

ЭКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ И Г.ТЮМЕНИ

Жиляков Е.В.^{1,2}, Монахова З.Н.¹, Монахов М.С.², Ударцева О.В.¹, Томус И.Ю.¹

¹ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет Министерства образования России», Тюмень, e-mail: tyuiu.ru;

²ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет Минздрава России», Тюмень

Население, проживающее в Тюменской области, подвергается весомой антропогенной нагрузке целого комплекса факторов внешней среды антропогенного происхождения. В атмосферном воздухе отмечается значительное превышение (от 6,5 до 18,4) допустимых уровней основных загрязнителей. При этом южный регион Западной Сибири характеризуется худшей экологической ситуацией по сравнению с остальными районами Тюменской области. Это связано, например, со среднезвешенным коэффициентом опасности суммы выбросов контаминантов, превышающим более чем в 2,4 раза таковой для всей области. Некоторые вещества, которые занимают верхние строки по степени превышения предельно допустимой концентрации, могут не быть ведущими в плане развития острого отравления или риска получения хронической интоксикации. Например, формальдегид, стоящий на 1-м месте по превышению ПДК (в 5,13 раза), стоит на 5-м месте риска реализации острого отравления; стирол – на 3-м месте по превышению ПДК (в 5 раз), стоит на 4-м месте названного риска. Наоборот, загрязнения воздуха соединениями хрома занимают последний – 10-й ранг по превышению ПДК, но при этом стоят на 1-м месте по степени опасности риска хронической интоксикации. Следовательно, данная проблема требует более глубокого изучения и анализа.

Ключевые слова: нагрузка аэрогенная, поллютанты, антропогенная нагрузка, острая, хроническая интоксикация, риск, допустимые уровни

ECOLOGICAL-TOXICOLOGICAL MONITORING OF THE AIR ENVIRONMENT OF THE TYUMEN REGION AND TYUMEN CITY

Zhiljakov E.V.^{1,2}, Monahova Z.N.¹, Monahov M.S.², Udartseva O.V.¹, Tomus I.Y.¹

¹FGBOU VO «Tyumen industrial University of the Ministry of education of Russia», Tyumen, e-mail: tyuiu.ru;

²FGBOU VO «Tyumen State Medical University of the Ministry of Health of Russia», Tyumen

The population living in the Tyumen region is subjected to a significant anthropogenic load of a whole complex of environmental factors of anthropogenic origin. The excess of permissible levels of air pollution is from 6,5 to 18,4 times, and the unfavorable environmental situation is more developed in the South of the West Siberian region, since the weighted average hazard coefficient of the amount of emissions is higher than 2.,4 times compared to that for the entire region. Some substances that occupy the top lines in the degree of exceeding the maximum permissible concentration may not be leading in terms of the development of acute poisoning or the risk of chronic intoxication. For example, formaldehyde, standing in the first place in excess of MPC (5,13 times) is on the 5th place of the risk of acute poisoning; styrene-on the 3rd place in excess of MPC (5 times) is on the 4th place named risk. On the contrary, air pollution with chromium compounds occupy the last 10 rank (in excess of MPC), but are in the first place in terms of the risk of chronic intoxication. Therefore, this problem requires more in-depth study and analysis.

Keywords: aerogenic load, pollutants, anthropogenic load, acute, chronic intoxication, risk, permissible levels

Актуальность. Тюменская область занимает северную часть Западной Сибири и, являясь субъектом Российской Федерации, входит в состав УрФО (Уральского федерального округа). В состав территории Тюменской области входят автономные округа: ЯНАО – Ямало-Ненецкий и ХМАО – Ханты-Мансийский. Автономные округа в 1993 г. получили статус равноправных субъектов Российской Федерации, но при этом территориально принадлежат Тюменской области. Активное промышленное освоение нефтегазовых резервов Тюменского региона сопровождается воздействием техногенного характера как на различные объекты

окружающей среды: воздух, воду, почву, так и, соответственно, на условия существования живых организмов, в том числе различные звенья трофических цепей.

