

### ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ГОРОДСКОГО ОКРУГА ГОРОД ВОРОНЕЖ

Л. О. Серeda, Л. А. Яблонских, С. А. Куролап

*Воронежский государственный университет, Россия*

*Поступила в редакцию 18 апреля 2015 г.*

**Аннотация:** Приведены основные результаты эколого-геохимического исследования состояния почвенного покрова городского округа город Воронеж на основании составленной обзорной почвенной карты и функционально-планировочной организации города. Охарактеризованы структура, типология и некоторые химические показатели городских почв, а также зависимость концентраций нефтепродуктов и тяжелых металлов от функционально-планировочных условий города.

**Ключевые слова:** почвенный покров, урбаноземы, геохимическая оценка, гумус, кислотность, нефтепродукты, тяжелые металлы, функциональная зона.

**Abstract:** The article presents the main results of the ecological and geochemical status of soil cover in the Voronezh City, based on a review soil map and functional planning organization of the city. The structure, typology and some chemical characteristics of urban soils as well as dependence of concentration of oil products and heavy metals from functional planning conditions in the city are shown.

**Key words:** soil cover, urbozem, geochemical assessment, humus, acidity, oil products, heavy metals, functional area.

Растущий уровень урбанизации приводит к значительному увеличению техногенной нагрузки на природные среды, в частности, на почвенный покров. Из-за высокого темпа строительных работ, развития и функционирования городской инфраструктуры, выбросов загрязняющих веществ в атмосферу промышленными предприятиями и автотранспортом происходит нарушение естественного почвенного покрова, и формируются очаги техногенного загрязнения городской среды обитания. Среди самых распространенных загрязняющих веществ можно отметить тяжелые металлы и нефтепродукты, которые сохраняются в почве достаточно продолжительное время, представляют угрозу для населения и городской биоты [5, 8, 9].

Для оценки эколого-геохимического состояния почвенного покрова городского округа город Воронеж нами проведены комплексные эколого-геохимические исследования. Согласно ГОСТ 17.4.3.01-83 и ГОСТ 17.4.4.02-84 [3, 4] отобрано

69 мониторинговых образцов из верхних горизонтов почв (10-15 см) в весенне-летний период 2014 года по специально выбранным пунктам 20 в жилой зоне (7 – центральная историческая часть города, 6 – кварталах с современной многоэтажной застройкой, 7 – в частном секторе), 18 пунктов отбора в промышленной зоне, 14 в зоне рекреации, 17 в транспортной зоне, а 6 эталонных участков с естественным ненарушенным почвенным горизонтом находились на территории пгт. Рамонь, СНТ «Северный бор» и санатория им. Горького.

На базе эколого-аналитической лаборатории факультета географии, геоэкологии и туризма ВГУ проведены эколого-геохимические исследования образцов почв с использованием следующих методов анализа: для определения тяжелых металлов использован вольтамперометрический метод исследования (на анализаторе ТА-4); нефтепродуктов – метод хлороформ-гексановой экстракции; содержания гумуса – метод И. В. Тюрина и актуальной кислотности – потенциометрический, расчетный.

