

7. Ториков В.Е., Колмогорцева Л.К. Экологические аспекты применения удобрений и пестицидов в земледелии / Оминигенная экология. - Брянск: Издательство Брянской ГСХА, 1995. - 475 с.
8. Глазовская М. А. О классификации почв по их устойчивости к химическому загрязнению // Методы и проблемы экотоксикологического моделирования и прогнозирования. - М., 1979. - С. 6-20.

*Надійшла до редакції 6 грудня 2005 р.*

УДК 502.36:533.6.011+62.192

## **ЗАДАЧА ОЦЕНКИ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ОТ ТОЧЕЧНОГО ИСТОЧНИКА ВЫБРОСОВ**

***В.В. Фалько, В.А. Долодаренко, канд. техн. наук***  
*Сумский государственный университет*

В проблеме устойчивого развития территории значительное внимание уделяется прогнозу с помощью математического моделирования последствий от применения различных альтернативных вариантов стратегии социо-эколого-экономического развития [1]. Это обусловлено тем, что эксперименты по реализации вариантов стратегий на реальных территориях и объектах способны привести к возможным негативным результатам для окружающей среды и населения.

При этом ввиду сложности реального социо-природно-техногенного комплекса территории возникает необходимость разработки иерархической системы математических моделей его функционирования и такой же системы показателей устойчивого развития [1,2]. На нижнем уровне этих систем показатели и математические модели являются базовыми и должны решать задачи для конкретных объектов и быть соответственно детализированы. Одна из таких задач нижнего уровня рассмотрена далее. Это – оценка составляющей экологического риска для человека от точечного источника выбросов, относящегося к показателю защищенности жизнедеятельности населения [1]. Необходимость и актуальность ее решения обусловлены следующим.

При проектировании и строительстве предприятий, зданий и сооружений для обеспечения устойчивого развития соответствующей территории производится оценка воздействия их деятельности на окружающую среду, в частности на атмосферный воздух, а через него – на человека. При этом в комплексной оценке ставится требование определения степени экологического риска проектируемой деятельности [3]. Однако в настоящее время отсутствует соответствующая нормативная методика оценки риска, что делает актуальным исследование и решение задач в этой проблеме.

В частности, в связи с этим возникает необходимость в оценке составляющей экологического риска, обусловленного загрязнением атмосферного воздуха. В этом случае можно выделить две причины появления риска. Одна из них связана с возникновением возможных нештатных или аварийных ситуаций на объектах и, как следствие, связанным с этим повышенным выбросом загрязняющих веществ [4]. Она обусловлена надежностью, точнее отказом, соответствующего оборудования на объектах и здесь не рассматривается.

Вторая причина носит иной характер. Она действует в большей или меньшей мере во все время функционирования объекта. Эта причина обусловлена случайным разбросом характеристик источников выбросов загрязняющих веществ и характеристик внешней среды – возмущающих

факторов. Возмущающие факторы вызывают случайные изменения поля концентраций загрязняющих веществ над прилегающей к источнику территорией, что приводит к появлению вероятности превышения концентрациями предельно допустимых значений. Эта вероятность и будет характеризовать указанную выше составляющую экологического риска. Так как рассматриваемое техногенное воздействие является одной из причин, определяющих здоровье человека, то величину ущерба мы не будем определять, а составляющую рассмотренного риска будем характеризовать указанной вероятностью.

В теории распространения загрязнений в атмосферном воздухе [5-9], а также в практическом использовании ее [10] важное и базовое значение занимает рассмотрение точечного источника выбросов. Другие виды источников (линейные, площадные источники [10]) существенно используют теорию точечного источника. Целью настоящей работы и является решение задачи определения составляющей экологического риска для человека, обусловленного случайным разбросом характеристик точечного источника выбросов и характеристик внешней среды и, как следствие, возникающим стохастическим полем загрязнения атмосферного воздуха.

