

«Экология промышленных регионов России,
Лондон (Великобритания), 15–22 октября 2016 г.

Медицинские науки

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ НАСЕЛЕНИЯ
ПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА**

Сугак Е.В., Бразговка О.В., Бельская Е.Н.

*Сибирский государственный аэрокосмический
университет, Красноярск, e-mail: sugak@mail.ru*

Двадцать первый век выдвигает много новых вызовов в сфере обеспечения экологической безопасности и санитарно-эпидемиологического благополучия населения России и, вместе с тем, предоставляет новые возможности для преодоления угроз жизни и здоровью граждан. Для дальнейшего развития сложившейся социально-экономической системы в России необходимо установление стратегических ориентиров и достижение целей, обозначенных в «Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года» [1]. В соответствии с этим документом «стратегической целью является достижение уровня экономического и социального развития, соответствующего статусу России как ведущей мировой державы XXI века, с привлекательным образом жизни, занимающей передовые позиции в глобальной экономической конкуренции и надежно обеспечивающей национальную безопасность и реализацию конституционных прав граждан». Одним из основных условий ее успешной реализации является обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения и здоровья граждан России на уровне, соответствующем развитию ведущей мировой державы [2].

Сложившаяся в России ситуация требует создания и развития новых инновационных методологий, позволяющих решать ключевые стратегические задачи, обеспечивающие социально-экономическое развитие страны и санитарно-эпидемиологическое благополучие ее граждан. К ним можно отнести методологию анализа риска здоровью, конечной целью которого является прогнозирование и оценка негативных изменений состояния здоровья на индивидуальном и популяционном уровнях с обоснованием (в том числе экономическим) мер, направленных на предупреждение заболеваний, и создание условий, обеспечивающих сохранение здоровья [2].

Индивидуальный риск (риск здоровью) характеризует уязвимость человека от определенных опасностей и угроз [2]. Соответственно, количественные оценки риска являются объективными показателями опасности. Приемлемой величиной индивидуального риска смерти лю-

дей можно считать значение $5 \cdot 10^{-4}$ год⁻¹ [3]. Эта величина соответствует данным ВОЗ, согласно которым в современном мире практически невозможно предотвратить 5 смертей от общих заболеваний на каждые 10 тыс. человек. С таким уровнем риска общество вынуждено соглашаться, поскольку затраты на его снижение признаны нецелесообразными [2, 3].

В большинстве промышленных регионов России условия проживания населения существенно отличаются от комфортных и естественных. Существует ряд территорий, где требования нормативов качества окружающей среды практически невыполнимы. В результате из-за неблагоприятных условий проживания величина индивидуальных рисков населения промышленных регионов оказывается существенно выше приемлемых значений.

Например, индивидуальные риски смерти населения города Красноярск в 2012 году по некоторым основным причинам составили (год⁻¹) [4]: болезни системы кровообращения – $4,91 \cdot 10^{-3}$, злокачественные новообразования – $2,05 \cdot 10^{-3}$, болезни органов дыхания – $6,81 \cdot 10^{-4}$, болезни органов пищеварения – $6,58 \cdot 10^{-4}$, инфекционные и паразитарные болезни – $2,89 \cdot 10^{-4}$, болезни мочеполовой системы – $1,81 \cdot 10^{-4}$, болезни эндокринной системы и нарушения обмена веществ – $1,26 \cdot 10^{-4}$.

Выход из создавшегося положения должен находиться в адаптации методологической базы, основанной на мировом опыте оценки и управления риском, к реальным возможностям и потребностям с использованием существующего опыта и наработок в области регламентирования вредных факторов окружающей среды [2]. Развитие средств вычислительной техники, методов математического моделирования и информационных технологий открывает качественно новые возможности анализа экологической ситуации [5, 6].

Анализ существующих подходов и методов проведения всех этапов оценки экологических рисков показывает, что наиболее серьезного развития требует этап оценки зависимости «доза-эффект» [2, 6 – 9].

Одним из перспективных методов построения зависимости «доза-эффект» и, соответственно, оценки и прогнозирования экологических рисков представляется использование технологий интеллектуального анализа данных, которые позволяют обрабатывать большие объемы данных и оперативно устанавливать взаимосвязи между входными и выходными пара-

метрами – показателями качества окружающей среды и показателями (индикаторами) состояния здоровья населения [8 – 10]. Методы интеллектуального анализа данных за последние годы нашли широкое применение в различных областях знаний, однако опыт системных разработок и их использования при решении задач экологического мониторинга и оценки состояния антропогенного загрязнения окружающей среды и экологической безопасности практически отсутствует.