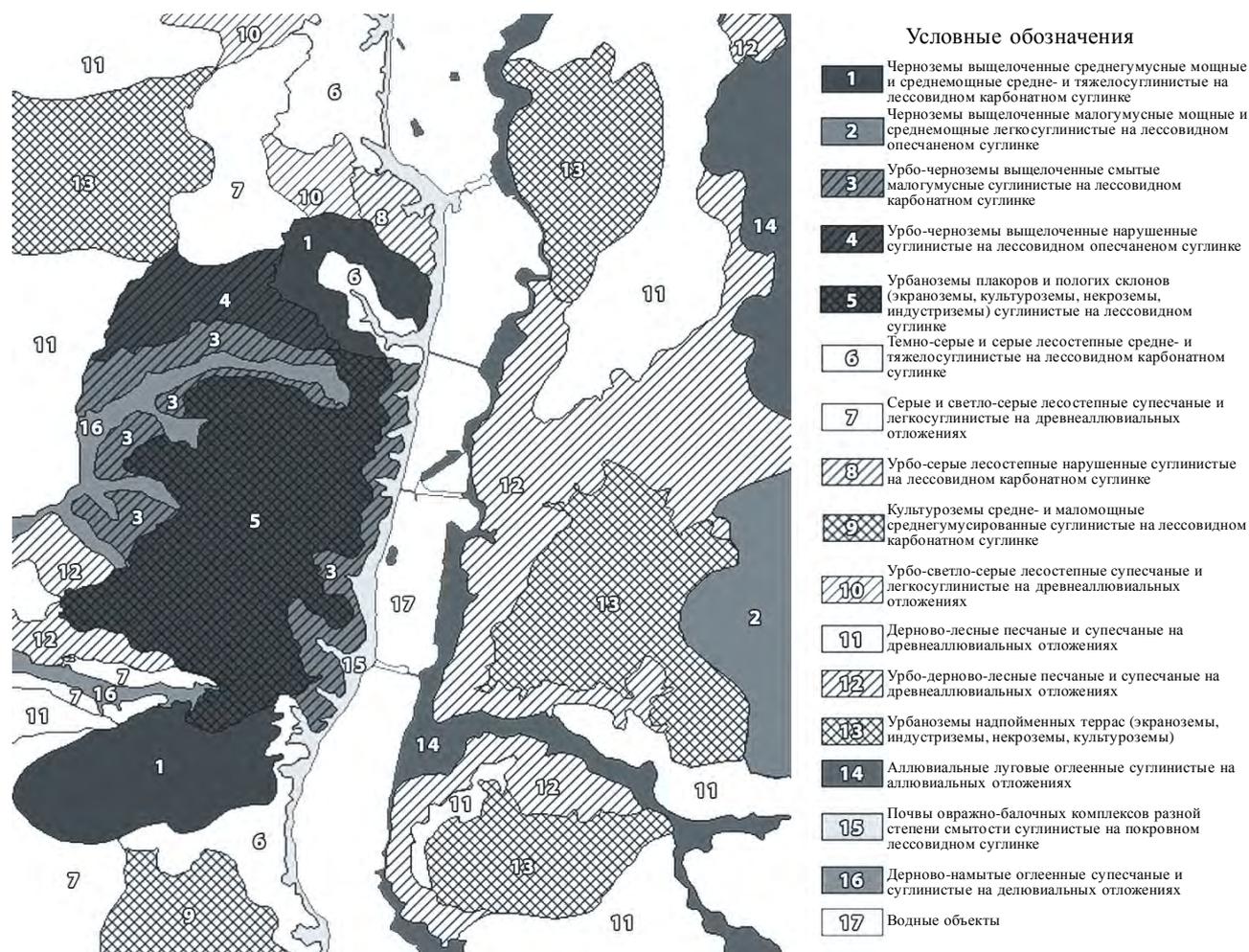


Рис. 1. Обзорная почвенная карта города Воронежа

На основе классификации городских почв Г. В. Добровольского [8] нами составлена обзорная карта-схема почвенного покрова г. Воронежа (рис. 1) как основа анализа современной эколого-геохимической ситуации. Данная классификация разработана для почв городов средней полосы России. При составлении карты-схемы учитывались следующие факторы: рельеф города, показатели состояния почвенного покрова (гранулометрический состав, содержание органического углерода, кислотность, содержание тяжелых металлов, нефтепродуктов), уровень техногенной нагрузки, характер застройки, промышленно-транспортная и социальная инфраструктура.

