

© Н. А. Дьякова

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»
Россия, 394006, г. Воронеж, Университетская пл., д. 1*

Дьякова Н. А. Аналитическая оценка эколого-гигиенического состояния почв антропогенно нарушенных территорий Воронежской области. – В статье приведены результаты изучения качества почв агро-, урбоценозов Воронежской области. Показано относительное экологическое благополучие почв по содержанию конкретных токсичных элементов. При этом анализ суммарных показателей загрязнения показал, что допустимую степень имеют лишь 10 проб. К наиболее опасным отнесены территории на удалении 0–100 м от автотрасс, железной дороги, вблизи аэропорта, предприятий, улиц городов.

Ключевые слова: почва, урбоценозы, агроценозы, тяжелые металлы, мышьяк, суммарный показатель загрязнения.

Введение

Одной из глобальных проблем современности является загрязнение окружающей среды [4, 21]. Увеличение техногенной нагрузки на окружающую среду обуславливает необходимость постоянного мониторинга эколого-гигиенического состояния как естественных экосистем, так и искусственно созданных человеком [5, 8]. В данных условиях почва, а особенно верхние ее слои, является ключевым депонирующим компонентом антропогенной экосистемы [1, 6].

Воронежская область является одним из крупнейших промышленных и растениеводческих субъектов Центрального федерального округа. Регион обладает ежегодным приростом индекса промышленного производства, составляющим на 2023 год 107 %) и отличается наличием крупных промышленных предприятий химической индустрии, электроэнергетики, машиностроения, активным развитием сельского хозяйства, высокой плотностью различных транспортных магистралей [4, 7, 12, 18].

Одними из наиболее опасных экотоксикантов, отличающихся высокой устойчивостью, широким распространением, способностью к биогенным миграциям и кумуляции в живых организмах, являются тяжелые металлы и мышьяк [6, 8, 13]. Основными источниками загрязнения окружающей среды данными экотоксикантами являются автотранспорт, применение ядохимикатов и удобрений, выбросы промышленных предприятий [18, 19]. Выбросы автотранспорта происходят непосредственно над поверхностью почвы, однако, концентрация токсичных элементов и расстояние, на которое осуществляется их рассеивание значительно варьируют [2, 3, 20]. Распространение тяжелых металлов и мышьяка от промышленных предприятий зависит от розы ветров, климатических и погодных условий, особенностей очистных и выхлопных сооружений [11, 15].

Высокая антропогенная нагрузка на окружающую среду диктует необходимость постоянного мониторинга экологического состояния и основных тенденций развития существующих агро- и урбоценозов. Эколого-гигиеническая оценка качества почв различных субъектов нашей страны и ближнего зарубежья подтверждает необходимость проведения таких региональных исследований [2, 3, 9, 10, 15, 17, 19–21].

В настоящее время большинство научных исследований по изучению качества почв преимущественно сводится к определению содержания различных экотоксикантов и индивидуальному анализу по каждому компоненту. Однако, необходимо учитывать, что вредное воздействие загрязняющие вещества оказывают при совместном присутствии,

зачастую усиливая токсическое действие друг друга. А потому необходимо анализировать содержание различных экотоксикантов комплексно, принимая во внимание относительный уровень загрязнения сразу несколькими токсичными веществами.

Принимая во внимание ежегодно возрастающее воздействие на флору и фауну тяжелых металлов, как наиболее приоритетных экотоксикантов в силу их распространенности, токсического эффекта и способности к кумуляции, а также потенцирующее токсическое действие при совместном присутствии [2, 4, 17], необходимо аналитическое изучение эколого-гигиенического состояния почв агро- и урбоценозов Воронежской области.

Цель исследования – представить результаты аналитического изучения эколого-гигиенического состояния верхних слоев почв агро- и урбоценозов Воронежской области.

Материал и методы исследования

Исследования проводили в 2018–2022 гг. на примере учетных площадок, заложенных в Воронежской области на территории сельскохозяйственных полей наиболее важных районов растениеводства, а также вблизи наиболее значимых объектов хозяйственного пользования особенностями воздействия человека [8, 11, 18]. Для контроля закладывали несколько учетных площадок в естественных биоценозах на территориях, лишенных антропогенного воздействия (табл. 1).

