

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ АГРОЛАНДШАФТОВ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.А. Мажайский<sup>1</sup>, Т.М. Гусева<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Мещерский филиал Всероссийского Научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова и <sup>2</sup> Рязанский медицинский университет имени И.П. Павлова, Рязань, Россия

Эл. почта: <sup>1</sup> director@mntc.pro; <sup>2</sup> guseva.tm@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 13.12.2019; принята к печати 23.01.2020

Преобладающими источниками техногенных загрязнителей в ландшафтах Рязанской области являются выбросы промышленных предприятий. Основной путь поступления тяжелых металлов – с атмосферными осадками. Максимальные поступления на земную поверхность с пылевидными выпадениями отмечены для Zn, Pb, Cd, а с жидкой фракцией – для Cu. Во всех типах почв Рязанской области наблюдается аккумуляция Cu, Mn, Zn, Ni, Pb, Cd, Co – первый максимум. Второй максимум Zn, Cu, Pb, Co, Ni отмечен в иллювиальных горизонтах на геохимическом барьере. Sn и Mo практически равномерно распределены по профилю почв. По индексу суммарного загрязнения разработаны карты районирования территории Рязанской области, позволяющие оценить современное и прогнозируемое загрязнение почвы Рязанской области тяжелыми металлами.

*Ключевые слова:* агроландшафт, тяжелые металлы, экология.

## ECOLOGICAL PROBLEMS OF AGRICULTURAL LANDSCAPES OF RYAZAN REGION

Yu.A. Mazhaysky<sup>1</sup>, T.M. Guseva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Meshchersky Branch of A.N. Kostyakov Russian Research Institute of Hydrotechnics and Land Reclamation and <sup>2</sup> I.P. Pavlov Rязan State Medical University, Rязan, Russia

Email: <sup>1</sup> director@mntc.pro; <sup>2</sup> guseva.tm@yandex.ru

The leading sources of anthropogenic pollutants in Rязan Region are emissions from industrial enterprises. The main route of heavy metals deposition is via atmospheric precipitation. Dust precipitations are enriched in Zn, Pb, Cd, whereas aqueous precipitations, in Cu. The first maximum of the accumulation of metal, mainly Cu, Mn, Zn, Ni, Pb, Cd and Co, is observed in all types of soils of the Rязan region. The second maximum (Zn, Cu, Pb, Co, and Ni) is featured by the illuvial horizons on the geochemical barrier. Sn and Mo are almost evenly distributed across the soil profile. Based on the soil survey in Rязan Region, its landscapes were ranked according to the gross content of heavy metals. The resulting maps characterize the current and forecasted levels of soil pollution with heavy metals in Rязan Region.

*Keywords:* landscape, heavy metals, ecology.

### Введение

Проблема загрязнения компонентов агроландшафтов, вызванного техногенными нагрузками, обострилась в последние десятилетия во многих регионах России. Она актуальна и для Нечерноземной зоны РФ, к южной части которой относится Рязанская область. В некоторых районах области, по данным исследований Ю.А. Мажайского и В.Ф. Евтюхина (2008), отмечается критическая ситуация по загрязнению культурных ландшафтов тяжелыми металлами (ТМ) [1–3].

Каждая региональная экологическая проблема требует индивидуального изучения и мероприятий по предупреждению, ликвидации и компенсации негативных экологических изменений. Это обуславливает необходимость анализа и оценки экологических проблем, что осуществляется по данным многолетнего

экологического мониторинга, программа которого на территории области имеет следующие направления.

1. Организация наблюдений за накоплением в почвах тяжелых металлов, как приоритетных загрязнителей, в результате аэротехногенного воздействия.

2. Оценка приоритетного ряда загрязняющих веществ и выявление направления движения основных критических геохимических потоков.

3. Оценка степени загрязнения территории и выявление экологических проблем, возникающих в результате различных видов природопользования [2, 3].

Рязанская область расположена в пределах двух крупных ландшафтных зон – лесной и лесостепной – и в трех агроклиматических зонах. Первая агроклиматическая зона занимает северную пониженную