Рельеф города довольно контрастен: правобережная часть находится на поверхности второй и четвертой надпойменной террасы с абсолютными отметками от 100 до 160 м, а левобережная – на пониженной плоскоравнинной поверхности, постепенно переходящей в речную террасу [2]. Такое расположение города предполагает формирование разнообразных типов почв, в том числе ис-

пытывающих различную техногенную нагрузку. По гранулометрическому составу почвы также неоднородны – от песков и супесей (преимущественно на левом берегу) до тяжелых суглинков (особенно в правобережной возвышенной части города).

Почвенный покров Воронежа условно разделен на естественные ненарушенные, естественно-антропогенные поверхностно-преобразованные (естественные нарушенные) и антропогенные глубокопреобразованные урбаноземы. Для городских почв характерно наличие диагностического горизонта «урбик». Это поверхностный насыпной мощный темноокрашенный горизонт с примесью антропогенных включений (промышленные отходы, строительного-бытовой мусор, пыль) [8].

Естественные ненарушенные почвы располагаются преимущественно под городскими лесами и лесопарковыми зонами в черте города (участки Шиловского леса, Правобережное лесничество УОЛ ВГЛТА, Центральный парк культуры и отдыха «Динамо», Ботанический сад ВГУ).

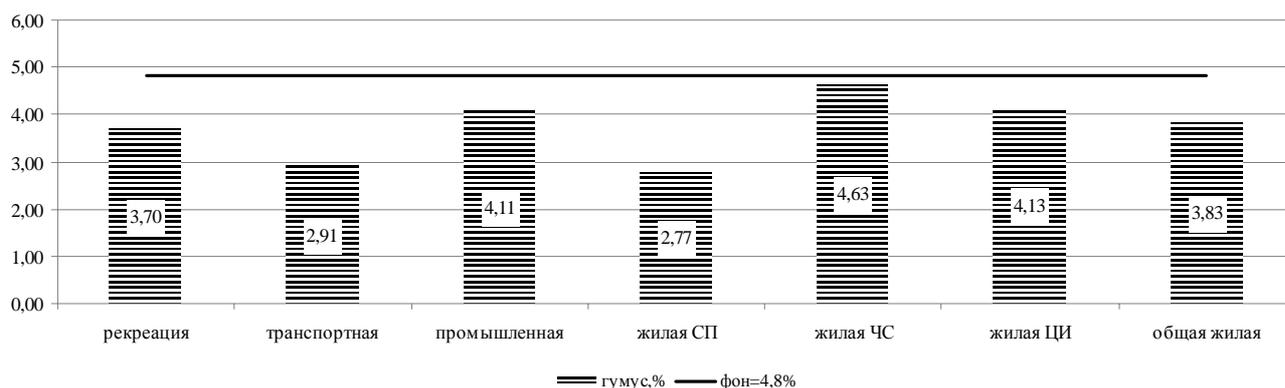


Рис. 2. Среднее содержание гумуса (%) по функциональным зонам г. Воронежа (СП – современная многоэтажная застройка, ЧС – частный сектор, ЦИ – смешанная застройка центральной исторической части города)

Антропогенные глубокопреобразованные почвы образуют группу городских почв – урбаноземов, среди которых распространены как физические преобразованные почвы (культуросемы, некроземы, экраноземы), так и химически преобразованные (индустрисемы) [8]. Формирование горизонта «урбик» происходит на почвах различного генезиса. Крупные ареалы культуросемов средне- и маломощных среднегумусированных залегают на территории фруктовых садов на юго-западе города.

Урбаноземы плакоров и пологих склонов суглинистые, они характерны для правобережной части города с интенсивной застройкой, промышленной нагрузкой, транспортными магистралями. В эту большую группу преобразованных почв мы условно отнесли: а) индустрисемы – почвы промышленно – коммунальных зон (заводы «Электросигнал» и «Тяжмехпресс»); б) культуросемы – почвы парковых зон города (Кольцовский сквер, парк «Орленок»); в) экраноземы – экранированные почвы, формирующиеся под асфальтобетонным покрытием (наиболее «загруженные» улицы города: Московский проспект, ул. Плехановская, проспект Труда, ул. Кольцовская); г) интруземы (территории заправочных станций и автомобильных стоянок); д) реплантоземы – почвы селитебных территорий.

