

УДК 616.4:504.03

С.В. Грищенко, И.И. Грищенко, В.С. Шевченко, С.С. Праводелов, Ю.И. Басенко,  
А.В. Зорькина, К.А. Якимова

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДЕТЕРМИНАЦИИ ЭНДОКРИННОЙ ПАТОЛОГИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный медицинский университет им. М. Горького»  
Минздрава России, Донецк, Россия

### Аннотация.

Статья посвящена сравнительному анализу влияния экологических факторов окружающей среды на формирование эндокринной патологии среди населения техногенного региона. Установлены ведущие экологические детерминанты данного процесса, а также современная территориально-экологическая закономерность распределения уровней эндокринной патологии в популяции Донецкой Народной Республики.

**Ключевые слова:** экология, эндокринная патология, сравнительный анализ, детерминация

**Актуальность.** В настоящее время большинство учёных сходятся во мнении, что любая патология представляет собой результат чрезвычайно сложного взаимодействия человеческого организма с окружающей средой, являясь его своеобразным интегральным ответом на влияние огромного количества внешних факторов, в том, числе экологических. Заболевания эндокринной системы не являются в этом ряду исключением, о чём красноречиво свидетельствуют результаты многочисленных исследований, проведенных как отечественными, так и зарубежными специалистами [1–11]. Их анализ заставляет задуматься над некоторыми проблемами и противоречиями, выявленными при изучении детерминации эндокринной патологии экологическими факторами, прежде всего аэрополлютантами, а также химическими веществами техногенного происхождения, загрязняющими питьевую воду, почву и пищевые продукты. Остаётся практически не исследованной положительная роль эссенциальных микроэлементов и других природных гидрохимических компонентов в снижении риска возникновения эндокринной болезней, что затрудняет обоснование и разработку эффективных мер по их профилактике. Особую актуальность подобные исследования приобретают в экорисковых регионах, таких, как Донбасс, где все элементы, составляющие биосферу, испытывают чрезмерную антропопрессию и загрязнены ксенобиотиками в концентрациях, существенно превышающих допустимые уровни. В связи с этим, целью данной работы было определение, на основе результатов сравнительного анализа, наиболее значимых экологических факторов риска и антириска эндокринной патологии, а также её нозологических форм, в максимальной степени подверженных их влиянию.

**Материалы и методы.** Все исследования компонентов окружающей среды и эндокринной патологии населения Донбасса проводились в границах территории, подконтрольной Донецкой Народной Республики (ДНР) по состоянию на 01.01.2022 г.: в 13 городах (Донецк, Макеевка, Горловка, Енакиеве, Ясиноватая, Торез, Снежное, Шахтёрск, Дебальцево, Докучаевск, Кировское, Ждановка, Харцызск) и 5 сельских районах (Новоазовский, Тельмановский, Старобешевский, Амровсиевский, Шахтёрский). Экспериментальный популяционный массив составил около 2 млн. 300 тыс. жителей. Период наблюдения за эндокринной патологией и интенсивностью факторов окружающей среды составил 20 лет (2001–2020 гг.). Химический состав компонентов экологической среды населённых мест Донбасса изучен по отчётным данным и результатам выборочных исследований Госсанэпидслужбы, Госкомгидромета, геологоразведочной экспедиции управления «Донбассгеология», Донецкого филиала института «Черметэнергоочистка».

В атмосферном воздухе определялись среднесуточные и на их основе рассчитывались среднегодовые концентрации взвешенных веществ, диоксидов азота и серы, 3,4-бензпирена, фенола, аммиака, оксида углерода и сероводорода, а также интегральные показатели химического загрязнения воздушного бассейна (были обобщены результаты более 200 тыс. анализов).

В питьевой воде определялись: степень минерализации (сухой остаток), общая жёсткость, содержание хлоридов, сульфатов, железа, марганца, меди, бария, титана, хрома, ванадия, лития, стронция и циркония (анализу подвергались около 5 тыс. проб питьевой воды).

Химический состав почв селитебных территорий ДНР оценивался по содержанию в их

верхнем (пахотном) слое остаточных количеств пестицидов, минеральных удобрений, а также свинца, магния, бария, лития, марганца, хрома, цинка, никеля, олова, молибдена, бериллия, титана и висмута (всего было проанализировано более 15 тыс. проб почвы).

В пищевых продуктах (мясных, молочных, хлебобулочных, картофеле, овощах, фруктах и бахчевых), произведенных из местного сырья, изучалось содержание тяжёлых металлов, нитратов и пестицидов по общепринятым методикам в санитарно-гигиенических лабораториях учреждений Госсанэпидслужбы. Исследованиями было охвачено около 3 тыс. проб продуктов питания.

Изучение частоты возникновения и распространённости эндокринной патологии осуществлялось в соответствии с Международной классификацией болезней X пересмотра (ВОЗ, г. Женева, 1998 г.) по всему классу заболеваний «Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (E00–E90)», а также по отдельным нозологическим формам: узловой зоб эндемический, нетоксический (E01.1.2, E04.1.2), тиреотоксикоз (гипертиреоз) (E05), тиреоидиты (E06), сахарный диабет (E10–E14). В качестве источников информации использовались ежегодные сборники «Показатели здоровья населения и деятельности медицинских учреждений Донецкой области (ДНР)» за 2001–2020 годы, подготовленные Информационно-аналитическим центром медицинской статистики Главного управления здравоохранения Донецкой областной госадминистрации (Министерства здравоохранения ДНР). Всего было проанализировано 20 отчётов, около 100 тыс. случаев заболеваний. На основе обычных интенсивных рассчитывались с помощью прямого метода стандартизованные по возрасту показатели (в качестве стандарта был взят возрастной состав населения Донецкой области по данным всеукраинской переписи населения 2001 г.).

