

УДК 504.064

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ РИСКОВ ЗДОРОВЬЮ ЧЕЛОВЕКА С УЧЁТОМ СОЧЕТАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

© 2015 А.В. Васильев, В.В. Заболотских, Ю.П. Терещенко, И.О. Терещенко

Самарский научный центр РАН

Статья поступила в редакцию 09.11.2015

Авторами разработана комплексная система оценки рисков здоровью человека с учётом сочетанного воздействия на население урбанизированных территорий физических и химических факторов и использованием информационно-аналитические программы позволяют осуществлять обработку и оценку результатов измерений физических и химических загрязнений окружающей среды и проводить расчёты интегральных показателей их сочетанного воздействия с учётом синергетических эффектов, превышающих простое суммирование воздействий.

Ключевые слова: риски, здоровье, оценка, физические факторы, химические факторы.

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ р_поволжье_а, проект № 15-48-02629

Для обеспечения экологической безопасности населения городов в условиях возрастающего антропогенного стресса актуальны исследования комплексного воздействия различных факторов окружающей среды на здоровье человека [5, 6, 10].

Города являются мощными источниками загрязнения атмосферы, воды, почвы. Прогрессирующая урбанизация ведет к очевидным негативным последствиям [6, 7].

К вредным экологическим факторам городской среды относятся многие химические вещества, физические воздействия (шум, вибрация, электромагнитное излучение), которые оказывают комплексное негативное влияние на организм человека, вызывая развитие разнообразных экопатологий [1, 9, 10]. Как следствие ухудшается здоровье населения, проживающего вблизи промышленных районов города.

На современном этапе все более актуальным становится использование **методологии анализа риска для здоровья населения** в системе социально-гигиенического мониторинга с целью обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия [1, 5]. Методология оценки риска в настоящее время является эффективным ана-

литическим инструментом для характеристики влияния факторов окружающей среды на состояние здоровья населения. Кроме того, она стала одним из важнейших инструментов совершенствования системы контроля и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Оценка риска позволяет получить соотношение между определенной концентрацией вещества, загрязняющего окружающую среду, и вероятностью негативного воздействия на здоровье человека.

По данным экспертов ВОЗ основной вклад в **уровни канцерогенного риска** для здоровья жителей урбанизированных территорий вносит **загрязнение воздуха** бензином (66,4%), бензолом (24,5%), хромом (4,8%) и этилбензолом (3,0%). Так, например, по показателям федерального информационного фонда СГМ г. Салават в 2009-2011 годы отнесен к территориям риска по загрязнению атмосферного воздуха от 2 до 5 ПДК_{сс} по бензолу, а г. Туймазы - по 3,4-бенз(а)пирену [1, 7]. Критическими органами при хроническом ингаляционном воздействии бензола являются система крови и кроветворных органов, красный костный мозг, центральная нервная система, иммунная система, сердечно-сосудистая система, желудочно-кишечный тракт и репродуктивная система, для 3,4-бенз(а)пирена – иммунная система, а также эти вещества являются канцерогенно опасными и отнесены по классификации МАИР к группам 1 и 2А, соответственно [10].

Значительная роль в развитии патологии дыхательных путей у жителей крупных городов принадлежит аэрополлютантам [6, 9]. Так, к приоритетным токсикантам, наиболее часто встречающимся в атмосферном воздухе Тольятти и наиболее опасным для здоровья жителей города

Андрей Витальевич Васильев, доктор технических наук, профессор, начальник отдела инженерной экологии и экологического мониторинга. E-mail: avassil62@mail.ru

Влада Валентиновна Заболотских, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Самарского научного центра РАН. E-mail: vlada310308@mail.ru

Юлия Петровна Терещенко, инженер отдела инженерной экологии и экологического мониторинга.

E-mail: ulchik1989@yandex.ru

Иван Олегович Терещенко, инженер отдела инженерной экологии и экологического мониторинга.

E-mail: aliassmit@yandex.ru

относятся: формальдегид, бенз(а)пирен, аммиак, диоксид азота, фтористый водород, диоксид серы, а среди заболеваний наиболее распространены болезни органов дыхания, такие как ОРЗ, бронхиты, синуситы, ларинготрахеиты [6, 8, 9].

