

# ЭФФЕКТЫ КОМБИНИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ АТМОСФЕРНЫХ ПОЛЛЮТАНТОВ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

*Дзержинская Н.А.*

*Научно-практический центр гигиены, г. Минск, Республика Беларусь*

В статье представлены результаты исследования эффектов комбинированного действия атмосферных поллютантов на здоровье населения на примере предприятия химической промышленности агропромышленного комплекса. Приведены результаты исследования эффектов комбинированного действия с использованием оценки по сумме доз и по сумме эффектов, проведен анализ состояния здоровья населения в районе размещения предприятия.

**Ключевые слова:** многокомпонентное загрязнение атмосферы, комбинированное действие поллютантов, оценка по сумме доз, оценка по сумме эффектов.

Качество атмосферного воздуха оказывает значительное влияние на состояние здоровья населения на популяционном уровне, несмотря на половую, возрастную и профессиональную принадлежность и является одним из ведущих факторов экологического риска для здоровья населения в Европейском Регионе [1, 2]. При этом химическое загрязнение атмосферного воздуха представлено многокомпонентной динамической смесью, ингаляционное воздействие которой связано комбинированным действием всех поллютантов, находящихся в атмосферном воздухе. Комбинированное действие поллютантов может сопровождаться изменением их биологической активности по сравнению с изолированным действием и может быть оценено двумя способами: по изменению эффектов (по сумме эффектов) или по изменению изоэффективных концентраций (по сумме доз) [3]. Использование суммы эффектов предполагает оценку повреждающего действия смеси поллютантов на основании определения суммарного эффекта действия в отношении критических органов и систем, что может быть представлено значениями индексов опасности для данных органов и систем. Использование суммы доз предполагает установление значения коэффициента комбинированного действия или уровня комбинированного риска здоровью от воздействия смеси поллютантов. Эффекты комбинированного действия атмосферных поллютантов необходимо принимать во внимание при решении задач сохранения здоровья населения в условиях многокомпонентного химического загрязнения атмосферного воздуха [3].

Цель работы – оценить эффекты комбинированного действия атмосферных поллютантов на здоровье населения.

Материалы: данные о степени загрязнения атмосферного воздуха в районе расположения предприятия химической промышленности агропромышленного комплекса за 2009 - 2014 гг. (концентрации химических веществ по результатам аналитического лабораторного контроля, социально-гигиенического мониторинга, расчета рассеивания выбрасываемых в атмосферный воздух предприятием веществ, данные стационарных постов наблюдений Республиканского центра радиационного контроля и мониторинга окружающей среды); уровни заболеваемости взрослого и детского населения в районе расположения предприятия и в контрольной группе за 2009 - 2014 гг. (общая и первичная заболеваемость, заболеваемость с временной утратой трудоспособности). Методы: статистический, системного анализа, математического моделирования.

Для проведения исследования была выбрана территория в районе расположения предприятия химической промышленности, техническими регламентами которого предусмотрен выброс в атмосферный воздух более 40 регламентированных загрязняющих химических веществ, среди которых по значению валового выброса веществ, 0,04 % составляют вещества 1 класса опасности, 27,4 % - 2; 9,6 % - 3 и 62,1 % - 4. Ведущие загрязнители с учетом значения валового выброса и фонового уровня загрязнения атмосферы в районе расположения предприятия, а также на основании особенностей повреждающего действия, представлены в таблице 1:

Таблица 1. – Особенности биологического действия ведущих загрязнителей, выбрасываемых предприятием

Наименование вещества	Группы заболеваний по МКБ-Х с учетом особенностей биологического действия
Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	H01 другие воспаления век; H10 конъюнктивит; H16 кератит; J31 хронический ринит назофарингит и фарингит; J20.9 острый бронхит неуточненный; J21.9 острый бронхит неуточненный; J42 хронический бронхит неуточненный; J47 бронхоэктатическая болезнь; J43.8 другая эмфизема; R00 - R09: симптомы и признаки, относящиеся к системам кровообращения и дыхания
Аммиак	G47 расстройство сна; F48.0 неврастения; J31 хронический ринит назофарингит и фарингит; J03 острый тонзиллит; J35 хронические болезни миндалин и аденоидов; H10 конъюнктивит
Углерод оксид	G00 - G47: эпизодические и пароксизмальные расстройства; R00 - R99: симптомы, признаки и отклонения от нормы, выявленные при клинических и лабораторных исследованиях, не классифицированные в других рубриках; F80 - F89: расстройства психологического развития; L50 - L54: крапивница и эритема; I30 - I52: другие болезни сердца
Уксусная кислота	H10 конъюнктивит; J31 хронический ринит назофарингит и фарингит; J04 острый ларингит и трахеит; J37 хронический ларингит и трахеит; J20 острый бронхит; J40 бронхит, неуточненный как острый или хронический; J41 простой и слизисто-гнойный хронический бронхит; L23 аллергический контактный дерматит