Пробы почв отбирали согласно ГОСТ Р 58595-2019 методом конверта. Исследовали верхние слои почв (0–20 см), так как именно они подвергаются наибольшему антропогенному воздействию.

Определяли содержание элементов 1 класса опасности – мышьяка, кадмия, ртути, свинца, цинка, никеля, а также некоторых токсичных металлов 2 класса опасности – меди, хрома и кобальта [16]. Определение содержания в почвах токсичных элементов проводили в соответствии с «МУ по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства» на атомно-абсорбционном спектрометре МГА-915МД. Для количественного определения ртути и мышьяка использовали ртутно-гидридную приставку РГП-915. Анализ осуществлялся с тремя параллельными опытами, допускаемые расхождения определения определяли при доверительной вероятности 95 %.

Для комплексной оценки загрязнения почв антропогенно нарушенных территорий анализируемыми экотоксикантами использовали суммарный показатель загрязнения, позволяющий использовать уровень количественного содержания загрязняющих веществ в качестве индикатора вредного воздействия на качество жизни и здоровья населения. Суммарный показатель загрязнения (Z_c) рассчитывали в соответствии с нормативными требованиями [14] по формулам:

$$Z_c = \sum(K_{ci} + \dots + K_{cn}) - (n - 1) \quad (1)$$

$$K_{ci} = \frac{c_i}{c_{\phi}} \quad (2)$$

где n – число определяемых экотоксикантов;

K_{ci} – коэффициент концентрации i -го экотоксиканта;

c_i – реальное содержание экотоксиканта;

c_{ϕ} – фоновое содержание экотоксиканта.

В качестве фоновых значений принимали среднее содержание экотоксикантов в контрольных пробах. Интерпретация степени опасности загрязнения почв осуществлялась по шкале, в которой соответствие величины Z_c определяется следующим образом:

<16: допустимая степень опасности;

16–32: умеренно опасная степень загрязнения;

32–128: опасная степень загрязнения;

>128: чрезвычайно опасная степень загрязнения.

Результаты и обсуждение

По содержанию ртути все пробы почв региона можно признать удовлетворительными (табл. 1), а содержание элемента невысоким (не превышало 50 % от ОДК [16]). Относительно более высокие значения концентрации элемента отмечены в пробах, отобранных на улице г. Воронежа, ТЭЦ «ВОГРЭС», вблизи железной дороги, что можно объяснить хроническим загрязнением промышленными и транспортными выбросами [6, 17].