Как известно, иммунная система организма человека высоко чувствительна к действию аэрополлютантов, которые являются модификаторами иммунных реакций. Эпителий дыхательных путей легко повреждается соединениями серы, формальдегида, дисперсными аэрозолями токсических веществ и выхлопными газами. Не исключено непосредственное влияние токсикантов на сами лимфоидные клетки. Вышеуказанные факторы, в комплексе, приводят к снижению защитных свойств слизистой оболочки носа и усилению адгезивных свойств патогенной флоры.

Так, в результате сравнительных исследований состава микрофлоры слизистой носа у городских и сельских жителей (Потапова И.С., 2010) были выявлены существенные различия в видовом составе микрофлоры. Обеднённый видовой состав и преобладание патогенной микрофлоры у городских жителей свидетельствует о снижении адаптационных возможностей организма и влиянии неблагоприятных экологических факторов – аэрополлютантов урбанизированных территорий. У жителей промышленного города, в отличие от жителей села, были обнаружены дистрофические изменения слизистой оболочки со стойким снижением секреторной функции желез и нарушением подвижности волоскового аппарата клеток мерцательного эпителия, что также показывает на обусловленность функциональных нарушений слизистой носа от наличия в воздухе поллютантов.

Сравнительные исследования, проведённые И.С. Потаповой (2010) заболеваемости населения города Тольятти в зависимости от загрязнения атмосферного воздуха показали тенденцию роста заболеваемости населения промышленных районов хроническим синуситом. В городе заболеваемость синуситом оказалась в среднем в 5,3 раза выше, чем в селе. Хронический синусит в промышленном городе отличался по длительности, частоте обострений, латентности течения, характеру поражений пазух носа и видам осложнений. Доля хронического синусита от общего числа болезней у сельских жителей была ниже, чем у городских, а число случаев хронического синусита на 1000 населения в селе гораздо ниже, чем в городе, в среднем, в 5 раз. Заболеваемость хроническим синуситом оказалась тесно связанной с величиной ИЗА - коэффициента корреляции Пирсона, r равен 0,9, т.е. связь прямая сильная. Исследования показали, что чем выше загрязненность атмосферного воздуха города, тем большее число обострений хронического синусита можно ожидать.

В настоящее время одной из актуальных проблем гигиенической науки является разработка

методических подходов и критериев гигиенической **донозологической диагностики факторов риска здоровью населения**. Задачами гигиенической донозологической диагностики является определение и оценка источников риска. Как известно, возникновение и развитие многих патологических состояний зависит в большой степени от качества окружающей среды. В этих условиях научная разработка и внедрение методологии и методических подходов гигиенической донозологической диагностики с учетом региональных экологических особенностей приобретают особую актуальность. Состояние здоровья детей является индикатором качества окружающей среды в связи с тем, что растущий организм ребенка с его интенсивным обменом веществ и морфофункциональными особенностями обуславливает наибольшую чувствительность и восприимчивость к воздействию негативных экологических факторов. В связи с этим результаты изучения состояния здоровья детей рассматриваются в качестве достоверного показателя среди других критериев гигиенической оценки степени риска развития экологических патологических состояний. Особое внимание уделяется донозологическим, морфофункциональным показателям, показателям адаптационных возможностей детского организма, а также динамике изменений их под воздействием окружающей среды. Высокой эффективностью гигиенической донозологической диагностики обладают показатели морфофункциональных особенностей детей, биохимического и иммунологического статуса, параметры тканевого гомеостаза, микроэкологической системы кишечника, а также состояния одонтогенной и сердечно-сосудистой систем, наличие различных видов аллергии [1, 2, 7, 10].

Существует ещё одна серьёзная проблема достоверной оценки рисков здоровью населения урбанизированных территорий. Обычно применяемая в настоящее время система экологического контроля состояния окружающей среды не всегда позволяет точно определить степень экологической опасности от основных загрязняющих веществ и других вредных факторов промышленных городов. Эта система контроля не отражает уровня техногенного воздействия на население и биогеоценозы, не показывает реакции живых организмов на это воздействие, не учитывает совместное сочетанное воздействие на человека факторов различной природы (физических, химических, биологических). Проведение соответствующих исследований необходимо для более точной и полной оценки экологической безопасности населения урбанизированных территорий.

