

УДК 502.36:533.6.011+62.192

## **УЧЕТ ОЦЕНКИ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ОТ ТОЧЕЧНОГО ИСТОЧНИКА ВЫБРОСОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ И ПРИНЯТИИ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ РЕШЕНИЙ**

**Фалько В.В., Пляцук Л.Д.**

**Сумский государственный университет**

**Введение.** Концепция риска в целом представляет собой системный подход, включающий два основных элемента: оценку риска и управление риском.

Количественное измерение уровня экологической безопасности возможно только на основе механизма анализа и оценки экологического риска, который связан с необходимостью учета неопределенности и непредсказуемости многих процессов и явлений. В полном объеме рискованные ситуации не всегда определяются и подвергаются изучению. Эта неопределенность имеет особое значение для промышленных предприятий, т.к. давно стало аксиоматичным утверждение, что любое производство неизбежно связано с вероятностью нанесения ущерба окружающей среде и здоровью человека.

Экологический риск можно локализовать на основе вариантных планов и расчетов, позволяющих в достаточной степени моделировать и прогнозировать наступление рискованного события или явления и применять меры к снижению степени негативного воздействия на окружающую среду.

Важность проблемы оценки уровней риска, т.е. вероятности наступления нежелательных опасных событий и размера их последствий для населения и окружающей среды, определена тем, что позволяет формировать нормативные модели управления экологическим риском.

Как правило, оценка экологического риска проводится в форме заказного исследования с целью получения информации, носящей перспективный или ретроспективный характер, и необходимый заказчику (законодательным, управленческим структурам и т.д.) для принятия административных решений.

**Цель работы.** Показать необходимость и возможность использования полученных результатов по оценке составляющей экологического риска от точечного источника выбросов вредных веществ в атмосферу для проведения экологической экспертизы и принятия хозяйственных решений.

**Материалы и результаты исследований.** Экологический риск можно локализовать на основе вариантных планов и расчетов, позволяющих в достаточной степени моделировать и прогнозировать наступление рискованного события или явления и принимать меры к снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Для объективной количественной оценки, сравне-

ния, анализа, управления воздействием загрязнителей различной и разнообразной природы в последние десятилетия за рубежом и в Украине стала активно развиваться методология рисков.

Методология оценки риска должна использоваться:

-при проведении государственного санитарного надзора и государственного экологического надзора;

- при проведении экологической и гигиенической экспертизы;

-при проведении экологического аудита, экологической и гигиенической паспортизации промышленных и других объектов;

-в социально-гигиеническом мониторинге в части воздействия окружающей среды на здоровье населения;

-при определении зон бедствий и чрезвычайной экологической ситуации;

-в экономическом анализе управления риском (оценка затраты - эффективность);

-при обосновании приоритетных мероприятий в Планах действия по охране окружающей среды и оценки их эффективности.

В настоящее время учет экологической составляющей при анализе и оценке возможных рисков является обязательной частью. Экологические риски должны быть рассмотрены на самых ранних стадиях обоснования.

Необходимость и актуальность оценки составляющей экологического риска для человека от точечного источников выбросов обусловлена следующим [1].

На сегодняшний день ухудшение здоровья населения с точки зрения экологии является, прежде всего, загрязнение атмосферного воздуха, основными источниками загрязнений которого являются промышленные зоны и автомобильный транспорт. В отличие от других факторов, воздействие антропогенных выбросов на человека и окружающую среду отрегулировать невозможно.

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 экологиче-

ского риска проектируемой деятельности [2]. В связи с тем, что в настоящее время отсутствует нормативная методика оценки риска, исследования и решение задач в этой проблеме становятся особенно актуальными.

В связи с этим возникает необходимость в оценке составляющей экологического риска, обусловленного загрязнением атмосферного воздуха. В этом случае можно выделить две причины появления риска. Первая связана с возникновением возможных нештатных или аварийных ситуаций на объектах и как следствие – с повышенным выбросом загрязняющих веществ [3], которая обусловлена отказом соответствующего оборудования на объектах, и в данном случае не рассматривается.

Вторая причина действует в большей или меньшей мере во все время функционирования объекта и обусловлена случайным разбросом характеристик источников выбросов загрязняющих веществ и внешней среды – возмущающих факторов. Последние вызывают случайные изменения поля концентраций загрязняющих веществ над прилегающей к источнику территорией, что приводит к возможности превышения предельно допустимых значений концентраций. В таком случае величина вероятности и будет характеризовать указанную выше составляющую экологического риска. При этом рассматриваемое техногенное воздействие является одной из причин, определяющих здоровье человека, поэтому величину ущерба можно не определять, а составляющую рассмотренного риска будем характеризовать указанной величиной вероятности [4].

В теории распространения загрязнений в атмосферном воздухе [5-9], а также в ее практическом использовании [10] базовое значение занимает рассмотрение точечного источника выбросов, т.к. другие виды источников (линейные, площадные источники [10]), в основном, применяются теорию точечного источника. В исследовании [4] представлено 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. В их основу положено решение при определенных начальных и граничных условиях дифференциального уравнения в частных производных, описывающее распределение концентраций  $C_j$  загрязняющих веществ на примыкающей к источнику территории [5].

С их помощью невозможно охарактеризовать рассматриваемую составляющую экологического риска. При детерминированном подходе считается, что, если концентрация загрязняющего вещества не пре-

вышает предельно допустимое значение, то ее воздействие является допустимым. Если же имеется хотя бы малое превышение – то недопустимым.

В действительности такого строгого разделения быть не может, т. к. 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. Оценка рассматриваемой составляющей экологического риска была проведена с использованием стохастического подхода.

