

високі фізико – механічні властивості, але у покриттів з наповнювачем – слюдою захисні властивості значно вище, ніж у покриттів з кальцитом, внаслідок бар'єрного ефекту.

Частинки слюди мають пластинчасту форму та утворюють більш щільне покриття, ніж сферичні частинки кальциту. До того ж, поверхня кальциту дуже гідрофільна і може утворювати водневі зв'язки з молекулами води, що погіршує вологостійкість покриттів. Вологопоглинання плівок з більш високим вмістом кальциту навіть більше, ніж непігментованих.

Менш гідрофільні, ніж кальцит, пігменти  $TiO_2$  і  $Cr_2O_3$  також забезпечують бар'єрний ефект, тому плівки з кальцитом і пігментами, набагато менше пропускають пари вологи, ніж плівки лише з кальцитом.

Також визначено, що стійкість даних ПК у воді гірше, ніж у розчинах солей, що обумовлено наявністю водорозчинних солей у наповнювачах, а в етанолі відбувається набрякання покриттів.

Це декілька обмежує експлуатаційні можливості розроблених ЛФМ, але в цілому, їх доцільно використовувати для товстошарових покриттів завтовшки 200 – 300 мкм, де передбачається короткочасний контакт із водою та підвищений абразивний знос, а саме: для наливних підлог у побутових і виробничих приміщеннях, для покриттів по нержавіючій сталі (наприклад, барабанів магнітних сепараторів), для зовнішніх покриттів бетону, дахів (поверх руберойду), магістральних трубопроводів, мінераловозів.

**Список літератури:** 1. Руководство по снижению содержания ЛОС в декоративных покрытиях / [главн. ред. Бричко Александр] // Украинский лакокрасочный журнал. – 2008. – № 1 – 2. – С. 20 – 27. 2. Омельченко С.И. Современное состояние и тенденции развития химии пленкообразующих полиуретанов / С.И. Омельченко // Физикохимия и модификация полимеров: [сб. науч. тр. / отв. ред. Лебедев Е.В. и др.]. – К.: Наукова думка, 1987. – С. 3 – 23. 3. Sams Ray. Solvent-free Polyurethanes: Recent Advances and Future Developments / Ray Sams // Journal of Protective Coatings & Linings. – June 2004. – P. 22 – 27. 4. Hare Clive H. A Review of Polyurethanes : Formulation Variables and Their Effects on Performance / Clive H. Hare // Journal of Protective Coatings & Linings. – November 2000. – P. 34 – 44. 5. Карякина М. И. Испытание лакокрасочных материалов и покрытий / Маргарита Ивановна Карякина. – М.: Химия, 1988. – 272 с.

Поступила в редакцию 21.05.09

УДК 504.75.05.

**М.Ф. КОЖЕВНИКОВА, В.В. ЛЕВЕНЕЦ**, канд. физ.-мат. наук,

*И.Л. РОЛИК*, Институт физики твердого тела, материаловедения  
и технологий ННЦ ХФТИ

## **ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ОЦЕНКИ РИСКА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ВЫБРОСАМИ ХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Розроблено програму EcoAir, що реалізує методологію оцінки ризику. В основі методики лежить оцінка впливу на здоров'я людини речовин, що перебувають в атмосферному повітрі. Представлено результати застосування програми EcoAir. Зроблено висновки про функціональні можливості програми й перспективи її розвитку.

The EcoAir program realizing methodology of risk evaluation is developed. The estimate of exposure on public health of the substances which are being in atmospheric air forms a basis of the method. Results of application of EcoAir program are presented. Resumes about functional capabilities of the program and perspectives of its development are made.

### **Введение.**

Состояние и негативная динамика изменения экологической обстановки в Украине, и особенно в ее индустриальных районах, требуют разработки действенных и эффективных систем анализа ситуации. Основная сложность при оценке воздействия негативных факторов на окружающую среду и здоровье населения заключается в определении соответствующих реакций реципиентов на конкретный негативный фактор. Решить данное задание является возможным с использованием принципов методологии оценки риска, которая является самым перспективным в настоящее время инструментом для решения подобных задач. Большой прогресс в этой области связывают с разработкой и внедрением программных средств для количественной оценки риска.

