

- Bevolking – Groei en Krimp, Mens en Maatschappij. Deventer: Van Loghum Slaterus.
17. Van de Kaa D.J. (1996). Anchored narratives: the story and findings of half a century of research into the determinants of fertility // *Population Studies*. 50(3): 389-432.
18. Lesthaeghe R. (2010). The Unfolding Story of the Second Demographic Transition // *Population and Development Review*. 36(2): 211-251.
19. Michael I. Ojovan, and Mikhail B. Loshchinin. "Heuristic Paradoxes of S.P. Kapitza Theoretical Demography" *European Researcher*, vol. 92, no. 3, 2015. doi:10.13187/er.2015.92.237
20. Лотман, Ю.М. Избранные статьи в трех томах / Ю.М. Лотман // Открытый Фонд Эстонии культуры Таллин «Александра» 1992 <http://www.chat.ru/~yankos/ya.html>

УДК 614.771+54]:616(477.62)

С.В. Грищенко, И.Е. Седаков, И.И. Грищенко, Е.Ф. Миненко, И.Н. Басенко, С.С. Правделов, В. С. Костенко, Н.Г. Смольская

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ПАТОГЕННОЙ ЗНАЧИМОСТИ ТЕХНОГЕННЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ ПОЧВЫ В ФОРМИРОВАНИИ ЗАБОЛЕВАНИЙ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ СРЕДИ ЖИТЕЛЕЙ ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

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

Аннотация

Статья посвящена корреляционному анализу роли техногенных химических загрязнителей почвы в формировании различных нозологических форм болезней в популяции экокризисного региона. Определены ключевые геохимические детерминанты этого процесса, а также виды патологии населения, в максимальной степени подверженные их негативному воздействию.

Ключевые слова: почва, техногенное химическое загрязнение, заболеваемость населения, корреляционный анализ

Актуальность. Анализ довольно многочисленных работ отечественных и зарубежных учёных [1–11] позволяет констатировать, что почва, как один из основных компонентов биосферы, играет чрезвычайно важную эколого-гигиеническую роль. Значение её для жизнедеятельности всех живых организмов и, в том числе, человека, велико и многогранно. С одной стороны, почва относится к основным источникам поступления эссенциальных элементов в человеческий организм, а с другой — является ключевым звеном в процессе миграции химических веществ как естественного, так и антропогенного происхождения, приводящем в ряде случаев к формированию природных и техногенных биогеохимических провинций. Важное гигиеническое значение имеет почва как потенциальный источник техногенного ксенобиотического загрязнения других объектов окружающей среды — атмосферного воздуха, питьевой воды и пищевых продуктов, особенно в экокризисных регионах, таких, как Донбасс. На данной территории более 95% всех почв относится к антропогенно изменённым, что, несомненно, существенно повышает риск их негативного воздействия на здоровье человека, выражающегося, в том числе, в увеличении частоты возникновения и распространённости заболеваний различ-

ных классов среди населения. В связи с вышеизложенным, целью настоящей работы было определение, на основе результатов рангового корреляционного анализа, ключевых геохимических факторов риска формирования патологии среди жителей Донецкой Народной Республики, а также её нозологических форм, в наибольшей мере детерминированных ими.

Материалы и методы. Все исследования химического состава почв и заболеваемости населения Донбасса проводились в границах территории, подконтрольной Донецкой Народной Республики (ДНР) по состоянию на 01.01.2022 г. — в 13 городах (Донецк, Макеевка, Горловка, Енакиево, Ясиноватая, Торез, Снежное, Шахтёрск, Дебальцево, Докучаевск, Кировское, Ждановка, Харцызск) и 5 сельских районах (Новоазовский, Тельмановский, Старобешевский, Амвросиевский, Шахтёрский). Экспериментальный популяционный массив составил около 2 млн. 300 тыс. жителей. Период наблюдения за показателями заболеваемости населения и интенсивностью геохимических факторов окружающей среды составил 20 лет (2001–2020 гг.).

Химический состав почв селитебных территорий Донбасса оценивался по содержанию в их верхнем (пахотном) слое остаточных количеств пестицидов, минеральных удобрений,

а также 13 элементов техногенного происхождения: свинца, магния, бария, лития, марганца, хрома, цинка, никеля, олова, молибдена, бериллия, титана и висмута. Всего было проанализировано более 15 тыс. проб почвы по отчётным данным и результатам выборочных исследований Госсанэпидслужбы, геологоразведочной экспедиции управления «Донбассгеология» и Донецкого филиала научно-исследовательского проектно-изыскательского института «Черметэнергоочистка».

Изучение частоты возникновения и распространённости патологии среди жителей экокризисного региона осуществлялось в соответствии с Международной классификацией болезней (МКБ) X пересмотра (Всемирная Организация здравоохранения, г.Женева, 1998 г.) как по всем заболеваниям (A00-T98), так и по 9 отдельным классам болезней: новообразования (C00-D48), болезни эндокринной системы (E00-E90), болезни глаза и его придаточного аппарата (H00-H59), болезни уха и сосцевидного отростка (H60-H95), болезни системы кровообращения (J00-J99), болезни органов пищеварения (K00-K93), болезни кожи и подкожной жировой клетчатки (L00-L99), болезни мочеполовой системы (N00-N99) и болезни костно-мышечной системы (M00-M99). В качестве источников информации использовались ежегодные сборники «Показатели здоровья населения и деятельности медицинских учреждений Донецкой области (ДНР)» за 2001–2020 гг. (материалы 20 сборников), подготовленные Информационно-аналитическим центром медицинской статистики Главного управления здравоохранения Донецкой областной госадминистрации (Министерства здравоохранения ДНР).

Медико-статистический анализ полученных данных проводился в лицензионном статистическом пакете «MedStat» (Лях Ю.Е., Гурьянов В.Г., 2004 г.) с расчётом относительных и средних величин ($M \pm m$), а также достоверности различий между ними по общепринятым методикам [12].

С целью изучения силы и направления связи между геохимическими факторами и показателями заболеваемости населения использовался ранговый корреляционный анализ [12].

Результаты и обсуждение. Результаты проведенного рангового корреляционного анализа между интенсивностью техногенных геохимических факторов и показателями формирования патологии среди жителей Донбасса представлены в табл.1.

