



Фирма «Интеграл»

Расчетный блок «Риски»

Версия 1

Руководство пользователя

**Санкт-Петербург
2007**

Содержание

От разработчика программы.....	3
О программе кратко.....	3
Установка программы	3
Порядок работы с расчетным модулем «Риски»	4
Порядок работы с программным комплексом Эколог при проведении расчетов полей рисков.....	4
Модели, основанные на расчете максимальных концентраций.....	4
Модели, основанные на расчете средних концентраций.....	5
Методические рекомендации при работе с программным комплексом Эколог при проведении расчетов полей рисков.....	6
Порядок проведения расчета полей рисков	6
Расчет рисков для здоровья населения	11
Расчет рисков для здоровья населения в результате загрязнения атмосферного воздуха выбросами от стационарных и передвижных источников	11
Идентификация опасности.....	12
Оценка экспозиции	13
Оценка зависимости «доза-эффект»	14
ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕДУРЫ	15
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕДУРЫ	16
Характеристика риска	17

От разработчика программы

Фирма «Интеграл» рада предложить Вам программу по расчету рисков для здоровья населения «Риски». Мы искренне надеемся, что выбор нашей программы не разочарует Вас и Вы найдете данный программный продукт удобным инструментом в Вашей работе.

В настоящем Руководстве мы постарались дать ответы на все вопросы, которые могут возникнуть при работе с программой. Здесь подробно рассмотрены все аспекты эксплуатации программы, дано исчерпывающее описание ее возможностей и элементов пользовательского интерфейса, даны рекомендации относительно порядка действий при работе с программой в автономном режиме и режиме вызова из внешней программы. Приводятся также рекомендации по устранению возможных неполадок в работе программы.

Хочется подчеркнуть, что Вы всегда можете рассчитывать на нашу помощь в освоении и эксплуатации программы. Все консультации оказываются бесплатно и бессрочно. Вы можете задавать Ваши вопросы по электронной почте (eco@integral.ru), присылать их факсом ((812)717-70-01) или почтой (191036, Санкт-Петербург, 4-я Советская ул., 15 Б), а также звонить нам по многоканальному телефону ((812)740-11-00). Отправить Ваш вопрос Вы можете также при помощи специальной формы на нашем сайте в Интернете (www.integral.ru). Там же, на сайте, имеется экологический форум, где Вы можете задать Ваши вопросы нам, а также пообщаться с Вашими коллегами – другими пользователями наших программ.

При обращении с вопросами по программам просим иметь под рукой номер Вашего электронного ключа (указан на ключе и на вкладыше в коробку компакт-диска) или регистрационный номер организации-пользователя (выводится в окне «О программе»). Это позволит значительно ускорить работу с Вашим вопросом.

С удовольствием выслушаем любые Ваши замечания и предложения по совершенствованию этой и других наших программ.

Благодарим Вас за Ваш выбор и желаем приятной и эффективной работы!

О программе коротко

Программа предназначена для использования совместно с Унифицированной программой расчета загрязнения атмосферы (УПРЗА) «Эколог» вер. 3.0 и позволяет оценить риск для здоровья (вероятность развития у населения неблагоприятных для здоровья эффектов в результате реального или потенциального загрязнения окружающей среды). Программа реализует Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду».

Установка программы

Перед установкой программы необходимо установить УПРЗА «Эколог» вер. 3.0 (сборка не ниже 3.0.102.0). Установку расчетного блока «Риски» следует проводить в основной каталог программы «Эколог» (по умолчанию C:\Program Files\Integral\Ecolog3\RShell).

Порядок работы с расчетным модулем «Риски»

Порядок работы с программным комплексом Эколог при проведении расчетов полей рисков

Оценка риска здоровью при анализе качества окружающей среды подразумевает, как это принято в международной практике, выполнение четырех основных этапов:

- идентификация опасности,
- оценка экспозиции,
- оценка зависимости «доза-эффект»,
- характеристика риска.

Предлагаемая процедура «расчет риска» реализует третий этап, т.е. оценку зависимости «доза-эффект». В данной версии программы проводится оценка только индивидуального риска.

Перед запуском данного алгоритма должны быть проведены расчеты либо максимальных, либо средних концентраций, т.е. проведены оценка экспозиции. В зависимости от типа проведенных расчетов выбираются соответствующие модели оценки риска.

Модели, основанные на расчете максимальных концентраций.

Стандартные

1. Неканцерогенный риск (неканцерогенный индекс) - доля превышения референтной концентрации острого действия

Для оценки неканцерогенного риска в соответствии с неканцерогенным индексом применяется пороговая модель, использующая величины референтных (безопасных) доз или концентраций, которые являются индивидуальной характеристикой каждого вещества или иного агента. Значения референтных доз и концентраций предполагается выпускать в виде отдельных списков или в составе приложений к нормативным документам. В настоящее время таковыми являются приложения к «Руководству по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Руководство Р2.1.10.1920-04)».

Процедура оценки неканцерогенного риска в данном случае заключается в делении величины воздействующей концентрации (дозы) на референтную. Нормирование, т.е. сопоставление получаемого значения риска с приемлемым значением, осуществляется в соответствии со следующим правилом. Если отношение этих величин менее единицы, то риска нет, если больше - то риск есть.

2. Доля превышения порога запаха

При выполнении данной процедуры максимальная концентрация сопоставляется с величиной порога запаха. Значение порога запаха являются индивидуальной характеристикой каждого вещества или иного агента, которая выбирается из соответствующей справочной литературы. В данном случае используется информация монографии Онищенко Г.Г., Новиков С.М., Рахманин Ю.А., Авалиани С.Л., Буштуева К.А. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М., 2002 408 с..

Процедура оценки риска в данном случае заключается в делении величины воздействующей концентрации (дозы) на порог запаха. Нормирование, т.е. сопоставление получаемого значения риска с приемлемым значением, осуществляется в соответствии со следующим правилом. Если отношение этих величин менее единицы, то вероятности возникновения массовых жалоб на неприятные запахи нет, если больше - то есть.

Дополнительные

1. Риск (вероятность обнаружения) неспецифического запаха.

Риск обнаружения неспецифического запаха оценивается нами в соответствии с МР «Комплексная гигиеническая оценка степени напряженности медико-экологической ситуации различных территорий, обусловленной загрязнением токсикантами среды обитания населения», Методические рекомендации,

Утверждены Главным государственным санитарным врачом России Г.Г.Онищенко 30 июля 1997 г. №2510/5716-97-32.

Получаемое значение риска представляет собой вероятностную величину в пределах от 0 до 1 и характеризует вероятность обнаружения населением неспецифического запаха как эффект воздействия вещества на уровне максимальной концентрации. Приемлемым значением данного вида риска считается величина 0,10.

2. Риск (вероятность обнаружения) навязчивого запаха.