Для определения воздействия вредных факторов производства на здоровье населения с применением методологии оценки риска в настоящее время используются многочисленные программные продукты [1 – 3], которые содержат базы данных с токсическими характеристиками загрязняющих веществ и описаниями особенностей их воздействия, что совершенно необходимо при решении такой сложной задачи, как оценка риска. Среди таких программ следует отметить Risk Assistant, SmartRISK, IEUBKwin, Epi-Info, Resrad, CISRA и другие. Эти программы включают набор методик и баз данных, которые позволяют оценить риски для здоровья, связанные с присутст-

вием химических соединений в окружающей среде в конкретных условиях. Среди перечисленных программ есть более общего плана, есть очень специализированные. Они позволяют произвести оценку негативного воздействия определенных веществ через определенный путь поступления в организм, но для оценки конкретных условий производства и загрязнителей они имеют ограничения. Это вызвало необходимость создания собственной программы оценки риска уже адаптированной к ситуации в Украине.

### **Методология оценки рисков.**

Программа EсоAir реализует методологию оценки риска, разработанную Агентством охраны окружающей среды, США (EPA, USA) и модифицированную к условиям Украины с учетом предложений НИИ ЕЧ и ГОС им. А.Н. Сысина, Россия [4].

Оценка риска – это процесс, при котором осуществляется прогнозирование ущерба для здоровья, оценка вида и степени выраженности опасности, создаваемой агентом в результате существующего или возможного воздействия на определенную группу людей, а также существующий или потенциальный риск для здоровья, связанный с данным агентом.

Ключевое звено методологии оценки риска – здоровье человека и его охрана от неизбежного риска, связанного с воздействием токсических веществ, где бы они не находились: в воде, воздухе, почве.

В основе методики реализованной в программе лежит оценка воздействия веществ находящихся в атмосферном воздухе.

В общем виде метод включает в себя 4 этапа:

1. Идентификация опасности – идентификация загрязняющих веществ, определение воздействующих концентраций, выявление потенциально экспонируемых групп населения, определение зоны воздействия.

На этапе идентификации опасности осуществляется оценка полноты и достоверности имеющихся данных об уровнях загрязнения различных объектов окружающей среды, определяются задачи по дополнительному сбору информации о фактических и моделируемых концентрациях химических веществ, оценивается наличие сведений о количественных критериях.

2. Оценка зависимости «доза – эффект» – это процесс количественной характеристики токсикологической информации и установления связи между воздействующей дозой (концентрацией) загрязняющего вещества и случаями вредных эффектов в экспонируемой популяции.

Целью данного этапа является обобщение и анализ всех имеющихся данных о гигиенических нормативах, безопасных уровнях воздействия (референтных дозах и концентрациях), критических органах/системах и вредных эффектах, а также оценка применимости этих данных для решения задач, поставленных в проекте по оценке риска.

Международная методология оценки риска предполагает, что:

- раковые опухоли, при воздействии химических канцерогенов с генотоксическим действием могут возникать при любой дозе, и не существует уровня, ниже которого они были бы безопасны для здоровья (беспороговые эффекты);

- для неканцерогенных веществ и канцерогенов с негенотоксическим механизмом действия предполагается существование пороговых уровней, ниже которых вредные эффекты не возникают.

3. Оценка воздействия – определение экспозиции и расчет конкретных доз вещества, поступившего в организм при данной экспозиции.

Оценка экспозиции (воздействия) представляет собой один из важнейших и, как правило, наиболее точных из всех четырех этапов исследования риска. Он заключается в измерении или определении (качественном и количественном) выраженности, частоты, продолжительности и путей воздействия химических соединений, находящихся в окружающей среде. Оценка экспозиции описывает также природу воздействия, размеры и характер экспонируемых популяций.

4. Характеристика риска – расчет конечных показателей риска [5].

### **Программа EсоAir и возможности ее применения.**

Разработанная программа EсоAir служит непосредственно для вычисления оценок химического риска для здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха выбросами промышленных производств. Она предназначена для оценки величины поступления и рисков нарушения состояния здоровья при изолированном и комбинированном влиянии химических веществ.