По данным наблюдений за состоянием атмосферного воздуха уровень его загрязнения в 2017 г. оценивался как низкий, индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) составил в г. Тюмени 4 [1].

При наблюдении в динамике последних лет отмечено, что в Тюменской области основные загрязнители воздушной среды превышают предельно допустимые уровни в несколько раз. Так, отмечается превышение предельно допустимых значений среднегодовой концентрации формальдегида в 1,3–5,2 раза, пыли в 1,4–2,3 раза, бенз(а)пирена – от 1,1 до 1,83 раза [1–3]. Анализ средневзвешенного коэффициента загрязнения воздушной среды Тюменского региона говорит о перманентной опасности суммарных выбросов в регионе и превышении допустимых значений по области более чем в 6,5 раза, по югу области – до 18 раз [4, 5]. Особое внимание обращают на себя выбросы в атмосферный воздух свинца, сернистого ангидрида, сажи. Объем поступления этих поллютантов относительно незначителен, но в связи с высоким коэффициентом их опасности потенциальная угроза для жизни и здоровья человека представляется значительной.

Цель исследования. Изучить методические подходы к принципам ранжирования территорий по различным уровням ксенобиотической нагрузки на воздушную среду и дальнейшей их оценке. Освоить расчеты коэффициентов опасности аэрогенной контаминации и общей суммы эмиссии, элементов токсичности их выбросов в атмосферу, рисков развития острой и хронической интоксикации у населения.

Материалы и методы исследования. Для эколого-гигиенической и токсикологической оценки ксенобиотической нагрузки на население Тюменской области проводился комплексный анализ загрязнителей воздушной среды методами газо-жидкостной хроматографии. В дальнейшем проводилась статистическая обработка [6]. Натурные исследования осуществлялись на базе Тюменского индустриального университета (ТИУ), лаборатории кафедры техносферной безопасности, Тюменского государственного медицинского университета (ТюмГМУ). В качестве реперных отметок использовались данные, представленные Департаментом недропользования и экологии Тюменской области [1–3]. Исследования охватывали летний период со среднесуточной температурой от +10°C и выше.

Результаты исследования и их обсуждение. В 2014 г. максимальная концентрация оксида углерода составила 1,0 ПДК м.р. (максимально разовой), а в 2013 г. – 1,2, формальдегида – 1,6 ПДК м.р. (в 2013 – 1,4), диоксида азота – 1,5 ПДК м.р. (в 2013 – 2,2), сажи – 2,7 ПДК м.р. (2,0), взвешенных веществ – 2,4 ПДК м.р. (в 2013 г. 2,2) фенола – 1,0 ПДК м.р.

(в скобках указываются данные исследований за предыдущий год). Все значимые полученные данные сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Динамика превышения поллютантами максимально разовой концентрации ПДК по годам
(количество раз)

Вещество Год	Превышение максимально разовой концентрации ПДК по годам (количество раз)				
	2017	2016	2015	2014	2013
Углерода оксид	Менее 1,0	1,4	1,0	1,0	1,2
Взвешенные вещества	1,2	1,6	2,0	2,4	2,2
Азота диоксид	1,2	2,3	1,3	1,5	2,2
Фенол	1,6	1,6	1,5	1	1
Серы диоксид	менее 1,0	1,4	менее 1,0	менее 1,0	менее 1,0
Формальдегид	2	2	1,6	1,6	1,4
Сажа	1,2	1,0	2,1	2,7	2,0

По данным Департамента недропользования в период 2015–2017 гг. высокого уровня (5 ПДК и более) загрязнения атмосферного воздуха (взвешенные вещества, диоксид серы, сероводород, оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, аммиак, фенол, формальдегид, углеводороды, тяжелые металлы, в том числе свинец и пр.) в населенных пунктах Тюменской области не зарегистрировано. Выбросы загрязняющих веществ от передвижных и стационарных источников являются основными в доле проб по превышению ПДК. Промышленные предприятия являются ведущими по выбросам фенола, взвешенных веществ, формальдегида, диоксида азота. Процент исследованных проб по этим поллютантам, превышающим гигиенические нормативы в атмосферном воздухе в зоне влияния промышленных предприятий, составил: 3,1; 1,2; 1,1 и 0,52 соответственно.