часть области – Рязанскую Мещеру. Вторая зона занимает центральную и юго-западную части области. Третья зона занимает ее южную часть. Территория области характеризуется развитым промышленным и сельскохозяйственным производством. Основными источниками поступления техногенных загрязнителей в ландшафты Рязанской области являются 132 промышленных предприятия. На протяжении многих лет основными загрязнителями воздушного бассейна Рязанской области являются: АО «Рязанская нефтеперерабатывающая компания», предприятия топливно-энергетического комплекса (ОАО «Рязанская ГРЭС», ГРЭС-24, Ново-Рязанская ТЭЦ), предприятия по производству строительных материалов (ООО «Серебрянский цементный завод», ООО «Михайловский цементный завод»), предприятия корпорации «Технониколь». Весомый вклад в загрязнение атмосферного воздуха г. Рязани вносит автомобильный транспорт (Государственные доклады о состоянии окружающей среды в Рязанской области, 1995–2019 гг.). Антропогенная нагрузка на агроландшафты зависит от распределения источников поллютантов по территории области. В пяти южных районах и трех восточных районах антропогенная суммарная нагрузка на биосферу очень низкая. Сравнительно низкая нагрузка воздействия промышленности сложилась в таких районах, как Клепиковский, Рыбновский, Захаровский, Пронский, Старожиловский, Кораблинский, Милославский, Шацкий и Ряжский. Остальные агроландшафты области испытывают существенную локальную антропогенную нагрузку. Крупнейшими загрязнителями экосистем области являются промышленные комплексы г. Рязани, заводы г. Касимова, Михайлово, Сасово и др. К выбросам предприятий Рязанской области дополняются из-за трансграничного переноса выбросы предприятий соседних областей: Московской, Тульской и др. В них содержится целый спектр химических загрязнителей, в том числе и ТМ, которые, попадая в воздушные потоки, загрязняют атмосферные осадки.

### Объекты и методы

Для оценки техногенного геохимического круговорота ТМ в агроландшафтах Рязанской области было проведено изучение содержания в атмосферных осадках Zn, Cu, Pb, Cd – основных загрязнителей, содержащихся в выбросах топливно-энергетического комплекса, металлургических, станкостроительных и других предприятий.

В целях выявления техногенного поступления ТМ через атмосферу с 1995 г. проводился отбор проб атмосферных осадков с учетом розы ветров. Пробы снежной массы отбирали шурфным способом согласно методике ГОСТ 17.1.5.05-85. Исследование осадков проводилось в соответствии с методическими реко-

мендациями по оценке загрязненности снежного покрова ТМ Почвенного института им. В.В. Докучаева (1999 г.). В средних образцах дождевых и снеговых осадков определяли ТМ методом атомно-адсорбционной спектроскопии на спектрофотометре ААС-1. Для оценки экологического состояния основных типов почв агроландшафтов Рязанской области были обследованы 12 наиболее типичных хозяйств, при выборе которых использовались такие характеристики, как тип почвы и расположение вблизи крупных стационарных источников загрязнения атмосферы (на расстоянии 5–20 км). На выбранных территориях осуществляли закладки почвенных разрезов до материнской породы (в соответствии с методическими указаниями по проведению локального мониторинга на реперных и контрольных участках, 2006 г.). В каждом хозяйстве обследовалось 3–5 полей. Размер пробной площадки варьировал от 1 до 5 га в зависимости от однородности почвенного покрова. С каждой из этих площадок отбирали объединенную пробу. Отбор почвенных образцов проводили по ГОСТ 17.4.4.02-2017. Почву отбирали по всей глубине почвенного разреза с интервалами 10–20 см (0–10, 10–20 см и так далее до глубины 140 см). Определяли валовое содержание ТМ в почвах в экстрактах 5 н. HNO<sub>3</sub>, а также подвижные формы ТМ (экстрагент – ацетатно-аммиачный буфер с рН 4,8). Анализ проводили методом атомно-адсорбционной спектроскопии на спектрофотометре ААС-1 (РД 52.18.685-2006, методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства, 1996).

### Результаты и обсуждение

Мониторинг техногенного загрязнения атмосферных осадков показал, что величины поступления ТМ значительно варьируют, что связано как с метеорологическими факторами, так и с влиянием неровностей земной поверхности на распределение поллютантов при их выпадении из атмосферы. Максимальные поступления на земную поверхность с пылевидными выпадениями отмечены для Zn, Pb, Cd, а с жидкой фракцией – для Cu. В среднем, по результатам мониторинга, ежегодно на каждый гектар Рязанской области поступает с осадками Zn – 181,2 г, Pb – 73,8 г и Cd – 4,7 г [2].

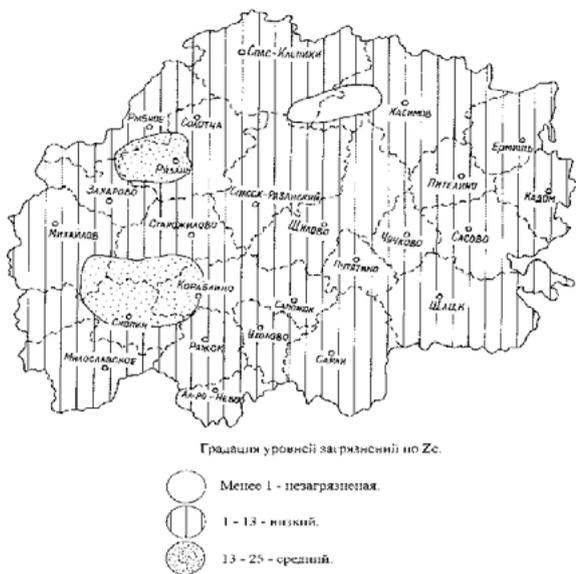
Преобладающими почвами Рязанской области являются черноземы (44%), серые лесные почвы (37%), дерново-подзолистые (13,8%), пойменные (5%) и торфяные почвы (0,4%). Почвенно-экологическое обследование региона [1–3] показало, что серые лесные почвы более всего аккумулируют в верхних слоях Zn, Mn; черноземы – Co, B, V; дерново-подзолистые почвы различаются по валовому содержанию ТМ по всем горизонтам, за исключением Mo. Концентрация их в дерново-подзолистых супесчаных почвах во всех