На прибрежной склоновой зоне водохранилища правого берега залегают почвы преимущественно овражно-балочных комплексов разной степени смытости и намытости суглинистого гранулометрического состава. Напротив, в прибрежной зоне левого берега распространены аллювиальные луговые оглеенные суглинистые почвы на аллювиальных отложениях (пойма реки Воронеж). Аналогичные почвы встречаются в поймах рек Песчанка, Усманка и Тавровка.

Для значительной части левого берега города свойственны дерново-лесные песчаные и супесчаные почвы надпойменных террас, залегающие вместе с их антропогенно-преобразованными аналогами в промышленной зоне левобережья (группа предприятий «ВАСО», «Воронежсинтезкаучук», «Мебель Черноземья», ТЭЦ-1 и другие). Естественно-нарушенные дерново-лесные песчаные и супесчаные почвы распространены в северной части левого берега (Левобережное лесничество УОЛ ВГЛТА). Однако, этот район сейчас активно начал застраиваться, в частности, микрорайон Сомово, для которого характерны уже преобразованные естественно-нарушенные – урбо-дерново-лесные песчаные и супесчаные почвы. Лишь на окраине города, в юго-восточной ее части, располагаются земли сельскохозяйственного назначения с типичными для них черноземами.

Оценка эколого-геохимического состояния почвенного покрова проведена нами с учетом природных особенностей и функционально-планировочной организации города. Определение содержания гумуса в образцах почв показало: большинство исследованных почв относится к малогумусным (рис. 2). Почвы с более высоким количеством гумуса залегают в зонах рекреации (парки «Орленок» (4,3-4,5%), Авиастроителей (4,0%)) и в зоне жилой застройки (жилые районы по ул. Ломоносова, частный сектор в Советском и Левобережном районах (4,5-5,0%)). Кроме того, высокое содержание гумуса обнаружено и в почвах промышленной зоны – урбаноземах (ул. Кривошеина, 11 (6,5%); ул. Дорожная, 15 (9,5%); ул. Волгоградская, 48 (6,1%)). В целом для горизонта «урбик» свойственны средние и высокие значения содержания гумуса (6-10%).

Исследования актуальной кислотности показали изменение реакции среды от слабокислой до

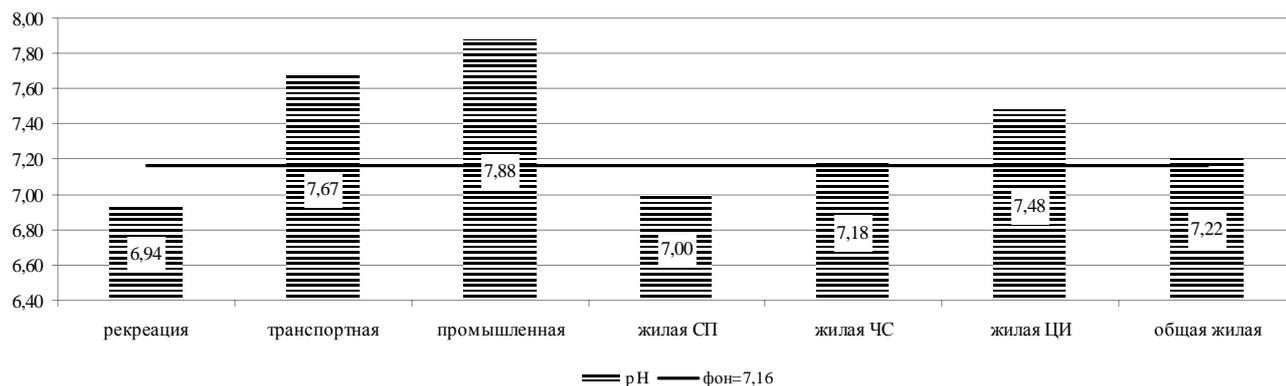


Рис. 3. Среднее значение актуальной кислотности по функциональным зонам г. Воронежа