Медико-статистический анализ полученных в результате исследования данных о частоте возникновения и распространённости среди населения ДНР болезней эндокринной системы, а также об экологических детерминантах данной патологии проводился в лицензионном статистическом пакете «MedStat» (Лях Ю.Е., Гурьянов В.Г., 2004) с расчётом относительных и средних величин ( $M \pm m$ ), а также достоверности различий между ними по общепринятым методикам [12].

С целью осуществления сравнительного анализа была произведена выборка из 18 административно-территориальных единиц ДНР

двух групп территорий, контрастно и достоверно ( $p < 0,05$ ) различающихся между собой как по уровню содержания химических веществ в объектах окружающей среды, так и по интегральным эколого-гигиеническим показателям.

**Результаты и обсуждение.** На первом этапе была проведена интегральная ранговая оценка уровней содержания химических веществ как природного, так и антропогенного происхождения, в различных объектах окружающей среды всех 13 городов и 5 сельских районов ДНР. Итоги данной работы отображены в табл.1

Как видно из вышеприведенной таблицы, административно-территориальные единицы ДНР существенно различаются между собой по содержанию химических веществ в атмосферном воздухе, питьевой воде, почве и продуктах питания, произведенных из местного сырья. Условно все они могут быть распределены на три равные (по шесть селитебных анклавов) группы: 1-я группа — с максимальным содержанием химических веществ в объектах окружающей среды, 2-я группа — со средним его уровнем и 3-я группа — с минимальным.

Результаты анализа данных табл.1 позволяют констатировать, что по содержанию химических веществ во всех объектах окружающей среды, кроме питьевой воды, лидирующие места (1–6 ранги) занимают шесть крупнейших индустриально — городских агломераций республики — Енакиево, Горловка, Макеевка, Дебальцево, Донецк и Харцызск. Наименьшие концентрации химических веществ (13–18 рейтинговые ранги) во всех экологических средах (также за исключением водной) зарегистрированы в шести селитебных анклавах, составляющих 3 группу сравнения: города Кировское, Торез и Снежное, а также Новоазовский, Амвросиевский и Тельмановский сельские районы.

В отношении питьевой воды установлена противоположная закономерность: максимальное содержание химических веществ, особенно хлоридов, сульфатов, минеральных солей и эссенциальных микроэлементов природного происхождения характерно для всех пяти сельских районов ДНР и города Дебальцево (1-я группа), в то время как минимальное — для городов Горловка, Ясиноватая, Шахтёрск, Донецк, Торез и Снежное (3 группа).

Аналогичный сравнительный ранговый анализ территорий ДНР был проведен в отношении распределения уровней стандартизованных по возрасту показателей частоты возникновения и распространённости различных нозологических форм эндокринной

**Таблица 1.** Сравнительный анализ уровней содержания химических веществ в основных объектах окружающей среды населённых мест Донецкой Народной Республики

Ранговые группы сравнения и уровни содержания химических веществ	Наименования объектов окружающей среды и административных территорий ДНР (города и сельские районы) с указанием их рангов по содержанию химических веществ в этих объектах				Все объекты окружающей среды	
	Атмосферный воздух	Питьевая вода	Почва	Произведенные из местного сырья		
I группа Максимальный уровень содержания (1-6 рейтинговые ранги)	1.г.Енакиев 2.г.Макеевка 3.г.Донецк 4.г.Горловка 5.г.Дебальцево 6.г.Харцызск	1.Старобешевский р-н 2.Новоазовский р-н 3.Амвросиевский р-н 4.Шахтёрский р-н 5.Тельмановский р-н 6.г.Дебальцево	1.г.Горловка 2.г.Енакиев 3.г.Донецк 4.г.Макеевка 5.г.Дебальцево 6.г.Харцызск	1.г.Енакиев 2.г.Горловка 3.г.Макеевка 4.г.Харцызск 5.г.Донецк 6.г.Дебальцево	1.г.Енакиев 2.г.Горловка 3.г.Макеевка 4.г.Дебальцево 5.г.Донецк 5.г.Харцызск	
II группа Средний уровень содержания (7-12 рейтинговые ранги)	7. Старобешевский р-н 8.г.Шахтёрск 9.г.Торез 10.г.Докучаевск 11.г.Ясиноватая 12.Новоазовский р-н	7.г.Енакиев 8.г.Ждановка 9.г.Кировское 10.г.Докучаевск 11.г.Харцызск 12.г.Макеевка	7.г.Шахтёрск 8.г.Торез 9.г.Снежное 10.г.Ясиноватая 11.г.Докучаевск 12.Старобешевский р-н	7.Ждановка 8.Старобешевский р-н 9.г.Ясиноватая 10.Шахтёрский р-н 11.г.Кировское 12.г.Шахтёрск	6.Старобешевский р-н 7.г.Шахтёрск 8.г.Ясиноватая 8.г.Докучаевск 8.г.Ждановка 9.Шахтёрский р-н	
III группа Минимальный уровень содержания (13-18 рейтинговые ранги)	13.г.Снежное 14.г.Кировское 15.г.Ждановка 16.Шахтёрский р-н 17.Амвросиевский р-н 18.Тельмановский р-н	13.г.Горловка 14.г.Ясиноватая 15.г.Шахтёрск 16.г.Донецк 17.г.Торез 18.г.Снежное	13.г.Кировское 14.г.Ждановка 15.Шахтёрский р-н 16.Амвросиевский р-н 17.Новоазовский р-н 18.Тельмановский р-н	13.г.Докучаевск 14.Амвросиевский р-н 15.Новоазовский р-н 16.г.Торез 17.г.Снежное	10.Новоазовский р-н 11.г.Кировское 12.г.Торез 12.Амвросиевский р-н 13.г.Снежное 14.Тельмановский р-н	

патологии среди их жителей. Итоги этой работы представлены в табл. 2 и 3.

