

УДК 504.75.05

Ю. П. Чернов**Сравнение результатов анализа воздействия на атмосферный воздух в рамках установления нормативов ПДВ и оценки риска для здоровья населения**

Представлено сопоставление результатов оценки допустимости воздействия выбросов промышленных объектов с привлечением санитарно-гигиенического нормирования и на основе оценки риска для здоровья населения. Проанализированы причины различий в результатах оценки.

Ключевые слова: экология, зона санитарной охраны, риски для здоровья, выбросы в атмосферу, рассеивание загрязняющих веществ.

Об авторах

Чернов Юрий Петрович – к.т.н., доцент кафедры экологии и природопользования, заведующий методическим кабинетом филиала «Угреша» государственного университета «Дубна». E-mail: yurchernov@mail.ru. Московская обл., г. Люберцы, ул. Шоссейная, д. 11, кв. 113.

В Письме Президента Российской Федерации от 01.10.2013 г. «Основы государственной политики в области обеспечения химической и биологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу» [4] уделяется большое внимание научному, информационно-аналитическому и методическому обеспечению оценки рисков для населения и окружающей среды, связанных с негативным воздействием химических и биологических факторов.

Документом, отражающим в полной мере классическую методологию оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду, принятую международным научным сообществом, до сих пор в России остается руководство Р 2.1.10.1920-04 [6]. За время с момента его утверждения экологами и санитарными врачами накоплен большой опыт и появились новые методологические тенденции в проведении расчетов. Однако до настоящего времени этот документ остается без изменений.

Несмотря на всю важность процедуры оценки риска для здоровья населения при использовании ее в качестве критерия снижения вредного воздействия на человека факторов среды обитания, до настоящего времени законодательно не утверждена обязательность ее проведения при разработке проектной до-

кументации на строительство или реконструкцию промышленных предприятий, а также иных объектов, являющихся источником неблагоприятного воздействия на человека. То есть в рамках процедуры оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) оценку рисков можно не проводить.

Важнейшим инструментом регулирования качества окружающей среды является разработка и установление нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ) загрязняющих веществ в атмосферу. Нормирование основано на достижении санитарно-гигиенических критериев качества атмосферного воздуха населенных мест, при этом сложившаяся практика ориентирует предприятия на установление нормативов выбросов по критериям ПДК_{мр} [3]. Таким образом, разработка проекта нормативов ПДВ является видом природоохранной деятельности, на которое также не распространяется требование о необходимости выполнения оценки риска.

В то же время при разработке проекта обоснования санитарно-защитной зоны (СЗЗ) в соответствии с требованием СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 [7] размер СЗЗ для предприятий должен обеспечивать уменьшение воздействия загрязнения на атмосферный воздух (химического, биологического, физического) до значений, установленных санитарно-гигиеническими нормативами, а для предприятий I и II класса опасности – как до значений, установленных гигиеническими нормативами,

так и до величин приемлемого риска для здоровья населения.

Основным критерием установления нормативов предельно допустимых выбросов вредных веществ в атмосферный воздух является соблюдение в приземном слое атмосферы на жилой застройке или на границе СЗЗ условия $C/ПДК_{мр} \leq 1$. В случаях, если в выбросах предприятия содержатся несколько загрязняющих веществ, обладающих эффектом суммации вредного воздействия, то качество воздуха будет отвечать установленным нормативам при соблюдении условия:

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1,$$

где C_1, C_2, C_n – концентрации вредных веществ, обладающих эффектом суммации; $ПДК_1, ПДК_2, \dots, ПДК_n$ – соответствующие им предельно допустимые концентрации.

Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов осуществляется путем сравнения фактических уровней экспозиции с безопасными уровнями воздействия.

Характеристика риска развития не канцерогенных эффектов для отдельных веществ проводится на основе расчета коэффициента опасности по формулам:

$$HQ = \frac{C_2}{ARfC},$$

$$HQ = \frac{C_1}{ARfC},$$

где HQ – коэффициент опасности; C_1 – среднегодовая (для хронического ингаляционного воздействия), $мг/м^3$; C_2 – концентрация при максимально-разовом выбросе (для острого ингаляционного воздействия), $мг/м^3$; $RfC, ARfC$ – референтная (безопасная) концентрация, $мг/м^3$ для хронических и кратковременных острых воздействий соответственно.