Расчеты вероятности появления навязчивого запаха (запаха силой в 3 бала) осуществляются в соответствии с положениями работы: М.А.Пинигин, И.К. Остапович, А.А.Сафиулин, Л.А.Тепикина, О.В.Бударина, И.В.Баева Гигиеническая регламентация пахучих веществ на основе концепции риска. В сб. Гигиеническая наука и практика на рубеже XXI века. Материалы IX Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей под ред. А.И.Потапова и Г.Г.Онищенко, Москва, 2001, том 1. с. 304 - 307., в модификации авторов работы: А.В.Киселев с соавт. Организационно-методические аспекты применения методологии оценки риска в практической деятельности санэпидслужбы. Гигиена и санитария №6, 2002, с. 81 - 82.

Получаемой значением риска представляет собой вероятностную величину в пределах от 0 до 1 и характеризует вероятность обнаружения населением неспецифического запаха как эффект воздействия вещества на уровне максимальной концентрации. Приемлемым значением данного вида риска считается величина 0,001.

Модели, основанные на расчете средних концентраций.

Стандартные.

1. Неканцерогенный риск (неканцерогенный индекс) - доля превышения референтной концентрации хронического действия.

Для оценки неканцерогенного риска в соответствии с неканцерогенным индексом применяется пороговая модель, использующая величины референтных (безопасных) доз или концентраций, которые являются индивидуальной характеристикой каждого вещества или иного агента. Значения референтных доз и концентраций предполагается выпускать в виде отдельных списков или в составе приложений к нормативным документам. В настоящее время таковыми являются приложения к «Руководству по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Руководство Р2.1.10.1920-04)».

Процедура оценки неканцерогенного риска в данном случае заключается в делении величины воздействующей концентрации (дозы) на референтную. Нормирование, т.е. сопоставление получаемого значения риска с приемлемым значением, осуществляется в соответствии со следующим правилом. Если отношение этих величин менее единицы, то риска нет, если больше - то риск есть.

2. Канцерогенный риск.

Для оценки канцерогенного риска применяется беспороговая модель, использующая величины потенциалов канцерогенного риска, которые являются индивидуальной характеристикой каждого вещества или иного агента. Обычная размерность потенциалов канцерогенного риска: кг/мг-день или кг/мкг-день. Обозначение потенциалов канцерогенного риска - SFi - для ингаляционного воздействия и SFo - для перорального. В американской транскрипции кг/мкг-день может выглядеть как kg/ug-day. Также корректно обозначение размерности в виде (мг/кг-день)⁻¹ или (мкг/кг-день)⁻¹. Значения потенциалов канцерогенного риска опубликованы в приложениях к официальному «Руководству по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Руководство Р2.1.10.1920-04)».

Оценка канцерогенного риска осуществляется либо по экспоненциальной модели, либо по линейной. Первая модель является универсальной и хорошо работает на уровне больших и малых уровнях воздействия. Вторая модель применима только при относительно малых экспозиционных нагрузках.

Расчет по экспоненциальной модели для перорального поступления:

$$\text{Риск} = 1 - \exp(-SFo \times ADD)$$

Расчет по линейной модели для перорального поступления:

$$\text{Риск} = SFo \times ADD$$

Расчет по экспоненциальной модели для ингаляционного поступления:
Риск = $1 - \exp(-SFo \times ADI)$

Расчет по экспоненциальной модели для ингаляционного поступления:
Риск = $SFo \times ADI$

Получаемая величина риска показывает вероятность развития заболеваний раком при заданных уровнях дозовых нагрузок (индивидуальный риск). При умножении полученной величины на численность экспонируемого населения получаем число дополнительных случаев заболеваний раком в популяции от воздействия оцениваемого агента (популяционный риск).

В ряде информационных источников величины потенциалов канцерогенного риска приводятся в размерности, адаптированной к воздействующей концентрации, например (мг/м³)-1. В этом случае для оценки канцерогенного риска значение потенциала риска следует умножить на воздействующую концентрацию, а не на дозу.

Приемлемое значение риска для канцерогенов группы А - 0.00001, для остальных - 0.0001.

Дополнительные

1. Расчет хронического риска по беспороговой модели.

Расчет хронического риска по беспороговой модели в соответствии с МР «Комплексная гигиеническая оценка степени напряженности медико-экологической ситуации различных территорий, обусловленной загрязнением токсикантами среды обитания населения», Методические рекомендации, Утверждены Главным государственным санитарным врачом России Г.Г.Онищенко 30 июля 1997 г. №2510/5716-97-32.

Значение получаемой величины хронического риска представляет собой вероятностную величину в пределах от 0 до 1 и позволяет оценить вероятный рост общей заболеваемости (по сумме всех случаев заболеваний), связанный с загрязнением объектов окружающей среды.

Рекомендуемая величина приемлемого риска – 0,02 - 0,05.

Методические рекомендации при работе с программным комплексом Эколог при проведении расчетов полей рисков.

Перед проведением расчетов полей рисков необходимо провести расчет либо максимальных, либо средних концентраций, т.е. должна быть проведена оценка экспозиции. В зависимости от типа проведенных расчетов выбираются соответствующие модели оценки риска:

- Модель, основанная на расчете максимальных концентраций
- Модель основанная на расчете средних концентраций

Порядок проведения расчета полей рисков

В дереве исходных данных программного комплекса «Эколог» необходимо выбрать предприятие, соответствующий вариант исходных данных и вариант расчета для которых необходимо провести расчет полей рисков.

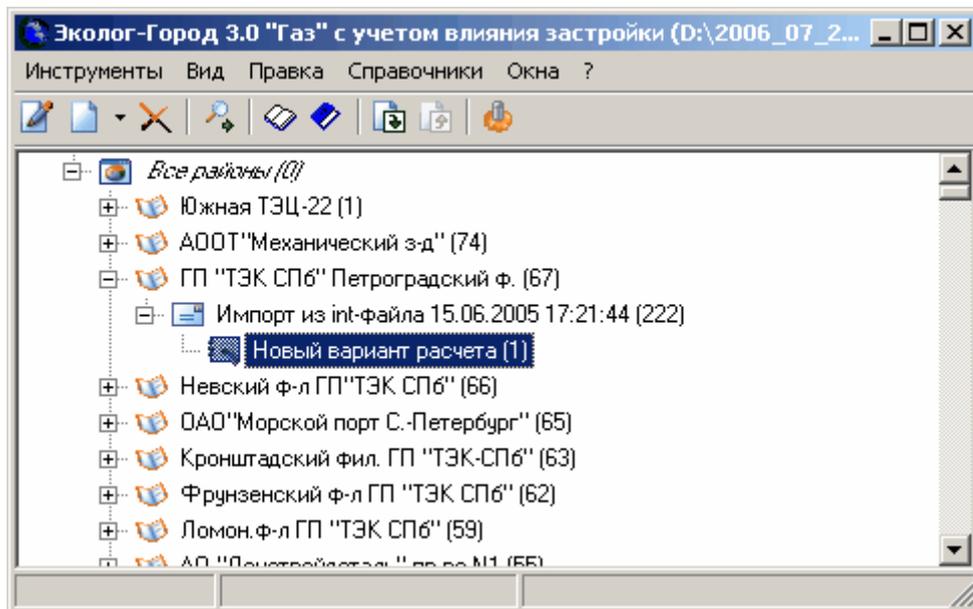


Рис. 1 Выбор варианта расчета для предприятия

Затем двойным щелчком мыши открыть требуемый вариант расчета, выбрать закладку «Расчет», в качестве типа расчетного модуля выбрать «Расчет рисков» и нажать кнопку «Произвести расчет»