Максимальная концентрация формальдегида в 2017 г. превысила в 2 раза максимально разовые ПДК (в 2016 г. – также в 2,0), взвешенных веществ составила 1,2 ПДК м.р. (в 2016 г. – 1,6), сажи – 1,2 ПДК м.р. (1,0), азота диоксида – 1,2 ПДК м.р. (2,3), фенола – 1,6 ПДК м.р. (1,6). Такие показатели, как превышение максимально разовых концентраций углерода оксида, серы диоксида, азота диоксида, бензапирена, в 2017 г. зарегистрированы не были (в 2016 г. превышение бензапирена составило 2,4 раза, азота диоксида – 2,3 раза, углерода оксида – 1,4, азота диоксида – 1,3 раза).

Максимальные концентрации превышали разовые в 2015 г. по формальдегиду в 1,6 раза, по взвешенным веществам – в 2 раза, саже – 2,1, бензапирену – 2,4, азота оксиду – 1,6, азота диоксиду – 1,3, фенолу – 1,5 раза.

В общем валовом количестве выбросы загрязняющих веществ от передвижных источников располагаются в порядке увеличения: аммиак, углеводороды, ангидрид

сернистый, сажа, окислы азота, углерода оксид.

По официальным данным в 2017 г. в целом по г. Тюмени отмечались среднесуточные колебания азота оксида – до 1,2 ПДКс.с., азота диоксида – до 1,3 ПДКс.с. Концентрации формальдегида, серы диоксида, фенола, углерода оксида, сажи и пыли не превышали установленных нормативов.

Данные лабораторного исследования натурального наблюдения за загрязнителями в г. Тюмени на базах ТИУ и ТюмГМУ за 2017 г. представлены в таблицах 2 и 3 ($A_{iав}$ – коэффициент опасности i -того вещества для воздуха, $M_{прив.ав}$ – приведенная масса выбрасываемого вещества, т/год, C – концентрация анализируемого вещества, мг/м³).

Таблица 2.

Показатели и критерии опасности химического загрязнения атмосферного воздуха г. Тюмени

Вещество / показатель	Класс опасности	C, мг/м ³	M _{прив. ав} (т/год)	A _{iав}
Азота двуокись	2	0,18	14,84	41,10
Стирол	2	0,01	3,04	151,78
Ртуть	1	0,003621	2,54	894
Свинец и его соединения	1	0,001	4,5	2240
Соединения хрома	1	0,00181	12,94	10000
Бензол	2	0,2979	75,085	126
Озон	1	0,15	3,12	10,40
Углерода окись	4	4,011	8,02	1
Никель	2	0,0051	12,46	1225
Ангидрид сернистый	3	0,165	7,281	22
Формальдегид	2	0,0154	3,699	120
Пыль	2	0,613	45,554	33,90

В условиях жилой среды значимыми поллютантами, которые влияют на здоровье человека, являются формальдегид и фенол. Токсическое влияние этих ксенобиотиков на организм изучено недостаточно [7]. Фенол-формальдегидные смолы способны многофакторно влиять на живые организмы [8].

Таблица 3

Оценка риска острого и хронического действия ксенобиотиков на организм человека в условиях экологического прессинга в г. Тюмени

Вещество	Ранг (по степени опасности риска)		Risk	Prob	

Показатель	хронического	острого	$\frac{C}{ПДК}$			Ранг (по превышению ПДК)
1	2	3	4	5	6	7
Формальдегид		5	5,13		0,19	1
Никель	2		5,1	0,034		2
Озон		1	5,0		0,99	3
Стирол		4	5,0		0,27	3
Азота двуокись		2	4,5		0,59	4
Пыль	3		4,087	0,025		5
Углерода окись		6	4,01		0,004	6
Свинец и его соединения	5		3,33	$3,9 \cdot 10^{-4}$		7
Ангидрид сернистый		3	3,3		0,42	7
Бензол	4		2,979	0,016		8
Ртуть	6		1,207	$3,6 \cdot 10^{-4}$		9
Соединения хрома	1		1,2	0,209		10

Шестивалентный хром, который способен поступать в среду обитания с выбросами производственных объектов, может входить в состав веществ, потенциально опасных для репродуктивных функций, обладать канцерогенными и мутагенными эффектами [9]. В связи с известными фактами действия хрома на генетический материал возможны перерождения соматических клеток человека, сопровождающиеся мутационными процессами, эффектами канцерогенеза и другими нарушениями функциональной активности тканей и клеток [10, 11].

