

ОБЗОРЫ

УДК 504.75.05

Н. Ю. Келина, Н. В. Безручко, Г. К. Рубцов, О. А. Куликова, Т. Ю. Мамелина

БИОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ: АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Применение биоинформационных технологий в экологии человека дает возможность оценить и систематизировать факторы риска окружающей среды по их влиянию на здоровье населения. Использование биохимического обоснования оценки факторов риска позволяет обозначить критерии значимости оценочных параметров экологического риска для анализа состояния здоровья населения и выявить маркерные тесты изменения гомеостаза организма человека при воздействии неблагоприятных факторов окружающей среды. Формирование информационного обеспечения для изучения биохимических критериев гомеостатической адаптации организма человека к региональным условиям экологического фона и их оценки путем выявления совокупности вкладов отдельных параметров в возможное отклонение метаболических процессов от нормы.

Ключевые слова: *здоровье населения, факторы риска, биоинформационные технологии, оценка риска химического загрязнения окружающей среды.*

Биоинформационные технологии реализуют способы, позволяющие провести администрирование данных о биологических объектах. Биологический объект, в том числе организм человека, – открытая система, в которой существуют высокоорганизованные системы восприятия, сортировки, распределения информации, поступающей из окружающей среды. Это обеспечивает организационное, структурно-функциональное развитие биологического объекта, который можно рассматривать как сложную структуру многоступенчатой иерархической последовательности взаимодействующих систем и подсистем, находящихся в тесном контакте с окружающей средой.

Экология человека – наука, изучающая взаимоотношения человека с факторами окружающей природной среды и устанавливающая оптимальные нормативы этих взаимоотношений через комплексную оценку влияния экологических факторов на организм человека. В области экологии человека остаются недостаточно разработанными вопросы количественной оценки вклада антропогенных источников загрязнения в формирование отдаленных последствий для здоровья населения, проявляющихся изменением параметров обмена веществ [1–4].

Исследования различных авторов в области экологии человека в основном ограничиваются одним или несколькими экологическими факторами с разработкой диагностических и прогностических правил решений для отдельного класса заболеваний преимущественно на основе корреляционно-регрессионного аппарата. На практике оказывается проблематичным применение полученных резуль-

татов, поскольку система «организм человека – факторы риска» представляет собой динамический объект, плохо формализуемый, описание составляющих которого является трудоемкой и требующей больших затрат работой [5–7].

Поэтому существует реальная потребность в применении биоинформационных технологий для изучения проблем оценки факторов риска для здоровья населения и окружающей среды.

Разработка и внедрение в практику методов, позволяющих оценить степень благоприятности или неблагоприятности экологического фона региона для здоровья населения, базируется на оценочных критериях экологического риска. Оценка влияния экологических факторов на организм человека является способом получения особого рода информации, на основе которой возможна оптимизация связей в системе «окружающая среда – здоровье населения». Вместе с тем реально изучение системы «здоровье человека – окружающая среда», в рамках которого должна проводиться оценка факторов риска, является достаточно сложным процессом. В этом плане могут существенно помочь биоинформационные технологии.

Научное и практическое значение биоинформационных технологий в оценке факторов риска для здоровья населения и окружающей среды.

В настоящее время концепция оценки риска практически во всех странах мира и международных организациях рассматривается в качестве главного механизма разработки и принятия управленческих решений как на международном, государственном или региональном уровнях, так и на уровне отдельного производства или другого потенциаль-

ного источника загрязнения окружающей среды. Эта проблема особо значима применительно к оценке уровней экологического риска по критериям качества городской среды, например экспозиционной нагрузки (воздействия) токсикантов.

Экологическая обстановка в крупном промышленном городе формируется в результате воздействий множества техногенных факторов на здоровье населения, а оценка уровней экологического риска весьма значима для экологии человека. Разработка концептуальных основ теории и практики оценки качества окружающей среды, выявления факторов риска для здоровья с использованием биоинформационных технологий важна для составления программ снижения техногенного воздействия и оптимизации качества среды обитания.

Здоровье человека зависит от комплекса воздействующих факторов риска, в том числе связанных с окружающей средой. Современная методология сравнительной оценки риска предусматривает параллельное рассмотрение рисков для здоровья и экологических рисков. Обычно сравнительная оценка предшествует проведению углубленных исследований по оценке риска для здоровья и осуществляется путем экспертного анализа имеющихся данных о возможных неблагоприятных эффектах.