Референтная концентрация представляет собой нормативную величину непрерывного ингаляционного воздействия на человеческую популяцию (включая чувствительные подгруппы), при которой не наблюдается заметный риск вредных неканцерогенных эффектов на протяжении всей жизни. Эта концентрация устанавливается в методологии оценки риска в качестве допустимого предела ингаляционного воздействия на человека потенциально опасных уровней химических веществ в воздухе.

При величине коэффициента опасности (HQ), равной или меньшей 1,0, риск вредных эффектов рассматривается как допустимый. Если коэффициент опасности превышает единицу, то вероятность возникновения вредных эффектов у человека возрастает пропорционально увеличению.

Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов при комбинированном воздействии химических соединений проводится на основе расчета индекса опасности (HI):

$$HI = \sum HQ_i,$$

где HQ_i – коэффициент опасности для отдельных компонентов смеси воздействующих веществ.

Для неканцерогенных химических веществ аддитивность признается в случае их одностороннего (однородного) токсического действия. В соответствии с международными рекомендациями под «односторонним» действием условно понимается влияние веществ на одни и те же органы или системы (например, легкие, печень, центральную нервную систему, процессы развития организма и др.).

В ряде работ производилось сравнение результатов анализа воздействия на атмосферный воздух в рамках установления нормативов ПДВ и оценки риска для здоровья населения при ингаляционном воздействии выбросов промышленных предприятий. Вот некоторые из них. В статье [2] для объектов, деятельность которых связана с хранением и перегрузкой нефти, при соблюдении установленных нормативов ПДВ, разработанных в соответствии с действующим законодательством, не обеспечивается приемлемый риск для здоровья населения, постоянно проживающего вблизи границы СЗЗ. При хроническом ингаляционном воздействии индексы опасности выше допустимого уровня регистрируются по болезням органов дыхания, иммунной системы, центральной нервной системы и болезням крови. В работе [1] было выявлено расхождение между результатами натурных исследований по определению формальдегида, концентрации которого не превышают во всех точках мониторинга санитарно-гигиенических нормативов и недопустимыми величинами канцерогенного риска.

При выполнении проектных работ по обоснованию СЗЗ для ТЭЦ [8], относящейся в соответствии с классификацией [7] к III

классу опасности, не было необходимости производить расчеты по оценке риска для здоровья населения при воздействии его выбросов. Однако, принимая во внимание, что предприятие находится в районе со сложившейся жилой застройкой, где присутствуют спортивные сооружения образовательные, детские, лечебно-профилактические и оздоровительные учреждения, они были выполнены.

Расчет рассеивания выбрасываемых от ТЭЦ загрязняющих веществ, проведенный для 17 веществ и 5 групп суммации с учетом фоновое загрязнение, выделяемых как при сжигании природного газа, так и при сжигании резервного топлива – мазута, показал, что их уровень воздействия на жилой застройке не превышает значений санитарно-гигиенических нормативов. Наиболее существенным уровнем воздействия был зафиксирован для группы суммации (мазутная зола, азота диоксид и оксид, сера диоксид), в которой основной вклад создает выброс мазутной золы теплоэлектро-станций (в пересчете на ванадий).

Результаты оценки риска для здоровья населения показали, что при хроническом ингаляционном воздействии выбросов ТЭЦ, работающей на природном газе и использующей в качестве резервного топлива мазут, коэффициент опасности HQ для индивидуальных веществ и индекс опасности HI при комбинированном воздействии химических соединений с односторонним токсическим действием на органы дыхания, центральную нервную систему, развитие, кровь и печень не превышают 1, что характеризует риск для здоровья населения по существующей классификации как «низкий», т.е. является допустимым.