Для характеристики и интерпретации оценок риска были использованы следующие 3 способа: по ЕРА для канцерогенов, по ЕРА для неканцерогенов и по ММА им. И.М. Сеченова для неканцерогенов.

Первые два варианта предназначены для проведения расчетов при влиянии системных токсинов и канцерогенных веществ в соответствии с концептуальным подходом, разработанным ЕРА.

Последний вариант позволяет осуществлять прямую оценку эффектов для неканцерогенов и использует принципы гигиенического регламентирования вредных факторов окружающей среды, которые идентичны украинским нормативам

Программа EсоAir разработана в среде Delphi7 с использованием сервера автоматизации Microsoft Excel.

Рабочее окно программы приведено на рисунке.

Она состоит следующих функциональных частей:

- 1 – ввод библиотеки;
- 2 – индекс сравнительной опасности;
- 3 – среднесуточная доза;
- 4 – вычисление риска;
- 5 – помощь.

Каждая из частей программы реализована в виде отдельного окна.

Для работы программы используется база данных DataAir, в которой содержатся сведения, необходимые при расчетах, для более 950 химических веществ. Программа работает на персональном компьютере под управлением операционной системы Microsoft Windows XP, с достаточно умеренными требованиями к параметрам компьютера: PC с процессором Celeron, Pentium и выше; оперативная память 32 Мб. или больше; накопитель на жестком магнитном диске емкостью 800 Мб. или больше.

EсоAir позволяет осуществить первичную, так называемую скрининговую оценку потенциальной опасности компонентов выбросов; оценивать экспозицию; учитывать разные сценарии влияния (селитебная, промышленная зоны); возрастные параметры экспонируемых групп населения; учитывать различные периоды воздействия (пожизненный, хронический, острый). В качестве входных параметров могут использоваться результаты проводимого на предприятиях мониторинга атмосферы или результаты моделирования рассеивания выбросов загрязняющих веществ предприятия.

Программа, используя описанную методику оценки риска, позволяет решать следующие задачи:

- определение индекса сравнительной опасности для канцерогенных и неканцерогенных веществ;