Данные табл. 2 показывают, что значения показателей исследуемой патологии — как всех болезней эндокринной системы, так и её отдельных нозологических форм (тиреотоксикоза, тиреоидитов, узлового зоба эндемического, нетоксического и сахарного диабета) можно условно разделить на три контрастные, равные по численности группы (в каждой по шесть административно — территориальных единиц), практически не отличающихся от аналогичных групп показателей содержания химических веществ в объектах окружающей среды. Так, максимальные уровни и частоты возникновения, и распространённости вышеуказанных нозологических форм эндокринной патологии зафиксированы среди жителей крупнейших индустриально — городских агломераций, имеющих наибольшее количество мощных техногенных источников ксенобиотического загрязнения экологической среды — городов Макеевка, Донецк, Горловка, Енакиев и Харцызск (1-6 ранговые места), а минимальные — среди населения небольших городов Ждановка и Торез, а также Амвросиевского, Тельмановского, Шахтёрского и Новоазовского сельских районов (11-17 ранговые места). При этом обращает на себя внимание тот факт (табл.3), что во втором по численности жителей и уровню развития промышленности городе ДНР — Макеевке абсолютно все показатели эндокринной патологии находятся на наивысшем уровне (1-е ранговые места) и статистически достоверно ( $p < 0,05$ ) превышают соответствующие среднерегиональные значения.

Таким образом, проанализировав и сопоставив между собой данные табл. 1-3, можно сделать вывод о существовании следующей закономерности: населённые места с наибольшим содержанием химических веществ в воздушном бассейне, почве, продуктах питания и наименьшими их концентрациями в питьевой воде практически полностью совпадают с территориями, где регистрируются максимальные значения частоты возникновения и распространённости болезней эндокринной системы среди жителей. В связи с этим, для



**Таблица 2.** Сравнительный анализ уровней стандартизованных показателей частоты возникновения и распространённости болезней эндокринной системы среди жителей городов и сельских районов Донецкой Народной Республики

Ранговые группы сравнения и уровни стандартизованных показателей эндокринной патологии	Ранговые места среднепожилых (1998–2020 гг.) стандартизованных показателей эндокринной патологии					
	Все болезни эндокринной системы E00–E90	Тиреотоксикоз (гипертиреоз) E05	Тиреоидиты E05, E06	Узловой зоб эндемический, нетоксический E01.1, E01.2, E04.1, E04.2	Сахарный диабет E10–E13	
Частота возникновения	Распространённость	Частота возникновения	Распространённость	Частота возникновения	Распространённость	Частота возникновения
1-я группа (максимальный уровень показателей эндокринной патологии: 1-6 рейтинговые ранги)	1.г.Макеевка** 2.г.Горловка** 3.г.Донецк** 4.г.Енакиев 5.г.Ясиноватая 6.г.Харцызск	1.г.Макеевка** 2.г.Докучаевск 3.г.Ясиноватая 4.г.Донецк 5.г.Кировское 6.г.Горловка	1.г.Макеевка** 2.г.Дебальцево** 3.г.Харцызск** 4.г.Шахтёрск** 5.г.Ясиноватая 6.г.Донецк**	1.г.Макеевка** 2.г.Донецк** 3.г.Шахтёрск 4.г.Горловка 5.г.Порез 6.г.Харцызск	1.г.Макеевка** 2.г.Енакиев** 3.г.Докучаевск** 4.г.Горловка** 5.г.Донецк 6.г.Дебальцево	1.г.Макеевка** 2.г.Горловка** 3.г.Донецк** 4.г.Енакиев** 5.г.Ясиноватая 6.г.Докучаевск
2-я группа (средний уровень показателей эндокринной патологии: 7-12 рейтинговые ранги)	7.г.Снежное 8.г.Докучаевск 9.г.Дебальцево* 10.г.Шахтёрск* 11.Кировское* 12.г.Ждановка*	7.г.Снежное 8.г.Енакиев 9.г.Харцызск 10.г.Снежное 11.г.Порез 12.г.Шахтёрск*	7.г.Дебальцево 8.г.Кировское* 9.г.Тельмановский р-н* 10.г.Шахтёрск* 11.Шахтёрский р-н* 12.г.Докучаевск* 13.г.Порез*	7.г.Ясиноватая 8.г.Кировское 9.г.Снежное 10.г.Енакиев 11.г.Докучаевск 12.Шахтёрский р-н	7.г.Снежное 8.г.Ясиноватая 9.г.Харцызск 10.г.Дебальцево 11.г.Кировское* 12.г.Шахтёрский р-н* 13.г.Кировское* 14.г.Ждановка*	7.г.Харцызск 8.г.Шахтёрск 9.г.Дебальцево 10.г.Кировское* 11.г.Старобешевский р-н* 12.г.Ждановка*
3-я группа (минимальный уровень показателей эндокринной патологии: 13-18 рейтинговые ранги)	13.г.Шахтёрск* 14.Новоазоский р-н* 15.Шахтёрский р-н* 16.Амвросиевский р-н* 17.г.Ждановка* 18.Тельмановский р-н*	12.Старобешевский р-н* 13.г.Ждановка* 14.Шахтёрский р-н* 15.Тельмановский р-н* 16.г.Порез* 17.Тельмановский р-н* 18.Амвросиевский р-н*	13.г.Харцызск* 14.г.Ждановка* 15.г.Снежное* 16.Амвросиевский р-н* 17.Старобешевский р-н* 18.г.Енакиев* 19.г.Шахтёрск*	13.Тельмановский р-н* 14.Старобешевский р-н* 15.г.Ждановка* 16.г.Дебальцево* 17.Амвросиевский р-н* 18.Новоазоский р-н*	13.г.Ждановка* 14.Новоазоский р-н* 15.г.Порез* 16.Шахтёрский р-н* 17.Амвросиевский р-н* 18.Тельмановский р-н*	13.Шахтёрский р-н* 14.Новоазоский р-н* 15.г.Снежное* 16.г.Порез* 17.Амвросиевский р-н* 18.Тельмановский р-н*