Результаты оценки риска для здоровья населения при остром ингаляционном воздействии на органы дыхания выбросов предприятия, на котором в качестве резервного топлива используется мазут, представлены на рис. 1. Этим односторонним воздействием из перечня выбрасываемых, согласно данным ранее разработанного для этого предприятия проекта нормативов ПДВ, обладают следующие вещества: диоксид азота, оксид азота, серная кислота, сажа, сернистый ангидрид, гидразин гидрат, бензин и мазутная зола теплоэлектро-

станций (в пересчете на ванадий). Результаты проведенного расчета рассеивания для этой группы суммации, где в качестве мощности выброса использовались ее осредненные значения, полученные из валовых значений выброса веществ, представленных в проекте нормативов ПДВ, разделенных на годовой ресурс времени, свидетельствуют о «среднем» уровне риска в соответствии с принятыми количественными критериями их классификации (индекс опасности для органов дыхания на жилой застройке равен 4,0), т.е. риск приемлем для профессиональных групп и неприемлем для населения в целом. Появление такого риска требует разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий в условиях населенных мест. Также была проведена оценка суммарного индивидуального канцерогенного риска при ингаляционном поступлении веществ в результате хронических воздействий. Его значение составило $8,5 \cdot 10^{-6}$, что соответствует «низкому» уровню риска в соответствии с классификацией уровней рисков [5].

Таким образом, при использовании резервного топлива (мазута) достаточность размера санитарно-защитной зоны может быть обеспечена только с помощью мероприятий по снижению выброса мазутной золы для достижения приемлемого неканцерогенного риска при остром ингаляционном воздействии.

Такие существенные различия в результатах оценки допустимости воздействия выбросов от промышленных объектов с привлечением санитарно-гигиенического нормирования и на основе оценки риска для здоровья населения обусловлены двумя основными причинами, связанными с их методическими особенностями. Первая причина вызвана тем, что для некоторых загрязняющих веществ имеет место несоответствие между санитарно-гигиеническими нормативами ПДК_{сс} и ПДК_{мр} и критериями оценки риска – референтными концентрациями при остром $ARfC$ и хроническом RfC ингаляционном воздействии. Сравнение между ними для некоторых веществ представлено в таблице.