Продолжение таблицы 1	
Диметилбензол (Ксилол) (смесь изомеров о-, м-, п)	J31 хронический ринит, назофарингит и фарингит; J35 хронические болезни миндалин и аденоидов; J37.1 хронический ларинготрахеит; J38.9 болезнь верхних дыхательных путей неуточненная; H10 - H13: болезни конъюнктивы; G00 – G99: болезни нервной системы; R50 – R69: общие симптомы и признаки; D60 - D64: апластические и другие анемии; N80 - N98: невоспалительные болезни женских половых органов
Углеводороды ароматические	R42 головокружение и нарушение устойчивости; R45.1 беспокойство и возбуждение; G96 другие нарушения центральной нервной системы; R25.2 судорога и спазм; R56 судороги, не классифицированные в других рубриках; K92.2 желудочно-кишечное кровотечение неуточненное; R04 кровотечение из дыхательных путей; D64 другие анемии
Ацетальдегид	H10 конъюнктивит; R25.1 тремор неуточненный; J31 хронический ринит назофарингит и фарингит; J18.0 бронхопневмония неуточненная; R51 головная боль; J45.0 бронхиальная астма с преобладанием аллергического компонента
Формальдегид	J31 хронический ринит назофарингит и фарингит; J68.0 бронхит и пневмонит, вызванный химическими веществами, газами, дымами и парами; J45.0 бронхиальная астма с преобладанием аллергического компонента; Q00-Q07 врожденные аномалии (пороки развития) нервной системы; G00 – G99: болезни нервной системы; H15 – H22: болезни склеры, роговицы, радужной оболочки и цилиарного тела; R50 – R69: общие симптомы и признаки
Фталевый ангидрид	J04 острый ларингит и трахеит; J31 хронический ринит назофарингит и фарингит; J02 острый фарингит; H10 - H13: болезни конъюнктивы; K20 – K31: болезни пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки; I95 - I99: другие и неуточненные болезни системы кровообращения; R50 – R69: общие симптомы и признаки;
Скипидар (терпетинное масло)	J31 хронический ринит назофарингит и фарингит; J30 вазомоторный и аллергический ринит; J37 хронический ларингит и ларинготрахеит; H10 - H13: болезни конъюнктивы; G40 - G47: эпизодические и пароксизмальные расстройства; R00 – R99: симптомы, признаки и отклонения от нормы, выявленные при клинических и лабораторных исследованиях, не классифицированные в других рубриках; N30 - N39: другие болезни мочевыделительной системы;
Твердые частицы	J44 другая хроническая обструктивная легочная болезнь; J60- J70 болезни легкого, вызванные внешними агентами; J20 острый бронхит; J40 бронхит, неуточненный как острый или хронический; J45 астма; I20- I22 другие острые респираторные инфекции нижних дыхательных путей; J04 острый ларингит и трахеит; J31 хронический ринит назофарингит и фарингит

Оценка комбинированного действия атмосферных поллютантов на здоровье населения, проживающего на территории жилой застройки, прилегающей к границе санитарно-защитной зоны предприятия химической промышленности проводилось по сумме эффектов: на основании значений индексов опасности для критических органов и систем и по сумме доз: на основании расчёта коэффициента комбинированного действия для групп суммации химических веществ и определения значения комбинированного риска от действия всех поллютантов смеси.