В целом ряде исследований установлена достоверная корреляционная взаимосвязь состояния здоровья детского организма (показателей антропометрии, заболеваемости (болезни органов пищеварения, дыхания), биохимических показателей крови) и наличия в организме таких тяжелых металлов, как марганец, медь, свинец, никель [12].

Газ озон имеет первый класс опасности. В приземных слоях атмосферы, обладая высокими окислительными свойствами, является токсичным и при концентрации от $0,2 \text{ мг/м}^3$ способен быть причиной головных болей, раздражения слизистых оболочек верхних дыхательных путей, глаз. Более высокие концентрации могут быть причиной нарушения сердечно-сосудистой деятельности, повышения утомляемости, общих признаков усталости. Озон образуется под воздействием солнечного света в реакции оксидов азота и углеводородов [13].

Азот топлива является одной из основных техногенных причин образования оксидов азота (примерно 80% от всего объема эмиссии). Оксиды азота появляются при сгорании топлива фактически в любых топливных системах. Они способны образовываться при

взаимодействии азота атмосферы с кислородом в условиях пламенного нагрева при высоких температурах [14]. Действуют раздражающе на альвеолярную ткань легких, способны облегчать проникновение во внутренние среды животных организмов других ксенобиотиков.

Соединения серы являются одними из наиболее опасных. Образуются при антропогенной активности человека при сжигании природного газа, нефти, угля, производстве серной и сернистой кислот, плавке цветных металлов. Причем антропогенная эмиссия серы более чем в 2 раза превосходит природную.

Пыль, летучая зола способны обуславливать глазной травматизм, который в промышленных центрах может составить 30–60% всех случаев заболеваний глаз [15].

В настоящее время подтверждена прямая зависимость между здоровьем людей и уровнями воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды. Увеличению заболеваемости на 100% способствует превышение в 20 раз предельно допустимых концентраций загрязнителей. Превышение суммарного загрязнения предельно допустимых значений в 2–3 раза приводит к возрастанию общей заболеваемости примерно на 10% [16].

Полученные исследовательские данные по г. Тюмени говорят о том, что концентрация веществ-загрязнителей превышает предельно допустимые значения до 5 раз и более. При этом некоторые вещества, занимающие ведущие ранговые места по степени превышения предельно допустимой концентрации, могут не быть ведущими в плане развития острого отравления или риска получения хронической интоксикации. Так, например, формальдегид, стоящий на 1-м месте по превышению ПДК (в 5,13 раза), стоит на 5-м месте риска реализации острого отравления; стирол – на 3-м месте по превышению ПДК (в 5 раз), стоит на 4-м месте названного риска.

Однако вещества, в меньшей степени превышающие ПДК, могут располагаться в верхних строках риска развития острого отравления. Подтверждением этого являются: ангидрид сернистый – 7-й ранг превышения допустимых концентраций (в 3,3 раза) – стоит на 3-м месте риска острого отравления; азота двуокись – 4-й ранг (в 4,5 раза) – на 2-м месте; озон, занимающий третью строку превышения допустимых значений (в 5,0 раз), располагается на 1-м месте риска развития острого отравления.

Аналогичная картина наблюдается и при анализе рисков развития хронической интоксикации. Например, загрязнения воздуха соединениями хрома занимают последний, 10-й ранг (по превышению ПДК), но при этом стоят на 1-м месте по степени опасности риска хронической интоксикации. При степени Risk в 0,209 медико-экологическую ситуацию по наличию в атмосфере соединений хрома можно охарактеризовать как существенно напряженную.