Имеющийся порядок регламентации состояния окружающей среды, который базируется на санитарно-гигиенических нормативах, также недостаточно эффективен. Реализуемая

сегодня экологическая оценка окружающей среды урбанизированных территорий включает в основном анализ отдельных поллютантов. К настоящему времени разработаны стандарты качества атмосферного воздуха по 1080 химическим веществам, питьевой воды - по 1379, воды рыбохозяйственных водоёмов - по 972, а рекреационных водных источников - по 14 соединениям. При этом не учитываются эффекты совместного воздействия лимитирующих факторов [5, 10, 11].

Очевидно, что человек может подвергаться воздействию не одного, а сразу нескольких загрязняющих веществ. В реальных условиях на биологические объекты действуют одновременно разные неблагоприятные факторы окружающей среды.

Действие комплекса различных факторов на организм взаимосвязано и в значительной степени усложняет вызываемую ими реакцию организма. Как известно, токсический эффект различается в зависимости от особенностей механизма действия различных комбинаций токсичных веществ. Совместное действие последних может вызывать различные эффекты воздействия на организм человека: независимое, интегральное, антагонистическое и синергетическое (эффект, превышающий суммирование), а также изменение характера действия (например, проявление канцерогенных свойств). Указанные эффекты относятся не только к совокупности химических загрязняющих веществ. Это может быть совокупное воздействие химических веществ, физических факторов (излучений и т. п.), климатических условий, стрессовых воздействий и т. д. Так, например, безвредные для кроликов концентрации нитритов становятся опасными на фоне повышенного, но также допустимого, уровня радиации. Совместное воздействие этих факторов вызывает у животных канцерогенный эффект, хотя раздельное не приводит к каким-либо негативным последствиям [4, 5, 7].

Для адекватной оценки эффектов токсического воздействия вредных факторов окружающей среды необходим анализ и учёт реализуемых ситуаций воздействия различных комбинаций токсичных веществ и их взаимовлияния.

В настоящее время наметилась новая тенденция в области экологической безопасности, когда прежняя концепция экологической безопасности, которая основывалась на критериях ограничения содержания вредных химических веществ (ПДК, ПДВ, ПДС), уступает место **концепции экологического риска**.

С точки зрения создания условий безопасности для человека и природной среды в условиях города с повышенной антропогенной нагрузкой, необходима оценка интегрального воздействия факторов различной природы на человека и экосистемы. В условиях промышленного города к таким факторам, в первую очередь следует относить химическое и физическое загрязнение

окружающей среды и влияние этих факторов на здоровье человека. В связи с этим в современной системе обеспечения экологической безопасности наметился и активно развивается новый подход – **комплексная оценка экологических рисков**.

Как известно, факторы риска – это условия окружающей среды, существенно повышающие вероятность заболеваний населения [1, 6]. **Оценка риска** при должном исполнении – *объективный путь оценки потенциального воздействия техногенного фактора на здоровье человека, экосистемы и окружающую среду в целом* [1, 2].

Комплексная оценка экологических рисков от химических загрязняющих веществ, предполагает необходимость учитывать **возможность кумуляции** загрязняющих веществ, т. е. постепенное накопление в экосистеме или в организме человека какого-либо вредного вещества, вызывающее заболевание и даже гибель, а также разрушение экосистемы. Другой эффект – **суммация**, сложение малых количеств различных вредных веществ. Такие количества веществ сами по себе, в отдельности могут и не представлять угрозы для здоровья человека или экосистемы, но в сумме они становятся опасными вследствие взаимного усиления эффектов (синергетического действия).

Основное направление в комплексной оценке экологического риска в настоящее время – это исследование механизмов одновременного **сочетанного** действия комплекса факторов различной природы (химических, физических, биологических) на организм человека.

Анализ риска ставит своей целью выбор оптимальных в данной конкретной ситуации путей его устранения или снижения и включает три взаимосвязанных элемента: оценка риска для здоровья, управление риском и информирование о риске [1, 2, 6, 11].

На предварительном этапе целесообразно разработать концептуальную модель территории, представляющую собой графическое или описательное представление возможных взаимосвязей между источниками загрязнения окружающей среды, маршрутами воздействия.