Таблица 1

Содержание токсичных элементов в пробах почв и суммарный показатель загрязнения

№ п/п	Территория отбора проб	Тип почвы	Элемент, мг/ кг									Z _c
			Hg	Cd	Pb	As	Co	Cr	Ni	Zn	Cu	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Контрольные площадки												
1	Воронежский заповедник (Верхнехавский р-н)	дерновые лесные	0,04	0,02	4,1	0,9	3,0	3,9	2,2	11,5	3,3	-
2	Теллермановский лес (Борисоглебский р-н)	темно-серые лесные	0,01	0,03	4,7	0,6	1,8	2,9	2,9	25,6	6,8	-
3	Хоперский заповедник (Новохоперский р-н)	пойменно-лесные серые глееватые	0,02	0,07	4,3	0,6	2,2	4,6	5,8	17,3	7,4	-
Агроценотические площадки												
4	Агроценоз Верхнехавского р-на	черноземы обыкновенные	0,09	0,30	11,5	1,3	6,4	10,5	4,9	29,1	26,8	21
5	Агроценоз Воробьевского р-на	черноземы обыкновенные	0,06	0,10	2,8	0,7	5,1	4,0	7,3	14,8	23,4	9
6	Агроценоз Грибановского р-на	черноземы солонцеватые	0,02	0,07	6,2	1,3	4,0	4,2	11,8	35,7	18,0	9
7	Агроценоз Лискинского р-на	черноземы обыкновенные	0,05	0,34	7,8	0,7	9,3	9,6	1,5	9,6	17,9	16
8	Агроценоз Нижнедевицкого р-на	черноземы обыкновенные	0,06	0,16	9,0	0,6	6,3	17,5	1,5	17,0	13,9	13
9	Агроценоз Новохоперского р-на	черноземы обыкновенные	0,01	0,21	4,4	1,1	4,0	2,5	4,8	17,9	10,6	7
10	Агроценоз Ольховатского р-на	черноземы обыкновенные	0,07	0,25	1,7	1,0	5,5	12,7	9,0	30,2	9,3	14
11	Агроценоз Панинского р-на	черноземы обыкновенные	0,10	0,24	6,9	1,3	8,6	12,9	10,9	47,9	10,3	20
12	Агроценоз Петропавловского р-на	черноземы обыкновенные	0,07	0,26	4,6	0,7	10,0	8,4	1,4	28,9	29,6	17
13	Агроценоз Подгоренского р-на	черноземы обыкновенные	0,03	0,24	3,2	0,9	7,4	4,5	13,8	26,6	26,9	16
14	Агроценоз Репьевского р-на	черноземы обыкновенные	0,09	0,17	3,2	1,2	9,9	7,3	6,2	21,1	9,4	13
15	Агроценоз Россошанского р-на	черноземы обыкновенные	0,13	0,24	6,8	1,2	8,3	8,5	14,6	25,0	28,8	23
16	Агроценоз Хохольского р-на	черноземы обыкновенные	0,03	0,18	3,5	0,8	7,0	6,6	12,1	41,8	15,5	13
17	Агроценоз Эртильского р-на	черноземы обыкновенные	0,11	0,32	13,1	0,7	4,6	4,7	13,0	46,7	15,0	21
Урбоценотические площадки												
18	Вблизи международного аэропорта Воронеж	аллювиальные засоленные	0,12	0,21	33,8	1,6	6,3	24,6	15,5	25,9	28,1	32
19	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (г. Воронеж)	аллювиальные луговые оглеенные суглинистые	0,15	0,12	17,4	1,6	11,3	43,5	4,2	132,1	28,7	37
20	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский р-н)	черноземы обыкновенные	0,12	0,52	10,1	2,8	18,9	45,2	28,5	154,5	51,6	62

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
21	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский р-н)	черноземы обыкновенные	0,06	0,71	34,6	3,1	16,7	37,7	98,3	128,7	62,4	87
22	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (г. Воронеж)	аллювиальные луговые оглеенные суглинистые	0,16	0,09	7,3	3,8	12,1	36,7	5,4	94,3	37,9	36
23	На удалении 0–100 м от низовья Воронежского водохранилища	серые лесостепные среднесуглинистые	0,14	0,16	11,9	1,5	7,3	18,1	8,5	37,1	7,9	20
24	Улица г. Борисоглебск	черноземы типичные	0,05	0,47	12,4	1,1	10,5	25,3	14,9	95,5	24,6	35
25	Улица г. Воронеж	урбано-дерново-лесные песчаные	0,16	0,19	15,8	1,7	21,8	35,5	6,2	123,3	38,3	43
26	Улица г. Калач	черноземы обыкновенные	0,02	0,13	14,0	1,1	9,1	42,8	29,9	81,5	39,2	36
27	Улица г. Нововоронеж	черноземы выщелочные	0,09	0,02	4,5	0,8	4,4	8,3	2,2	13,9	4,7	5
28	Улица г. Острогожск	черноземы солонцеватые	0,03	0,19	7,7	0,9	7,3	23,4	10,8	42,7	16,5	19
29	Улица г. Семилуки	черноземы солонцеватые	0,02	0,10	9,9	1,1	10,6	26,4	8,3	50,8	27,7	21
30	0 м от железнодорожных путей (Верхнехавский р-н)	серые лесные суглинистые	0,24	0,30	20,2	0,9	12,8	18,3	28,0	90,9	65,4	50
31	100 м от железнодорожных путей (Верхнехавский р-н)	серые лесные суглинистые	0,06	0,22	6,2	0,8	9,6	14,2	15,6	83,7	58,0	29
32	200 м от железнодорожных путей (Верхнехавский р-н)	серые лесные суглинистые	0,07	0,45	3,9	0,4	4,1	10,5	10,2	74,4	42,8	27
33	300 м от железнодорожных путей (Верхнехавский р-н)	серые лесные суглинистые	0,02	0,40	3,0	0,1	2,2	9,4	6,3	64,8	31,4	18
34	0 м от дороги обычного типа (Богучарский р-н)	черноземы обыкновенные	0,02	0,13	10,7	1,1	7,9	16,6	4,8	54,8	27,9	17
35	100 м от дороги обычного типа (Богучарский р-н)	черноземы обыкновенные	0,01	0,09	4,1	1,0	6,2	12,5	3,9	50,7	26,8	11
35	200 м от дороги обычного типа (Богучарский р-н)	черноземы обыкновенные	0,01	0,04	3,7	0,9	6,4	15,0	3,4	51,5	29,5	11
37	300 м от дороги обычного типа (Богучарский р-н)	черноземы обыкновенные	0,01	0,04	3,3	0,7	6,3	11,1	3,0	36,8	21,5	7
38	0 м от автомагистрали А144 (Аннинский р-н)	черноземы обыкновенные	0,02	0,34	24,8	1,3	10,5	26,9	39,4	105,6	42,7	45
39	100 м от автомагистрали А144 (Аннинский р-н)	черноземы обыкновенные	0,02	0,29	17,7	1,1	11,2	28,4	31,3	98,5	36,2	38
40	200 м от автомагистрали А144 (Аннинский р-н)	черноземы обыкновенные	0,02	0,13	13,8	0,8	10,2	23,4	22,4	86,2	31,6	27
41	300 м от автомагистрали А144 (Аннинский р-н)	черноземы обыкновенные	0,02	0,09	10,4	0,8	8,2	20,7	12,1	78,6	32,1	21
42	0 м от автомагистрали М4 «Дон» (Павловский р-н)	черноземы обыкновенные	0,02	0,27	26,8	1,0	15,7	22,9	36,7	116,9	46,5	44