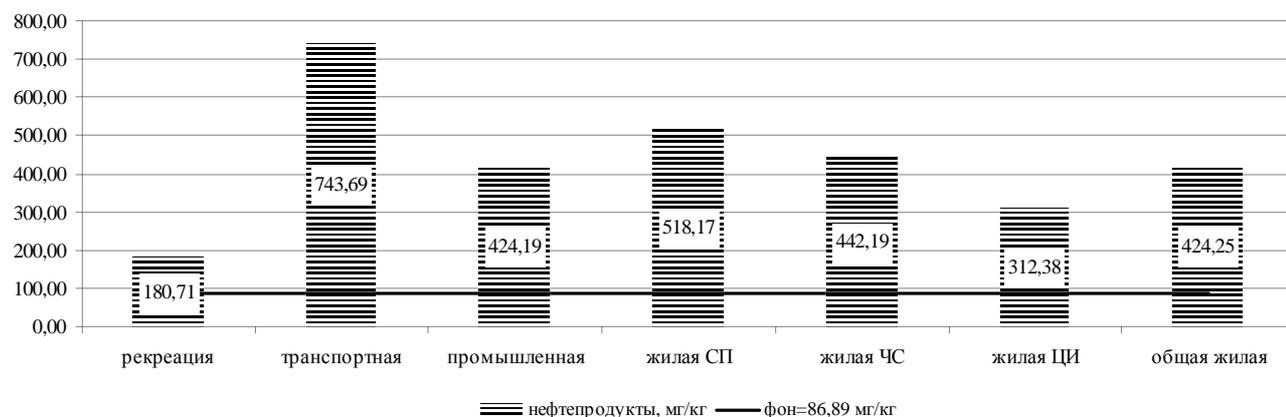


Рис. 4. Среднее содержание нефтепродуктов по функциональным зонам города Воронежа

слабощелочной. Отмечена следующая тенденция: почвы в промышленной и транспортной зонах города имеют более высокие показатели актуальной кислотности, а почвы в зоне рекреации и современной многоэтажной застройки – более низкие показатели по сравнению с фоном (рис. 3). Таким образом, урбаноземы и сильнонарушенные естественные почвы более щелочные по сравнению с культуроземами лесопарковых зон со слабокислой или кислой реакцией среды (парк «Орленок» (pH = 6,84), парк «Дельфин» (pH = 6,00)).

Высокий уровень щелочности городских почв во многом обусловлен большим количеством поступающей пыли с автомагистралей, содержащей карбонаты Ca и Mg, а также использованием извести в строительном растворе, который легко выветривается с территорий многочисленных строек и оседает в почву. На существенное подщелачивание почв влияют также случаи разбрасывания калийных солей на тротуары и дороги города в зимний период с целью борьбы с гололедицей.

Анализ загрязнения почвенного покрова города Воронежа нефтепродуктами показал следующее: наибольшие концентрации наблюдаются

вблизи наиболее интенсивных по грузопотокам перекрестках города и зонах промышленного влияния (рис. 4). Так, высокие концентрации нефтепродуктов были обнаружены в почвах в районе ул. Ильюшина, 126 (1916,7 мг/кг), ул. Димитрова – ул. Волгоградская (1673,3 мг/кг), Московский проспект – ул. Хользунова (1240,0 мг/кг). Ранее проведенные исследования подтверждают, что в почве транспортных зон г. Воронежа обнаружено превышение ОДК (300 мг/кг) по нефтепродуктам (в 3 раза), особенно в левобережной части города [7].