Существующие теоретические исследования и их практическое приложение [5-10] носят детерминированный характер. Поэтому с их помощью невозможно охарактеризовать рассматриваемую составляющую экологического риска. При детерминированном подходе считается, что если концентрация загрязняющего вещества строго не превышает предельно допустимое значение, то вызывающее ее воздействие является допустимым. Если имеется хотя бы малое превышение, то - недопустимым.

В действительности такого строгого разделения не может быть, так как под действием малых случайных изменений факторов, влияющих на концентрации (возмущающих факторов), происходит случайное изменение поля концентраций. Поле загрязнения атмосферного воздуха не фиксировано, как это рассматривается при детерминированном подходе, а случайно изменяется во времени и пространстве. Тогда задача оценки рассматриваемой составляющей экологического риска может быть решена при введении стохастического подхода.

Для решения задачи с использованием системного подхода были проанализированы, с одной стороны, биологическая система и место в ней человека, а с другой – природное и антропогенное воздействие на нее через атмосферный воздух. Показано возникновение для человека как элемента биологической системы составляющей экологического риска, обусловленной антропогенным загрязнением атмосферного воздуха. Показана необходимость для оценки этой составляющей экологического риска применения стохастического подхода.

На основании системного, комплексного анализа антропогенного воздействия на биологическую систему через загрязнение неживой природной среды (атмосферы, литосферы, гидросферы) выделена и сделана постановка задачи оценки составляющей экологического риска для человека через химическое и пылевое загрязнение атмосферы.

Эта задача в рассматриваемой здесь постановке конкретизирована для точечного источника выбросов [11,12].

Для разработки математической модели и метода решения задачи проанализирован существующий детерминированный подход к оценке антропогенного воздействия человека через загрязнение атмосферного воздуха, включающий теоретические основы, математические модели и методики оценки воздействия [5-10].

Теоретическими основами детерминированного подхода являются закономерности и методы, полученные и используемые в

гидрогазодинамике. Базируясь на них и экспериментальных данных, в ряде работ развиты методы детерминированного подхода к проблеме описания загрязнения воздуха. В результате этих исследований был создан нормативный документ ОНД [10], в котором помещена методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий.

На основании проведенного анализа выбрана детерминированная математическая модель определения концентраций вредных веществ для одиночного источника выбросов [10], которая затем используется при разработке стохастических закономерностей распространения загрязнений.

Для построения стохастических закономерностей распространения загрязнений в атмосферном воздухе и оценки рассматриваемой составляющей экологического риска были использованы известные методы теории вероятностей, математической статистики и теории надежности: метод линеаризации зависимости функций от случайных аргументов, метод учета нелинейности этой зависимости, метод статистических испытаний, методы оценки надежности сложных систем [13-25].

Для этого использовались:

- стохастический подход;
- математический аппарат метода линеаризации функции случайных аргументов [13],

- детерминированная математическая модель определения концентраций загрязняющих веществ от выбросов одиночного точечного источника [10]; получены приближенные аналитические закономерности, определяющие стохастическое поле концентраций и искомую составляющую экологического риска [11]. На базе них разработан алгоритм решения поставленной задачи на ЭВМ, определяющий компьютерную технологию и методику решения задачи.

Полученные результаты рекомендованы к использованию при начальных стадиях разработки проектов строительства предприятий, зданий и сооружений [3].

Для этого использовались:

- стохастический подход;
- математический аппарат метода статистических испытаний (Монте-Карло) [18];

- детерминированная математическая модель определения концентраций загрязняющих веществ от выбросов одиночного точечного источника [10]; получены более точные закономерности, определяющие стохастическое поле концентраций и искомую составляющую экологического риска [12]. В отличие от закономерностей, полученных с использованием метода линеаризации, они учитывают нелинейность зависимости концентраций загрязняющих веществ от возмущающих факторов, а также возможные виды плотностей распределения возмущающих факторов, но вместе с этим при вычислениях являются более трудоемкими.

С использованием полученных закономерностей разработан алгоритм решения поставленной задачи на ЭВМ, определяющий компьютерную технологию и методику более точного решения поставленной задачи на ЭВМ [26].