Для определения влияния многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха на состояние здоровья был рассчитан комбинированный риск действия всех поллютантов смеси для территории жилой застройки, прилегающей к границе санитарно-защитной зоны предприятия – таблица 2

Таблица 2. – Минимальные и максимальные значения комбинированного риска острого и хронического действия всей смеси поллютантов за 2009-2014 гг.

Показатель	Значения
Комбинированный риск острого действия, %.	0,7 - 4
Комбинированный риск хронического действия, %	9,6 – 17,5

Комбинированный риск отражает нагрузку на организм человека от воздействия всех поллютантов смеси за счет неспецифического повреждающего действия. При этом максимальные значения комбинированного риска в районе расположения предприятия оцениваются как «удовлетворительный» и «опасный» для острого и хронического воздействия соответственно. Анализ заболеваемости детского населения в опытной (811 детей) и контрольной группах (704 ребенка) в возрасте до 14 лет за период 2009-2014 гг показал, что отмечается достоверное превышение уровней заболеваемости детского населения в опытной группе. Кроме того, для возрастных групп от 3 до 5, от 5 до 7 и от 7 до 14 лет в контрольной группе существует сильная прямая зависимость между значением комбинированного риска хронического действия и общим количеством заболеваний ( $R=0.812$  при  $p=0.05$  для группы 3-5 лет;  $R=0.928$  при  $p=0.008$  для группы 5-7 лет;  $R=0.812$  при  $p=0.05$  для группы 7-14 лет).

В соответствии с [4] для групп суммации была определена сумма долей ПДК для поллютантов, выбрасываемых предприятием и составляющих группы суммации. Для веществ, выбрасываемых предприятием и содержащихся в атмосферном воздухе в качестве фоновых загрязнителей, установлено наличие десяти групп суммации, в трех группах из которых превышено нормативное значение суммы долей ПДК в соответствии с [4] – таблица 3:

Таблица 3. – Значение коэффициента комбинированного действия для некоторых групп суммации химических веществ, выбрасываемых предприятием

Группы суммации	Нормативное значение	Фактическое значение
Аммиак, Сероводород, Формальдегид (метаналь)	1	1,3925
Азот (IV) оксид (азота диоксид), Сера диоксид (ангидрид сернистый, сера (IV) оксид, сернистый газ), Углерод оксид (окись углерода, угарный газ), Фенол (гидроксибензол)	1	1,18
Сероводород, Формальдегид (метаналь)	1	1,0325

Изолированные концентрации поллютантов в районе расположения предприятия не превышают значений гигиенических нормативов, однако при оценке с учетом эффектов суммации в трех группах установлено превышение нормативного значения коэффициента комбинированного действия, что свидетельствует о вероятном возникновении неблагоприятных эффектов со стороны здоровья населения. С учетом особенностей повреждающего действия поллютантов, входящих в вышеуказанные три группы суммации, наибольшему воздействию подвергаются органы дыхания, слизистые оболочки носа и глаз, а также высока вероятность развития системных неспецифических проявлений (головная боль, головокружение, слабость, тошнота и т.п.).

Для химических поллютантов, загрязняющих атмосферный воздух, были рассчитаны значения индексов опасности для критических органов и систем в соответствии с характером их повреждающего действия – таблица 4:

Таблица 4. – Минимальные и максимальные значения индексов опасности для острого и хронического действия всей смеси поллютантов за 2009-2014 гг.

Показатель	Критические органы и системы	Значение индекса опасности
Индекс опасности для острого действия:	Органы дыхания	2,31-3,1
	Орган зрения	1,7-3,49
	Центральная нервная система	0,88-2,03
Индекс опасности для хронического действия:	Органы дыхания	1,55-2,27
	Орган зрения	1,46-2,78
	Центральная нервная система	1,02-1,59

Значения индексов опасности свидетельствуют о том, что комбинированное действие атмосферных поллютантов в районе расположения предприятия химической промышленности оказывает повреждающее действие на органы дыхания, орган зрения и центральную нервную систему. При этом в условиях острого и хронического воздействия в первую очередь наибольшее неблагоприятное действие оказывается на органы дыхания. В районе расположения предприятия химической промышленности было проанализировано состояние здоровья взрослого и детского населения по показателям общей и первичной заболеваемости за 2009-2014 гг. по основным группам заболеваний. Установлено, что среди взрослого населения, проживающего на территории жилой застройки, прилегающей к границе санитарно-защитной зоны предприятия (4714 человек) первичная заболеваемость болезнями глаз, нервной системы и желудочно-кишечного тракта во многом обусловлена

действием атмосферного фактора (существует сильная прямая зависимость между значением индексов опасности и первичной заболеваемостью:  $R=0.845$  при  $p=0.034$ ).