Наиболее низкие концентрации (менее 200 мг/кг) нефтепродуктов отмечены в зонах рекреации города: парке «Алые паруса» (166,7 мг/кг), парке «Дельфин» (170,0 мг/кг), ул. Дарвина (120,0 мг/кг). Относительно чистые зоны с концентрацией нефтепродуктов менее 400 мг/кг располагаются в Коминтерновском жилом районе (ул. Генерала Лизюкова, 73а (136,7 мг/кг), ул. Шишкова, 53 (200,0 мг/кг)), некоторых участках Центрального (ул. Ломоносова, 1 (13,3 мг/кг)) и Левобережного района (ул. Черепанова, 18 (206,7 мг/кг), ул. Героев Стратосферы, 8 (223,3 мг/кг)), где отсутствует интенсивное движение автотранспорта [6].

Содержание тяжелых металлов в почве некоторых мониторинговых пунктов  
(по отдельным тяжелым металлам /ТМ/)

№ *	Пункты наблюдения	Функциональная зона **	Концентрация ТМ (мг/кг)
<b>Свинец (подвижная форма)</b>			
47	ул. Саврасова – ул. Заслонова	транспортная	72,0
15	ул. Куйбышева – ул. Панфилова	транспортная	113,0
67	ул. Дорожная, 15	промышленная	56,0
70	санаторий им. Горького	фон	0,12
33	Парк «Орленок»	рекреация	0,15
11	больница Электроника	рекреация	0,38
<b>Цинк (подвижная форма)</b>			
57	Победы бульвар – ул. 60 Армии	транспортная	61,0
52	ул. Брусилова – Ленинский проспект	транспортная	107,0
44	ул. Кривошеина, 11	промышленная	43,0
4	Парк Авиастроителей (ул. Полины Осипенко)	рекреация	0,15
19	ул. Дарвина, 1	рекреация	0,026
12	ул. Грибоедова, 5	жилая СП	0,075
<b>Медь (подвижная форма)</b>			
27	Московский проспект, 36	транспортная	2,3
14	ул. Богдана Хмельницкого, 35	промышленная	12
42	ул. Ворошилова, 30	жилая ЦИ	4,2
4	Парк Авиастроителей (ул. Полины Осипенко)	рекреация	0,1
51	Парк «Алые паруса»	рекреация	0
17	СОК «Олимпик»	рекреация	0
<b>Кадмий (валовое содержание)</b>			
14	ул. Богдана Хмельницкого, 35	промышленная	1,6
10	Ленинский проспект, 149	транспортная	0,34
13	ул. Землячки, 1	промышленная	0,23
4	Парк Авиастроителей (ул. Полины Осипенко)	рекреация	0
51	Парк «Алые паруса»	рекреация	0
17	СОК «Олимпик»	рекреация	0

\* – номер пункта отбора проб;

\*\* – ЦИ – центральная историческая часть города, СП – современная многоэтажная застройка.

Нами подтверждено, что загрязнение почвы нефтепродуктами в целом прямо пропорционально транспортной загруженности автодорог, интенсивности и средней скорости движения автомобилей. Так, очаги наиболее активного загрязнения сформировались на примыкающих участках пересечений улиц Димитрова – Волгоградская, в районе ВАИ, центрального автовокзала на Московском проспекте, эта тенденция сохраняется на территории города [1].

Для экологической диагностики состояния городской среды в отобранных образцах почвы нами определены концентрации (валовое содержание и подвижная форма) ряда тяжелых металлов – универсальных индикаторов химического загрязнения

почвы: свинца, кадмия, меди, цинка (таблица). Опасность высокого загрязнения транспортных зон города Воронежа свинцом и кадмием (по подвижным формам) ранее уже отмечена в литературе [7, 10].

Свинец – один из самых распространенных тяжелых металлов в почвенном покрове городов. Повышенное загрязнение свинцом воздушного бассейна и почв обычно связано с автотранспортной нагрузкой, постепенно нарастающей в современных городах. Причем ионы свинца малоподвижны даже при низких значениях рН, а это усиливает загрязнение свинцом поверхностных горизонтов почвы обычно до глубины 10-15 см [9].