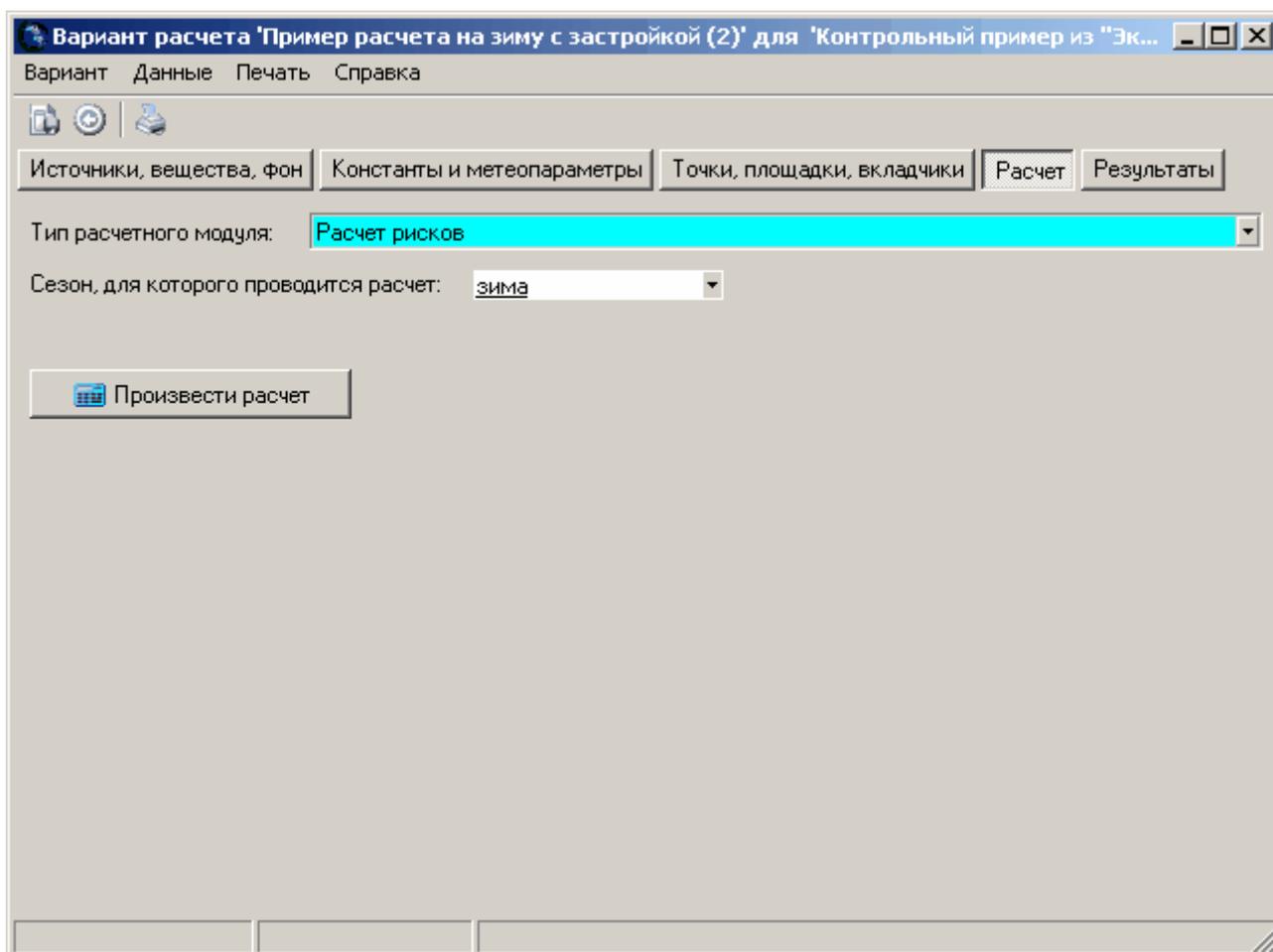


Рис. 2. Запуск расчета полей рисков

После нажатия кнопки «Произвести расчет» откроется окно настройки расчета полей рисков, в котором необходимо будет выбрать те риски, которые необходимо рассчитать.

Список рисков будет зависеть от того, какой расчет был проведен перед этим: расчет максимальных концентраций или расчет средних концентраций.

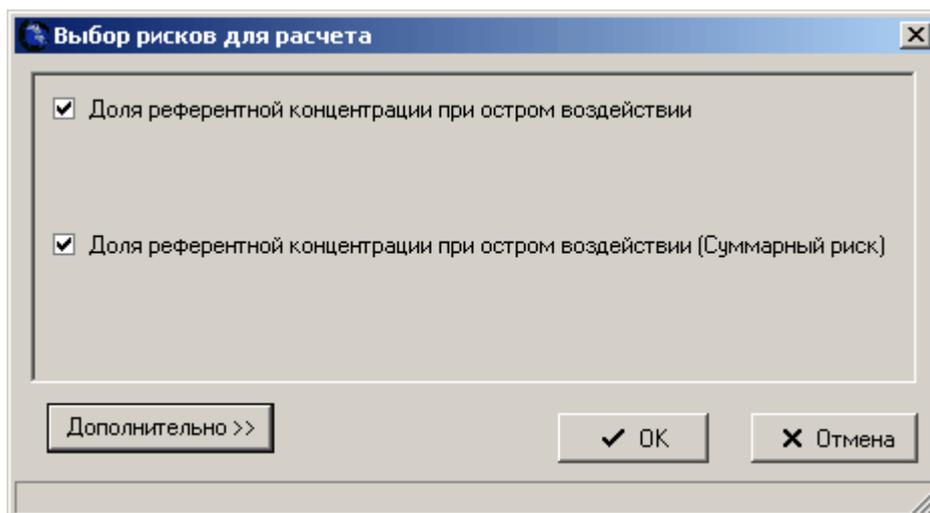


Рис.3. Выбор рисков для расчета в случае предварительного расчета максимальных концентраций (сокращенный список)