Данные табл. 1 позволяют констатировать, что из 15 проанализированных критериев техногенного химического загрязнения почв абсо-

лютное большинство (14) имеют достоверную ($p < 0,05$) положительную (прямую) корреляционную связь средней силы ($R = +0,3-0,69$) или сильную ($R = +0,7-0,99$) хотя бы с одним показателем частоты возникновения или распространённости болезней среди взрослого населения ДНР. Исключение составляет лишь удельный вес анализов химического состава почв с превышением регламентов по содержанию пестицидов, с которым не было выявлено достоверной корреляционной зависимости ни с одним из показателей формирования патологии среди жителей Донбасса. Иными словами можно с уверенностью утверждать, что все исследованные техногенные загрязнители, находящиеся в почвах в концентрациях выше гигиенической нормы или среднефонового значения, за исключением остаточных количеств пестицидов, являются геохимическими факторами риска формирования разнообразной патологии среди населения экокризисного региона. Однако, как видно из табл.1, патогенная значимость их существенно различается.

Проведенный ранговый корреляционный анализ с расчётом среднего рейтинга и определением рейтингового ранга позволил проанализировать изученные показатели антропогенного химического загрязнения почв по силе их влияния на процесс формирования патологии среди жителей Донецкой Народной Республики (то есть патогенной значимости).

Анализ материалов табл. 1 даёт возможность утверждать, что лидирующие позиции в данном процессе принадлежат, если судить по величине среднего значения коэффициента ранговой корреляции R ($R = +0,453-539$), 8 показателям химического загрязнения почв из 14 имеющих достоверную корреляционную связь хотя бы с одним критерием формирования патологии населения техногенного региона: почвенной концентрации олова (1 место: $R = +0,539$), удельному весу анализов химического состава почв с превышением гигиенических нормативов по тяжёлым металлам (2 место: $R = +0,515$), содержанию в верхнем почвенном слое никеля (3 место: $R = +0,514$), свинца (4 место: $R = +0,507$), бериллия (5 место: $R = +0,473$), цинка (6 место: $R = +0,458$), титана (7 место: $R = +0,454$) и молибдена (8 место: $R = +0,453$).

Для уточнения и конкретизации патогенной значимости геохимических факторов в формировании заболеваний среди населения ДНР был дополнительно осуществлён рейтинговый анализ, учитывавший не только среднее значение коэффициента ранговой корреляции каждого из них с показателями

Таблица 1. Ранговый корреляционный анализ зависимости заболеваемости населения Донбасса от химического состава почв (величина, знак и уровень значимости коэффициента ранговой корреляции R)

Наименования показателей химического состава почв	Показатели заболеваемости населения Донбасса (стандартизованные по возрасту)											
	Ранг болезней (A00 - T98) Частота возникновения болезней (A00 - T98)	Ранг Распространённость всех болезней (A00 - T98)	Ранг Частота возникновения всех новообразований (C00 - D48)	Ранг Распространённость всех новообразований (C00 - D48)	Ранг Частота возникновения всех злокачественных новообразований (C00 - C97)	Ранг Распространённость всех злокачественных новообразований (C00 - C97)	Ранг Частота возникновения болезней крови и крововетворных органов (D50 - 89)	Ранг Распространённость болезней крови и крововетворных органов (D50 - 89)	Ранг	Ранг	Ранг	
Удельный вес анализов химического состава почв с превыш. ПДК по пестицидам	R=+0,82 p<0,01	R=+0,876 p<0,01	R=+0,678 p<0,01	R=+0,734 p<0,01	R=+0,486 p=0,04	3	-	-	-	-	R=+0,614 p<0,01	4
Удельный вес анализов химического состава почв с превыш. ПДК по тяж.метал.	R=+0,789 p<0,01	R=+0,833 p<0,01	R=+0,769 p<0,01	R=+0,827 p<0,01	R=+0,484 p=0,04	4	-	-	-	-	R=+0,744 p<0,01	2
Содержание свинца	R=+0,744 p<0,01	R=+0,748 p<0,01	R=+0,756 p<0,01	R=+0,732 p<0,01	-	11	-	-	-	-	R=+0,501 p=0,03	12
Содержание магния	R=+0,577 p=0,01	R=+0,728 p<0,01	R=+0,564 p=0,01	R=+0,633 p<0,01	R=+0,472 p=0,05	7	-	-	-	-	R=+0,68 p<0,01	3
Содержание лития	R=+0,759 p<0,01	R=+0,672 p<0,01	R=+0,835 p<0,01	R=+0,736 p<0,01	R=+0,476 p=0,05	5	R=+0,721 p<0,01	-	-	-	-	-
Содержание марганца	R=+0,76 p<0,01	R=+0,769 p<0,01	R=+0,777 p<0,01	R=+0,738 p<0,01	R=+0,473 p=0,05	6	R=+0,651 p<0,01	-	-	-	R=+0,61 p<0,01	6
Содержание хрома	R=+0,74 p<0,01	R=+0,736 p<0,01	R=+0,738 p<0,01	R=+0,678 p<0,01	-	13	-	-	-	-	-	-
Содержание цинка	R=+0,804 p<0,01	R=+0,779 p<0,01	R=+0,728 p<0,01	R=+0,73 p<0,01	-	12	-	-	-	-	R=+0,593 p<0,01	7
Содержание никеля	R=+0,805 p<0,01	R=+0,816 p<0,01	R=+0,688 p<0,01	R=+0,746 p<0,01	R=+0,519 p=0,03	2	R=+0,61 p<0,01	R=+0,482 p=0,04	3	R=+0,611 p<0,01	5	
Содержание олова	R=+0,866 p<0,01	R=+0,89 p<0,01	R=+0,762 p<0,01	R=+0,801 p<0,01	R=+0,557 p=0,02	1	R=+0,491 p=0,04	R=+0,5 p=0,03	9	R=+0,773 p<0,01	1	
Содержание молибдена	R=+0,796 p<0,01	R=+0,78 p<0,01	R=+0,768 p<0,01	R=+0,754 p<0,01	-	6	-	-	7	R=+0,529 p=0,02	9	
Содержание бериллия	R=+0,806 p<0,01	R=+0,787 p<0,01	R=+0,834 p<0,01	R=+0,81 p<0,01	-	3	-	-	11	R=+0,515 p=0,03	11	
Содержание титана	R=+0,853 p<0,01	R=+0,792 p<0,01	R=+0,858 p<0,01	R=+0,816 p<0,01	-	2	-	-	4	R=+0,531 p=0,02	8	
Содержание висмута	R=+0,752 p<0,01	R=+0,756 p<0,01	R=+0,866 p<0,01	R=+0,8 p<0,01	-	5	-	-	8	R=+0,521 p=0,03	10	
Среднее значение коэффициента R	R=+0,725	R=+0,731	R=+0,708	R=+0,702	R=+0,231		R=+0,409	R=+0,098		R=+0,481		
Рейтинговый ранг	7	6	8	10	39		32	44		29		