Нами отмечены высокие концентрации свинца (до 2-4 ПДК) на транспортных перекрестках и

вдоль крупных автодорог города – ул. Димитрова – ул. Ленинградская, ул. Саврасова – ул. Заслонова, ул. 9 Января – ул. Антонова-Овсеенко. В зоне рекреации и в жилой зоне повышенных концентраций свинца не наблюдалось.

Другим опасным загрязняющим веществом в городе является кадмий. Этот элемент попадает в почву в более низких концентрациях, его накопление в гумусе происходит в меньшей степени по сравнению со свинцом. Высоких концентраций данного металла нами не было отмечено, за исключением пункта отбора № 14 в промышленной зоне (ул. Богдана Хмельницкого, 35). Пункт отбора был в непосредственной близости к предприятию «Мебель Черноземья» и Воронежскому вагоноремонтному заводу. Кроме того, рядом с данными объектами располагаются гаражи и склады, а это, видимо, способствует высокой концентрации кадмия в этом районе города. В промышленных и транспортных зонах его содержание было в 3-4 раза выше, чем в рекреации и селитебной зонах, полученные результаты в целом согласуются с данными Н.Н. Назаренко с соавторами [7], однако превышения ПДК нами практически не отмечены.

Исследование почв на загрязнение медью показало: участками наиболее высокого загрязнения (с превышением ПДК до 3-4 раз) являются ул. Ворошилова, 30 (№ 42) и ул. Б. Хмельницкого, 35 (№ 14). Пункт отбора № 42 находится в зоне влияния Воронежского механического, а пункт № 14 – в зоне влияния предприятия «Мебель Черноземья» и Воронежского вагоноремонтного завода, которые могут быть источником загрязнения городской среды. Кроме того, достаточно высокие концентрации меди были обнаружены практически во всех транспортных зонах города.

Анализируя данные по загрязнению почв цинком, можно сделать вывод: в транспортных зонах города наблюдаются определенные превышения ПДК от 3 до 5 раз (ул. Брусилова – Ленинский проспект, Победы бульвар – ул. 60 Армии, ул. Куйбышева – ул. Панфилова), аналогично – в промышленной зоне (ул. Богдана Хмельницкого, 35, ул. 9 Января, 180, ул. Волгоградская, 48). Основными источниками поступления цинка в окружающую среду могут являться «Воронежский механический завод» и завод «Рудгормаш».

Таким образом, проведенный анализ эколого-геохимического состояния почв города Воронежа позволяет сделать следующие основные выводы. 1. В почвенном покрове города Воронежа доминируют урбаноземы. Они образуют крупные аре-

алы в большинстве его районов. Меньшая доля от общей площади города приходится на почвы слабозатронутые хозяйственной деятельностью человека. 2. Среднегумусные почвы залегают в рекреационной и жилой зонах (преимущественно частный сектор и новые районы современной многоэтажной застройки), а также в ряде участков промышленной зоны. 3. Убраноземы промышленной и транспортной зон города имеют неблагоприятные свойства: низкое содержание гумуса и щелочную реакцию почвенной среды, повышенный уровень загрязнения нефтепродуктами и тяжелыми металлами. 4. Наименьший уровень загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами установлен в жилых районах города, удаленных от промышленных объектов и крупных автодорог. 5. Отмечены определенные тенденции изменения содержания некоторых тяжелых металлов в почвах города. Так, накопление цинка происходит в почвах с щелочной реакцией почвенной среды и низким содержанием гумуса (ул. Саврасова – ул. Заслонова, Московский проспект – ул. Хользунова). Наиболее низкие концентрации свинца отмечаются в слабокислых почвах в рекреационных зонах (Парк «Алые паруса», СОК «Олимпик»), а более высокие концентрации – в щелочных почвах (ул. Димитрова – ул. Волгоградская, ул. Ильюшина, 126).