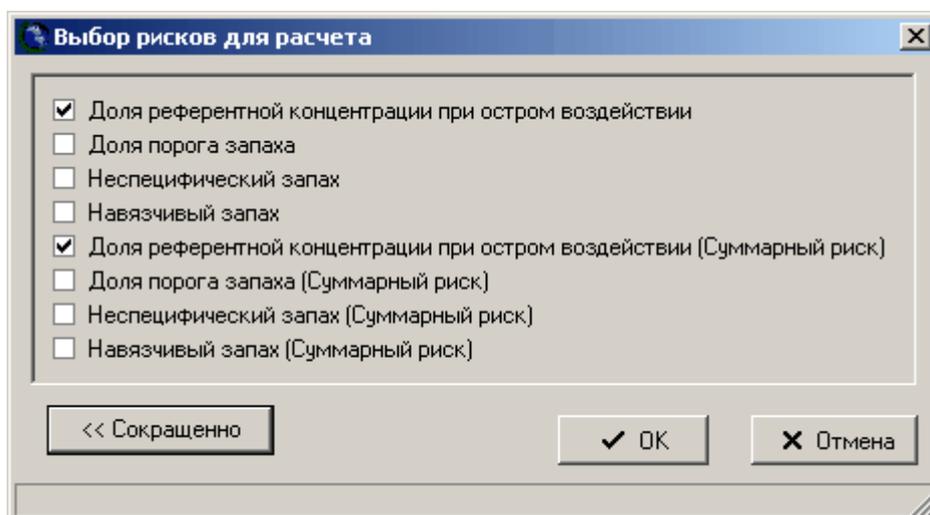


Рис.4. Выбор рисков для расчета в случае предварительного расчета максимальных концентраций (расширенный список)

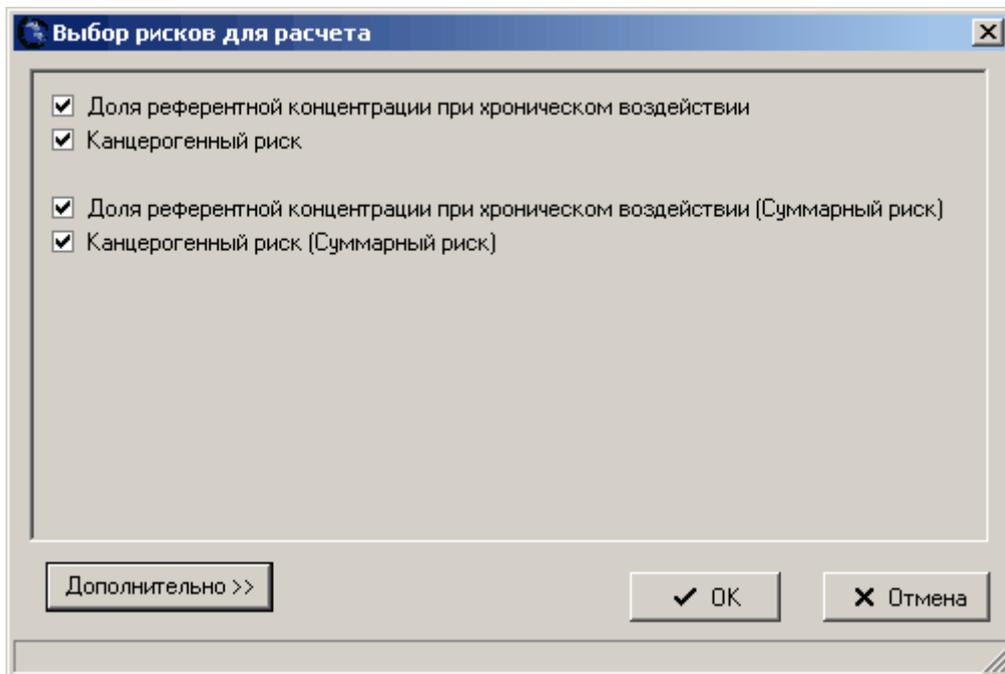


Рис. 5. Выбор рисков для расчета в случае предварительного расчета средних концентраций (сокращенный список)

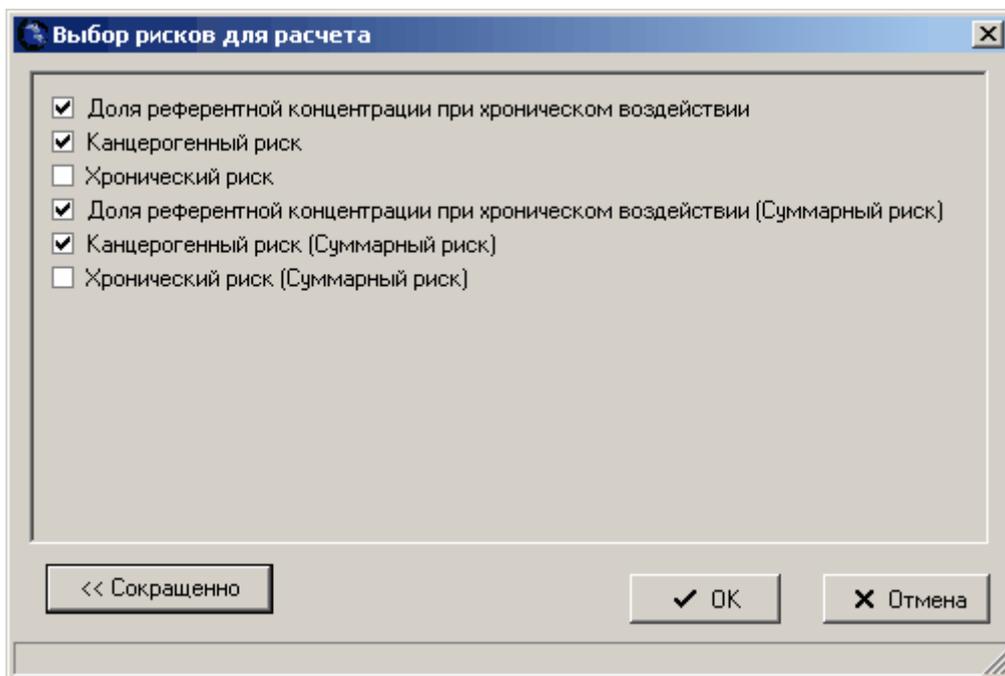


Рис. 6. Выбор рисков для расчета в случае предварительного расчета средних концентраций (расширенный список)

После нажатия кнопки «OK» запускается непосредственно расчет, выбранных в предыдущем окне, рисков.

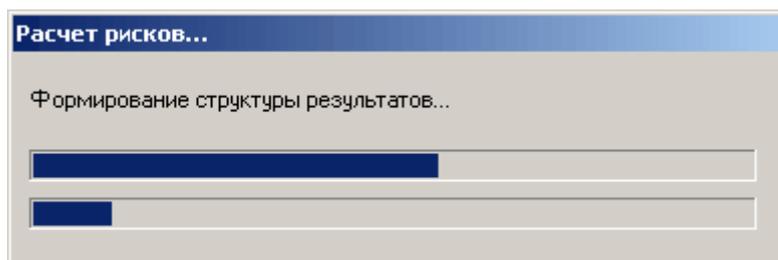


Рис. 7. Процесс расчета полей рисков

После выбора рисков для расчета и нажатия кнопки «ОК» будет произведен непосредственно сам расчет, по завершению которого программа автоматически сделает активной закладку «Результаты»