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
43	100 м от автомагистрали М4 «Дон» (Павловский р-н)	черноземы обыкновенные	0,02	0,24	19,1	0,9	14,1	20,4	25,9	105,8	41,8	36
44	200 м от автомагистрали М4 «Дон» (Павловский р-н)	черноземы обыкновенные	0,01	0,19	12,6	0,6	13,1	18,6	17,8	92,7	35,7	28
45	300 м от автомагистрали М4 «Дон» (Павловский р-н)	черноземы обыкновенные	0,01	0,17	10,8	0,5	12,8	19,6	5,8	74,9	27,5	21
46	0 м от автомагистрали М4 «Дон» (Рамонский р-н)	серые лесостепные среднесуглинистые	0,09	0,68	26,6	1,9	15,0	25,3	37,3	94,1	59,0	60
47	100 м от автомагистрали М4 «Дон» (Рамонский р-н)	серые лесостепные среднесуглинистые	0,08	0,58	12,6	1,7	13,2	32,1	26,9	87,4	30,6	47
48	200 м от автомагистрали М4 «Дон» (Рамонский р-н)	серые лесостепные среднесуглинистые	0,02	0,21	10,1	1,2	8,2	18,4	11,2	46,3	19,6	19
49	300 м от автомагистрали М4 «Дон» (Рамонский р-н)	серые лесостепные среднесуглинистые	0,02	0,20	8,0	1,1	5,1	19,4	8,2	30,4	19,5	16
ОДК [16]			2,1	2,0	130,0	10,0	-	-	80,0	220,0	132,0	

Концентрация кадмия в почвах региона также не превышала ОДК [16], а наиболее высокие ее значения отмечены в пробах, отобранных вблизи промышленных предприятий, на удалении 0–100 м от трассы М4.

Соответствовало требованиям ОДК [16] и содержание свинца в изучаемых пробах почв Воронежской области. Более высокими значениями содержания металла выделяются почвы ряда урбоценозов: вблизи аэропорта, вдоль магистралей, на улицах городов области. Это может быть объяснено хроническим загрязнением выбросами транспорта, так как большинство видов топлива до 2002 года содержало тетраэтилсвинец. Загрязнение почв вблизи предприятия машиностроения ООО «Бормаш», связано, вероятно, с недостаточной очисткой выбросов [7, 12].