Примечание: показатель достоверно ( $p < 0,05$ ) выше (\*\*) или ниже (\*) среднерегионального уровня

**Таблица 3.** Рейтинговый анализ уровней стандартизованных показателей эндокринной патологии среди жителей городов и сельских районов ДНР

Наименования городов и сельских районов ДНР	Ранговые места среднепоголетних (1998–2020 гг.) показателей эндокринной патологии										Рейтинг	Рейтинг
	Все болезни эндокринной системы		Тиреотоксикоз (гипертиреоз)		Тиреоидиты		Узловой зоб эндемический, нетоксический		Сахарный диабет			
	Частота возникновения	Распространённость	Частота возникновения	Распространённость	Частота возникновения	Распространённость	Частота возникновения	Распространённость	Частота возникновения	Распространённость		
г.Донецк	3	3	4	6	4	3	2	4	5	3	3,7	2
г.Горловка	2	2	6	9	3	4	4	6	4	2	4,2	3
г.Дебальцево	9	8	7	2	15	7	16	15	6	9	9,4	9
г.Докучаевск	8	7	2	8	12	6	11	7	3	6	7,0	5
г.Енакиев	4	5	8	14	10	18	10	11	2	4	8,6	6
г.Ждановка	17	12	13	15	14	14	15	17	13	12	14,2	15
г.Кировское	12	10	5	12	6	8	8	10	12	10	9,3	8
г.Макеевка	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,0	1
г.Снежное	7	14	10	13	7	15	9	16	7	15	11,3	10
г.Торез	11	16	11	16	9	12	5	8	15	16	11,9	11
г.Харцызск	6	6	9	3	8	13	6	3	9	7	7,0	5
г.Шахтёрск	13	9	11	4	17	10	3	2	11	8	8,8	7
г.Ясиноватая	5	4	3	5	2	2	7	5	8	5	4,6	4
Амвросиевский р-н	16	18	17	18	16	16	17	18	17	17	17,0	17
Новоазовский р-н	14	11	16	7	13	5	18	12	14	14	12,4	12
Старобешевский р-н	10	13	12	11	14	17	14	13	10	11	12,5	13
Тельмановский р-н	18	17	15	17	5	9	13	14	18	18	14,4	16
Шахтёрский р-н	15	15	14	10	11	11	12	9	16	13	12,6	14

дальнейшего проведения сравнительного анализа детерминации уровней эндокринной патологии населения техногенного региона химическими экологическими факторами были сформированы две группы селитебных анклавов ДНР, контрастные по данному показателю: 1-я группа — города Макеевка, Донецк, Горловка, Енакиев, Харцызск (самые высокие концентрации химических веществ в атмосферном воздухе, почве и пищевых продуктах, наиболее низкие — в питьевой воде) и 2-я группа — города Ждановка, Торез, а также Амвросиевский, Тельмановский, Шахтёрский и Новоазовский сельские районы (наибольшее содержание химических веществ в питьевой воде, наименьшее во всех остальных объектах окружающей среды).

Для более детальной гигиенической характеристики состояния компонентов экологической среды населённых мест ДНР, входящих в вышеуказанные группы сравнения, был проведен анализ, итоги которого отображены в таблицах 4–7.

Анализ данных табл. 4 свидетельствует о существовании довольно высокого контраста между сравниваемыми группами селитебных анклавов по уровню техногенного ксенобиотического загрязнения воздушного бассейна. Так, обращает на себя внимание тот факт, что два из изученных аэрополлютантов (фенол и аммиак) не обнаружены ни в одной из проб атмосферного воздуха населённых мест, образующих 2 группу сравнения, где регистрируются минимальная степень загрязнения воздушной среды вредными химическими веществами техногенного происхождения. Наиболее контрастные различия между значениями показателей ксенобиотической контаминации воздушного бассейна двух сравниваемых групп территорий ДНР отмечаются по среднемуголетним атмосферным концентрациям некоторых

**Таблица 4.** Сравнительный анализ показателей ксенобиотического загрязнения воздушного бассейна контрастных групп населённых мест ДНР ( $M \pm m$ ,  $n=30$ )