Продолжение табл. 1

Наименования показателей химического состава почв	Показатели заболеваемости населения Донбасса (стандартизованные по возрасту)											
	Частота возникновения болезней глаза аппарата (H00 - 59)	Ранг	Распространённость болезней глаза аппарата (H00 - 59)	Частота возникновения болезней нервной системы (G00 - 99)	Ранг	Распространённость болезней нервной системы (G00 - 99)	Частота возникновения болезней уха и сосцевидного отростка (H60 - 95)	Ранг	Распространённость болезней уха и сосцевидного отростка (H60 - 95)	Частота возникновения болезней уха и сосцевидного отростка (H60 - 95)	Ранг	Распространённость болезней уха и сосцевидного отростка (H60 - 95)
Удельный вес анализов химического состава почв с превыш. ПДК по пестицидам												
Удельный вес анализов химического состава почв с превыш. ПДК по тяж. метал.												
Содержание свинца	R=+0,674 p<0,01	13	R=+0,856 p<0,01	1	R=+0,67 p<0,01	1	R=+0,701 p<0,01	11	R=+0,659 p<0,01	11	R=+0,486 p=0,04	6
Содержание магния	R=+0,845 p<0,01	2	R=+0,763 p<0,01	9	R=+0,534 p=0,02	4	R=+0,703 p<0,01	10	R=+0,704 p<0,01	10	R=+0,487 p=0,04	5
Содержание бария	R=+0,721 p<0,01	10	R=+0,664 p<0,01	13	R=+0,486 p=0,04	6	R=+0,723 p<0,01	7	R=+0,699 p<0,01	7	-	-
Содержание лития	R=+0,738 p<0,01	9	R=+0,709 p<0,01	12	-	-	R=+0,742 p<0,01	4	R=+0,701 p<0,01	4	R=+0,473 p=0,05	9
Содержание марганца	R=+0,701 p<0,01	12	R=+0,728 p<0,01	10	-	-	R=+0,643 p<0,01	13	R=+0,625 p<0,01	12	R=+0,568 p=0,01	1
Содержание хрома	R=+0,713 p<0,01	11	R=+0,822 p<0,01	3	R=+0,471 p=0,05	8	R=+0,734 p<0,01	5	R=+0,713 p<0,01	4	-	-
Содержание цинка	R=+0,818 p<0,01	3	R=+0,787 p<0,01	8	-	-	R=+0,73 p<0,01	6	R=+0,684 p<0,01	6	R=+0,469 p=0,05	10
Содержание никеля	R=+0,808 p<0,01	5	R=+0,719 p<0,01	11	-	-	R=+0,719 p<0,01	8	R=+0,664 p<0,01	10	R=+0,557 p=0,02	2
Содержание олова	R=+0,858 p<0,01	1	R=+0,815 p<0,01	5	R=+0,571 p=0,01	2	R=+0,761 p<0,01	3	R=+0,74 p<0,01	2	R=+0,543 p=0,02	3
Содержание молибдена	R=+0,756 p<0,01	7	R=+0,812 p<0,01	7	-	-	R=+0,717 p<0,01	9	R=+0,668 p<0,01	9	R=+0,479 p=0,04	8
Содержание бериллия	R=+0,755 p<0,01	8	R=+0,856 p<0,01	1	R=+0,507 p=0,03	5	R=+0,765 p<0,01	2	R=+0,736 p<0,01	3	-	-
Содержание титана	R=+0,812 p<0,01	4	R=+0,829 p<0,01	2	R=+0,47 p=0,05	9	R=+0,787 p<0,01	1	R=+0,752 p<0,01	1	R=+0,48 p=0,04	7
Содержание висмута	R=+0,643 p<0,01	14	R=+0,82 p<0,01	4	R=+0,558 p=0,02	3	R=+0,672 p<0,01	12	R=+0,659 p<0,01	11	R=+0,488 p=0,04	4
Среднее значение коэффициента R	R=+0,707		R=+0,733		R=+0,316		R=+0,666		R=+0,642		R=+0,335	
Рейтинговый ранг	9	5	36	42	36	42	13	19	34			