Код вещества (группы)	Название вещества	Тип результата
301	Азота диоксид (Азот (IV)...	расчетные точки
301	Азота диоксид (Азот (IV)...	расчетная площадка № 1
301	Азота диоксид (Азот (IV)...	Риски на расчетных точках: доля референтной конц. хрон.
301	Азота диоксид (Азот (IV)...	Риски на расчетной площадке № 1: доля референтной конц. хрон.
0		Суммарный риск на расчетных точках: доля референтной конц. хрон.
0		Суммарный риск на расчетной площадке № 1: доля референтной конц. ...
301	Азота диоксид (Азот (IV)...	Риски на расчетных точках: канцерогенный риск
301	Азота диоксид (Азот (IV)...	Риски на расчетной площадке № 1: канцерогенный риск
0		Суммарный риск на расчетных точках: канцерогенный риск
0		Суммарный риск на расчетной площадке № 1: канцерогенный риск
301	Азота диоксид (Азот (IV)...	Риски на расчетных точках: доля референтной конц. остр.
301	Азота диоксид (Азот (IV)...	Риски на расчетной площадке № 1: доля референтной конц. остр.
0		Суммарный риск на расчетных точках: доля референтной конц. остр.
0		Суммарный риск на расчетной площадке № 1: доля референтной конц. ...

Результат 11 из 14

Рис. 8. Список результатов расчетов полей рисков

Координаты (м)		Риск
X	Y	
1606.9055883	1954.4831371	0.534008
1424.145557	2034.9645918	0.511302
2000	2000	0.505306
1326.801714	1099.5184727	0.504390
1767.7606506	2189.6237215	0.487937
1922.4972096	1398.2666131	0.481771
1688.8065044	1204.1593194	0.476432
1543.7863664	2255.6509223	0.474912
1416.5184727	990.198286	0.474363

Точка 1 из 45

Рис. 9. Результаты расчета полей риска «Доля референтной концентрации при остром воздействии» на расчетных площадках по веществу 301 Азота диоксид.

Расчет рисков для здоровья населения

Расчет рисков для здоровья населения в результате загрязнения атмосферного воздуха выбросами от стационарных и передвижных источников

Практика проведения медико-экологических инициатив в области охраны окружающей среды на территории России предполагает учет, как минимум, двух типов риска:

- риск загрязнения, рассматриваемый как вероятность загрязнения окружающей среды в результате плановой или аварийной деятельности промышленных предприятий (экологический риск);
- риск для здоровья, который характеризует собой вероятность развития у населения неблагоприятных для здоровья эффектов в результате реального или потенциального загрязнения окружающей среды.

Оценка первого из названных видов риска традиционно находится в ведении природоохранных организаций, методически обеспечиваемых в настоящее время соответствующими службами Министерства природных ресурсов (МПР) России. Второй вид риска - риск для здоровья населения - является предметом изучения и управления Министерства здравоохранения России, в основном входящего в него Департамента госсанэпиднадзора.

Законодательно использование методологии оценки риска закреплено Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации и Главного государственного инспектора Российской Федерации по охране природы «Об использовании методологии оценки риска для управления качеством окружающей среды и здоровья населения в Российской Федерации» от 10.11.97 N 25 и 03-19\24-3486, где указано, что 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 иных объектов,
- определении зон экологического бедствия и чрезвычайной экологической ситуации,
- в социально-гигиеническом мониторинге в части оценки воздействия окружающей среды на здоровье населения,
- экономическом анализе управления риском (оценка «затраты – эффективность»),
- обосновании приоритетных мероприятий в Планах действий по охране окружающей среды и оценке их эффективности.

Этим же документом на период разработки отечественных критериев оценки риска (т.е. до появления официальных нормативно-методических документов, их содержащих) предписано пользоваться референтными дозами (концентрациями) и потенциалами рисков, разработанных Американским Агентством по защите окружающей среды. Кроме того, использование методологии оценки риска в сочетании с медико-статистическими и эпидемиологическими методами является основой для установления причинно-следственных связей в системе «среда-здоровье», что определено Положением о социально-гигиеническом мониторинге № 426 от 1 июня 2000 г. и рядом других нормативно-методических документов МЗ РФ.

В настоящее время практически поготовка основных документов, регулирующих деятельность учреждений и предприятий в области оценки риска здоровью в связи с качеством окружающей среды. Более полную информацию об актуальных и готовящихся документах можно получить на сайте Федерального центра госсанэпиднадзора .

Оценка риска здоровью при анализе качества окружающей среды подразумевает, как это принято в международной практике, выполнение четырех основных этапов:

- идентификация опасности,
- оценка экспозиции,
- оценка зависимости «доза-эффект»,
- характеристика риска.

Идентификация опасности

Идентификация опасности подразумевает учет тех факторов, которые способны оказать неблагоприятное воздействие на здоровье человека. Идентификация опасности - это сложный и многосторонний процесс, требующий анализа разнородной информации. Целью выполнения этого этапа является выявление факторов физической, химической или биологической природы, представляющих наибольшую угрозу для здоровья человека. В результате осуществления первого этапа оценки риска должны быть получены ответы на вопросы:

- Какие факторы (химические вещества, физические воздействия и пр.), присутствующие в окружающей среде исследуемого района, могут вызвать неблагоприятные для здоровья эффекты?
- Какое неблагоприятное воздействие могут оказать эти факторы?
- Какая новая информация необходима для суждения об опасности этих факторов?

При выполнении работ по идентификации опасности принято выделять два основных аспекта: теоретический и практический. Теоретический аспект включает методологию установления тех признаков или свойств химических веществ, которые позволяют отнести их к вредным для здоровья человека факторам.

Практический аспект заключается в рассмотрении принципов выбора из всего многообразия загрязнения конкретного вредного агента или группы веществ для проведения исследований по оценке риска в определенном регионе. Следует подчеркнуть, что применительно к практической деятельности этот этап работы, как правило, подразумевает инвентаризацию промышленных выбросов в объекты окружающей среды, а также учет и регистрацию химических веществ, используемых в промышленных и других целях. В соответствии с Информационно-методическим письмом Департамента Госсанэпиднадзора МЗ РФ №1100/731-01-111 от 26.03.2001 «Оценка риска многосредового воздействия химических веществ (расчет дозовой нагрузки, критерии оценки риска канцерогенных и неканцерогенных эффектов)» для проведения работ по этапу идентификации опасности целесообразно пользоваться следующими подходами. При выявлении в ходе инвентаризации выбросов канцерогенов вычисляется ранговый индекс канцерогенной опасности ($HR_{ikanц.}$) по формуле:

$$HR_{ikanц.} = E \times Wc \times P / 10000,$$

где Wc – весовой коэффициент канцерогенной активности (табл. 1);

P – численность популяции под воздействием;

E – величина условной экспозиции (объем годового выброса, т/год).

Таблица 1.