С целью проверки приемлемости использования технологий интеллектуального анализа данных для оценки и прогнозирования экологического риска была построена нейросетевая модель влияния вредных выбросов на здоровье населения Красноярского края [5, 6, 10]. В качестве индикаторов состояния окружающей среды использовались объемы выбросов в атмосферу загрязняющих веществ, в качестве индикаторов здоровья населения – данные о динамике естественного движения населения, ожидаемой продолжительности жизни и заболеваемости. Тестовые расчеты показали, что нейросетевая модель удовлетворительно описывает исходные данные – погрешность по различным индикаторам составила от 1,9 до 4,7%. Нейросетевая модель позволяет оценивать влияние отдельных факторов на состояние здоровья населения и прогнозировать социальную эффективность природоохранных мероприятий. Например, расчетным путем установлено, что при снижении выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на 10% (при прочих равных условиях) можно ожидать увеличения средней продолжительности жизни населения края на 1,5-2 года, снижения индивидуального риска примерно на $1 \cdot 10^{-4}$ год⁻¹ и социального ущерба на 180-420 млн руб.

Оценена возможность использования искусственных нейронных сетей для оценки и прогнозирования состояния здоровья (заболеваемости и смертности) жителей Красноярска [11]. В качестве индикаторов состояния окружающей среды использовались концентрации загрязняющих веществ в воздухе, в качестве индикаторов здоровья населения – данные санитарно-демографической статистики [4]. Обучение сети проводилось на данных за 1999-2008 гг., тестирование – на данных за 2009-2010 гг., прогнозирование – по данным за 2011 г. Средняя относительная ошибка по всем показателям составила 0,40%, средняя абсолютная ошибка – 0,93%, т.е. сеть обеспечивает хорошую сходимость расчетных и фактических значений. По данным о концентрациях загрязняющих веществ за 2011 год был получен практически точный прогноз количества умерших от злокачественных новообразований в 2011 году.

Проведен анализ смертности от злокачественных новообразований различной локализации и статистических данных загрязнения

атмосферы канцерогенными веществами [12]. Выявлены загрязняющие канцерогенные вещества, дающие наибольший вклад в смертность от новообразований различной локализации, основные источники выбросов канцерогенных веществ и их вклад в общую смертность. Методами корреляционного анализа данных определены органы и системы человека, наиболее чувствительные к воздействию канцерогенных загрязнителей атмосферного воздуха. Выполнена оценка временной отсрочки (лага) онкологических заболеваний различной локализации с помощью кросскорреляционных функций входных факторов с выходными показателями.

Разрабатываемая методика дает возможность по имеющимся базам данных мониторинга выбросов и концентраций загрязняющих веществ в окружающей среде и состояния здоровья населения региона автоматизированно получать зависимости, отражающие причинно-следственные связи между зависимыми параметрами – показателями загрязнения окружающей среды и индикаторами состояния здоровья населения (заболеваемости, смертности, продолжительности жизни и др.). Методика значительно упростит и ускорит оценку и прогнозирование развития социально-экологической обстановки в регионе в результате техногенного воздействия на окружающую среду и здоровье населения без масштабных клинических биомедицинских исследований. Интерпретация полученных результатов позволит также оценить социально-экономическую эффективность реализованных и планируемых технических, технологических, административно-хозяйственных и управленческих решений в промышленном и социально-экономическом развитии региона и управлении охраной окружающей среды, даст возможность разрабатывать региональные нормативы качества окружающей среды, оптимизировать систему экологического мониторинга.

Преимуществом предлагаемого подхода является то, что расчеты получены на основании статистической обработки данных для конкретного региона, хотя «переобучение» модели позволит адаптировать ее для любой другого региона с учетом его специфических особенностей – географических и природно-климатических условий, уровня промышленного и социально-экономического развития, особенностей социальной структуры и образа жизни населения, уровня развития системы медицинского обслуживания и других факторов. Кроме того, уже сейчас имеются все необходимые правовые, методические и информационные возможности для его внедрения в практику контроля состояния природной среды [13].

Однако применение технологий искусственных нейронных сетей влечет за собой ряд сложностей с их проектированием и обучением, преодоление которых возможно с использова-

нием эволюционных алгоритмов проектирования [14 – 16].

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 16-47-240545).

Список литературы

1. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года. Утв. распоряжением Правительства Российской Федерации № 1662-р от 17 ноября 2008 г. – М., 2008.
2. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., Май И.В. и др. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 738 с.
3. Чура Н.Н. Техногенный риск. – М.: КНОРУС, 2017. – 280 с.
4. Здравоохранение в г.Красноярске в 2012 году. Стат. бюллетень № 8-5.2. – Красноярск: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики, 2013. – 15 с.
5. Сугак Е.В., Кузнецов Е.В., Назаров А.Г. Информационные технологии оценки экологической безопасности. – Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), 2009, т. 18, № 12, С. 39-45.
6. Сугак Е.В., Бразговка О.В., Бельская Е.Н. Техногенные социально-экологические риски населения промышленного региона. – Актуальные направления научных исследований начала XXI века. Сб. научн. тр. – Ростов-на-Дону, 2015, С. 13-24.
7. Сугак Е.В., Окладникова Е.Н., Кузнецов Е.Н. Вычислительные и информационные технологии анализа и оценки социально-экологических рисков. – Экология и промышленность России, 2008, № 8, С. 24-29.