Выводы:

1. Загрязнение атмосферного воздуха в районе расположения предприятия химической промышленности представлено многокомпонентной смесью, состоящей из более 40 регламентированных загрязняющих химических веществ. Концентрации данных поллютантов в атмосферном воздухе не превышают значений гигиенических нормативов. Однако при оценке степени загрязнения атмосферного воздуха с учетом эффектов суммации выявлено превышение нормативных значений содержания поллютантов для трех групп суммации.

2. При определении уровней риска здоровью населения в условиях комбинированного действия атмосферных поллютантов рассчитан комбинированный риск острого и хронического действия для всей смеси поллютантов. В районе расположения предприятия комбинированный риск острого действия достигает 4% и оценивается как «удовлетворительный», хронического действия – 17,5%, «опасный». Удовлетворительный и опасный уровни риска свидетельствуют о возможности развития среди населения различных реакций, связанных с действием атмосферных поллютантов: жалобы на дискомфортные состояния, тенденция к росту неспецифической патологии, связанной с повреждающим действием химических веществ на критические органы и системы, появление единичных случаев специфической патологии.

3. При оценке эффектов комбинированного действия атмосферных поллютантов с учетом характера повреждающего действия поллютантов наибольшие значения индексов опасности установлены для органов дыхания (1,55 – 2,27 при хроническом действии и 2,31 – 3,31 – при остром), органа зрения (1,46 – 2,78 при хроническом действии и 1,7 – 3,49 – при остром) и центральной нервной системы (1,02 – 1,59 при хроническом действии и 0,88 – 2,03 – при остром). Для данных органов и систем значения индексов опасности оцениваются как «средние», при таких уровнях может формироваться тенденция к росту фонового уровня заболеваемости.

Таким образом, комбинированное действие атмосферных поллютантов в большинстве случаев связано с низкодозовым хроническим многовекторным влиянием на состояние здоровья населения. На начальных этапах воздействия целесообразно говорить о неспецифическом повреждающем действии, связанным с повреждающим действием химических веществ на критические органы и системы, которое проявляется увеличением общего числа случаев заболеваний. Наиболее точно данное воздействие характеризует оценка по сумме доз с определением значения комбинированного риска хронического

воздействия всех поллютантов смеси и коэффициента комбинированного действия для групп суммации. На последующих этапах воздействия более ярко выражен механизм повреждающего действия поллютантов с учетом критических органов и систем, что может быть охарактеризовано с использованием оценки по сумме эффектов при помощи расчета индексов опасности для критических органов и систем.

Литература.

1. Environment and health in the WHO European Region: progress, challenges and lessons learned : working document : 65th session Regional Committee for Europe 17.07.2015, №150478. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0018/283041/65wd11e\\_EnvironmentHealth\\_150478.pdf?ua=1](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0018/283041/65wd11e_EnvironmentHealth_150478.pdf?ua=1) – Дата доступа: 13.08.2015.

2. Зайцева Н.В. Методические подходы к оценке результативности и экономической эффективности риск-ориентированной контрольно-надзорной деятельности роспотребнадзора / Н.В. Зайцева, П.З. Щур, Д.А. Кирьянов // Анализ риска здоровью – 2014 - N N:1.-С.7-9.

3. Пинигин, М. А. Теория и практика оценки комбинированного действия химического загрязнения атмосферного воздуха / М.А.Пинигин // Гигиена и санитария. - 2001. - N : 1. - С. 9-13

4. Гигиенический норматив содержания загрязняющих химических веществ в атмосферном воздухе, обладающих эффектом суммации, утвержденный постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 30 марта 2015 г. № 33 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://minzdrav.gov.by/dadvfiles/000352\\_158798\\_gig\\_normativ\\_33.doc](http://minzdrav.gov.by/dadvfiles/000352_158798_gig_normativ_33.doc) – Дата доступа: 29.02.2016.