Весовые коэффициенты для оценки канцерогенных эффектов (Wc)

Фактор канцерогенного потенциала (мг/кг)	Группа по классификации US EPA	
	A/B	C
< 0.005	10	1
0.005 – 0.05	100	10
0.05 – 0.5	1000	100
0.5 – 5.0	10000	1000
5.0 – 50.0	100000	10000
> 50.0	1000000	1000000

Для неканцерогенов вычисляется ранговый индекс неканцерогенной опасности ($HR_{ineканц.}$) по формуле:

$$HR_{ineканц.} = E \times TW \times P / 10000,$$

где TW – весовой коэффициент неканцерогенной активности (табл. 2);

P – численность популяции под воздействием;

E – величина условной экспозиции (объем годового выброса, т/год).

Таблица 2

Весовые коэффициенты для оценки неканцерогенных эффектов (TW)

Безопасная доза, мг/кг	Безопасная концентрация, мг/м ³ .	Весовой коэффициент
< 0.00005	< 0.000175	100000

0.00005 – 0.0005	0.000175 – 0.00175	10000
0.0005 – 0.005	0.00175 – 0.0175	1000
0.005 – 0.05	0.0175 – 0.175	100
0.05 – 0.5	0.175 – 1.75	10
> 0.5	> 1.75	1

Подробнее смысл таких понятий, как «фактор канцерогенного потенциала», «безопасная доза» и «безопасная концентрация», рассмотрен в разделе Оценка зависимости «доза-эффект». На этапе идентификации опасности целесообразно проведение выборочных скрининговых исследований окружающей среды с целью выявления тех «опасностей», которые могут быть и не учтены при инвентаризации. Важно заметить, что на рассматриваемом этапе процедуры оценки риска анализ ведется на качественном уровне. Иначе говоря, получаемые величины ранговых индексов опасности служат исключительно для взаимного сравнения и выявления приоритетных веществ, актуальных для изучаемой территории или объекта. Сложным этапом является определение численности населения, находящегося под воздействием. Как показывает наш опыт, такие задачи наиболее успешно решаются с использованием методов пространственного анализа на основе современных геоинформационных технологий (ГИС).

Оценка экспозиции

Второй этап - оценка экспозиции - это получение информации о том, с какими реальными дозовыми нагрузками сталкиваются те или иные группы населения. Под оценкой экспозиции как правило понимают процесс измерения количества агента в конкретном объекте среды обитания, находящееся в соприкосновении с так называемыми пограничными органами человека (легкие, желудочно-кишечный тракт, кожа) в течение какого-либо точно установленного времени, сопровождающийся оценкой частоты, продолжительности и путей воздействия. Экспозиция химической природы может быть выражена как общее количество вещества в окружающей среде (в единицах массы, например, мг) или как величина воздействия (масса вещества, отнесенная к единице времени - например, мг/сут), или как величина воздействия, нормализованная с учетом массы тела (например, мг/кг-день). Наиболее важными шагами при оценке экспозиции являются:

- уточнение вероятных источников загрязнения окружающей среды или их определение, если это не было выполнено на первом этапе;
- оценка маршрутов воздействия с учетом качественных и количественных изменений при переносах токсичного агента;
- оценка вероятных путей контакта (поступления) агента с организмом человека;
- анализ частоты и продолжительности воздействия;
- определение количественных характеристик экспозиции (концентрации, дозы);
- идентификация групп населения, подвергающегося воздействию, с учетом возраста, пола, образа жизни, профессионального, социального статуса и пр.

Хорошо известно, что объекты окружающей среды являются, с одной стороны, аккумуляторами вредных веществ и, с другой стороны, путями передачи этих веществ от источника загрязнения к человеку. При этом маршрут движения вредных субстанций часто довольно сложен и не всегда поддается четкой конкретизации. Теория определения экспозиционных нагрузок оперирует большим множеством типов воздействия, связанных с его продолжительностью: острое, хроническое, субхроническое и пр. С практической точки зрения как правило достаточным является определение максимальных экспозиционных нагрузок, которые обычно ассоциируются с краткосрочными воздействиями в течение 20 - 30- минутного периода, и осредненных экспозиционных нагрузок, которые хотя и используются для оценки пожизненных экспозиций, но обычно определяются на основе среднегодовых воздействующих концентраций.

Источниками информации о количественных характеристиках экспозиции служат, во-первых, данные лабораторного мониторинга, и, во-вторых, результаты расчетов. Лабораторные измерения, выполненные в соответствии с действующими нормативными документами в режиме мониторинга, могут дать объективную информацию о состоянии окружающей среды. Однако, эти данные охватывают лишь часть тех примесей, которые действительно присутствуют в том или ином оцениваемом объекте, и привязаны к конкретному посту наблюдения, что при недостаточном числе этих постов затрудняет достоверную интерполяцию. В

определенной степени эти недостатки могут быть компенсированы организацией выборочного персонального мониторинга. Но даже в этом случае результаты таких исследований представляют лишь интегральную оценку, без точного выхода на конкретный источник. Идентификацию последнего необходимо выполнять, ориентируясь на экспертные подходы, и достоверность результатов таких работ во многом определяются квалификацией эксперта. Заметим, что для целей оценки риска информация о максимальных и осредненных концентрациях должна быть представлена по верхней границе статистического доверительного интервала 95%-ной вероятностной обеспеченности, так как именно на этот критерий ориентированы потенциалы рисков и референтные дозы и концентрации, используемые для оценки зависимости «доза-эффект».

Расчетные методы позволяют построить полноценную модель загрязнения объекта окружающей среды с возможностью ее оценки в любой точке изучаемого пространства. Вместе с тем, точность расчетов зависит от двух основных аспектов - качества исходной информации и точностью выбранной модели. В настоящее время существует большое количество разнообразных прикладных программ, которые реализуют на ЭВМ различные математические модели. Наиболее активно в настоящее время внедряются численные трехмерные гидродинамические модели. Как правило, программные средства, реализующие такие модели, используют большой объем разнородной информации и, в связи с этим, достаточно сложны для практического применения. На втором месте по распространению - широко известные гауссовы модели, развивающие нормативные методики EPA-US и МАГАТЭ (около 25%). Остальная часть приходится на двумерные, одномерные и аналитические модели. К числу последних относится, в частности, и используемая в РФ нормативная методика ОНД-86, традиционно поддерживаемая программными средствами серии «Эколог» фирмы «Интеграл». В качестве итога выполнения второго этапа оценки риска, как правило, следует рассматривать расчет среднесуточной дозы (ADD) или поступления (ADI) Стандартное уравнение для расчета среднесуточной дозы или среднесуточного поступления имеет следующий вид:

$$ADD (I) = (C \times CR \times ED \times EF) / (BW \times AT \times 365)$$

где

ADD - среднесуточная доза (ADI - среднесуточное поступление);

C - концентрация вещества в объекте среды обитания, мг/м³ или мг/л и пр.;

CR - скорость поступления (объем ежедневно вдыхаемого воздуха м³/день или количество потребляемой питьевой воды л/сут и пр.);

ED - продолжительность воздействия, лет;

EF - частота воздействия, дней/год;

BW - масса тела человека, кг;

AT - период осреднения экспозиции, лет;

365 - число дней в году.