Более низкое содержание мышьяка отмечено в почвах контрольных зон и ряда агроценозов. Более высокая концентрация элемента, достигающая значений, превышающих ОДК [16], выявлена в пробах, отобранных вблизи промышленных предприятий (что связано, вероятно, с недостаточностью очистки их выбросов), вблизи ТЭЦ, которая порядка семи десятилетий работала на каменном угле, значительной примесью в котором выступают соединения мышьяка [5, 8].

Превышение допустимых норм содержания никеля отмечено в пробах, заготовленных вблизи ООО «Бормаш», вдоль трассы М4 «Дон» и вдоль железнодорожных магистралей. Более низкое содержание металла отмечено в почвах контрольных площадок (до 5,8 мг/кг), чуть выше в агроценозических почвах – до 14,6 мг/кг, а наиболее высокий диапазон варьирования выявлен для почв урбанизированных площадок (преимущественно до 39,4 мг/кг, с превышением ОДК (более 80,0 мг/кг [16]) в почвах, отобранных вблизи ООО «Бормаш».

Для хрома и кобальта ОДК валовых форм содержания в почвах не установлены [16]. Аналогичным образом, низкий уровень концентраций хрома и кобальта выявлен в почвах

контрольных зон, несколько выше – в почвах сельскохозяйственных полей, а для урбанизированных территорий он характеризовался более высокими числовыми значениями. Наиболее высокое содержание хрома и кобальта отмечено в пробах, заготовленных на улице г. Воронежа, вблизи ТЭЦ, ОАО «Воронежсинтезкаучук», вдоль трассы М4.

Содержание цинка и меди в изучаемых пробах почв агро- и урбоценозов Воронежской области соответствовало требованиям ОДК [16]. Наиболее высокие концентрации цинка выявлены в почвах вблизи промышленных предприятий, на улицах городов, вдоль трассы М4 и железной дороги. Результаты объяснить недостаточностью очистки выбросов предприятий, где цинк может использоваться в качестве катализатора и компонента удобрений (ОАО «Минудобрения»), для повышения антикоррозийных свойств сплавов (на ООО «Бормаш»), при производстве каучуков (ОАО «Воронежсинтезкаучук»). На придорожную территорию цинк попадает в результате истирания и эрозии оцинкованных деталей, износа шин, а также при применении в маслах цинковых присадок [7, 10, 13, 15]. Наиболее высокие концентрации меди в почвах вблизи ООО «Бормаш», автотрассы М4 «Дон», железной дороги, что можно связать с недостаточной эффективностью очистки выбросов промышленных предприятий и транспорта [4, 7].

Таким образом, наибольшее негативное влияние на состояние почв региона оказывают промышленные предприятия (такие, как ООО «Бормаш», ОАО «Минудобрения»), ТЭЦ «ВОГРЭС», автомобильные и железнодорожные магистрали.

При относительном экологическом благополучии большего числа проб почв Воронежской области по содержанию тяжелых металлов и мышьяка, при анализе рассчитанных суммарных показателей загрязнения почв антропогенно нарушенных территорий относительно контрольных зон выявлено, что допустимую степень загрязнения [14] имеют лишь 10 проб – отобранные на улице г. Нововоронеж, на удалении более 100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе, а также почвы ряда агроценозов: в Воробьевском, Грибановском, Нижнедевицком, Новохоперском, Ольховатском, Репьевском, Хохольском районах.

Умеренно опасную степень загрязнения почв [14] удалось выявить на улицах г. Острогожск, г. Семилуки, вблизи водохранилища, на удалении 200 м от автотрасс М4 «Дон» и А144, вдоль нескоростной автодороги, на расстоянии 0–300 м от железной дороги и в оставшихся исследуемых агроценозах (в Верхнехавском, Лискинском, Панинском, Петропавловском, Подгоренском, Россошанском, Эртильском районах).

В соответствии с расчетами суммарного показателя загрязнения почв [14] к опасным территориям относятся улица г. Борисоглебск, Калач, Воронеж, территории вблизи аэропорта, предприятий ООО «Бормаш», ОАО «Минудобрения», ОАО «Воронежсинтезкаучук», а также зоны на удалении 0–100 м от автотрасс М4 «Дон» и А144, вдоль железнодорожной магистрали.