Продолжение табл. 1

Наименования показателей химического состава почв	Показатели заболеваемости населения Донбасса (стандартизованные по возрасту)														
	Частота возникновения болезней мочеполовой системы (N00 - 99)	Ранг	Распространённость болезней мочеполовой системы (N00 - 99)	Ранг	Частота возникновения болезней мочеполовой системы (N00 - 99)	Ранг	Распространённость болезней мочеполовой системы (N00 - 99)	Ранг	Частота возникновения сахарного диабета (E10 - 14)	Ранг	Распространённость сахарного диабета (E10 - 14)	Ранг	Частота возникновения болезней мочеполовой системы (00 - 99)	Ранг	Распространённость болезней мочеполовой системы (00 - 99)
Удельный вес анализов химического состава почв с превыш. ПДК по пестицидам	R=+0,866	2	R=+0,913	2	R=+0,554	5	-	R=+0,472	6	-	R=+0,851	1	R=+0,521	1	R=+0,521
Удельный вес анализов химического состава почв с превыш. ПДК по тяж. метал.	p<0,01		p<0,01		p=0,02			p=0,05			p<0,01		p=0,03		
Содержание свинца	R=+0,787	5	R=+0,876	3	R=+0,564	4	R=+0,548	3	R=+0,56	2	R=+0,676	8	-	-	-
	p<0,01		p<0,01		p=0,01		p=0,02		p=0,02		p<0,01		-	-	-
Содержание магния	R=+0,742	8	R=+0,827	6	R=+0,514	8	R=+0,486	5	-	-	R=+0,639	13	-	-	-
	p<0,01		p<0,01		p=0,03		p=0,04		-	-	p<0,01		-	-	-
Содержание бария	R=+0,692	12	R=+0,765	11	R=+0,533	6	-	R=+0,538	4	-	R=+0,662	10	-	-	-
	p<0,01		p<0,01		p=0,02		-	p=0,02		-	p<0,01		-	-	-
Содержание лития	R=+0,577	14	R=+0,612	14	R=+0,47	12	-	-	-	-	R=+0,631	14	-	-	-
	p<0,01		p<0,01		p=0,05		-	-	-	-	p<0,01		-	-	-
Содержание марганца	R=+0,699	11	R=+0,725	12	-	-	-	-	-	-	R=+0,684	7	-	-	-
	p<0,01		p<0,01		-		-	-	-	-	p<0,01		-	-	-
Содержание хрома	R=+0,754	7	R=+0,818	8	R=+0,522	7	-	-	-	-	R=+0,659	11	-	-	-
	p<0,01		p<0,01		p=0,03		-	-	-	-	p<0,01		-	-	-
Содержание цинка	R=+0,808	4	R=+0,845	4	R=+0,574	3	R=+0,579	2	R=+0,503	5	R=+0,697	5	-	-	-
	p<0,01		p<0,01		p=0,01		p=0,01		p=0,03		p<0,01		-	-	-
Содержание никеля	R=+0,822	3	R=+0,829	5	R=+0,644	1	R=+0,626	1	R=+0,55	3	R=+0,736	3	-	-	-
	p<0,01		p<0,01		p<0,01		p<0,01		p=0,02		p<0,01		-	-	-
Содержание олова	R=+0,88	1	R=+0,939	1	R=+0,604	2	R=+0,516	4	R=+0,58	1	R=+0,767	2	R=+0,473	2	
	p<0,01		p<0,01		p<0,01		p=0,03		p=0,01		p<0,01		p=0,05		
Содержание молибдена	R=+0,769	6	R=+0,82	7	R=+0,506	9	R=+0,47	7	-	-	R=+0,709	4	-	-	-
	p<0,01		p<0,01		p=0,03		p=0,05		-	-	p<0,01		-	-	-
Содержание бериллия	R=+0,713	10	R=+0,817	9	R=+0,505	10	R=+0,475	6	-	-	R=+0,69	6	-	-	-
	p<0,01		p<0,01		p=0,03		p=0,05		-	-	p<0,01		-	-	-
Содержание титана	R=+0,728	9	R=+0,816	10	R=+0,504	11	-	-	-	-	R=+0,663	9	-	-	-
	p<0,01		p<0,01		p=0,03		-	-	-	-	p<0,01		-	-	-
Содержание висмута	R=+0,633	13	R=+0,724	13	-	-	-	-	-	-	R=+0,645	12	-	-	-
	p<0,01		p<0,01		-		-	-	-	-	p<0,01		-	-	-
Среднее значение коэффициента R	R=+0,698		R=+0,755		R=+0,433		R=+0,247		R=+0,214		R=+0,031		R=+0,066		
Рейтинговый ранг	11		1		31		37		40		49		17		46

Продолжение табл. 1

Наименования показателей химического состава почв	Показатели заболеваемости населения Донбасса (стандартизованные по возрасту)											
	Ранг ИНС (20 - 25) Частота возникновения	Ранг ГБ (все формы) Частота возникновения	Ранг ГБ (все формы) Частота возникновения	Ранг ИНС (20 - 25) Частота возникновения	Ранг ГБ (все формы) Частота возникновения	Ранг ИНС (20 - 25) Частота возникновения	Ранг ГБ (все формы) Частота возникновения	Ранг ИНС (20 - 25) Частота возникновения	Ранг ГБ (все формы) Частота возникновения	Ранг ИНС (20 - 25) Частота возникновения	Ранг ГБ (все формы) Частота возникновения	Ранг ИНС (20 - 25) Частота возникновения
Удельный вес анализов химического состава почв с превыш. ПДК по пестицидам	1 R=+0,822 p<0,01	3 R=+0,711 p<0,01	4 R=+0,732 p<0,01	11 R=+0,781 p<0,01	11 R=+0,781 p<0,01	11 R=+0,781 p<0,01						
Удельный вес анализов химического состава почв с превыш. ПДК по тяж.метал.	13 R=+0,645 p<0,01	5 R=+0,684 p<0,01	2 R=+0,756 p<0,01	9 R=+0,789 p<0,01	9 R=+0,789 p<0,01	9 R=+0,789 p<0,01						
Содержание свинца	12 R=+0,647 p<0,01	14 R=+0,612 p<0,01	12 R=+0,62 p<0,01	6 R=+0,822 p<0,01	6 R=+0,822 p<0,01	6 R=+0,822 p<0,01						
Содержание магния	14 R=+0,612 p<0,01	2 R=+0,717 p<0,01	3 R=+0,74 p<0,01	14 R=+0,589 p<0,01	14 R=+0,589 p<0,01	14 R=+0,589 p<0,01						
Содержание бария	9 R=+0,68 p<0,01	8 R=+0,641 p<0,01	7 R=+0,581 p<0,01	10 R=+0,785 p<0,01	10 R=+0,785 p<0,01	10 R=+0,785 p<0,01						
Содержание лития	4 R=+0,711 p<0,01	4 R=+0,707 p<0,01	3 R=+0,709 p<0,01	13 R=+0,728 p<0,01	13 R=+0,728 p<0,01	13 R=+0,728 p<0,01						
Содержание марганца	8 R=+0,688 p<0,01	11 R=+0,628 p<0,01	13 R=+0,583 p<0,01	7 R=+0,808 p<0,01	7 R=+0,808 p<0,01	7 R=+0,808 p<0,01						
Содержание хрома	6 R=+0,699 p<0,01	13 R=+0,616 p<0,01	9 R=+0,643 p<0,01	5 R=+0,837 p<0,01	5 R=+0,837 p<0,01	5 R=+0,837 p<0,01						
Содержание цинка	10 R=+0,676 p<0,01	6 R=+0,668 p<0,01	4 R=+0,701 p<0,01	1 R=+0,874 p<0,01	1 R=+0,874 p<0,01	1 R=+0,874 p<0,01						
Содержание никеля	2 R=+0,766 p<0,01	1 R=+0,75 p<0,01	2 R=+0,771 p<0,01	8 R=+0,794 p<0,01	8 R=+0,794 p<0,01	8 R=+0,794 p<0,01						
Содержание олова	3 R=+0,713 p<0,01	12 R=+0,618 p<0,01	5 R=+0,644 p<0,01	3 R=+0,839 p<0,01	3 R=+0,839 p<0,01	3 R=+0,839 p<0,01						
Содержание молибдена	7 R=+0,697 p<0,01	10 R=+0,633 p<0,01	9 R=+0,577 p<0,01	4 R=+0,838 p<0,01	4 R=+0,838 p<0,01	4 R=+0,838 p<0,01						
Содержание бериллия	5 R=+0,701 p<0,01	7 R=+0,657 p<0,01	10 R=+0,633 p<0,01	2 R=+0,872 p<0,01	2 R=+0,872 p<0,01	2 R=+0,872 p<0,01						
Содержание титана	11 R=+0,67 p<0,01	9 R=+0,639 p<0,01	12 R=+0,649 p<0,01	12 R=+0,763 p<0,01	12 R=+0,763 p<0,01	12 R=+0,763 p<0,01						
Содержание висмута	11 R=+0,67 p<0,01	9 R=+0,639 p<0,01	12 R=+0,649 p<0,01	12 R=+0,763 p<0,01	12 R=+0,763 p<0,01	12 R=+0,763 p<0,01						
Среднее значение коэффициента R	16 R=+0,648	22 R=+0,62	24 R=+0,626	3 R=+0,741	3 R=+0,741	3 R=+0,741						
Рейтинговый ранг	16	22	24	21	3	3	3	3	3	3	3	3
												23
												38