В целом же, реализация второго этапа системы оценки риска зависит от целей и задач оценки, а также материального обеспечения этого вида работ. По мнению многих экспертов, наиболее надежным источником получения информации о реальных и потенциальных дозовых нагрузках является разумная комбинация лабораторных и расчетных методов на основе единого информационного пространства, основой для которого могут стать муниципальные геоинформационные системы.

Оценка зависимости «доза-эффект»

Целью этого этапа оценки риска является прогноз изменений в состоянии здоровья отдельного человека или группы людей (популяции) в результате воздействия вредного агента при тех условиях дозовых нагрузок, которые мы определили на этапе оценки экспозиции. Известно, что дозо-зависимая реакция организма обычно определяется экспериментально на уровне достаточно высоких, явно действующих, доз, а оценка реального уровня загрязнения осуществляется методом экстраполяции. В то же время, знания о характере поведения таких веществ на уровне малых доз часто является не результатом научного доказательства, а следствием принятия той или иной научно-теоретической концепции. По мнению ряда авторов, задача описания всего многообразия и сложности процессов, протекающих в организме, может быть решена на основе фундаментальных закономерностей, которым подчиняются биологические системы. Учитывая ограниченность существующих к настоящему времени знаний о механизме процессов, протекающих в организме, а также сложность математического аппарата, применяемого для описания токсических эффектов, очевидно, что получить точное и в то же время достаточно простое математическое выражение, которое связывает величину эффекта с уровнем и продолжительностью воздействия (зависимость «доза-время-эффект»), можно лишь в рамках определенных ограничений - как по механизму, так и по экспериментальным условиям.

Международная практика применения методологии оценки риска показывает, что на этапе оценки зависимости «доза-эффект» минимально необходимыми процедурами являются определение величин канцерогенного риска и неканцерогенного индекса (доли референтной концентрации или дозы).

Дополнительными процедурами являются оценки риска по частным моделям, реализующие алгоритмы, обоснованные эпидемиологическими или токсиколого-гигиеническими исследованиями. Все модели, как основные, так и частные, делятся на пороговые и беспороговые. Первые, как правило, подразумевают ответ на вопрос о существовании или отсутствии риска для здоровья без определения вероятности развития тех или иных видов заболеваний, травм, случаев смерти или иных состояний, которые можно отнести к нарушению здоровья. Вторые (беспороговые) направлены на прогноз (оценку вероятности) развития конкретных видов патологии в экспонируемой группе населения или у отдельного человека и в этом отношении являются более ценными с точки зрения процедур управления риском.

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕДУРЫ

Оценка канцерогенного риска

Для оценки канцерогенного риска применяется беспороговая модель, использующая величины потенциалов канцерогенного риска, которые являются индивидуальной характеристикой каждого вещества или иного агента. Обычная размерность потенциалов канцерогенного риска: кг/мг-день или кг/мкг-день. Обозначение потенциалов канцерогенного риска - SF_i - для ингаляционного воздействия и SF_o - для перорального. В американской транскрипции кг/мкг-день может выглядеть как kg/ug-day. Также корректно обозначение размерности в виде (мг/кг-день)⁻¹ или (мкг/кг-день)⁻¹. Значения потенциалов канцерогенного риска предполагается выпускать в виде отдельных списков или в составе приложений к нормативным документам Министерства здравоохранения РФ. Кроме того, в настоящее время возможно получить соответствующую информацию из американских баз данных, имеющих свое представительство в глобальной сети. Для этой цели рекомендуем воспользоваться нашими ссылками на сетевые базы – <http://www.scorecard.org/chemical-profiles/> и <http://www.oehha.ca.gov/risk/chemicalDB/index.asp>.

Оценка канцерогенного риска осуществляется либо по экспоненциальной модели, либо по линейной. Первая модель является универсальной и хорошо работает на уровне больших и малых уровнях воздействия. Вторая модель применима только при относительно малых экспозиционных нагрузках.

Расчет по экспоненциальной модели для перорального поступления:

$$\text{Риск} = 1 - \exp(-\text{SF}_o \times \text{ADD})$$

Расчет по линейной модели для перорального поступления

$$\text{Риск} = \text{SF}_o \times \text{ADD}$$

Расчет по экспоненциальной модели для ингаляционного поступления

$$\text{Риск} = 1 - \exp(-\text{SF}_o \times \text{ADI})$$

Расчет по экспоненциальной модели для ингаляционного поступления

$$\text{Риск} = \text{SF}_o \times \text{ADI}$$

Получаемая величина риска показывает вероятность развития заболеваний раком при заданных уровнях дозовых нагрузок (индивидуальный риск). При умножении полученной величины на численность экспонируемого населения получаем число дополнительных случаев заболеваний раком в популяции от воздействия оцениваемого агента (популяционный риск).

В ряде информационных источников величины потенциалов канцерогенного риска приводятся в размерности, адаптированной к воздействующей концентрации, например (мг/м³)⁻¹. В этом случае для оценки канцерогенного риска значение потенциала риска следует умножить на воздействующую концентрацию, а не на дозу.

Оценка неканцерогенного риска - расчет неканцерогенного индекса (доля референтной концентрации или дозы)

Для оценки неканцерогенного риска в соответствии с неканцерогенным индексом применяется пороговая модель, использующая величины референтных (безопасных) доз или концентраций, которые являются индивидуальной характеристикой каждого вещества или иного агента. Обычная размерность референтных доз: мг/кг-день или мкг/кг-день. Обычная размерность референтных концентраций: мг/м³-день или мкг/м³-день, а также мг/л-день или мкг/л-день. Обозначение референтной концентрации - RfC, обозначение референтной дозы - RfD. Значения референтных доз и концентраций предполагается выпускать в виде отдельных списков или в составе приложений к нормативным документам Министерства здравоохранения РФ. Кроме того, в настоящее время возможно получить соответствующую информацию из американских баз данных, имеющих

свое предствительство в глобальной сети. Для этой цели рекомендуем воспользоваться нашими ссылками на сетевые базы.

Процедура оценки неканцерогенного риска в данном случае заключается в сопоставлении величины воздействующей концентрации (дозы) с референтной. Если отношение этих величин менее единицы, то риска нет, если больше - то риск есть.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕДУРЫ

В настоящее время известно несколько десятков моделей, которые целесообразно использовать как дополнение к обязательным процедурам оценки зависимости «доза-эффект». Полное их описание в рамках настоящей публикации нам представляется невозможным в силу их большого информационного объема, поэтому основимся на нескольких из них, которые были разработаны и/или апробированы авторами в ряде проектах.

Из эффектов краткосрочного воздействия представляется целесообразной оценка таких показателей как:

- Отношение (кратность) максимальной концентрации к порогу обонятельного ощущения (порогу запаха);
- Вероятность (риск) обнаружения неспецифического запаха;
- Вероятность (риск) проявления навязчивого запаха.