Следуя стохастическому подходу, свойство биологической системы противостоять антропогенному воздействию и сохранять свои природные функции при оценках по краткосрочному прогнозу антропогенного воздействия (20-30 минут), который мы будем рассматривать, и который применяется на практике [5, 10], можно характеризовать некоторой случайной величиной  $Y$  – обобщенной защищенностью биологической системы против антропогенного воздействия. Аналогично, суммарное антропогенное воздействие на биологическую систему для тех же условий можно характеризовать некоторой случайной величиной  $X$ . Тогда защищенность биологической системы от антропогенного воздействия будет определяться через вероятность превышения случайной величины  $Y$  над случайной величиной  $X$  —  $P(Y > X)$  и может рассматриваться как один из показателей надежности биологической системы. Противоположную вероятность  $a = 1 - P(Y > X)$  можно рассматривать как показатель риска биологической системы выполнять надежные природой функции при антропогенном воздействии или как составляющую экологического риска, вызванную антропогенным воздействием [13-14, 17-26].

В том случае, если вероятность  $P(Y > X)$  близка или равна единице (риск близок или равен нулю), считается, что биологическая система устойчива при антропогенном воздействии и в таких условиях будет выполнять свои функции.

Таким образом, при рассмотренном подходе оценки экологического риска для биологической системы сведется к определению вероятности  $a = 1 - P(Y > X)$ . Решению частной задачи: разработке стохастической методологии оценки воздействия выбросов источниками химических загрязняющих веществ и пыли в атмосферный воздух на человека и определению показателя экологического риска – вероятности  $a_{11}$  от точечного источника выбросов посвящена работа [4].

Для разработки математической модели и метода решения задачи проанализирован существующий детерминированный подход к оценке антропогенного воздействия человека через загрязнение атмосферного воздуха, включающий теоретические основы, матема-

тические модели и методики оценки воздействия [5-10].

Также использована детерминированная математическая модель определения концентраций вредных веществ для одиночного источника выбросов [10], которая затем применяется при разработке стохастических закономерностей распространения загрязнений.

Для построения стохастических закономерностей распространения загрязнений в атмосферном воздухе и оценке рассматриваемой составляющей экологического риска 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].

С использованием:

\*стохастического подхода;

\*математического аппарата метода линеаризации функции случайных аргументов [13],

\*детерминированной математической модели 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 их базе 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].

С использованием:

\*стохастического подхода;

\*математического аппарата метода статистических испытаний (Монте-Карло) [18];

\*детерминированной математической модели 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].

С использованием:

\*стохастического подхода;

\*теории учета нелинейностей в стохастических зависимостях [13],

\*детерминированной математической модели определения концентраций загрязняющих веществ от выбросов одиночного точечного источника [10];

\*указанных выше стохастических закономерностей и оценки составляющей экологического риска

получено аналитическое уточнение результатов, использующих метод линеаризации, которое позволяет 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”[4].

**Выводы.** Полученные результаты охватывают все этапы проектирования объектов [3], имеющих источники выбросов загрязнений в атмосферу. Полученные в результате исследований математические модели и алгоритмы могут быть использованы в подсистеме вычислительного комплекса по оценке для человека составляющей экологического риска от точечного источника выбросов при проведении экологической экспертизы и принятия хозяйственных решений..

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Поліщук С.З., Долодаренко В.О., Чорнобровкіна Н.А., Рябко А.І. Системний аналіз і моделювання у розв’язанні проблем сталого розвитку території / Під ред. д-ра тех. наук А.Г. Шапара. - Дніпропетровськ: Поліграфіст, 2001. – 136 с.

2. 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.

3. Безопасность жизнедеятельности / Под общей ред. д-ра техн. наук, проф. С.В.Белова. – М.: Высшая

школа, 1999. – 440 с.

4. Фалько В.В. Задача оценки для человека составляющей экологического риска от точечного источника выбросов // Вестник Сумского государственного университета. – 2006. - №5. - С. 120-124.

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. Щербань А.И. – 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 / Фалько В.В., Артамонова А.В., Долодаренко В.А. и др. // Экологія 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 / Фалько В.В., Артамонова А.В., Долодаренко В.А. и др. // Экологія і природокористування. – 2003. - №5. – С.231-236.

13. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. Учеб. для вузов. – М.: Высшая школа, 1998. – 576 с.

14. Надежности теория // Математическая энциклопедия. – М.: Советская энциклопедия, 1982. – Т.3 – 1184 с.

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.: Высшая школа, 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 на цифровых машинах. – М.: 1961. – 160 с.

19. Надежность технических систем: Монография / Переверзев Е., Алпатов А., Даниев Ю., Новак П. – 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. Надежность и проектирование систем. – М.: Мир, 1980. – 604 с.

22. Надежность в технике. Научно-технические, экономические и правовые аспекты надежности. Методическое пособие / Под ред. В.В.Болотина. – М.: МНТК, „Надежность машин”, 1993. – 253 с.

23. Тимашев С.А. Надежность больших механических систем. – М.: Наука, 1982. – 184 с.

24. Хенпи Э.Дж., Кумамото Х. Надежность технических систем и оценка риска. – М.: Машиностроение. – 518 с.

25. Червонный А.А., Лукьященко В.И., Котин Л.В. Надежность 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 / Фалько В.В., Долодаренко В.А., Чернобровкина Н.А. и др. // Экологія і природокористування. – 2004. - №7 – С. 175-180.

Статья поступила 11.10.2006 г.  
Рекомендовано к печати д.т.н., проф.  
Филатов Л.Г.