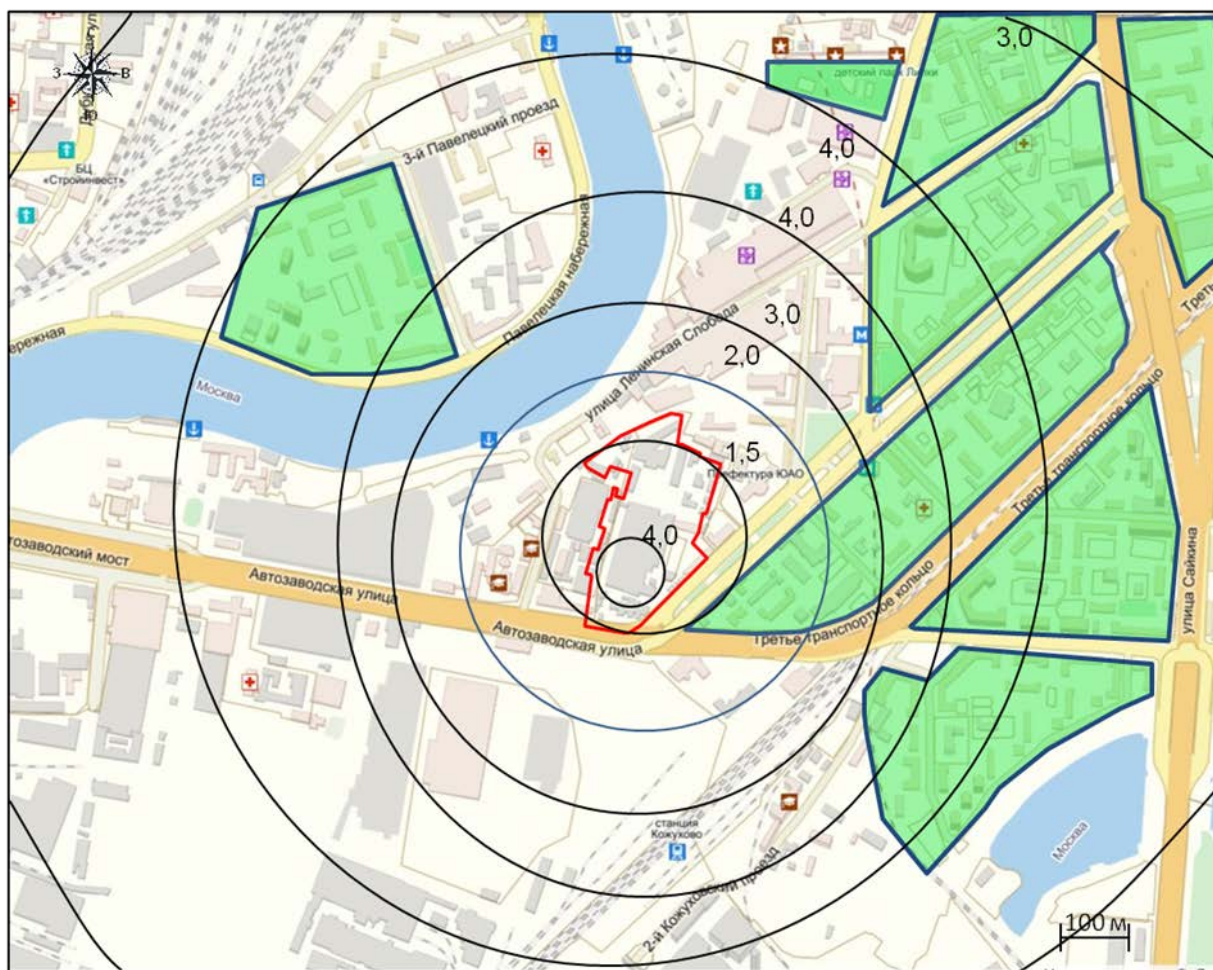


Рис. 1. Уровни индекса опасности HI при остром воздействии на органы дыхания

Причем отличаются они порой в десятки раз, т.е. критерии при оценке рисков для некоторых веществ более «жесткие». Так, например, для мазутной золы теплоэлектростанций (в пересчете на ванадий) ПДКсс равна $0,002 \text{ мг/м}^3$, а референтная концентрация для ванадия при остром ингаляционном воздействии $ARfC$ составляет $7 \cdot 10^{-5} \text{ мг/м}^3$, т.е. в 29 раз меньше. Референтная же концентрация при хроническом ингаляционном воздействии RfC составляет $0,0002 \text{ мг/м}^3$, т.е. в 10 раз меньше.

Вторая причина может в какой-то степени компенсировать первую за счет того, что при классическом нормировании при проведении расчетов рассеивания загрязняющих

веществ используются значения мощности их максимально-разового выброса в г/с, а при оценке риска для здоровья населения – осредненные значения мощности выброса минимум за один год. Причем в качестве исходных данных используется годовой валовый выброс в т/год), который пересчитывается в г/с. В результате, как правило, получаются осредненные значения, которые ниже и максимально-разового выброса. В качестве исключения могут быть ситуации, когда они практически равны, если источник выброса загрязняющих веществ функционирует с одинаковой мощностью в течение всего года, что практически невозможно.

Сравнение значений санитарно-гигиенических нормативов и референтных концентраций

Вещество	ПДК _{мр} , мг/м ³	ПДК _{сс} , мг/м ³	$ARfC$, мг/м ³	RfC , мг/м ³
Марганец и его соединения	0,01	0,001	–	0,00005
Азота диоксид	0,2	0,04	0,47	0,04
Азот (II) оксид (Азота оксид)	0,4	0,06	0,72	0,06
Соляная кислота	0,2	0,1	0,25	0,02
Серная кислота (по молекуле H ₂ SO ₄)	0,3	0,1	0,1	0,001
Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	0,5	0,05	0,66	0,05
Хлор	0,1	0,03	0,2	0,0002
Углерод оксид	5,0	3,0	23,0	3,0
Фториды газообразные	0,02	0,005	0,25	0,013
Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)	–	0,000001		0,000001
Акролеин	0,03	0,01	0,0001	0,00002
Бензин (нефтяной, малосернистый) (в пересчете на углерод)	5,0	1,5	–	0,071
Мазутная зола теплостанций (в пересчете на ванадий)	–	0,002	0,0002	0,00007

При проведении оценки рисков для здоровья населения специалистами в качестве программных средств используется расчетный блок «Средние» совместно с унифицированной программой расчета концентраций загрязняющих веществ в атмосфере УПРЗА «Эколог» и реализуются «Методические указания по расчету осредненных за длительный период концентраций выбрасываемых в атмосферу вредных веществ» («Методические указания...»). Санкт-Петербург: ГГО им. А.И. Воейкова, 2005). При проведении расчетов используется специальный файл с метеорологическими и климатическими характеристиками, осредненными за длительный период времени.