При оценке риска по полной схеме используются результаты мониторинга концентраций химических веществ в анализируемых объектах окружающей среды и/или данные, полученные на основе моделирования рассеивания загрязнений за период не менее 3-5 лет [1-3]. Полная оценка риска, однако, является очень детальным исследованием всех источников и путей воздействия, анализом выбираемых вариантов применительно к конкретному месту. Это утомительная и затратная процедура. Поэтому обычно оценка выполняется поэтапно, шаг за шагом, так что после каждого этапа можно скорректировать действия, отбросить малосущественные или чрезмерно дорогостоящие варианты, оставив приоритетные,

изменить содержание и порядок работ, оценить наиболее важные риски. Чем меньше воздействие на окружающую среду техногенной деятельности, тем меньший объем работ выполняется при оценке риска [1, 2].

Комплексная оценка экологического риска состоит из нескольких основных этапов:

- сбор и анализ данных об источниках, составе и условиях загрязнения на исследуемой территории.

- выбор приоритетных для исследования химических веществ;

- мониторинг объектов окружающей среды;

- моделирование распределения химических веществ в окружающей среде;

- определение характеристики концентраций в точке воздействия;

- оценка риска канцерогенных и неканцерогенных эффектов (при острых и хронических воздействиях);

- оценка риска при многосредовых, комбинированных и комплексных воздействиях факторов различной природы.

В практической работе по оценке экологического риска большую помощь оказывают компьютерные программы, специально разработанные для этой цели. Кроме упрощения и автоматизации вычислений при расчетах, такие программы в большинстве случаев содержат базы данных с токсикологическими характеристиками загрязняющих веществ и описаниями особенностей их воздействия, что совершенно необходимо при решении такой сложной и ответственной задачи, как оценка риска.

Информационно-аналитические, прогнозируемые и управляющие компьютерные системы позволяют включать полную информацию и опираться на широкую базу данных о всех основных и вспомогательных факторах, влияющих на здоровье человека и состояние окружающей среды. Только наличие исчерпывающей картины по фактическому состоянию окружающей среды, опирающейся на достоверные результаты, позволяют осуществлять такие расчеты и прогнозы. Имеющиеся на предприятиях проекты ПДВ (ПДС) и экологические паспорта отражают желаемую, но далеко не фактическую ситуацию. Обилие информации в таких проектах не позволяет провести серьезный анализ на уровне одного предприятия, не говоря уже о городе в целом.

В ходе исследований нами проведен сравнительный обзор и сравнительный анализ программных средств в области оценки экологического риска. Рассмотрев документацию по имеющемуся на рынке экологического программного обеспечения, ознакомившись с демоверсиями ряда программ, возникла необходимость создания альтернативной программно-информационной системы для реализации заданной функциональности – комплексной оценки экологических

рисков и рисков здоровью населения в городе Тольятти с учётом сочетанного воздействия факторов и синергетических эффектов.

На базе научно-исследовательской лаборатории «Виброакустика, экология и безопасность жизнедеятельности» (НИЛ-9) Тольяттинского государственного университета по результатам анализа научно-технической литературы и проведения патентного поиска было разработано программное обеспечение, позволяющее выполнять спектр математических расчетов в области экологического моделирования и оценки риска здоровью населения селитебных территорий. Для реализации поставленных задач использовались утвержденные методики и руководства по расчету экологических рисков [2,3,4,5].

Особенностью и новизной разработанной автоматизированной программы явилось то, она позволяет проводить **комплексную оценку рисков** и учитывает **сочетанное воздействие приоритетных физических и химических факторов** на организм человека, с учётом возможных токсических эффектов. Разработанное специально для этих целей программное обеспечение позволяет осуществлять автоматизированную обработку и оценку результатов измерений различных физических и химических воздействий и проводить расчёты интегральных показателей и сочетанного воздействия факторов различной природы.

Разработанная нами программа «Integrated monitoring of physical and chemical pollutions (IMCF)» состоит из трёх основных блоков, интегрированных с другими модулями автоматизированного рабочего места «Complex City Test»:

1. Информационный блок – включает

- базы данных по физическим факторам и химическим загрязняющим веществам окружающей среды урбанизированных территорий (воздуха, воды, почв);

- информационно-справочные таблицы значений ПДК и ПДУ основных химических загрязняющих веществ и физических факторов;

- списки приоритетных химических токсикантов и физических загрязнений города;

- списки основных источников и факторов химического и физического воздействия на население города;

- информационные базы данных медицинской статистики по основным нозологическим единицам, базы данных экологически обусловленных заболеваний жителей города.