Научно и практически значимо приближение концептуальных вопросов оценки факторов риска, ее методологических подходов к реальным биоинформационным технологиям. Для этого необходимо определение информационной значимости оценочных критериев факторов риска и биохимических тестов, отражающих состояние гомеостаза организма человека, проживающего в определенных экологических условиях, путем разработки и применения методики биохимического обоснования в оценке факторов риска на основании системного анализа взаимосвязи здоровья населения и факторов окружающей среды с использованием биоинформационных технологий.

Биохимические и гематологические эффекты влияния химического загрязнения окружающей среды на здоровье населения.

Поиск ранних, предпатологических изменений в организме при воздействии неблагоприятных факторов на этапе, когда только еще создаются условия для формирования патологии, прогнозы донозологического состояния на перспективу – эффективный путь повышения качества здоровья населения [8–10].

Показателем здоровья организма человека может служить состояние адаптации. Индикаторами неспецифических адаптационных реакций организма используются показатели лейкограммы, так как лейкоцитарное звено крови чутко реагирует на любые процессы, происходящие в организме.

В условиях воздействия техногенного загрязнения (например химических загрязнителей атмосферного воздуха) наблюдаются изменения лейкоцитарной формулы, в том числе количества сегментоядерных клеток и лимфоцитов [11].

Для изучения состояния здоровья населения на стадии, предшествующей или способствующей развитию патологии, разработаны методы неинвазивной биохимической диагностики, позволяющей исследовать доступный биоматериал без вмешательства во внутреннюю среду организма. Такие методические подходы используются для оценки влияния нефротоксических ксенобиотиков (органические соединения, кадмий, ртуть, свинец и другие тяжелые металлы) на основании определения биомаркеров в моче, позволяющих характеризовать состояние детоксицирующей функции почек. Выявлена зависимость исследованных биохимических показателей мочи (например мочевины, креатинина, малонового диальдегида) от степени загрязнения атмосферного воздуха [12].

Установлено, что между оценочными критериями риска, характеризующими канцерогенный и неканцерогенный эффекты химических загрязнителей воздушной среды, риском развития состояния «окислительного стресса» организма, наличием прооксидантов в окружающей среде (преимущественно d-элементов – марганца, никеля, меди, цинка, железа) и показателями увеличения интенсивности перекисного окисления липидов, снижения антиоксидантной активности крови, повышения уровня метгемоглобинообразования существует прямая зависимость. Поскольку активация свободнорадикального окисления является ключевым звеном в патогенезе широкого спектра заболеваний, предлагается при оценке влияния антропогенных факторов на организм учитывать их прооксидантные свойства [13].

В медико-биологическом мониторинге здоровья населения важна оценка функциональных резервов организма человека как биологической системы, существенное место в которой отводится его антиоксидантному статусу. Разработаны критерияльные показатели оценки антиоксидантных и окислительных реакций, представленные в виде шкалы, позволяющие предложить и обосновать систему профилактических мероприятий для прогнозирования балансного изменения антиоксидантного статуса, перехода обратимых процессов в стойкий окислительный стресс при продолжающемся воздействии неблагоприятных эндогенных и экзогенных факторов, в том числе токсикантов окружающей среды [14, 15].

Антиоксидантная система является одной из важнейших неспецифических защитных систем организма, оперативно реагирующих на любые изме-

нений внешней среды, характеризующейся антропогенным загрязнением. Баланс состояния свободнорадикального окисления и антиоксидантной защиты отражает адаптационные возможности организма, приспособленность к условиям обитания, а его смещение приводит к развитию патологических процессов. Характеризуя адаптационные процессы в системе «свободнорадикальное окисление – антиоксидантная защита» в биологических жидкостях организма, выделяют три основных звена [16]:

1) состояние компенсации, характеризующейся усилением окисления и антиокисления или физиологическим уровнем соотношения этих процессов;

2) напряжение, дифференцируемое противоположной направленностью изменений окисления и антиокисления;

3) перенапряжение, заканчивающееся либо ослаблением окисления и антиокисления, либо срывом.