Таким образом, перечисленные выше причины могут приводить к существенному несовпадению результатов оценивания допустимости воздействия на атмосферный воздух с помощью классического экологического нормирования и с помощью оценки риска для здоровья населения.

Правом на выполнение работ по оценке рисков для здоровья населения обладают организации, имеющие сертификат соответствия, выданный Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, и зарегистрированные в Реестре Системы аккредитации органов по оценке риска Российской Федерации. В своем большинстве это различные учреждения здравоохранения, т.е. прерогатива в этой области принадлежит санитарным врачам. Не-

смотря на это обстоятельство, при разработке проектных материалов ОВОС и обосновании санитарно-защитных зон (СЗЗ) специалистам-экологам, работающим в области экологического проектирования, необходимо очень хорошо ориентироваться во всех вопросах, связанных с оценкой рисков здоровью населения, и владеть соответствующей методикой как для плодотворного взаимодействия с учреждениями, имеющими аккредитацию в данной области, так и для проведения подобных работ самостоятельно. Последнее чрезвычайно важно при проектировании, т.к. оценка риска в полном объеме, как правило, производится на заключительном этапе работ, когда уже все проектные решения имеют оформившийся вид. Проведение же предварительной оценки риска здоровью населения на более ранних стадиях проектирования позволяет избежать ситуации, когда при допустимости воздействия на окружающую среду по всем факторам риск здоровью населения оказывается высоким, что вынуждает к принятию дополнительных природоохранных мероприятий, а порой и к принципиально новым проектным решениям.

Основной вывод проведенного краткого обзора работ, в которых производилось сопоставление результатов экологического нормирования и оценки риска для здоровья населения, – это то, что между действующими нормативными и методическими документами, обеспечивающими охрану атмосферного воздуха и защиту здоровья населения, требуется

дополнительная гармонизация. Ограниченное же использование процедуры оценки риска, в соответствии с [7], не всегда может быть оправдано, т.к. ее, прежде всего, нужно использовать, исходя из анализа конкретной градостроительной ситуации и опираясь на интересы населения.

Библиографический список

1. Гасилин, В. В. Санитарно-гигиеническая оценка атмосферного воздуха и оценка канцерогенного риска для здоровья населения в крупном промышленном городе / В.В. Гасилин, Е.П. Бочаров, К.Х. Вахитов, Г.О. Попов, А.А. Айзатуллин // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 4 (241). – С. 42–44.
2. Евдошенко, В. С. К оценке достаточности допустимых выбросов объектов по перегрузке нефти для обеспечения приемлемого риска для здоровья населения / В.С. Евдошенко, С.Г. Фокин, И.В. Май // Здоровье населения и среда обитания. – 2012. – № 11. – С. 4–7.
3. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов ЗВ в атмосферный воздух (дополненное и переработанное и введенное в действие письмом Минприроды РФ №05-12-47/4521 от 29.03.2012 г.). – СПб. : НИИ Атмосфера, 2012.
4. Основы государственной политики в области обеспечения химической и биологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу № Пр-2573 от 01.11.2013 г. // Справочно-правовая система «Кодекс».
5. Ракитский, В. Н. Актуальные проблемы управления рисками здоровью населения в России / В.Н. Ракитский, С.Л. Авалиани, Т.А. Шашина, Н.С. Додина // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 6. – С. 572–575.
6. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду Р 2.1.10.1920-04, утвержденное Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 05.03.2004.
7. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03.
8. Чернов, Ю. П. Особенности обоснования санитарно-защитной зоны для ТЭЦ / Ю.П. Чернов, Т.А. Вербицкая // Вестник Международного университета природы, общества и человека «Дубна». Серия «Естественные и инженерные науки». – 2016. – № 1 (33). – С. 56–61.

*Поступила в редакцию
06.12.2018*