Продолжение табл. 1

Наименования показателей химического состава почв	Показатели заболеваемости населения Донбасса (стандартизованные по возрасту)														
	Частота возникновения инсультов (60 - 64)	Ранг	Распространённость инсультов (60 - 64)	Ранг	Частота возникновения транзиторных ишемических атак (Г45)	Ранг	Распространённость транзиторных ишемических атак (Г45)	Ранг	Частота возникновения болезней органов дыхания (I00 - I99)	Ранг	Распространённость болезней органов дыхания (I00 - I99)	Ранг	Частота возникновения пневмоний (I8)	Ранг	Распространённость пневмоний (I8)
Удельный вес анализов химического состава почв с превыш. ПДК по пестицидам															
Удельный вес анализов химического состава почв с превыш. ПДК по тяж.метал.	R=+0,767 p<0,01	12	R=+0,752 p<0,01	12	-	-	-	-	-	-	R=+0,583 p=0,01	10	-	-	-
Содержание свинца	R=+0,783 p<0,01	11	R=+0,756 p<0,01	11	-	-	-	-	-	-	R=+0,626 p<0,01	6	R=+0,494 p=0,04	1	R=+0,472 p=0,05
Содержание магния	R=+0,829 p<0,01	7	R=+0,785 p<0,01	10	-	-	-	-	-	-	R=+0,585 p=0,01	9	-	-	-
Содержание бария	R=+0,579 p<0,01	14	R=+0,507 p=0,03	14	-	-	-	-	-	-	R=+0,467 p=0,05	14	-	-	-
Содержание лития	R=+0,828 p<0,01	8	R=+0,845 p<0,01	3	-	-	-	-	-	-	R=+0,637 p<0,01	4	-	-	-
Содержание марганца	R=+0,787 p<0,01	10	R=+0,792 p<0,01	9	-	-	-	-	-	-	R=+0,649 p<0,01	2	-	-	-
Содержание хрома	R=+0,837 p<0,01	5	R=+0,812 p<0,01	7	-	-	-	-	-	-	R=+0,595 p<0,01	8	-	-	-
Содержание цинка	R=+0,836 p<0,01	6	R=+0,816 p<0,01	6	-	-	-	-	-	-	R=+0,582 p=0,01	11	-	-	-
Содержание никеля	R=+0,893 p<0,01	1	R=+0,866 p<0,01	1	-	-	-	-	-	-	R=+0,55 p=0,02	13	R=+0,474 p=0,05	2	-
Содержание олова	R=+0,739 p<0,01	13	R=+0,737 p<0,01	13	-	-	-	-	-	-	R=+0,631 p<0,01	5	-	-	-
Содержание молибдена	R=+0,856 p<0,01	3	R=+0,839 p<0,01	4	-	-	-	-	-	-	R=+0,577 p=0,01	12	-	-	-
Содержание бериллия	R=+0,845 p<0,01	4	R=+0,831 p<0,01	5	-	-	-	-	-	-	R=+0,616 p<0,01	7	-	-	-
Содержание титана	R=+0,858 p<0,01	2	R=+0,864 p<0,01	2	-	-	-	-	-	-	R=+0,659 p<0,01	1	-	-	-
Содержание висмута	R=+0,792 p<0,01	9	R=+0,804 p<0,01	8	-	-	-	-	-	-	R=+0,641 p<0,01	3	-	-	-
Среднее значение коэффициента R	R=+0,749		R=+0,734		-	-	-	-	-	-	R=+0,56		R=+0,065		R=+0,031
Рейтинговый ранг	2		4								25		47		49