8. Сугак Е.В. Современные методы оценки экологических рисков. - European Social Science Journal (Европейский журнал социальных наук), 2014, № 5 (44), т.2, С. 427-433.

9. Thomas D.C. Statistical Methods in Environmental Epidemiology. – Oxford University Press, 2009. – 449 p.

10. Сугак Е.В., Окладникова Е.Н., Ермолаева Л.В. Информационные технологии управления социально-экологическим риском. - Вестник СибГАУ, 2008, вып.4(21), С. 87-91.

11. Потылицына Е.Н., Липинский Л.В., Сугак Е.В. Использование искусственных нейронных сетей для решения прикладных экологических задач. – Современные проблемы науки и образования, 2013, № 4, С. 51-58.

12. Потылицына Е.Н., Тасейко О.В., Сугак Е.В. Оценка влияния загрязнения воздуха предприятиями машиностроения на здоровье населения. - Вестник СибГАУ, 2015, т. 16, № 4, С. 958-968.

13. Бельская Е.Н., Бразговка О.В., Сугак Е.В. Методика расчета экологических рисков. – Современные проблемы науки и образования, 2014, № 6, с. 84-91.

14. Хритonenko Д.И., Семенкин Е.С., Сугак Е.В., Потылицына Е.Н. Автоматическое генерирование нейросетевых моделей в задаче прогнозирования уровня заболеваемости населения. - XIV Национальная конференция по искусственному интеллекту (КИИ-2014). Труды конференции. – Казань РИЦ «Школа», 2014, С. 276-285.

15. Хритonenko Д.И., Семенкин Е.С., Потылицына Е.Н., Сугак Е.В. Проектирование коллективов нейросетевых предикторов экологического состояния города самоконфигурируемыми эволюционными алгоритмами. Информационно-телекоммуникационные системы и технологии (ИТСиТ-2014): Мат. Всеросс. научно-практич. конф. – Кемерово: КемГУ, 2014, С. 438-439.

16. Хритonenko Д.И., Семенкин Е.С., Сугак Е.В., Потылицына Е.Н. Решение задачи прогнозирования экологического состояния города нейрозволюционными алгоритмами. Вестник СибГАУ, 2015, т. 16, № 1. – С. 137-142.

Технические науки

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЙ СПОСОБ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

Двадненко М.В.

Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, e-mail: meriru@rambler.ru

В последние десятилетия мировые требования к моторным топливам настолько существенны, что вынуждают пересматривать компонентный состав топлив, получаемых в традиционных способах нефтепереработки. В целях улучшения эксплуатационных характеристик прямогонных бензинов их облагораживают и используют в качестве компонентов моторных топлив. При этом необходимо преобразовать низкооктановые компоненты бензина (n-парафины) в высокооктановые соединения, а имеющиеся изопарафины желательнее не подвергать деструкции. Для этого необходим катализатор с определенной молекулярно-ситовой избирательностью и высокой стабильностью каталитического действия. Таким требованиям отвечают высококремнеземные цеолиты из семейства пентасилов, которые обладают повышенной избирательностью в отношении конверсии n-парафиновых углеводородов, ведут реакции ароматизации алканов и обладают, по сравнению с другими, наибольшей стабильностью каталитического действия. В качестве активного компонента использовали вы-

сококремнеземный цеолит (ЦВК) – силикат со структурой цеолитов ZSM-5,11.

Был изучен характер воздействия катионов редкоземельных элементов на состав и эксплуатационные характеристики продуктов каталитического облагораживания прямогонных бензиновых фракций, полученных по технологии процесса ЦЕОКАТ. Цеолиты марок ЦВК-ТМ (Si/Al = 35) и ЦВК-ТБ (Si/Al = 60), в H-форме, синтезированные в АО «Сорбент» (г. Нижний Новгород) модифицировали ионным обменом из водных растворов солей катионами La³⁺, Ce³⁺, Nd³⁺, Sm³⁺ по стандартным методикам [1]. Содержание РЗЭ в катализаторах составляло от 0,1 до 0,3% масс. После ионного обмена катализаторы подвергали термообработке в течение 30 минут при температуре 550 °С.

Исследования показали, что модифицирование ионами РЗЭ катализатора ЦВК-ТМ с силикатным модулем 35 приводит к существенному улучшению характеристик бензина, получаемого по технологии процесса ЦЕОКАТ, по сравнению с не модифицированной H-формой катализатора. Октановое число бензина в этом случае возрастает на 20-25 пунктов.

Список литературы

1. Облагораживание прямогонных бензиновых фракций на модифицированных цеолитах. Ясьян Ю.П., Колесников А.Г., Крахмалева И.С., Боковикова Т.Н., Двадненко М.В., Овчинников П.Ф. // Химия и технология топлив и масел. – 2001. – № 5. – С. 37-39.