Наименования показателей ксенобиотического загрязнения воздушного бассейна (среднемноголетние концентрации ксенобиотиков и интегральные показатели загрязнения атмосферы)	Населённые места с максимальным уровнем ксенобиотического загрязнения атмосферного воздуха (1-я группа): города Макеевка, Донецк, Горловка, Енакиево, Харцызск	Населённые места с минимальным уровнем ксенобиотического загрязнения атмосферного воздуха (2-я группа): города Ждановка, Торез; Амвросиевский, Тельмановский, Шахтёрский, Новоазовский сельские районы	Ранг по контрастности достоверных различий (в числителе) и значения различий в размах (в знаменателе)
Удельный вес анализов атмосферного воздуха с превышением регламентов по ксенобиотикам (%)	$55,8 \pm 1,8^*$ $t=12,6$ ( $p<0,001$ )	$27,9 \pm 1,3$	10 2,0
Концентрация взвешенных веществ ( $мг/м^3$ )	$0,624 \pm 0,05^*$ $t=4,4$ ( $p<0,001$ )	$0,341 \pm 0,04$	11 1,83
Концентрация диоксида азота ( $мг/м^3$ )	$0,162 \pm 0,02^*$ $t=4,6$ ( $p<0,001$ )	$0,058 \pm 0,01$	8 2,79
Концентрация 3,4 бензпирена ( $нг/м^3$ )	$9,55 \pm 0,28^*$ $t=27,9$ ( $p<0,001$ )	$1,48 \pm 0,07$	2 6,45
Концентрация фенола ( $мг/м^3$ )	$0,0105 \pm 0,001$	-	-
Концентрация аммиака ( $мг/м^3$ )	$0,152 \pm 0,02$	-	-
Концентрация оксида углерода ( $мг/м^3$ )	$13,06 \pm 0,8^*$ $t=6,9$ ( $p<0,001$ )	$6,2 \pm 0,6$	9 2,11
Концентрация диоксида серы ( $мг/м^3$ )	$0,27 \pm 0,03^*$ $t=5,7$ ( $p<0,001$ )	$0,089 \pm 0,01$	7 3,0
Концентрация сероводорода ( $мг/м^3$ )	$0,058 \pm 0,009^*$ $t=4,7$ ( $p<0,001$ )	$0,0069 \pm 0,006$	1 8,4
Суммарная концентрация ксенобиотиков в воздушном бассейне (Ксум. по Буштуевой)	$50,5 \pm 3,5^*$ $t=12,0$ ( $p<0,001$ )	$8,0 \pm 0,6$	3 6,31
Комплексный показатель химического загрязнения атмосферного воздуха Р (по Пинигину)	$27,1 \pm 0,9^*$ $t=21,8$ ( $p<0,001$ )	$4,6 \pm 0,5$	4 5,89
Комплексный индекс загрязнения атмосферы 7-ю ксенобиотиками (КИЗА <sub>7</sub> )	$31,2 \pm 1,2^*$ $t=18,9$ ( $p<0,001$ )	$7,3 \pm 0,4$	6 4,27
Суммарный показатель загрязнения воздушного бассейна (СПЗ), у.е.	$4530,3 \pm 198,2^*$ $t=16,6$ ( $p<0,001$ )	$977,8 \pm 80,5$	5 4,63

Примечание: «\*» — различие между показателями сравниваемых групп населённых мест достоверно ( $p<0,05$ ); «-» — ксенобиотик в атмосферном воздухе отсутствует

аэрополлютантов — сероводорода (1-е место: 8,4 раза), 3,4 бензпирена (2-е место: 6,45 раза) и диоксида серы (7-е место: 3,0 раза), а также по значениям интегральных показателей антропогенного химического загрязнения атмосферы — суммарной концентрации ксенобиотиков в воздушном бассейне (Ксум. по Буштуевой): 3-е место (6,31 раза), комплексного показателя химического загрязнения атмосферного воздуха Р (по Пинигину): 4-е место (5,89 раза), суммарного показателя загрязнения (СПЗ) атмосферы: 5-е место (4,63 раза) и комплексного индекса загрязнения воздушного бассейна 7-ю ксенобиотиками (КИЗА<sub>7</sub>): 6-е место (4,27 раза). Степень контрастных различий между сравниваемыми

группами селитебных анклавов Донбасса по таким критериям техногенного химического загрязнения воздушной среды, как удельный вес анализов атмосферного воздуха, не соответствующих гигиеническим нормативам, а также среднемноголетние атмосферные концентрации взвешенных веществ, оксида углерода и диоксида азота значительно ниже и составляет, соответственно, 2,0; 1,83; 2,11 и 2,79 раза.

Аналогичный сравнительный анализ был осуществлён в отношении показателей химического состава воды, используемой для питья жителями двух контрастных групп населённых мест ДНР. Результаты этого исследования приведены в табл. 5.

**Таблица 5.** Сравнительный анализ показателей химического состава питьевой воды контрастных групп населённых мест ДНР ( $M \pm m$ ,  $n=30$ )