2. Программно-аналитический блок – содержит:

- **модуль автоматизированной обработки результатов измерений** различных физических и химических воздействий. Модуль содержит программные алгоритмы, позволяющие проводить расчеты корреляционных зависимостей, критериев достоверности результатов измерений (критерий Стьюдента и т.д.);

- **модуль эколого-токсикологической оценки измерений** – позволяет проводить оценку соответствия проведенных измерений нормам экологического законодательства;

- **модуль интегральной оценки или модуль анализа сочетанного воздействия факторов различной природы** - позволяет проводить интегральную оценку сочетанного воздействия физических и химических факторов на человека, расчёты экологических рисков и интегральных показателей физического и химического загрязнения окружающей среды с учётом индексов токсических эффектов синергетического воздействия, превышающих эффекты суммации.

3. Блок картографирования территории (ГИС-картографирования) содержит:

- **модуль картографирования территории** города по отдельным поллютантам и факторам физического воздействия;

- **модуль динамических карт** физических полей и химического загрязнения города;

- **модуль картографирования интегрального воздействия** лимитирующих факторов позволяет составлять карты по результатам измерений и расчетов интегральных показателей сочетанного воздействия факторов различной природы, динамические карты физических и химических загрязнений (карты экологических рисков, карты сочетанного воздействия факторов).

Результаты расчетов в зависимости от количества показателей представлены либо сразу в таблице измерений, либо, если их много, то они вынесены в отдельную область результатов (размещена под таблицей измерений).

Программа позволяет вводить в базу данных результаты измерений следующих воздействий:

- шум (звук);
- инфразвук;
- вибрация;
- электромагнитные поля;
- ионизирующие излучения;
- тепловое излучение;
- химические загрязняющие вещества;
- приоритетные токсиканты

Автоматизируемые функции разработанной программной системы:

- учет выполненных измерений концентраций химических веществ для ингаляционного поступления (атмосферный воздух);

- учет выполненных измерений концентраций химических веществ для перорального поступления (водопроводная вода, продукты питания);

- учет выполненных измерений уровней воздействия физических факторов;

- хранение данных о предельно допустимых концентрациях химических веществ и групп суммации;

- учет данных источников (предприятий) вы-

бросов загрязняющих веществ;

- моделирование рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе;

- расчет экологического риска на основе расчетных данных приземной концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе при выбросе газовой смеси из одиночного точечного источника;

- расчет экологического риска на основе измерений концентраций химических веществ;

- расчет экологического риска на основе измерений уровней воздействия физических факторов;

- комплексная оценка экологического риска воздействия химических и физических факторов при комбинированном многосредовом воздействии;

- определение вероятности развития онкологических заболеваний.

В программной системе, в качестве исходной составляющей, выступает графическая двумерная карта исследуемой территории в точно определенном масштабе.

Программное обеспечение позволяет определить наиболее опасные места с точки зрения вероятности развития хронических заболеваний от комплексного воздействия химических и физических факторов (рис. 1).

На стадии проектирования программы разработаны алгоритмы работы программы и схема пользовательского интерфейса. Реализация программы осуществлялась на языке высокого уровня Delphi. Кроме того, данная программа обладает возможностью просмотра справочной информации, необходимой для знакомства со спецификой решаемых задач. Программа имеет эргономичный интерфейс, содержит средства визуализации данных и результатов, позволяющие структурировать расчетные и исходные данные с последующим выводом на печать.

На модуль программы «Sound City Test» получено свидетельство об официальной регистрации №206611861.

Авторские свидетельства о государственной регистрации программ получены также на программное обеспечение «Monitoring of chemical pollutions (MCP)» № 2012614443 и программу «Комплексная оценка экологического риска» № 2013619171 [3,4].

В процессе реализации и апробации разработанного программного обеспечения нами проводится комплексная оценка экологического риска городского округа Тольятти с помощью математического моделирования. Всесторонняя оценка риска воздействия на здоровье человека всех потенциально вредных веществ хотя и желательна, но реально неосуществима из-за большого объема исследования и требуемых материальных ресурсов, а также из-за отсутствия адекватных данных об уровнях воздействия и потенциальной