Продолжение табл. 1

Наименования показателей химического состава почв	Показатели заболеваемости населения Донбасса (стандартизованные по возрасту)													
	Частота возникновения хронического бронхита (40 - 42)	Ранг	Частота возникновения бронхитальной астмы (45-46)	Ранг	Распространённость бронхитальной астмы (45-46)	Ранг	Частота возникновения бронхитальной астмы (45-46)	Ранг	Частота возникновения бронхитальной астмы (45-46)	Ранг	Распространённость бронхитальной астмы (45-46)			
Удельный вес анализов химического состава почв с превыш. ПДК по пестицидам	-	-	-	-	R=+0,47 p=0,05	13	R=+0,748 p<0,01	1	R=+0,748 p<0,01	1	R=+0,748 p<0,01	1	R=+0,677 p<0,01	9
Удельный вес анализов химического состава почв с превыш. ПДК по тяж. метал.	-	-	-	-	R=+0,523 p=0,03	7	R=+0,558 p=0,02	12	R=+0,558 p=0,02	12	R=+0,723 p<0,01	4	R=+0,585 p<0,01	2
Содержание свинца	-	-	R=+0,494 p=0,04	2	R=+0,761 p<0,01	1	R=+0,645 p<0,01	5	R=+0,674 p<0,01	9	R=+0,674 p<0,01	9	R=+0,727 p<0,01	5
Содержание магния	-	-	R=+0,604 p<0,01	2	R=+0,48 p=0,04	11	R=+0,744 p<0,01	2	-	-	R=+0,583 p=0,01	13	R=+0,828 p<0,01	3
Содержание бария	-	-	R=+0,529 p=0,02	1	R=+0,633 p<0,01	8	R=+0,501 p=0,03	13	R=+0,582 p=0,01	14	R=+0,582 p=0,01	14	R=+0,489 p=0,04	14
Содержание лития	-	-	R=+0,496 p=0,04	12	R=+0,531 p=0,02	7	R=+0,585 p<0,01	11	R=+0,62 p<0,01	12	R=+0,62 p<0,01	12	R=+0,687 p<0,01	7
Содержание марганца	-	-	-	-	R=+0,633 p<0,01	4	R=+0,633 p<0,01	8	R=+0,622 p<0,01	11	R=+0,622 p<0,01	11	R=+0,645 p<0,01	11
Содержание хрома	-	-	R=+0,637 p<0,01	1	-	-	R=+0,632 p<0,01	9	R=+0,695 p<0,01	8	R=+0,695 p<0,01	8	R=+0,716 p<0,01	6
Содержание цинка	-	-	R=+0,538 p=0,02	6	R=+0,554 p=0,02	6	R=+0,692 p<0,01	3	R=+0,747 p<0,01	2	R=+0,747 p<0,01	2	R=+0,774 p<0,01	4
Содержание никеля	-	-	R=+0,508 p=0,03	9	R=+0,598 p<0,01	5	R=+0,65 p<0,01	3	R=+0,7 p<0,01	7	R=+0,7 p<0,01	7	R=+0,861 p<0,01	1
Содержание олова	-	-	R=+0,552 p=0,02	5	R=+0,486 p<0,01	10	R=+0,691 p<0,01	4	R=+0,703 p<0,01	6	R=+0,703 p<0,01	6	R=+0,646 p<0,01	10
Содержание молибдена	-	-	R=+0,507 p=0,03	10	R=+0,478 p=0,04	12	R=+0,697 p<0,01	2	R=+0,728 p<0,01	3	R=+0,728 p<0,01	3	R=+0,631 p<0,01	12
Содержание бериллия	-	-	R=+0,575 p=0,01	4	R=+0,515 p=0,03	8	R=+0,644 p<0,01	6	R=+0,705 p<0,01	5	R=+0,705 p<0,01	5	R=+0,681 p<0,01	8
Содержание титана	-	-	R=+0,602 p<0,01	3	R=+0,513 p=0,03	9	R=+0,641 p<0,01	7	R=+0,673 p<0,01	10	R=+0,673 p<0,01	10	R=+0,602 p<0,01	13
Содержание висмута	-	-	R=+0,503 p=0,03	11	R=+0,494 p=0,03	28	R=+0,552 p=0,01	26	R=+0,56 p=0,01	25	R=+0,56 p=0,01	25	R=+0,655 p<0,01	15
Среднее значение коэффициента R	-	-	R=+0,068	45	30	28	26	25	25	25	25	25	15	
Рейтинговый ранг	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение табл. 1

Наименования показателей химического состава почв	Показатели заболеваемости населения Донбасса (стандартизованные по возрасту)													
	Частота возникновения холангитов (К81, К83.0)	Распространённость холангитов (К81, К83.0)	Ранг	Средний рейтинг II	Рейтинговый ранг II	Среднее значение коэффициента R (I)	Ранг	Количество корреляционных пар с достоверной связью (p<0,05)	Ранг	Средний рейтинг (I)	Рейтинговый Ранг I	Итоговый средний рейтинг I-II	Итоговый Ранг I-II	
Удельный вес анализов химического состава почв с превыш. ПДК по пестицидам	-	-	-	8	2,0	2	R=+0,515	2	44	2	5,62	5	3,5	4
Удельный вес анализов химического состава почв с превыш. ПДК по тяж. метал.	-	-	-	-	2,5	3	R=+0,507	4	45	1	5,19	3	3,0	3
Содержание свинца	-	-	-	2	7,0	7	R=+0,435	9	38	5	8,15	10	8,5	7
Содержание магния	-	-	-	-	10,0	10	R=+0,393	14	37	6	9,49	13	11,5	9
Содержание бария	-	-	-	7	10,0	10	R=+0,394	13	36	7	9,61	14	12,0	10
Содержание лития	-	-	-	10	7,5	8	R=+0,429	10	38	5	8,03	9	8,5	7
Содержание марганца	R=+0,474 p=0,05	1	R=+0,484 p=0,04	10	10,0	10	R=+0,406	12	35	8	8,26	11	10,5	8
Содержание хрома	-	-	-	3	5,0	5	R=+0,458	6	39	4	6,49	8	6,5	6
Содержание цинка	-	-	-	5	2,5	3	R=+0,514	3	44	2	4,61	2	2,5	2
Содержание никеля	-	-	-	1	1,0	1	R=+0,539	1	45	1	3,98	1	1,0	1
Содержание олова	-	-	-	4	6,0	6	R=+0,453	8	39	4	6,44	7	6,5	6
Содержание молибдена	-	-	-	6	4,0	4	R=+0,473	5	41	3	6,15	6	5,0	5
Содержание бериллия	-	-	-	9	6,0	6	R=+0,454	7	38	5	5,47	4	5,0	5
Содержание титана	-	-	-	-	8,5	9	R=+0,418	11	37	6	8,81	12	10,5	8
Содержание висмута	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Среднее значение коэффициента R	R=+0,032						R=+0,153							
Рейтинговый ранг	48						43							

патологии жителей, но и количество образовавшихся при этом корреляционных пар с достоверной ($p < 0,05$) связью. Итоги этой работы, отображённые в табл.1, свидетельствуют о том, что по обоим этим критериям (максимальные значения коэффициента корреляции, превышающие $+0,5$: $R = +0,507 - 0,539$) и наибольшие количества корреляционных пар с достоверной ($p < 0,05$) связью: 44–45) абсолютное лидирующее положение занимают четыре критерия техногенной химической контаминации почв: содержание в данной среде олова (1 ранг), никеля (2 ранг) и свинца (3 ранг), а также общий уровень её загрязнения тяжёлыми металлами, оцениваемый по удельному весу проб почвы, не соответствующих гигиеническим регламентам по содержанию этих ксенобиотиков (4 ранг).

Кроме идентификации конкретных химических загрязнителей почв и интегрального показателя их техногенной контаминации тяжёлыми металлами, играющих ведущую роль в формировании патологии среди жителей Донбасса, были установлены классы и нозологические формы болезней, в наибольшей мере детерминированные антропогенными геохимическими факторами. Результаты данной работы представлены в табл. 2.