Полученные результаты рекомендованы к использованию на заключительных этапах разработки проектов строительства предприятий, зданий и сооружений [3].

Для этого использовались:

- стохастический подход;

– теория учета нелинейностей в стохастических зависимостях [13],  
– детерминированная математическая модель определения концентраций загрязняющих веществ от выбросов одиночного точечного источника [10];

– указанные выше стохастические закономерности и оценки составляющей экологического риска получено аналитическое уточнение результатов, использующих метод линеаризации, позволяющее повысить их точность до уровня точности указанной выше нелинейной стохастической математической модели, сохранить простоту и аналитический вид модели и тем самым снизить затраты машинного времени при решении задачи [27,28]. В связи с этим произведено уточнение алгоритма, использующего метод линеаризации.

Последние результаты рекомендовано использовать как на начальных этапах проектирования [3], когда известны достаточно точно характеристики возмущающих факторов (например, реконструкция предприятия), так и на заключительных этапах.

Более точные результаты рекомендовано использовать для ответственных в экологическом смысле объектов или при проверочных расчетах.

Полученные результаты были использованы при выпуске в соответствии с [3] проектов строительства отдельных объектов Вольногорского ГМК и ОАО „Николаевский глиноземный завод”.

Результаты решения задачи охватывают все этапы проектирования объектов [3], имеющих источники выбросов загрязнений в атмосферу. Соответствующие решению математические модели и алгоритмы могут быть использованы в подсистеме вычислительного комплекса по оценке для человека составляющей экологического риска от точечного источника выбросов.

## СПИСК ЛІТЕРАТУРИ

1. Системний аналіз і моделювання у розв’язанні проблем сталого розвитку території /С.З. Поліщук, В.О. Долодаренко, Н.А. Чорнобровкіна, А.І. Рябко /За ред. д-ра тех.наук А.Г. Шапара. - Дніпропетровськ: Поліграфіст, 2001. – 136 с.
2. Шапар А.Г., Хазан В.Б., Мажаров М.В. та ін. Методичні підходи до вибору та обґрунтування критеріїв і показників сталого розвитку різних ландшафтних регіонів України. - Дніпропетровськ: ІППЕ НАН України, 1999. – 88 с.
3. ДБН А.2.2.-1-2003. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. – К.: Держкомбударх, Мінекобезпеки України, 2003. – 19 с.
4. Безопасность жизнедеятельности/Под общей ред. д-ра техн. наук, проф. С.В.Белова. – М.: Высшая школа, 1999. – 440 с.
5. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 272 с.
6. Марчук Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. – М.: Наука, ГРФМЛ, 1982. – 320 с.
7. Примак А.В., Кафаров В.В., Кочиашвили К.И. Системный анализ контроля и управление качеством воздуха и воды/Отв.ред. А.И. Щербань – АН УССР, Ин-т техн.теплофизики. – К.: Наукова думка, 1991. – 300 с.
8. Методы расчета турбулентных течений /Пер. с англ. /Под ред. В.Кальмана. – М.: Мир, 1984. – 464 с.
9. Попов Н.С., Бодров В.И., Перов В.Л. Основные направления в моделировании загрязнения воздушного бассейна за рубежом//Хим.пром-сть за рубежом. – 1982. – Вып.6. – С. 10-34.
10. ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 94 с.
11. Применение методов системного анализа, аэродинамики приземного слоя и теории надежности для оценки экологического риска /В.В. Фалько, А.В. Артамонова, В.А. Долодаренко и др. //Екологія і природокористування. – 2003. - №6. – С. 194-199.
12. Разработка стохастической математической модели загрязнений атмосферного воздуха с использованием метода статистических испытаний и ее применение для оценки экологического риска/ В.В. Фалько, А.В. Артамонова, В.А. Долодаренко и др. /Екологія і природокористування. – 2003. - №5. – С.231-236.
13. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: Учеб. для вузов. - 6-е изд. – М.: Высш.школа, 1998. – 576 с.