Все вышеизложенное свидетельствует об актуальности и прогностической значимости изучения биохимических маркеров и гематологических показателей влияния химических загрязнителей окружающей среды на организм человека, проявляющегося в изменениях метаболических реакций организма, в том числе системы крови.

В крови могут определяться клинико-биохимические параметры – общедоступные, унифицированные показатели клинико-биохимического статуса организма и маркерные тесты антиоксидантно-оксидантного статуса, на основании которых могут быть получены расчетные критерии – регрессионные зависимости, индексные параметры, шкалы. Комбинированная программа биохимического мониторинга с использованием одномоментно зарегистрированных тестов позволяет получить лабораторную оценку системного ответа организма на интоксикацию, адекватности ответа организма на антигенное внедрение, детоксикационную функцию печени. Эта программа может быть дополнена расчетом индексов интоксикации в совокупности с основными лабораторными критериями [17].

Составляющие биоинформационных технологий в оценке химического загрязнения окружающей среды как фактора риска для здоровья человека.

Проблема применения биоинформационных технологий для оценки влияния факторов окружающей среды на здоровье населения относится к приоритетному направлению развития науки, технологий и техники РФ (утверждено президентом РФ 21.05.2006 г. Пр-843) «Живые системы». В рамках решения этой проблемы актуально биохимическое обоснование параметров оценки факторов риска для здоровья населения и окружающей среды на основе использования биоинформационных технологий, относящихся к критическим техноло-

гиям Российской Федерации (утверждены президентом РФ 21.05.2006 г. Пр-842).

Для этого необходимо применение системного анализа результатов статистической обработки широкого диапазона данных клинико-биохимического обследования большой по численности группы лиц, проживающей на территории конкретного региона, с оценкой факторов риска для здоровья человека и окружающей среды. Биохимическая модель анализа здоровья населения на основе выявления факторов экологического риска должна соответствовать критериям биоинформационной значимости комплекса используемых оценочных критериев риска и лабораторных параметров, что позволит идентифицировать влияние химического загрязнения окружающей среды на гомеостаз организма человека.

Обоснованность применяемых методов исследования для построения этой модели должно соответствовать нормативным документам. Одним из основных нормативных документов по экологии человека в области оценки факторов риска является «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» [18].

Согласно данному нормативному документу, в оценке факторов риска для здоровья населения при воздействии химических загрязнителей необходимо выявление биомаркеров, под которыми подразумеваются результаты измерений, отражающих взаимодействие между биологической системой и факторами окружающей среды. Измеренный ответ биологической системы может быть выражен параметрами, описывающими различные уровни функционирования биологической системы.

В качестве биологической системы может рассматриваться организм человека, а фактором окружающей среды, влияющим на него, – химическое загрязнение атмосферы. Неблагоприятное влияние окружающей среды на здоровье человека в условиях ее химического загрязнения может проявляться реакциями биологических маркеров, свидетельствующих о нарушениях функционирования организма. В качестве биологического маркера может быть принят биологический маркер эффекта, характеризующийся изменениями биохимических параметров в организме, по сравнению с их референтными уровнями. Референтными величинами (нормами) могут служить значения рассматриваемых тестов, установленные соответствующими унифицированными методиками [19, 20].

Основными этапами реализации биоинформационного подхода в оценке факторов риска применительно к экологии человека могут служить: выбор изучаемой биологической системы и факторов окружающей среды, влияющих на нее; анализ био-

логических маркеров воздействия окружающей среды на организм человека с применением биохимического обоснования влияния токсикантов; использование технологий оценки риска для человека и окружающей среды с учетом информационных критериев комплексной характеристики здоровья населения и экологического фона региона [21].

Перспективным направлением развития исследований в области оценки интенсивности воздействия на население химического загрязнения окружающей среды как фактора риска может явиться дальнейшее изучение биологических маркеров, в том числе разработка методики биохимического обоснования влияния токсикантов на организм человека. Эти исследования должны быть приурочены к региональным проблемам экологии человека [22].

Заключение

Изучение проблем экологии человека и оценки факторов риска для здоровья населения и окружающей среды в комплексе с применением биоинформационных технологий весьма перспективно, в том числе при анализе воздействия токсикантов как химических факторов риска.