Выводы

Выявлено, что наибольшее негативное влияние на состояние почв региона оказывают промышленные предприятия (такие, как ООО «Бормаш», ОАО «Минудобрения»), ТЭЦ «ВОГРЭС», автомобильные и железнодорожные магистрали. При относительном экологическом благополучии большего числа проб почв Воронежской области по содержанию тяжелых металлов и мышьяка, при анализе рассчитанных суммарных показателей загрязнения почв антропогенно нарушенных территорий относительно контрольных зон выявлено, что допустимую степень загрязнения имеют лишь 10 проб – отобранные на улице г. Нововоронеж, на удалении более 100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе, а также почвы ряда агроценозов: в Воробьевском, Грибановском, Нижнедевицком, Новохоперском, Ольховатском, Репьевском, Хохольском районах. В соответствии с расчетами суммарного показателя загрязнения почв к опасным территориям относятся улица г. Борисоглебск, Калач, Воронеж, территории вблизи аэропорта, предприятий ООО «Бормаш», ОАО «Минудобрения», ОАО «Воронежсинтезкаучук», а также

зоны на удалении 0–100 м от автотрасс М4 «Дон» и А144, вдоль железнодорожной магистрали.

Список литературы

1. *Алексеев В. А., Алексеев А. В.* Химические элементы в городских почвах. М.: Логос. 2014. 312 с.
2. *Аристархов А., Лунев М., Павлихина А.* Эколого-агрохимическая оценка состояния пахотных почв России по содержанию в них подвижных форм тяжелых металлов // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2016. № 6. С. 42–47.
3. *Девятова Т. А., Гафар Г. Х. Г.* Сорбционная способность почв Ирака к поглощению нефтепродуктов и тяжелых металлов // *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2022. Т. 22. № 3. С. 327–334. DOI: 10.17308/sorpchrom.2022.22/9339.
4. *Девятова Т. А., Яблонских Л. А., Белик А. В., Румянцева И. В.* Эколого-геохимическое состояние аллювиальных почв пойменных ландшафтов реки Елань в пределах южного Битюго-Хоперского эколого-географического района лесостепной провинции Окско-Донской равнины // *Лесотехнический журнал*. 2019. Т. 9. № 2 (34). С. 32–40. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2019.2/4.
5. *Дьякова Н. А.* Оценка загрязнения тяжелыми металлами верхних слоев почв урбо- и агроэкосистем Центрального Черноземья // *Научно-практический журнал «Вестник ИРГСХА»*. 2019. № 95. С. 19–30. EDN: PHZWCV.
6. *Дьякова Н. А., Епринцев С. А., Клепиков О. В., Виноградов П. М.* Эколого-гигиеническая оценка верхних слоев почв антропогенно нарушенных территорий средней полосы России по содержанию подвижных форм тяжелых металлов // *Грозненский естественнонаучный бюллетень*. 2024. Т. 9, № 2 (36). С. 19–26. DOI: 10.25744/genb.2024.10.32.003.
7. *Дьякова Н. А., Сливкин А. И., Гапонов С. П.* Эколого-гигиеническая оценка состояния почв антропогенных экосистем Воронежской области // *Известия Калининградского государственного технического университета*. 2020. № 59. С. 61–72. DOI 10.46845/1997-3071-2020-59-61-72.
8. *Епринцев С. А., Клепиков О. В.* Исследование экологической безопасности городской среды по данным дистанционного мониторинга // *Вестник Воронежского государственного университета*. Серия: География. Геоэкология. 2022. № 4. С. 102–110. DOI: 10.17308/geo/1609-0683/2022/4/102-110
9. *Копцик С. В., Копцик Г. Н.* Оценка современных рисков избыточного накопления тяжелых металлов в почвах на основе концепции критических нагрузок (обзор) // *Почвоведение*. 2022. № 5. С. 615–630. DOI: 10.31857/S0032180X22050033.
10. *Курбаков Д. Н., Кузнецов В. К., Сидорова Е. В., Новикова Н. В., Саруханов А. В., Дементьева Н. В.* Содержание тяжелых металлов в почвах агроэкосистем зоны воздействия предприятий Липецкой промышленной агломерации // *Экология промышленного производства*. 2023. № 2 (122). С. 59–63. DOI: 10.52190/2073-2589_2023_2_59.
11. *Куролан С. А., Мамчик Н. П., Клепиков О. В.* Медико-экологический атлас Воронежской области: монография. Воронеж: ГУП ВО «Воронежская областная типография – издательство им. Е. А. Болховитинова», 2010. 167 с.
12. *Лукин С. В.* Экологическая оценка содержания тяжелых металлов и мышьяка в почвах и сельскохозяйственных растениях Центрального Черноземья // *Почвоведение*. 2024. № 10. С. 1414–1423. DOI: 10.31857/S0032180X24100101.
13. *Лукин С. В., Жуйков Д. В.* Мониторинг содержания марганца, цинка и меди в почвах и растениях Центрально-Черноземного района России // *Почвоведение*. 2021. № 1. С. 60–69. DOI: 10.31857/S0032180X21010093.
14. Методические указания МУ 2.1.7.730-99 «Почва, очистка населенных мест, бытовые и промышленные отходы, санитарная охрана почвы. Гигиеническая оценка