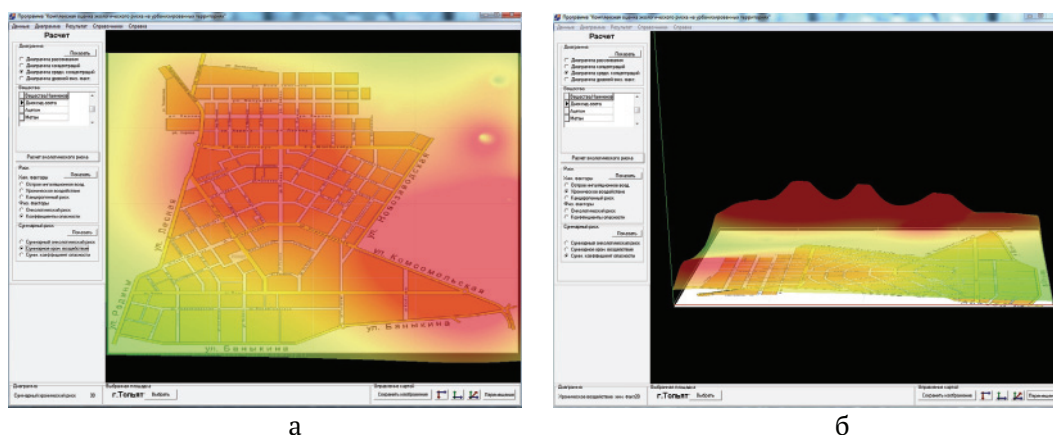


Рис. 1. Двухмерное (а) и трехмерное (б) представление результатов оценки экологического риска с помощью разработанного программного обеспечения.
Область зеленого цвета – норма, желтого цвета – риск, красного цвета – угроза

опасности ряда химических соединений. В связи с этим анализ обычно проводится на основе детального исследования ограниченного числа приоритетных (индикаторных) веществ, которые наилучшим образом характеризуют реальный риск для здоровья населения, проживающего на исследуемой территории. Существенное сужение перечня анализируемых химических соединений может резко исказить итоговые величины рисков, что неминуемо приведет к неверным результатам при ранжировании источников риска. В связи с этим целесообразно провести разовые измерения концентраций с последующим расчетом уровней риска [2, 4, 11].

В качестве приоритетных загрязняющих веществ были выделены: формальдегид, диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода, метан, ацетон, стирол, бенз(а)пирен. Совместно с оценкой химического загрязнения проведен анализ влияния следующих физических факторов: шум, вибрация, ионизирующие излучения, электромагнитные излучения промышленного и радиочастотного диапазона, радон. Примеры картографирования территорий по результатам исследований в Центральном районе города представлены на рис. 1.

Применение автоматизированной системы позволило получить данные вероятностного развития различных заболеваний в зависимости от факторов воздействия (рис. 2 А – химических факторов, Б – физических факторов) и соотнести их на карте местности.

Особенно показательными оказались результаты оценки рисков заболеваний при учёте сочетанного воздействия физических и химических факторов и их эффектов совместного усиления, превышающих суммацию воздействий – синергизма (коэффициенты потенцирования) (рис.3). На диаграмме А (рисунок 3 А) показаны значения рисков развития хронических заболеваний от комплексного воздействия химических и физических факторов с учетом их эффектов суммации токсического воздействия.

По сравнению с вышеприведёнными диаграммами показателей рисков здоровью человека в отдельности от химических (рис. 2. А) и физических факторов (рис. 2. Б), на диаграммах, отражающих риски от сочетанного воздействия факторов (рис.3. А, Б) наблюдается значительное повышение вероятности развития хронических заболеваний от комплексного воздействия химических и физических факторов. Это вызвано,