В наших исследованиях величины порогов запаха для отдельных веществ принимались в соответствии с МР «Критерии оценки риска для здоровья населения приоритетных химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Методические рекомендации. Утверждены главным государственным санитарным врачом г. Москвы. М.: НИИ ЭЧ и ГОС им А.Н.Сысина, ММА им. И.М.Сеченова, ЦГСЭН в г. Москве, 2000 г. 53 с.» Ожидается, что эти величины будут опубликованы также в приложении к «Руководству по оценке риска ...», подготовленного рабочей группой Департамента госсанэпиднадзора РФ. Ожидаемый год издания - 2003.

Риск обнаружения неспецифического запаха оценивался нами в соответствии с МР «Комплексная гигиеническая оценка степени напряженности медико-экологической ситуации различных территорий, обусловленной загрязнением токсикантами среды обитания населения», Методические рекомендации, Утверждены Главным государственным санитарным врачом России Г.Г.Онищенко 30 июля 1997 г. №2510/5716-97-32.

Расчеты вероятности появления навязчивого запаха (запаха силой в 3 бала) осуществлялись нами в соответствии с положениями работы: М.А.Пинигин, И.К. Остапович, А.А.Сафиулин, Л.А.Тепикина, О.В.Бударина, И.В.Баева Гигиеническая регламентация пахучих веществ на основе концепции риска. В сб. Гигиеническая наука и практика на рубеже XXI века. Материалы IX Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей под ред. А.И.Потапова и Г.Г.Онищенко, Москва, 2001, том 1. с. 304 - 307., в модификации автора настоящего исследования (А.В.Киселев с соавт. Организационно-методические аспекты применения методологии оценки риска в практической деятельности санэпидслужбы. Гигиена и санитария №6, 2002, с. 81 - 82.)

Из эффектов долгосрочного (хронического) воздействия представляется целесообразной оценка таких показателей как хронический риск - вероятность увеличения общей заболеваемости среди населения, подверженного воздействию загрязненного атмосферного воздуха, - в соответствии с МР «Комплексная гигиеническая оценка степени напряженности медико-экологической ситуации различных территорий, обусловленной загрязнением токсикантами среды обитания населения», Методические рекомендации, Утверждены Главным государственным санитарным врачом России Г.Г.Онищенко 30 июля 1997 г. №2510/5716-97-32.

Примерами моделей, рекомендованных ВОЗ для целей оценки риска, являются:

- Методика ВОЗ для оценки загрязнения воздуха взвешенными веществами. В соответствии с инструктивными документами ВОЗ риск для здоровья при ингаляционном воздействии взвешенных веществ определяется размерами частиц взвесей. Существуют примерные предположения о стандартном процентном соотношении разных частиц пылей в воздухе урбанизированной территории, однако по нашему мнению, это требует обязательного лабораторного уточнения на конкретной изучаемой территории скрининговыми исследованиями. В соответствии с данными ВОЗ увеличение среднегодовой концентрации пыли (общая пылевая фракция) на 10 мкг/м³ приводит к возрастанию частоты заболеваний бронхитом у детей на 11%. При увеличении среднесуточной концентрации пылевых частиц размером менее 10 мкм на 10 мкг/м³ частота симптомов со стороны верхних дыхательных путей возрастает на 3,5%, обращаемость и госпитализация по поводу респираторных заболеваний - на 0,84%, частота применения бронходилататоров - на 2%, смертность от заболеваний органов дыхания - на 1,2%, смертность от сердечно-сосудистых заболеваний - на 0,8%.

- Методика ВОЗ для оценки загрязнения воздуха диоксидом азота, основанная на информации о том, что при увеличении среднесуточной концентрации на 30 мкг/м³ число заболеваний нижних дыхательных путей у детей в возрасте 5-12 лет возрастает на 20%.
- Методика ВОЗ для оценки загрязнения воздуха диоксидом серы, основанная на информации о том, что среднесуточной концентрации диоксида серы на 10 мкг/м³ приводит к росту общей смертности на 0,6% (ВОЗ), смертности от болезней органов дыхания на 1,2%, смертности от сердечно-сосудистых заболеваний на 0,6%. У людей в возрасте 65 лет и более прослеживается увеличение госпитализации и/или обращаемости за скорой медицинской помощью по поводу респираторных заболеваний на 0,5 % на каждые дополнительные 10 мкг/м³.

а также ряд других.

Характеристика риска

Заключительный этап - характеристика риска, является обобщением результатов предыдущих этапов. Этап характеристики риска включает, помимо оценки количественных величин риска, анализ и характеристику неопределенностей, связанных с оценкой, и обобщение всей информации по оценке риска.

Характеристику риска целесообразно начинать с оценки комбинированного и комплексного риска. Далее оцениваются полученные величины риска в сопоставлении с их приемлемым значением. На уровне индивидуального риска эти значения следующие:

- канцерогенный риск для канцерогенов группы А - 0.00001, для остальных - 0.0001;
- индекс неканцерогенного риска и риски по всем пороговым моделям - 1.
- неспецифический запах - 0.05;
- навязчивый запах - 0.001
- риск хронической интоксикации (беспороговый) - 0.02

Далее оцениваются неопределенности, основными причинами которых являются:

- Неопределенность, вызванная проблемами статистической выборки;
- Неопределенность в моделях воздействия или моделях «доза-эффект», особенно на уровне доз малой интенсивности;
- Неопределенность, связанная с формированием исходной выборки баз данных;
- Неопределенность, вызванная неполнотой совпадения с реальностью использованных моделей.

В идеальном случае, каждая неопределенность должна сопровождаться распределениями индивидуальной и обобщенной вероятности, из которых выводятся средние или худшие индивидуальные оценки негативного эффекта. Оценка риска является одной из основ для принятия решений по профилактике неблагоприятного воздействия экологических факторов на здоровье населения, но не самим решением. Другие необходимые для этого условия - анализ не рисков факторов, сопоставление их с характеристиками риска и установление между ними соответствующих пропорций входят в процедуру управления. Решения, принимаемые на такой основе, не являются ни чисто хозяйственными, ориентирующимися только на экономическую выгоду, ни чисто медико-экологическими, преследующими цель устранения даже минимального риска для здоровья человека или стабильности экосистемы без учета затрат на обеспечение такой ситуации. Другими словами, сопоставление медико-экологических, социальных и технико-экономических факторов дает основу для ответа на вопрос о степени приемлемости риска и необходимости принятия регулирующего решения, ограничивающего или запрещающего использование того или иного технического решения, функционального зонирования территории поселения при разработке его генплана, включая определение границ санитарно-защитных зон (СЗЗ) и т.д.

В заключение мы еще раз хотели бы подчеркнуть, что Вы всегда можете рассчитывать на нашу поддержку во всех аспектах работы с программой. Если у Вас возник вопрос, не освещенный в настоящем Руководстве, просим Вас обратиться к нам по указанным ниже координатам.

Фирма «Интеграл»

Тел. (812) 740-11-00 (многоканальный)

Факс (812) 717-70-01

Для писем: 191036, Санкт-Петербург, ул. 4-я Советская, 15Б.

E-mail: eco@integral.ru

Адрес в интернете: <http://www.integral.ru>

ICQ-консультант #471-490-073