качества почвы населенных мест». М., 1999. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003852> (дата обращения: 17.03.2025).

15. *Парамонова Т. А., Черногаева Г. М., Лукьянова Н. Н., Парамонов М. С.* Тяжелые металлы в городских почвах Приволжского федерального округа: сопряженный анализ официальных данных // Почвоведение. 2023. № 11. С. 1472–1488. DOI: 10.31857/S0032180X23600300.

16. Постановление от 28.01.2021 г. № 2 об утверждении СанПин 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». М., 2021. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения: 08.12.2024).

17. *Седых В. А.* Содержание тяжелых металлов в почвенном покрове города Липецка // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2022. № 4. С. 126–130. DOI: 10.17308/geo/1609-0683/2022/4/126-130.

18. Управление Роспотребнадзора по Воронежской области. [Электронный ресурс]. URL: <http://36.rosпотребнадзор.ru/key-areas/sanitary/14645> (дата обращения: 26.11.2024).

19. *Чаплыгин В. А., Бурачевская М. В., Минкина Т. М., Манджуева С. С., Сиromля Т. И., Черникова Н. П., Дудникова Т. С.* Особенности накопления и распределения тяжелых металлов в почвах и лекарственных растениях импактной зоны Новочеркасской ГРЭС // Почвоведение. 2024. № 10. С. 1424–1438. DOI: 10.31857/S0032180X24100116.

20. *Dziubanek C., Baranowska R., Cwieliag-Drabek M., Sychala A., Piekut A., Rusin M., Hajok I.* Cadmium in edible plants from Silesia, Poland, and its implications for health risk in populations // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2017. Vol. 142. P. 8–13.

21. *Dziubanek C., Piekut A., Rusin M., Baranowska R., Hajok I.* Contamination of food crops grown on soils with elevated heavy metals content // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2015. Vol. 118. P. 183–189.

Поступила в редакцию 29.05.2025 г.

Dyakova N. A. Analytical assessment of the ecological and hygienic state of soils of anthropologically disturbed territories of the Voronezh region. – The article presents the results of studying the quality of soils of agro- and urbocenoses of the Voronezh region. The relative ecological well-being of soils by the content of specific toxic elements is shown. At the same time, the analysis of the total pollution indicators showed that only 10 samples have an acceptable degree. The most dangerous areas are at a distance of 0–100 m from highways, railways, near the airport, enterprises, city streets.

Keywords: soil, urbocenoses, agrocenoses, heavy metals, arsenic, total pollution index.

Дьякова Нина Алексеевна

доктор фармацевтических наук, доцент,
доцент кафедры фармацевтической технологии
фармацевтического факультета
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
университет», г. Воронеж, РФ.
E-mail: ninotchka_v89@mail.ru
ORCID: 0000-0002-0766-3881
AuthorID: 684554

Dyakova Nina Alekseevna

Doctor of Pharmaceutical Sciences, Docent, Associate
Professor of Department of Pharmaceutical Technology,
Faculty of Pharmacy,
Voronezh State University,
Voronezh, Russian Federation.