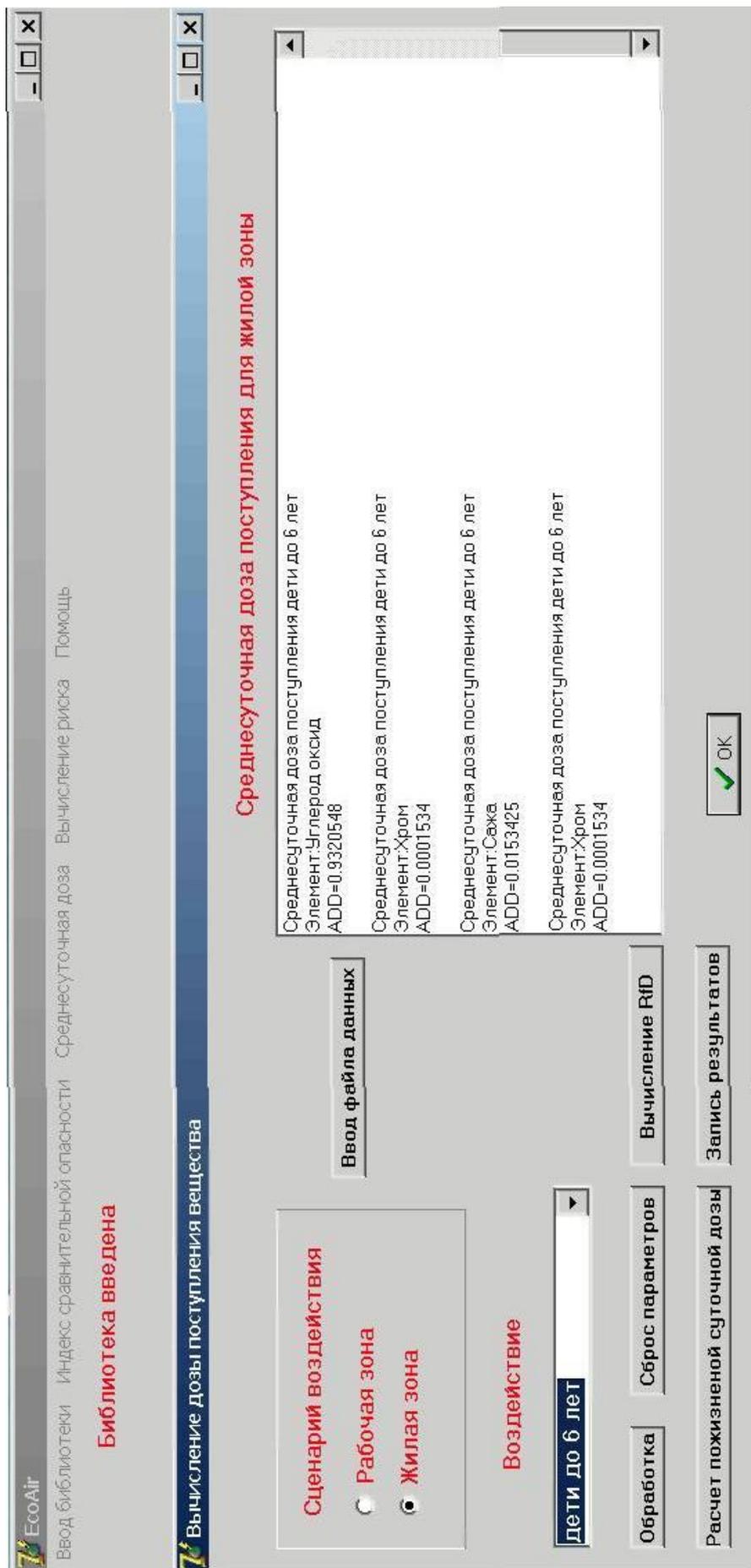


Рисунок – Вид программы EcoAir

- расчет среднесуточной дозы поступления вещества для разных групп населения;
- вычисление референтной дозы вещества;
- оценку пожизненной суточной дозы поступления вещества с учетом возрастных периодов;
- вычисление риска здоровью населения от загрязнения воздуха вредными веществами, получая при этом значения канцерогенного (индивидуального и популяционного) и неканцерогенного рисков, риска немедленного воздействия и риска неспецифической хронической интоксикации.

Решение указанных задач производится в диалоговом режиме.

Для проведения расчетов по программе требуется следующая исходная информация: усредненные концентрации загрязняющих веществ в исследуемых точках при остром и хроническом воздействии.

Программа снабжена системой помощи, которая обеспечивает методическую помощь при проведении расчетов и подсказки в процессе работы.

Наличие пополняемой базы данных по токсическим характеристикам загрязняющих веществ позволяет оперативно получать необходимую информацию и более эффективно производить расчеты.

Имеется возможность сохранить результаты расчетов, которые представлены в таблицах Excel в компактном виде, удобном для визуализации и интерпретации.

С ноября 2008г. программа находится в опытной эксплуатации в ННЦ ХФТИ.

За этот период были выполнены расчеты риска здоровью населения от воздействия выбросов токсичных веществ на предприятиях циркониевого цикла Украины, таких как Вольногорский государственный горнометаллургический комбинат (ВГГМК) и Государственное научно-производственное предприятие «Цирконий».

В таблице приведены результаты расчетов рефлекторных и хронических рисков для здоровья населения при воздействии приоритетных загрязнителей выбросов ВГГМК.

В качестве воздействующих концентраций использовались данные 3-х летних фактических наблюдений за состоянием атмосферного воздуха по шлейфу выброса предприятия.

Средние значения рисков в зоне наблюдения за данный период сводятся к нулю, что говорит об отсутствии здесь опасности развития симптомов хро-

нической интоксикации и возникновения рефлекторных реакций (ощущение неприятных запахов, слезотечение, кашель) у населения при вдыхании атмосферного воздуха.