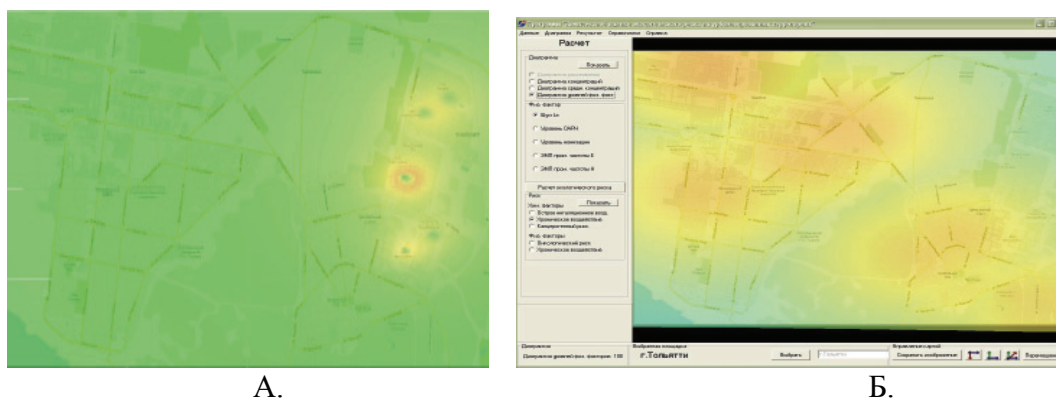


Рис. 2. А - диаграмма острого ингаляционного воздействия химических веществ;
Б - диаграмма вероятности развития хронических заболеваний от воздействия шума

вероятно, учитываемыми эффектами взаимного усиления факторов – синергизмом.

Разработанное программное обеспечение позволило получить данные не только о вероятности развития различных заболеваний от приоритетных химических и физических факторов и соотнести их на карте, но и оценить их интегральное воздействие с учётом эффектов синергизма. Впервые выявляемое и учитываемое комплексное и сочетанное влияние факторов различной природы на здоровье населения города Тольятти позволило получить более объективную и реальную оценку рисков здоровью населения города.

В результате комплексной оценки рисков здоровью человека, связанных с воздействием химических и физических факторов на загрязненной территории, были выявлены наиболее проблемные участки города и их оказалось значительно больше, с точки зрения не приемлемости рисков для здоровья населения, чем при существующей системе мониторинга (таблица 1). Ранее проблема была завуалирована приемлемостью рисков и не требовала соответствующих природоохранных действий для уменьшения рисков до несущественных уровней.

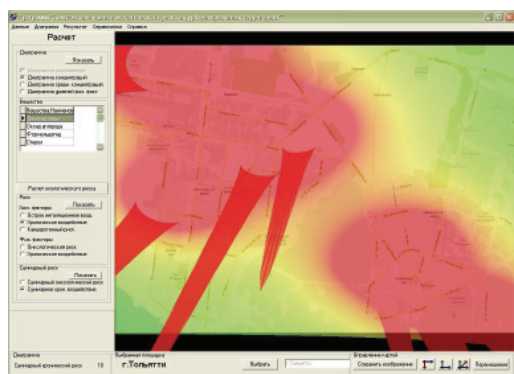
На основе использования новой автоматизированной программы, специализированной для комплексной оценки рисков здоровью населения, появится возможность совершенствовать объективную оценку экологической опасности жителей

города. В результате будет сформирована база для дальнейшего развития и реализации природоохранной стратегии и стратегии экологической безопасности города и принятия управленческих решений по регулированию воздействий.

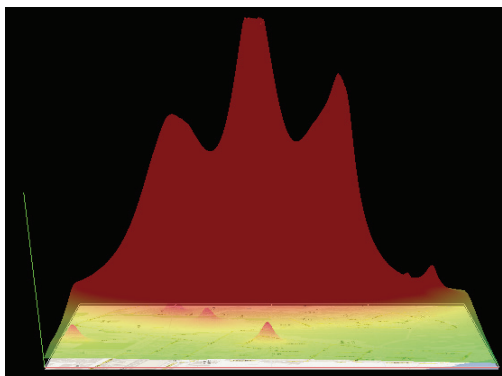
Таким образом, комплексная оценка риска представляют собой перспективный и развивающийся подход в методологии контроля качества среды обитания человека и оценки экологической опасности. Особенно этот подход актуален для городов, где наблюдаемое значительное загрязнение урбанизированных территорий промышленными и транспортными источниками приводит к увеличению риска возникновения экологически обусловленных заболеваний от комплексного воздействия факторов различной природы. Проблема антропогенного загрязнения урбанизированных территорий требует комплексного решения и учета управляемых факторов риска.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авалиани С.Л., Буштуева К.А., Новиков С.М., Онищенко Г.Г. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [Текст]: – М.: Под. ред. Рахманина Ю.А., Онищенко Г.Г. М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002 – 408 с.
2. Васильев А.В. Основы экологии в технических вузах. Учебное пособие. Тольятти, 2000.



А.



Б.