Вместе с тем необходимо адаптировать методологию оценки факторов риска для здоровья насе-

ления к потребностям практики. Отсутствуют методические рекомендации по получению экспертных оценок экологического риска химического загрязнения окружающей среды применительно к влиянию на здоровье населения, с учетом изменения биохимических показателей организма человека при воздействии токсикантов. Не разработана процедура применения биоинформационных технологий для оптимизации параметров экспозиционной нагрузки (воздействия) токсикантов на население в условиях городской среды, обобщения закономерностей характеристики риска загрязнения окружающей среды и градации его величин по влиянию на здоровье населения.

Таким образом, необходима разработка биохимического обоснования оценки факторов риска как базиса информационного обеспечения системы идентификации и количественного оценивания уровней риска на основе использования биоинформационных технологий. Программа оценки метаболического статуса организма человека должна быть структурирована с учетом биоинформационной значимости ее параметров и ориентирована на выявление возможного влияния токсикантов окружающей среды.

Список литературы

1. Козинец Г. И., Высоцкий В. В., Захаров В. В. и др. Кровь и экология. М.: Практическая медицина, 2007. 432 с.
2. Козинец Г. И., Высоцкий В. В. Экология – здоровье – качество жизни нации // Терапевтический архив. 2007. № 1. С. 74–77.
3. Рахманин Ю. А. Современные проблемы экологии человека и гигиены окружающей среды в обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения России // Здравоохранение Российской Федерации. 2008. № 1. С. 13–14.
4. Экология человека: учебник / под ред. А. И. Григорьева. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. 240 с.
5. Косткина О. С. Информационная система поддержки принятия решений при мониторинге состояния здоровья людей: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Тверь, 2007. 19 с.
6. Гурвич В. Б. Системный подход к управлению экологически обусловленным риском для здоровья населения на примере предприятий алюминиевой промышленности: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. СПб., 2008. 47 с.
7. Жеглова А. В. Системный подход к управлению профессиональным риском нарушений здоровья работников горнорудной промышленности: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 2009. 48 с.
8. Захарченко М. П., Захарченко В. М., Захарченко М. М. и др. Проблема гигиенической диагностики здоровья в медицине окружающей среды // Гигиена и санитария. 2005. № 6. С. 67–70.
9. Сетко Н. П., Володина Е. А. Выявление адаптационного статуса детей при диагностике донозологических состояний // Там же. 2008. № 1. С. 58–60.
10. Несмеянова Н. Н., Соседова Л. М. Доклиническая оценка резистентности организма при воздействии токсических веществ // Клиническая лабораторная диагностика. 2009. № 2. С. 16–18.
11. Савилов Е. Д., Выборова С. А. Состояния адаптации как показатель здоровья // Гигиена и санитария. 2006. № 3. С. 7–8.
12. Рахманин Ю. А. и др. Исследование влияния химического загрязнения окружающей среды на состояние здоровья детского населения методами неинвазивной биохимической диагностики // Там же. 2004. № 2. С. 6–9.
13. Боев В. М., Красиков С. И., Свистунова Н. В., Неплохов А. А., Боев М. В. и др. Свободнорадикальное окисление в оценке риска здоровья // Там же. 2006. № 5. С. 19–20.
14. Ракитский В. Н., Юдина Т. В. Методические подходы к оценке показателей окислительного стресса при воздействии антропогенных факторов среды // Там же. С. 28–30.
15. Хрипач Л. В., Князева Т. Д., Скворцова Н. С. и др. Разработка подходов к использованию показателей оксидантного равновесия организма для оценки рисков здоровью от загрязнений атмосферного воздуха // Там же. С. 37–41.
16. Камилов Р. Х., Ханов Т. В., Кудрявцев В. П., Шакиров Д. Ф. Свободнорадикальное окисление и антиоксидантная защита при воздействии органических растворителей в производстве // Клиническая лабораторная диагностика. 2009. № 1. С. 9–13.