Учитывая высокую потенциальную опасность загрязнения городской среды нефтепродуктами и тяжелыми металлами, для предотвращения формирования очагов высокого химического загрязнения целесообразно в дальнейшем расширить систему пунктов почвенно-геохимического мониторинга с равномерным охватом всей территории городского округа город Воронеж.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воронеж : среда обитания и зоны экологического риска / С. А. Куролап [и др.]. – Воронеж : Истоки, 2010. – С. 87-100.
2. Воронеж : экономико-географическое исследование / Г. Т. Гришин [и др.]. – Воронеж : Издательство Воронежского государственного университета, 1986. – 224 с.
3. ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы: почвы. Общие требования к отбору проб. – Введ. 01.07.84. – Москва : Госстандарт, 1984. – 29 с.
4. ГОСТ 17.4.4.02-84. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализа – Введ. 1984.12-19. – Москва : Госстандарт, 1984. – 20 с.
5. Добровольский Г. В. Экология почв. Учение об экологических функциях почв : учебник / Г. В. Добро-

вольский, Е. Д. Никитин. – Москва : Издательство Московского университета, 2012. – 298 с.

6. Иванова Л. О. Оценка загрязнения почвенного покрова города / Л. О. Иванова, В. В. Синегубова // Экологическая оценка и картографирование состояния городской среды / под ред. С. А. Куролапа, О. В. Клепикова. – Воронеж : Цифровая полиграфия, 2014. – С. 124-125.

7. Назаренко Н. Н. Биоиндикация почвы транспортных зон г. Воронежа / Н. Н. Назаренко, И. И. Корецкая, И. Д. Свистова // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология. – 2015. – № 1. – С. 46-50.

Середа Людмила Олеговна

аспирант кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. 8(950)7548740, E-mail: [ivlud@yandex.ru](mailto:ivlud@yandex.ru)

Яблонских Лидия Александровна

доктор биологических наук, профессор кафедры экологии и земельных ресурсов биолого-почвенного факультета Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. 8(473)220-82-65, E-mail: [lidij-jblonskikh@yandex.ru](mailto:lidij-jblonskikh@yandex.ru)

Куролап Семен Александрович

доктор географических наук, профессор, заведующей кафедрой геоэкологии и мониторинга окружающей среды факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. 8(473)266-56-54, E-mail: [skurolap@mail.ru](mailto:skurolap@mail.ru)

8. Почва, город, экология / под ред. Г. В. Добровольского. – Москва : Фонд за экономическую грамотность, 1997. – 320 с.

9. Саэт Ю. Е. Город как техногенный субрегион атмосферы / Ю. Е. Саэт, Б. А. Ревич, Р. С. Смирнова // Биогеохимическое районирование и геохимическая экология. – Москва : Наука, 1985. – С. 133-165.

10. Федорова А. И. Загрязнение поверхностных горизонтов почв г. Воронежа тяжелыми металлами / А. И. Федорова, Е. В. Шунелько // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология. – 2003. – № 1. – С. 74-82.

Sereda Lyudmila Olegovna

Postgraduate student of the Chair of geoecology and monitoring of environment, Department of Geography, Geoecology and Tourism, Voronezh State University, Voronezh, tel. 8(950)7548740, E-mail: [ivlud@yandex.ru](mailto:ivlud@yandex.ru)

Yablonskikh Lidia Aleksandrovna

Doctor of Biology, Professor of the Chair of Ecology and Land Resources, Department of Biology and Soil Science, Voronezh State University, Voronezh, tel. 8(473)220-82-65, E-mail: [lidij-jblonskikh@yandex.ru](mailto:lidij-jblonskikh@yandex.ru)

Kurolap Semyon Aleksandrovitch

Doctor of Geography, Professor, Head of the Chair of geoecology and monitoring of environment, Department of Geography, Geoecology and Tourism, Voronezh State University, Voronezh, tel. (4732) 66-56-54, E-mail: [skurolap@mail.ru](mailto:skurolap@mail.ru)