Наименования показателей химического состава питьевой воды	Населённые места с максимальными концентрациями химических веществ в питьевой воде (1 группа): Амвросиевский, Тельмановский, Шахтёрский, Новоазовский сельские районы; города Ждановка и Торез	Населённые места с минимальными концентрациями химических веществ в питьевой воде (2 группа): города Макеевка, Донецк, Горловка, Енакиево, Харцызск	Ранг по контрастности достоверных различий (в числителе) и значения различий в фазах (в знаменателе)
Удельный вес анализов химического состава питьевой воды с превышением регламентов (%)	$64,6 \pm 1,7^*$ $t=16,3$ ( $p<0,001$ )	$28,8 \pm 1,4$	4 2,24
Общая минерализация (мг/л)	$2888,3 \pm 43,5^*$ $t=31,0$ ( $p<0,001$ )	$1220,1 \pm 31,7$	3 2,37
Общая жёсткость (мг-экв/л)	$21,4 \pm 0,8^*$ $t=15,1$ ( $p<0,001$ )	$7,9 \pm 0,4$	2 2,71
Концентрация хлоридов (мг/л)	$324,3 \pm 28,1^*$ $t=8,1$ ( $p<0,001$ )	$88,9 \pm 7,6$	1 3,65
Концентрация сульфатов (мг/л)	$1366,7 \pm 145,3^*$ $t=5,8$ ( $p<0,001$ )	$504,2 \pm 26,3$	2 2,71
Концентрация железа (мг/л)	$0,38 \pm 0,11$ $t=0,67$ ( $p>0,05$ )	$0,49 \pm 0,12$	-
Концентрация марганца (мг/л)	$0,094 \pm 0,009$ $t=0,07$ ( $p>0,05$ )	$0,093 \pm 0,011$	-
Концентрация бария (мг/л)	$0,077 \pm 0,015$ $t=0,018$ ( $p>0,05$ )	$0,0766 \pm 0,016$	-
Концентрация меди (мг/л)	$0,47 \pm 0,12$ $t=0,26$ ( $p>0,05$ )	$0,51 \pm 0,1$	-
Концентрация титана (мг/л)	$0,081 \pm 0,015$ $t=0,61$ ( $p>0,05$ )	$0,069 \pm 0,013$	-
Концентрация хрома (мг/л)	$0,443 \pm 0,09$ $t=0,35$ ( $p>0,05$ )	$0,401 \pm 0,08$	-
Концентрация ванадия (мг/л)	$0,031 \pm 0,008$ $t=0,2$ ( $p>0,05$ )	$0,029 \pm 0,006$	-
Концентрация лития (мг/л)	$0,0229 \pm 0,005$ $t=0,205$ ( $p>0,05$ )	$0,0245 \pm 0,006$	-
Концентрация стронция (мг/л)	$5,1 \pm 1,2$ $t=0,53$ ( $p>0,05$ )	$4,3 \pm 0,9$	-
Концентрация циркония (мг/л)	$0,132 \pm 0,03$ $t=0,08$ ( $p>0,05$ )	$0,129 \pm 0,02$	-

Примечание: «\*» — различие между показателями сравниваемых групп населённых мест достоверно ( $p<0,05$ )

Данные табл. 5 показывают, что из всех 15 проанализированных критериев химического состава питьевой воды только по 5 (удельному весу анализов химического состава, не соответствующих гигиеническим регламентам, общей минерализации и жёсткости, содержанию хлоридов и сульфатов) были установлены достоверные ( $p<0,001$ ) различия между сравниваемыми группами территорий эко-кризисного региона. В отношении остальных 10 показателей — водных концентраций железа, марганца, бария, меди, титана, хрома, ванадия, лития, стронция и циркония таких отличий выявить не удалось ( $p>0,05$ ). Наибольший контраст между 1-й и 2-й группами

сравнения был зафиксирован по содержанию хлоридов в воде, используемой для хозяйственно-питьевого водоснабжения (1-е место: 3,65 раза). Несколько менее существенными подобными различия были в отношении концентрации сульфатов (2-е место: 2,71 раза), общей жёсткости (также 2-е место: 2,71 раза) и минерализации (3-е место: 2,37 раза), а также удельного веса анализов химического состава питьевой воды, не соответствующих гигиеническим нормативам (4-е место: 2,24 раза).

Сравнительный анализ показателей химического техногенного загрязнения почв позволил получить результаты, представленные в табл. 6.

**Таблица 6.** Сравнительный анализ показателей химического техногенного загрязнения почв контрастных групп населённых мест ДНР ( $M \pm m$ ,  $n=30$ )

Наименования показателей химического техногенного загрязнения почв	Населённые места с максимальными концентрациями техногенных химических веществ в почвах (1 группа): города Макеевка, Донецк, Горловка, Енакиево, Харцызск	Населённые места с минимальными концентрациями техногенных химических веществ в почвах (2 группа): Амвросиевский, Тельмановский, Шахтёрский, Новоазовский сельские районы; города Ждановка и Торез	Ранг по контрастности достоверных различий (в числителе) и значения различий в размах (в знаменателе)
Удельный вес анализов химического состава почв с превышением регламентов по пестицидам (%)	$7,54 \pm 1,1$ $t=0,39$ ( $p>0,05$ )	$6,98 \pm 0,9$	-
Удельный вес анализов химического состава почв с превышением регламентов по тяжёлым металлам (%)	$57,2 \pm 0,9^*$ $t=39,5$ ( $p<0,001$ )	$16,5 \pm 0,5$	3 3,47
Концентрация свинца (мг/кг)	$86,3 \pm 8,5^*$ $t=6,6$ ( $p<0,001$ )	$27,9 \pm 2,6$	5 3,09
Концентрация магния (мг/кг)	$15266,4 \pm 897,6^*$ $t=10,6$ ( $p<0,001$ )	$4327,9 \pm 519,4$	2 3,53
Концентрация бария (мг/кг)	$1193,2 \pm 91,8^*$ $t=5,6$ ( $p<0,001$ )	$621,3 \pm 45,1$	11 1,92
Концентрация лития (мг/кг)	$74,5 \pm 4,9^*$ $t=9,0$ ( $p<0,001$ )	$26,8 \pm 2,0$	7 2,78
Концентрация марганца (мг/кг)	$2320,4 \pm 196,7^*$ $t=8,1$ ( $p<0,001$ )	$681,5 \pm 48,7$	4 3,4
Концентрация хрома (мг/кг)	$227,3 \pm 16,5^*$ $t=6,8$ ( $p<0,001$ )	$102,7 \pm 8,0$	9 2,21
Концентрация цинка (мг/кг)	$223,5 \pm 19,2^*$ $t=9,0$ ( $p<0,001$ )	$44,4 \pm 5,1$	1 5,0
Концентрация никеля (мг/кг)	$83,9 \pm 7,4^*$ $t=4,3$ ( $p<0,001$ )	$48,3 \pm 3,8$	14 1,74
Концентрация олова (мг/кг)	$8,4 \pm 0,7^*$ $t=4,8$ ( $p<0,001$ )	$4,52 \pm 0,4$	13 1,86
Концентрация молибдена (мг/кг)	$3,3 \pm 0,3^*$ $t=4,7$ ( $p<0,001$ )	$1,6 \pm 0,2$	10 2,1
Концентрация бериллия (мг/кг)	$0,21 \pm 0,03^*$ $t=4,6$ ( $p<0,001$ )	$0,07 \pm 0,005$	6 3,0
Концентрация титана (мг/кг)	$493,5 \pm 17,6^*$ $t=14,0$ ( $p<0,001$ )	$221,7 \pm 8,2$	8 2,23
Концентрация висмута (мг/кг)	$0,19 \pm 0,02^*$ $t=4,0$ ( $p<0,001$ )	$0,1 \pm 0,01$	12 1,9