17. Келина Н. Ю., Безручко Н. В. Биохимическое направление оценки факторов риска для здоровья человека // Экология человека: концепция факторов риска, экологической безопасности и управления рисками: сб. ст. VIII Междунар. науч.-практ. конференции / МНИЦ ПГСХА. Пенза: РИО ПГСХА, 2010. С. 5–8.
18. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 143 с.
19. Безручко Н. В. и др. Технологии оценки факторов риска для здоровья человека и их биохимическое обоснование // Наука и технологии. Итоги диссертационных исследований. Т. 2. Избр. тр. Рос. школы. М.: РАН, 2009. С. 171–181.
20. Келина Н. Ю. и др. Биохимическая модель анализа здоровья населения на основе оценки факторов экологического риска // Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов: сб. тр. II Междунар. экол. конгресса ELPIT 2009 (IV Междунар. науч.-техн. конф.). Тольятти: ТГУ, 2009. Т. 1. С. 264–271.
21. Келина Н. Ю., Безручко Н. В., Рубцов Г. К. и др. Биоинформационный подход в оценке факторов риска применительно к экологии человека // Экология человека: концепция факторов риска, экологической безопасности и управления рисками: сб. ст. VIII Междунар. науч.-практ. конф. / МНИЦ ПГСХА. Пенза: РИО ПГСХА, 2010. С. 77–80.
22. Келина Н. Ю., Безручко Н. В., Рубцов Г. К., Чичкин С. Н. Оценка воздействия химического загрязнения окружающей среды как фактора риска для здоровья человека (аналитический обзор) // Вестн. Томского гос. пед. ун-та. 2010. Вып. 3. С. 156–161.

Келина Н. Ю., доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой.

Пензенская государственная технологическая академия.

Проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11, г. Пенза, Пензенская область, Россия, 440605.

E-mail: nukelina@yandex.ru

Безручко Н. В., доктор биологических наук, доцент кафедры.

Пензенская государственная технологическая академия.

Проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11, г. Пенза, Пензенская область, Россия, 440605.

E-mail: bnv1976@rambler.ru

Рубцов Г. К., ст. преподаватель.

Пензенская государственная технологическая академия.

Проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11, г. Пенза, Пензенская область, Россия, 440605.

E-mail: bnv1976@rambler.ru

Куликова О. А., ассистент.

Пензенская государственная технологическая академия.

Проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11, г. Пенза, Пензенская область, Россия, 440605.

E-mail: kulichochik@rambler.ru

Мамелина Т. Ю., ассистент.

Пензенская государственная технологическая академия.

Проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11, г. Пенза, Пензенская область, Россия, 440605.

E-mail: tmamelina@yandex.ru

Материал поступил в редакцию 15.06.2010.

N. Yu. Kelina, N. V. Bezruchko, G. K. Rubtsov, O. A. Kulikova, T. Yu. Mamelina

BIOINFORMATION TECHNOLOGY IN RISK ASSESSMENT FROM ENVIRONMENTAL CHEMICALS INFLUENCE IN HUMAN HEALTH: ANALYTICAL REVIEW

Application of bio information technology for human ecology give a possibility to value and and systematize issues of risk from environmental factors on their influence on human health. The use of biochemical ground in human health factors of risk assessment allow denoting criterion of important valuable tests of ecological risk to analysis state of man health and reveal in marker tests change of homeostasis of the human organism by influence from environmental negative factors. Form of information securing for study of the biochemical criterion in the homeostatic adaptation of the organism of man to regions conditions ecological setting and their valuation that way discover of totality deposits individual parameters in possible deviation of the metabolism process from norm.

Key word: *human health, factors of risk, bio information technology, risks assessment from environmental chemicals.*

Kelina N. Yu.

Penza State Technological Academy.

Proezd Baydukova/ul. Gagarina, 1a/11, Penza, Penza region, Russia, 440605.

E-mail: nukelina@yandex.ru

Bezruchko N. V.

Penza State Technological Academy.

Proezd Baydukova/ul. Gagarina, 1a/11, Penza, Penza region, Russia, 440605.

E-mail: bnv1976@rambler.ru

Rubtsov G. K.

Penza State Technological Academy.

Proezd Baydukova/ul. Gagarina, 1a/11, Penza, Penza region, Russia, 440605.

E-mail: bnv1976@rambler.ru

Kulikova O. A.

Penza State Technological Academy.

Proezd Baydukova/ul. Gagarina, 1a/11, Penza, Penza region, Russia, 440605.

E-mail: kulichochik@rambler.ru

Mamelina T. Yu.

Penza State Technological Academy.

Proezd Baydukova/ul. Gagarina, 1a/11, Penza, Penza region, Russia, 440605.

E-mail: tmamelina@yandex.ru