Таблица

Рефлекторный и пожизненный ингаляционный риск для здоровья населения при воздействии выбросов ВГГМК

Точка наблюдения		Риск рефлекторной реакции			Хронический риск		
Направление	Расстояние от источника, м	CL <sub>2</sub>	HCL	NO <sub>2</sub>	CL <sub>2</sub>	HCL	NO <sub>2</sub>
2003г.							
Юго-восток	500	0	0	0	0	0	0
Юго-восток	2000	0	0	0	0	0	0
Юг	500	0	0	0	0	0	0
Юг	2000	0	0	0	0	0	0
2004г.							
Юго-восток	500	0	0	0	0,006437	0,00345	0,0011
Юго-восток	2000	0	0	0	0,003787	0,001728	0
Юго-запад	500	0,0077	0,0684	0	0,012035	0,00738	0,001524
Юго-запад	2000	0	0,0272	0	0,006437	0,006204	0,004527
Юг	500	0	0	0	0	0	0,004916
Юг	2000	0	0	0,003	0	0,002559	0,011143
Запад	500	0	0	0	0,007719	0	0
Запад	2000	0,002	0	0	0,009	0	0
Северо-восток	500	0,215	0	0	0,033334	0,003994	0,001207
Северо-восток	2000	0,2775	0	0,115	0,03759	0	0,021602
2005г.							
Юго-восток	500	0	0	0	0	0	0
Юго-восток	2000	0	0	0	0	0	0
Юго-запад	500	0,4288	0,6476	0	0,0482	0,015396	0,008246
Юго-запад	2000	0,3937	0	0,003	0,04543	0,003117	0,011143
Юг	500	0,2845	0	0	0,038004	0	0
Юг	2000	0,1096	0	0	0,025499	0	0
Восток	500	0	0	0,52	0	0	0,01824
Восток	2000	0	0	0,01858	0	0	0,014998
Северо-запад	500	0	0	0,52	0	0	0,01824
Северо-запад	2000	0	0	0,01858	0	0	0,014998
Север	500	0,0154	0,01552	0	0,022348	0,005552	0,007897
Север	2000	0,0094	0	0	0,012449	0	0,004728

## **Выводы.**

Метод оценки риска с применением программы EсоAir позволяет на новом качественном уровне рассмотреть влияние окружающей среды при выявлении опасности воздействия существующего и прогнозируемого уровня загрязнения на здоровье человека.

Программа EсоAir показала свою функциональность и эффективность при оценке риска, связанного с воздействием токсических веществ в атмосфере, на предприятиях циркониевой отрасли промышленности.

Предполагается дальнейшая модернизация программы. В частности, интеграция в нее программы моделирования химического состава атмосферы, а также возможность получения результатов с привязкой к конкретным картографическим данным.

**Список литературы:** 1. Новиков С.М. Риск воздействия химического загрязнения окружающей среды на здоровье населения: от оценки к практическим действиям / С.М. Новиков, Т.А. Шашина, И.Л. Абалкина. – М.: Издательское товарищество "АдамантЪ", 2003. – 84 с. 2. Новиков С.М. Оценка ущербов здоровью населения г. Москвы, связанных с загрязнением атмосферного воздуха летом 2002 года / [С.М. Новиков, О.И. Аксёнова, Е.Г. Семутникова и др.]. – М.: 2002. – 171 с. 3. Методы и программные средства оценки риска здоровью населения в связи с загрязнением окружающей среды [Электронный ресурс] / Итоговый отчет. РАН Институт космических исследований. – М.: 2000. – 73 с. – Режим доступа: <http://www.iki.rssi.ru/ehips/Seminar2000.htm>. 4. Хурнова Л.М. Экологическое аудирование управления рисками: учебное пособие / Л.М. Хурнова, Д.Х. Мамина. – Пенза: ПГАСА, 2003. – 100 с. 5. Большаков А.М. Оценка и управление рисками влияния окружающей среды на здоровье населения / А.М. Большаков, В.Н. Крутько, Е.В. Пуцилло. – М.: Эдиториал УРСС, 1999. – 255 с.

*Поступила в редколлегию 26.08.09*