Примечание: «\*» — различие между показателями сравниваемых групп населённых мест достоверно ( $p<0,05$ ).

Данные табл. 6 позволяют констатировать, что почвы сравниваемых групп селитебных анклавов ДНР значительно различаются между собой по содержанию абсолютно большинства (14 из изученных 15) химических веществ антропогенного происхождения. Исключение составляют только пестициды, различие между почвенными концентрациями которых не является статистически достоверным ( $t=0,39$ ;  $p>0,05$ ). Наибольший (в 3,0 раза и выше) контраст между сравниваемыми группами населённых мест техногенного региона зарегистрирован в отношении содержания в почвах цинка (1-е место: 5,0 раз), магния (2-е место:

3,53 раза), марганца (4-е место: 3,4 раза), свинца (5-е место: 3,09 раза) и бериллия (6-е место: 3,0 раза), а также удельного веса анализов химического состава почв с превышением регламента по тяжёлым металлам (3-е место: 3,47 раза). В отношении остальных восьми химических элементов установлены гораздо менее существенные достоверные отличия (от 1,74 до 2,78 раза): лития (7-е место: 2,78 раза), титана (8-е место: 2,23 раза), хрома (9-е место: 2,21 раза), молибдена (10-е место: 2,1 раза), бария (11-е место: 1,92 раза), висмута (12-е место: 1,9 раза), олова (13-е место: 1,86 раза) и никеля (14-е место: 1,74 раза).



**Таблица 7.** Сравнительный анализ показателей ксенобиотического загрязнения продуктов питания, производимых из местного сырья и потребляемых жителями контрастных групп населённых мест ДНР ( $M \pm m$ ,  $n=30$ )

Наименования показателей ксенобиотического загрязнения пищевых продуктов	Населённые места с максимальным уровнем ксенобиотического загрязнения пищевых продуктов (1-я группа): города Макеевка, Донецк, Горловка, Енакиево, Харцызк	Населённые места с минимальным уровнем ксенобиотического загрязнения пищевых продуктов (2-я группа): Амвросиевский, Тельмановский, Шахтёрский, Новоазовский сельские районы; города Ждановка и Торез	Ранг по контрастности достоверных различий (в числителе) и значения различий в размах (в знаменателе)
Удельный вес анализов химического состава продуктов питания с превышением ПДК нитратов (%)	$32,5 \pm 0,7^*$ $t=23,3$ ( $p<0,001$ )	$12,5 \pm 0,5$	2 2,6
Удельный вес анализов химического состава продуктов питания с превышением ПДК пестицидов (%)	$4,3 \pm 0,6^*$ $t=1,15$ ( $p>0,05$ )	$3,4 \pm 0,5$	-
Удельный вес анализов химического состава продуктов питания с превышением ПДК тяжёлых металлов (%)	$12,3 \pm 0,4^*$ $t=16,6$ ( $p<0,001$ )	$4,0 \pm 0,3$	1 3,1

Результаты сравнительного анализа критериев техногенного химического загрязнения продуктов питания, производимых из местного сырья и потребляемых жителями контрастных групп населённых мест Донбасса, отображены в табл. 7.

Из табл. 7 видно, что существуют значительные (2,6–3,1 раза) и достоверные ( $p<0,001$ ) различия между сравниваемыми группами территорий ДНР по степени контаминации пищевых продуктов, производимых из местного сырья и потребляемых их жителями, тяжёлыми металлами (1-е место: 3,1 раза) и нитратами (2-е место: 2,6 раза). В отношении пестицидов такое различие оказалось недостоверным ( $t=1,15$ ;  $p>0,05$ ).

После проведения сравнительного анализа гигиенических характеристик сформированных территориальных групп экокризисного региона были изучены частота возникновения и распространённость болезней эндокринной системы среди их жителей. Результаты данной работы представлены в табл. 8.

Анализ материалов табл. 8 даёт возможность утверждать, что абсолютно все исследованные показатели формирования эндокринной патологии значительно (в 1,97–2,97 раза) и статистически достоверно ( $t=4,3$ –11,9;  $p<0,001$ ) выше у жителей селитебных анклавов 1-й группы сравнения (с максимальным уровнем содержания ксенобиотиков в воздушном бассейне, почвах и продуктах питания), чем у населения городов и сельских районов, образующих 2 группу (с наименьшим его уровнем). В отношении питьевой воды

установлена противоположная закономерность — частота возникновения болезней эндокринной системы в 2,18–2,97 раза меньше, а их распространённость, соответственно, в 1,65–2,3 раза ниже среди жителей населённых мест с наибольшим уровнем содержания химических веществ в питьевой воде по сравнению с теми селитебными анклавами, где наблюдается наименьший уровень их концентрации в данном объекте окружающей среды.