Наличие других ведущих загрязнителей (никель, бензол), способных оказать негативное

действие и при хронической интоксикации, свидетельствует о том, что даже при незначительных превышениях нормативных данных риск развития хронической интоксикации близок к маргинальным значениям, характеризуемым с медико-экологической точки зрения как относительно напряженные.

В настоящее время наиболее актуальными индикаторами состояния загрязнения окружающей среды являются почвенные и растительные организмы городской застройки [17]. Но механизмы аккумуляции и поведения поллютантов в различных биологических средах разнятся.

При всем вышесказанном необходимо отметить, что важно изучать характер динамики накопления ксенобиотиков в живых организмах. Химический анализ наличия вредных соединений без учета кинетики всасывания и возможности их аккумуляции, особенно в органах-мишенях, тропных к ним, показывает только наличие элемента в окружающей среде на момент отбора проб и не говорит о возможном и фактическом влиянии на организм теплокровного животного и человека в частности.

Фазовость распределения веществ позволяет выделить основные органы-мишени при поступлении вещества. Так, например, в первой фазе распределения основную роль для вещества играет кровоснабжение органов или тканей – и чем оно интенсивнее, тем больше веществ соответствующие органы (ткани) накапливают. Особенно это актуально при острых отравлениях и соответствующие органы – печень, почки, головной мозг, легкие, сердце и другие. В этой фазе распределения актуален количественный анализ веществ в органах теплокровных животных с наибольшим кровоснабжением.

При хронической интоксикации токсический эффект действия многих веществ может отличаться от проявлений острого отравления. Хорошо известен эффект острого отравления бензолом, который проявляется в основном в изменении деятельности нервной системы, но при хроническом отравлении бензолом уже страдает система кроветворения. Следовательно, вещество преимущественно накапливается в тех тканях и органах, сорбционная емкость которых для веществ-загрязнителей является наибольшей. Например, в условиях хронического действия кобальт, хром, кадмий, марганец более интенсивно накапливаются в почках и печени, а соединения свинца, бериллия – преимущественно в костной ткани.

Таким образом, для полного выяснения картины загрязнения окружающей среды и атмосферного воздуха необходимо анализировать содержание веществ и во внутренних средах теплокровных животных. Также актуальным является неинвазивное исследование загрязнения внутренних сред человеческого организма поллютантами, которое на сегодняшний день требует дополнительного изучения [18].

Выводы

1. При кажущемся экологическом благополучии у населения г. Тюмени остается довольно значительный риск развития острой и хронически обусловленной заболеваемости.

2. Для дальнейшего и полного выявления влияния ксенобиотиков на население Тюменской области и г. Тюмени необходимо проанализировать данные их содержания в других объектах окружающей среды (воде, почве, продуктах питания).

3. Комплексное изучение действия поллютантов на жителей Западно-Сибирского региона требует также исследования состояния здоровья населения – острых и хронических заболеваний, патологической пораженности, демографических показателей.

4. Необходимо разработать методику неинвазивного изучения состояния организма человека при острой и хронической интоксикации веществами – загрязнителями окружающей среды, особенно в условиях натурального наблюдения.

Список литературы

1. Доклад об экологической ситуации в Тюменской области в 2017 году. Департамент недропользования и экологии Тюменской области. [Электронный ресурс]. URL: https://admtyumen.ru/ogv_ru/about/ecology/eco_monitoring/environment.htm (дата обращения: 20.12.2018).

2. Доклад об экологической ситуации в Тюменской области в 2016 году. Департамент недропользования и экологии Тюменской области. [Электронный ресурс]. URL: https://admtyumen.ru/ogv_ru/about/ecology/eco_monitoring/more.htm?id=11447166%40cmsArticle (дата обращения: 20.12.2018).

3. Доклад об экологической ситуации в Тюменской области в 2015 году. Департамент недропользования и экологии Тюменской области. [Электронный ресурс]. URL: https://admtyumen.ru/ogv_ru/about/ecology/eco_monitoring/more.htm?id=11377597%40cmsArticle (дата обращения: 20.12.2018).