Как видно из табл.2, по силе корреляционной связи между критериями формирования патологии населения техногенного региона и уровнями антропогенной химической контаминации почв все показатели заболеваемости (частота возникновения и распространённость болезней всех изученных классов и нозологических форм по МКБ-10) были разделены на 4 группы — от 1 группы с прямой сильной корреляционной связью ($R = +0,702 - 0,755$) до 4, где достоверная корреляционная зависимость отсутствовала ($p < 0,05$).

К 1 группе были отнесены 10 показателей формирования патологии, ко 2 группе (прямая корреляционная связь средней силы: $R = +0,316 - 0,698$) — 26, к 3 группе (прямая слабая корреляционная связь: $R = +0,031 - 0,247$) — 13 и к 4 — 6 показателей.

Очевидно, что наибольший интерес в плане обоснования и разработки профилактических мероприятий представляют те классы и нозологические формы болезней, с которыми у геохимических факторов выявлена самая сильная прямая корреляционная зависимость — в нашем исследовании это I и II группы показателей из табл. 2. При оценке силы корреляционной связи между уровнями частоты возникновения и распространённости заболеваний, с одной стороны, и критериями техногенной

химической контаминации почв — с другой, предпочтение, на наш взгляд, следует отдавать первичной заболеваемости, так как именно она всегда наиболее детерминирована экологическими, в том числе и геохимическими, факторами, в то время как на распространённость любой патологии в значительно большей мере влияют другие внешнесредовые факторы, прежде всего организационно-медицинские, социально-экономические и т.д.

В связи с вышеизложенным, а также проанализировав данные табл. 2, можно утверждать, что из 29 изученных классов, групп и нозологических форм болезней (по МКБ-10) наиболее детерминированными техногенными геохимическими факторами являются следующие: 8 классов и групп заболеваний — болезни мочеполовой системы (1 место: частота возникновения $R = +0,698$; распространённость: $R = +0,755$), заболевания глаза и его придаточного аппарата (2 место: частота возникновения: $R = +0,707$; распространённость: $R = +0,733$), все заболевания (3 место: частота возникновения: $R = +0,725$; распространённость: $R = +0,731$), новообразования (4 место: частота возникновения: $R = +0,708$; распространённость: $R = +0,702$), болезни кожи и подкожной жировой клетчатки (5 место: частота возникновения: $R = +0,69$; распространённость: $R = +0,662$), заболевания системы кровообращения (6 место: частота возникновения: $R = +0,647$), болезни уха и сосцевидного отростка (7 место: частота возникновения: $R = +0,666$; распространённость: $R = +0,642$) и заболевания органов пищеварения (8 место: частота возникновения: $R = +0,552$; распространённость: $R = +0,634$), а также 5 нозологических форм болезней из класса заболеваний системы кровообращения — инсульты (1 место: частота возникновения: $R = +0,749$; распространённость: $R = +0,734$), острый и повторный инфаркт миокарда (2 место: частота возникновения: $R = +0,741$; распространённость: $R = +0,741$), ишемическая болезнь сердца (3 место: частота возникновения: $R = +0,648$; распространённость: $R = +0,62$), гипертоническая болезнь (4 место: частота возникновения: $R = +0,566$; распространённость: $R = +0,626$) и цереброваскулярные заболевания (5 место: частота возникновения: $R = +0,596$; распространённость: $R = +0,239$).

Выводы. Ведущими техногенными геохимическими факторами риска для здоровья населения Донецкой Народной Республики являются повышенные (выше гигиенических нормативов и среднефоновых значений) почвенные концентрации олова ($R = +0,539$;

Таблица 2. Сравнительная оценка силы корреляционной зависимости между показателями заболеваемости населения Донбасса и содержанием техногенных химических веществ в почве

Группы значений коэффициента ранговой корреляции (R) (группы сравнения)	Показатели заболеваемости населения и их ранги по величине коэффициента ранговой корреляции в группе сравнения
I гр. R>+0,7 (прямая сильная корреляционная связь)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Распространённость болезней мочеполовой системы (R=+0,755) 2. Частота возникновения инсультов (R=+0,749) 3. Частота возникновения острого и повторного инфаркта миокарда (R=+0,741) 3. Распространённость острого и повторного инфаркта миокарда (R=+0,741) 4. Распространённость инсультов (R=+0,734) 5. Распространённость болезней глаза и придаточного аппарата (R=+0,733) 6. Распространённость всех болезней (R=+0,731) 7. Частота возникновения всех болезней (R=+0,725) 8. Частота возникновения всех новообразований (R=+0,708) 9. Частота возникновения болезней глаза и придаточного аппарата (R=+0,707) 10. Распространённость всех новообразований (R=+0,702)
II гр. +0,3<R<0,7 (прямая корреляционная связь средней силы)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Частота возникновения болезней мочеполовой системы (R=+0,698) 2. Частота возникновения болезней кожи и подкожной жировой клетчатки (R=+0,69) 3. Частота возникновения болезней уха и сосцевидного отростка (R=+0,666) 3. Частота возникновения язвы желудка (R=+0,666) 4. Распространённость болезней кожи и подкожной жировой клетчатки (R=+0,662) 5. Распространённость гастритов и дуоденитов (R=+0,655) 6. Частота возникновения ИБС (R=+0,648) 7. Частота возникновения болезней системы кровообращения (R=+0,647) 8. Распространённость болезней костно-мышечной системы (R=+0,644) 9. Распространённость болезней уха и сосцевидного отростка (R=+0,642) 10. Распространённость болезней органов пищеварения (R=+0,634) 11. Распространённость ГБ (все формы) (R=+0,626) 12. Распространённость ИБС (R=+0,62) 13. Частота возникновения цереброваскулярных заболеваний (R=+0,596) 14. Частота возникновения ГБ (все формы) (R=+0,566) 15. Распространённость болезней органов дыхания (R=+0,56) 16. Частота возникновения болезней органов пищеварения (R=+0,552) 17. Распространённость болезней поджелудочной железы (R=+0,509) 18. Распространённость бронхиальной астмы (R=+0,494) 19. Распространённость болезней крови и кроветворных органов (R=+0,481) 20. Распространённость хронического бронхита (R=+0,437) 21. Частота возникновения болезней эндокринной системы (R=+0,433) 22. Распространённость всех злокачественных новообразований (R=+0,409) 23. Распространённость холециститов и холангитов (R=+0,365) 24. Частота возникновения врождённых аномалий (R=+0,335) 25. Частота возникновения болезней костно-мышечной системы (R=+0,318) 26. Частота возникновения болезней нервной системы (R=+0,316)
III гр. R<0,3 (прямая слабая корреляционная связь)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Распространённость болезней эндокринной системы (R=+0,247) 2. Распространённость цереброваскулярных заболеваний (R=+0,239) 3. Частота возникновения всех злокачественных новообразований (R=+0,231) 4. Частота возникновения сахарного диабета (R=+0,214) 5. Частота возникновения болезней поджелудочной железы (R=+0,199) 6. Распространённость болезней нервной системы (R=+0,185) 7. Распространённость язвы желудка (R=+0,153) 8. Частота возникновения болезней крови и кроветворных органов (R=+0,098) 9. Частота возникновения бронхиальной астмы (R=+0,068) 10. Распространённость болезней системы кровообращения (R=+0,068) 11. Частота возникновения пневмоний (R=+0,065) 12. Частота возникновения холециститов и холангитов (R=+0,032) 13. Распространённость сахарного диабета (R=+0,031) 13. Распространённость пневмоний (R=+0,031)
IV гр. Отсутствие достоверной корреляционной связи со всеми показателями химического техногенного загрязнения почв	<ol style="list-style-type: none"> 1. Распространённость врождённых аномалий 2. Частота возникновения транзиторных ишемических атак 3. Распространённость транзиторных ишемических атак 4. Частота возникновения болезней органов дыхания 5. Частота возникновения хронического бронхита 6. Частота возникновения гастритов и дуоденитов