Рис. 3. А – риски развития суммарных хронических заболеваний от комплексного воздействия химических и физических факторов; Б - 3D Диаграмма вероятности развития хронических заболеваний от комплексного воздействия химических и физических факторов

Таблица 1. Результаты исследований состояния окружающей среды от комплексного воздействия химических и физических факторов на урбанизированных территориях города Тольятти

Район проведения измерений	Результаты измерений $K_{\text{общ}}$	Оценка состояния окружающей среды
Центральный район	4,9	неудовлетворительная
Комсомольский район	14,6	кризисная
Автозаводский район	7,33	напряженная
Северная 27	21,1	кризисная
Фон	3,05	относительно удовлетворительная

3. Васильев А.В., Заболотских В.В., Терещенко И.О., Терещенко Ю.П. Программное обеспечение «Monitoring of chemical pollutions (MCP)». Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2012614443, зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 17 мая 2012 г.
4. Васильев А.В., Заболотских В.В., Терещенко И.О., Терещенко Ю.П. Программа для ЭВМ «Комплексная оценка экологического риска». Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2013619171, зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 26 сентября 2013 г.
5. Васильев А.В., Заболотских В.В., Терещенко И.О., Терещенко Ю.П. Информационно-аналитическая система оценки рисков здоровью населения в условиях урбанизированных территорий // Экология и промышленность России. 2013. № 12. С. 29-31.
6. Васильев А.В., Заболотских В.В., Терещенко Ю.П., Терещенко И.О. Комплексная информационная система «Основные токсиканты окружающей среды и здоровье человека» // В сборнике: ЕЛРПТ-2013. Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов: сборник трудов IV Международного экологического конгресса (VI Международной научно-технической конференции). Научный редактор: А.В. Васильев. 2013. Т. 4. С. 62-65.
7. Васильев А.В. Составление динамических карт физических загрязнений территории Самарской области // Известия Самарского научного центра РАН. 2009. Т. 11. № 1. С. 248-252.
8. Заболотских В.В., Васильев А.В. Комплексный мониторинг антропогенного загрязнения в системе обеспечения экологической безопасности города // Вектор науки ТГУ. 2012. № 2 (20), С.58 – 62.
9. Терещенко Ю.П., Терещенко И.О., Васильев В.А., Васильев А.В. Построение карт физических загрязнений территории (на примере Самарской области) // В сборнике: Поиск эффективных решений в процессе создания и реализации научных разработок в российской авиационной и ракетно-космической промышленности. Международная научно-практическая конференция. Казань, 2014. С. 323-326.
10. Шашина Т.А. Сравнительная канцерогенная эффективность ионизирующего излучения и химических соединений: Публикация 96 НКРЗ: Под ред. И.В. Филюшкина. [Текст]. – М.: Энергоатомиздат, 1998 – с.12-17.
11. Vasilyev A.V., Zabolotskikh V.V., Vasilyev V.A. Development of methods for the estimation of impact of physical factors on the health of population // Safety of Technogenic Environment. 2013. № 4. С. 42-45.

**COMPLEX SYSTEM OF THE ASSESSMENT OF PUBLIC HEALTH RISKS TAKING
INTO ACCOUNT THE COMBINED INFLUENCE OF PHYSICAL
AND CHEMICAL FACTORS IN URBAN TERRITORIES**

© 2015 A.V. Vasilyev, V.V. Zabolotskikh, J.P. Tereshchenko, I.O. Tereshchenko

Samara Scientific Centre of Russian Academy of Science

The authors are suggesting complex system of assessment of risks to the human health taking into account the combined impact on the population of the urbanized territories of physical and chemical factors and use of information technologies and the software. The information and analytical programs are developed by authors allow to carry out processing and an assessment of results of measurements of physical and chemical environmental pollution and to carry out calculations of integrated indicators of their combined influence taking into account the synergetic effects exceeding simple summation of influences.

Keywords: risks, health, estimation, physical factors, chemical factors.

Vlada Zabolotskikh, Candidate of Biological Sciences, Senior Scientific Collaborator. E-mail: vlada310308@mail.ru

Andrey Vasilyev, Doctor of Technical Science, Professor, Head of Department of Engineering Ecology and Ecological Monitoring. Email: avassil62@mail.ru

Juila Tereshchenko, Engineer of Department of Engineering Ecology and Ecological Monitoring.

E-mail: ulchik1989@yandex.ru

Ivan Tereshchenko, Engineer of Department of Engineering Ecology and Ecological Monitoring.

E-mail: aliasmit@yandex.ru