishina A.L., Klikushina E.G. *Assessment of Environmental Pollution Risk for Public Health as an Instrument of Municipal Environmental Policy in the Moscow Region [Otsenka riska zagryazneniya okruzhayushchei sredy dlya zdorov'ya naseleniya kak instrument munitsipalnoi ekologicheskoi politiki v Moskovskoi oblasti]*. Moscow; 2010. Available at: <https://istina.msu.ru/publications/book/412305/> (in Russian)
13. Serdyuk A., Turos O., Kartavtsev O., Petrosian A., Voznyuk O. Final Report on the project «Environmental Capacity Building in the NIS». In: Brody M., Caldwell J., Golub A., Avaliani S., Safonov G., Strukova E. U.S. EPA Cooperative Agreement #X4-83199301: «Environmental Capacity Building in the Newly Independent States». Environmental Defense Fund Marzeev Institute of Hygiene and Medical Ecology, Center of Environmental Health and Risk Assessment; 2008.
14. Kenessariyev U., Golub A., Brody M., Dosmukhametov A., Amrin M., Erzhanova A., et al. Human health cost of air pollution in Kazakhstan. *J. Env. Prot.* 2013; 4: 869–76. <https://doi.org/10.4236/jep.2013.48101>
15. Brody M., Golub A. Improving air quality and health in Kazakhstan: monitoring, risk assessment and management. *Bulletin of KazNMU*. 2014; 3(1): 1–4.

Послесловие

Первая русскоязычная папка на моём компьютере называется «Авалиани». Это не случайно. Очень во многих областях дорогой всем нам Симон был первым: никто лучше него, кроме профессионалов, не знал и не помнил все футбольные баталии, глубоко понимал и любил джаз, это хорошо знали не только мэтры отечественного джаза, но и многие простые музыканты на улицах разных городов, к которым он всегда подходил и начинал точно подпевать. Человек невероятного обаяния, когда он входил в какое-либо помещение — с улыбкой, высокий, красивый, элегантно одетый, точно выбран галстук в тон костюма и рубашки, — все женщины хорошели. Его доброжелательность к людям была невероятной, никогда и никого не обижал, но был твёрд в отстаивании научных принципов, подходов. Даже несогласие с отдельными местами в докладе или публикациях он высказывал очень аккуратно, не обижая автора или слушателя. Это не образ ангела, постоянные его опоздания на лекции, встречи происходили из-за того, что Симон был всем нужен, не мог отказать человеку и застревал в дороге из-за постоянных звонков. В науке ему удалось сделать очень много. Те положения его докторской диссертации о времени экспозиции токсичных веществ из атмосферного воздуха на организм человека за разные периоды его деятельности в городских условиях крайне актуальны и сегодня. Симон Леванович был первым и одним из основателей нового направления по оценке риска для здоровья при воздействии неблагоприятных факторов окружающей среды.

Несколько дополнительных слов к статье М. Броди и С. Л. Авалиани. Методология оценки риска для здоровья впервые в мире была разработана академиком В. Легасовым для радиационных и химических рисков ещё в 1984 г. В США сумели создать программный продукт для оценки риска для здоровья от загрязнения атмосферного воздуха и других компонентов среды обитания. Благодаря Симону Левановичу и его коллегам он стал важным инструментом для улучшения качества окружающей среды и сохранения здоровья населения. Заметим, что совместный Приказ Главного санитарного врача Российской Федерации Г.Г. Онищенко и Главного инспектора Госкомэкологии А.А. Соловьёнова 1997 г. был реализован по-разному. МПР не выпустило никаких нормативных документов по оценке экологического риска, и он не стал направлением работ этого природоохранного ведомства; Роспотребнадзор утвердил фундаментальное руководство по оценке риска для здоровья, создал сеть курсов по повышению квалификации специалистов в области оценки риска для здоровья в Москве и Санкт-Петербурге, издаётся журнал «Анализ риска здоровью», и в журнале «Гигиена и санитария» постоянно публикуются статьи на эту тему; научные коллективы в Екатеринбурге, Перми, Ангарске, Иркутске и других городах занимаются проблемами риска для здоровья населения. Последние два года Симон Леванович активно занимался оценкой риска для здоровья в городах, вошедших в Федеральный проект «Чистый воздух».

Б. Ревич