4. Жилияков Е.В., Брюханова Р.Я. Эколого-гигиеническая оценка состояния окружающей среды в Тюменской области // Актуальные проблемы архитектуры, строительства, энергоэффективности и экологии - 2016: материалы международной научно-практической конференции (Тюмень, 27-29 апреля 2016 г.). Изд-во: ФГБОУ ВО «ТИУ». 2016. С. 44-48.

5. Жилияков Е.В., Брюханова Р.Я. Антропогенная нагрузка и здоровье населения Тюменской области // Вестник НЦБЖД. 2016. № 3 (29). С. 112-115.

6. Жилияков Е.В., Скипин Л.Н., Латенков В.П. Основы токсикологии. Учебно-методическое пособие. Тюмень: РИО ТюмГАСУ. 2015. 171 с.

7. Байрамов Н.А., Жилияков Е.В. Антропогенная нагрузка как фактор, усугубляющий

развитие и течение основных заболеваний беременных женщин и детей // *Фундаментальные исследования*. 2014. № 4 (3). С. 624-628.

8. Мингалиева И.А. Экспериментальное обоснование подходов к биологической профилактике вредных эффектов органических загрязнителей среды обитания и их комбинаций с токсичными металлами: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Москва, 2009. 24 с.

9. Мамина В.П., Шейко Л.Д., Жигальский О.А. Оценка состояния сперматогенного эпителия и выход доминантных летальных мутаций у крыс, подвергнутых действию шестивалентного хрома в малых дозах // *Успехи современного естествознания*. 2013. № 11. С. 50-53.

10. Бидевкина М.В., Иванов Н.Г., Гугля Е.Б., Скрыбина Э.Г., Шеина Н.И. Материалы к обоснованию гигиенических нормативов силлхромата в различных объектах окружающей среды // *Токсикологический вестник*. 2015. № 1. С. 46-50.

11. Кузденбаева Р.С., Изтьлеуов Е.М., Изтлеуов М.К. Влияние масляного экстракта из корней солодки и листьев крапивы на цитогенетическте повреждения при избыточном поступлении хрома в организм // *Медицинский журнал Западного Казахстана*. 2006. №3 (11). С.14-16.

12. Туякбаев А.М., Койшанова Р.М. Особенности состояния здоровья школьников в возрасте от 12 до 18 лет, проживающих в районе хромперерабатывающих предприятий Актюбинской области // *Педиатрия и детская хирургия Казахстана*. 2004. № 3. С.30-32.

13. Селегей Т.С., Филоненко Н.Н., Ленковская Т.Н. Оценка загрязнения атмосферного воздуха г.Новосибирска приземным озоном // *Оптика атмосферы и океана*. 2012. Т. 25. № 2. С. 171-174.

14. Коломин В.В., Рыбкин В.С., Чуйков Ю.С., Ярославцев А.С. Особенности состояния воздушной среды в г.Астрахани // *Естественные науки*. 2015. № 2 (51). С. 28-36.

15. Вильфанд Р.М., Кузнецова И.Н., Шалыгина И.Ю., Звягинцев А.М., Нахаев М.И., Захарова П.В., Лапченко В.А. Мониторинги прогнозирование качества воздуха в Московском регионе // *Биосфера*. 2014. Т. 6. № 4. С. 339-351.

16. Жиялков Е.В. Здоровье населения как интегральный показатель состояния качества окружающей среды // *Налоги, инвестиции, капитал*. 2004. № 1. С. 211-214.

17. Степень Р.А., Соболева С.В. Оценка приоритетного экологического состояния городской территории // *Системы. Методы. Технологии*. 2017. № 1 (33). С. 152-156.

18. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Григорьева И.Г., Валиев В.С. Использование внутренних сред организма детей для экологического мониторинга уровня полиметаллического загрязнения антропогенно-нагруженных территорий. Сб.: Химия и инженерная экология. XVI международная научная конференция, посвященная 15-летию реализации принципов Хартии Земли в Республике Татарстан. 2016. С. 353-357.