D=29,1%), никеля (R=+0,514; D=26,4%) и свинца (R=+0,507; D=25,7%), а также общий уровень загрязнения почв тяжёлыми металлами,

оцениваемый по удельному весу их проб, не соответствующих регламентам по содержанию данных ксенобиотиков (R=+0,515; D=26,5%).

Наиболее детерминированными антропогенно-ксенобиотическим загрязнением почв являются следующие виды патологии жителей экокризисного региона: 8 классов и групп заболеваний — болезни мочеполовой системы, глаза и его придаточного аппарата, все заболевания, новообразования, болезни кожи и подкожной жировой клетчатки, системы кровообращения, уха и сосцевидного отростка, органов пищеварения ($R=+0,552-0,755$; $D=30,5-57,0\%$), а также 5 нозологических форм сердечно-сосудистой патологии — инсульты, острый и повторный инфаркт миокарда, ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь и цереброваскулярные заболевания ($R=+0,566-0,749$; $D=32,0-56,1\%$).

S.V.Grishchenko, I.E. Sedakov, I.I. Grishchenko, E.F. Minenko, I.N. Basenko, S.S. Pravodelov, V.S. Kostenko, N.G. Smulskaya

CORRELATION ANALYSIS OF THE PATHOGENIC SIGNIFICANCE OF TECHNOGENIC CHEMICAL SOIL POLLUTION IN THE FORMATION OF DISEASES OF VARIOUS CLASSES AMONG RESIDENTS OF THE DONETSK PEOPLE'S REPUBLIC

Abstract. *The article is devoted to the correlation analysis of the role of technogenic chemical pollutants of the soil in the formation of various nosological forms of diseases in the population of the ecocrisis region. The key geochemical determinants of this process have been identified, as well as the types of pathology of the population that are maximally exposed to their negative effects.*

Key words: *soil, technogenic chemical pollution, morbidity of the population, correlation analysis*

ЛИТЕРАТУРА

1. Артеменков, А. А. Череповецкая природно-техногенная биогеохимическая провинция биосферы [Текст] / А. А. Артеменков, А. А. Артеменков // Российский медико-биологический вестник имени академика И. П. Павлова. – 2021. – Т. 29, № 2. – С. 315–324.
2. Батоева, Э. В. Анализ факторов техногенного загрязнения почв [Текст] / Э. В. Батоева, Л. В. Шипнягова // Инновационные технологии в науке и образовании. – Петрозаводск, 2021. – С. 43–64.

3. Гигиеническая оценка канцерогенного риска здоровью населения, ассоциированного с загрязнением депонирующих сред тяжелыми металлами [Текст] / В. М. Боев [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2022. – № 1. – С. 17–26.
4. Загрязнение почвенного покрова тяжелыми металлами и другими вредными веществами в регионе с развитым агропромышленным и нефтехимическим комплексом [Текст] / Н. Р. Рахматуллин [и др.] // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – № 86–2. – С. 136–142.
5. Козыренко, М. И. Подходы к оценке рисков в связи с загрязнением почв на урбанизированных территориях (на основе зарубежного опыта) [Текст] / М. И. Козыренко, Т. И. Кухарчик // Природопользование. – 2022. – № 1. – С. 22–35.
6. Лидцкевич, Н. А. Источники и возможные последствия для здоровья загрязнения почвы человека пестицидами, нитратами и тяжелыми металлами [Текст] / Н. А. Лидцкевич, Р. А. Хирса, О. В. Малашевская // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества: сборник материалов республиканской студенческой научно-практической конференции. – Минск, 2020. – С. 73–75.
7. Мырзаханова, К. Н. Корреляционная зависимость заболеваемости от интенсивности загрязнения природной среды [Текст] / К. Н. Мырзаханова, А. С. Шанляков // Международный студенческий научный вестник. – 2022. – № 1. – С. 68.
8. Разетдинов, Р. Ф. Природные и техногенные источники загрязнения почв [Текст] / Р. Ф. Разетдинов // Научные исследования XXI века. – 2020. – № 6 (8). – С. 99–102.
9. Реализация целей ООН в области устойчивого развития по реабилитации почв, загрязненных тяжелыми металлами: новые тенденции и направления на будущее (обзор) [Текст] / М. Махмуд [и др.] // Живые и биокосные системы. – 2021. – № 37. – Поряд. № 4.
10. Banerjee, S. Ecosystem services and impact of industrial pollution on urban health: evidence from Durgapur, West Bengal, India [Text] / S. Banerjee, A. Banerjee, D. Palit // Environ. Monit. Assess. – 2021. – Vol. 193, N 11. – P. 744. doi: 10.1007/s10661-021-09526-9
11. Soil heavy metal pollution of industrial legacies in China and health risk assessment [Text] / J. Y. Peng [et al.] // Sci. Total Environ. – 2022. – Vol. 816. – P. 151632. doi:10.1016/j.scitotenv.2021.151632
12. Медик, В. А., Токмачев М. С. Руководство по статистике здоровья и здравоохранения. – М.: Медицина, 2006. – С. 103 – 121.