**Выводы.** Установлена современная территориально-экологическая закономерность распределения уровней эндокринной патологии в популяции Донецкой Народной Республики: наибольшие значения как частоты возникновения, так и распространённости болезней эндокринной системы регистрируются среди жителей селитебных анклавов с максимальными концентрациями ксенобиотиков в атмосферном воздухе, почвах и продуктах питания, производимых из местного сырья, но, в то же время, с наименьшим содержанием химических веществ природного происхождения (минеральные соли, эссенциальные микроэлементы) в питьевой воде; минимальные значения показателей формирования эндокринной патологии фиксируются у населения территорий с наименьшими концентрациями ксенобиотиков в воздушном бассейне, почвах и пищевых продуктах, но вместе с тем, — с максимальным содержанием природных химических веществ в питьевой воде.

Результаты исследований дают возможность утверждать, что ксенобиотики (вредные для человеческого организма химические



- молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с международным участием / под ред. А. Ю. Поповой, Н. В. Зайцевой. – Ростов-на-Дону, 2019. – С. 279–282.
6. Современные загрязнители окружающей среды и их отрицательное влияние на щитовидную железу [Текст] / А. И. Волошин [и др.] // Международный эндокринологический журнал. – 2019. – Т. 15, № 7. – С. 560–566.
  7. Социально-гигиеническая оценка распространения заболеваний щитовидной железы [Текст] / К. В. Кондратьев [и др.] // Здравоохранение Российской Федерации. – 2021. – Т. 65, № 1. – С. 37–44.
  8. Чаиркин, И. Н. Роль минерализации окружающей среды в развитии тиреоидной патологии [Текст] / И. Н. Чаиркин, О. В. Калмин, О. О. Калмин // Морфологические ведомости. – 2016. – Т. 24, № 3. – С. 64–68.
  9. Штанько, Д. С. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье населения: обзор [Текст] / Д. С. Штанько, Д. А. Кинжаев, В. А. Чвякин // Инновационные научные исследования. – 2022. – № 4–2 (18). – С. 16–22.
  10. Błażewicz, A. Selected Essential and Toxic Chemical Elements in Hypothyroidism-A Literature Review (2001–2021) [Text] / A. Błażewicz, P. Wiśniewska, K. Skórzyńska-Dziduszko // Int. J. Mol. Sci. – 2021. – Vol. 22, N 18. – P. 10147. doi: 10.3390/ijms221810147
  11. Pesticide use and incident hyperthyroidism in farmers in the Agricultural Health Study [Text] / S. Shrestha [et al.] // Occup. Environ. Med. – 2019. – Vol. 76, N 5. – P. 332–335. doi: 10.1136/oemed-2018-105518
  12. Медик, В.А., Токмачев М.С. Руководство по статистике здоровья и здравоохранения. – М.: Медицина, 2006. – С.103 – 121.

УДК 617.741-004.1[[504.5:669.018.674] +159.944.4]

Д.О. Ластков, В.В. Попович

## КАТАРАКТА У НАСЕЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННОГО РЕГИОНА: РИСКИ ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И ПОСЛЕДСТВИЙ СТРЕСС-ИНДУЦИРОВАННЫХ СОСТОЯНИЙ

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный медицинский университет им. М. Горького»  
Минздрава России, Донецк, Россия

### Аннотация

Цель работы состояла в оценке влияния тяжелых металлов на заболеваемость и распространенность катаракты у населения техногенного региона, в т.ч. в условиях последствий военного и эпидемического дистресса. У детей и подростков наблюдается снижение заболеваемости катарактой, у взрослого населения — повышение. Среди детского и взрослого населения отмечается достоверное снижение распространенности катаракты, у подростков — значимый рост. Последствия стресс-индуцированных состояний усугубили неблагоприятное действие тяжелых металлов на уровни катаракты у всех групп населения.

**Ключевые слова:** заболеваемость, распространенность катаракты у населения; тяжелые металлы; локальный военный конфликт

В научной литературе освещены различные факторы риска катаракты: *неправильная организация рабочего места, включая недостаточное освещение, наследственность; вредные и тяжелые условия труда, возрастные изменения органа зрения, осложнения после вирусных инфекций, нерациональное питание и др.* [1–2]. Однако недостаточно внимания в развитии катаракты уделено экологическим факторам и последствиям стресс-индуцированных состояний [3–5].

Цель работы состояла в оценке влияния тяжелых металлов на заболеваемость и распространенность катаракты у населения Донбасса, в т.ч. в условиях последствий военного и эпидемического дистресса.

**Материалы и методы.** В качестве объекта окружающей среды нами была выбрана почва г. Донецка, а в качестве модели загрязнения — концентрация 12 тяжелых металлов и металлоидов (далее — ТМ: свинец, цинк, кадмий, медь, марганец, фосфор, мышьяк, таллий, барий, ртуть, алюминий, стронций), период по-

луыведения которых из почвы составляет от десятков до тысяч лет [6–7]. При улучшении в ДНР качества атмосферного воздуха и ухудшении показателей питьевой воды почва является наименее мигрирующим объектом. По данным Всемирной организации здравоохранения до 95% ТМ поступают в организм по трофическим цепочкам из почвы с растительной пищей и продуктами животного происхождения [6].

Выполнены расчет и анализ уровней заболеваемости и распространенности катаракты среди основных групп населения (дети, подростки и взрослое население, в т. ч. лица пенсионного возраста) с учетом возрастных и гендерных различий по самым «загрязненному» (Б.) и «чистому» (В.) районам (не пострадавшим от боевых действий до 2022 г.) в сравнении с районами К. и П., находившимися в зоне военного конфликта, и среднегородскими показателями в течение 4-х временных периодов: довоенного (I — 2012–2013 гг.), переходного военного — начала боевых действий (II — 2014–2016 гг.), стабильного военного