14. Надежности теория//Математическая энциклопедия. – М.: Советская энциклопедия, 1982. – Т.3 – С.1184.
15. Дунин-Борковский И.В., Смирнов Н.В. Теория вероятностей и математическая статистика в технике. – М.: ГИТТЛ. 1955. – 556 с.
16. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высш.шк., 1997. – 479 с.
17. Бернштейн С.Н. Теория вероятностей. – М. – Л.: Гостехиздат, 1946. – 556 с.
18. Бусленко Н.П., Шрейдер Ю.А. Метод статистических испытаний (Монте-Карло) и его реализация в цифровых машинах. – М.: 1961. – 160 с.
19. Надёжность технических систем: Монография/ Е. Переверзев, А. Алпатов, Ю. Даниев, П. Новак – Днепропетровск: Пороги, 2002. – 396 с.
20. Волков Е.Б., Судаков Р.С., Сверицын Т.А. Основы теории надежности ракетных двигателей. – М.: Машиностроение, 1974. – 393 с.
21. Кахур К., Лимберсон Л. Надёжность и проектирование систем. – М.: Мир, 1980.- 604 с.
22. Надёжность в технике. Научно-технические, экономические и правовые аспекты надёжности: Методическое пособие / Под ред. В.В.Болотина. – М.: МНТК, „Надёжность машин“, 1993. – 253 с.
23. Тимашев С.А. Надёжность больших механических систем. – М.: Наука, 1982. – 184 с.
24. Хенпи Э.Дж., Кумамото Х. Надёжность технических систем и оценка риска. – М.: Машиностроение. – 518 с.
25. Червонный А.А., Лукьященко В.И., Котин Л.В. Надёжность сложных систем. – М.: Сов. радио, 1972. – 304 с.
26. Фалько В.В. Алгоритм компьютерной технологии определения составляющей экологического риска для человека от точечного источника выбросов//Вестник Сумского государственного университета.-2005. - №9(81). – С. 66-75
27. Фалько В.В., Артамонова А.В. Уточнение при оценке экологического риска влияния малых случайных отклонений направления ветра на распределение концентраций загрязняющих атмосферный воздух веществ//Вестник Сумского государственного университета. – 2004. - №13. –С. 92-99.
28. Уточнение математической модели для оценки экологического риска от загрязнения атмосферы выбросами одиночного точечного источника /В.В. Фалько, В.А. Долодаренко, Н.А. Чернобровкина и др.// Екологія і природокористування. – 2004. - №.7 – С. 175-180.

*Поступила в редакцию 6 декабря 2005 г.*

УДК 665.7.038;665.7(045)

### **ЗМЕНШЕННЯ ВИПАРОВУВАННЯ ВУГЛЕВОДНЕВИХ РІДИН ПЛІВКОУТВОРЮВАЛЬНИМИ ПІНАМИ**

***О.А. Спаська, д-р хім. наук, проф.; С.В. Іванов, д-р техн. наук, проф.;  
С.В. Бойченко***

*Національний авіаційний університет, м. Київ*

Сьогодні енергетична проблема, зокрема проблема пального, займає практично перше місце серед інших. Досконалість процесу тривалого збереження вуглеводневих рідин - одне з найважливіших державних завдань. Його найбільш важливим аспектом є систематичне вивчення та наукове дослідження випаровування вуглеводневих рідин, запобігання створенню вибухонебезпечних концентрацій, що можуть призвести до пожежі на всій поверхні нафтопродукту [1].

Останніми десятиріччями багато країн світу розробляють конкретні заходи з метою захисту від забруднень навколишнього середовища, спрямовані на збереження та поліпшення генетичного фонду людини та стабілізацію екологічної ситуації і певною мірою відновлення свого природного середовища для нащадків [2].

Науково обґрунтоване застосування різних ефективних методів і засобів боротьби із втратами нафти і нафтопродуктів може різко знизити фактичні втрати від випаровування, зберегти велику кількість нафтопродуктів, захистити навколишнє середовище від шкідливого впливу вуглеводнів [3].