горизонтах в несколько раз меньше, чем в глинистых почвах. В супесчаной почве ярко выражена биогенная аккумуляция Zn, Cd, Pb, Cu, Mn в гумусовом горизонте, а Cr, V имеют два максимума: в элювиальном и иллювиальном горизонтах. Внутрипочвенное распределение рассматриваемых ТМ характеризуется присутствием четко выраженных максимумов. Во всех почвах наблюдается биохимическая аккумуляция Cu, Mn, Zn, Ni, Pb, Cd, Co – первый максимум. Вторым максимумом Zn, Cu, Pb, Co, Ni отмечен в иллювиальных горизонтах на геохимическом барьере. Sn, Mo практически равномерно распределены по профилю почв. В пойменных ландшафтах в процессе миграции ТМ участвует вода, с потоком которой загрязнители поступают в поймы, где частично закрепляются в почвах. При инфильтрации паводковых вод происходит вынос ТМ из одних почвенных горизонтов в другие и за пределы почвенного профиля. В аллювиальных луговых почвах наблюдается относительно равномерное распределение Zn, Cu, Cd, Cr, Mn в метровой толще их профиля в связи со сравнительной однородностью гранулометрического и минералогического составов. Наиболее реакционны и легкодоступны для растений подвижные формы ТМ. В почвах агроландшафтов Рязанской области содержание подвижных Pb, Cd, Mo, Co, Cr незначительно [2, 3]. В серых лесных и дерново-подзолистых почвах в гумусовых горизонтах накапливается подвижный цинк. В черноземах подвижность всех изучаемых элементов снижается, что связано как с высоким содержанием

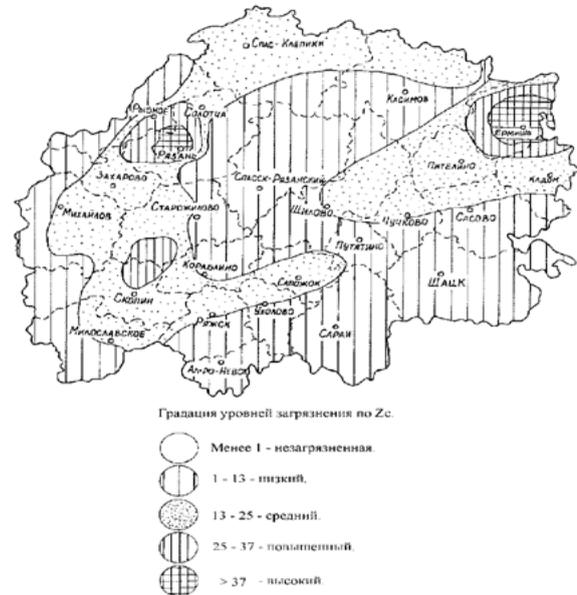
гумуса, так и с наличием илистой фракции, а также с близкой к нейтральной реакцией среды. Такое разнообразие почвенных условий ландшафтов Рязанской области приводит к различным ответным реакциям на техногенные воздействия.

Главный фактор содержания ТМ в почве – состав почвообразующих пород. Химический состав почвообразующих пород дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почв Рязанской области имеет высокую степень вариабельности. Почвообразующие породы региона с тяжелым гранулометрическим составом содержат Zn – 33–46 мг/кг, Cu – 20–27, Pb – 8–16, Cd – 0,15–0,25 мг/кг [3]. На основе результатов исследования элементного состава почвообразующих пород определен региональный геохимический фон элементов – загрязнителей почвы. Данный фон несколько отличается от кларковых значений по А.П. Виноградову. Так, средний региональный фон Zn, Cd, Cr, Mn, Ni, Mo, V меньше кларковых глобальных величин, а Cu, Pb, B, Co – больше. Для оценки загрязнения разработаны группировки, в которых почвы, имеющие содержание ТМ, равное или меньшее регионального фона, считаются незагрязненными и по предложенной градации относятся к первой группе. Вторую группу и низкий уровень загрязнения имеют почвы, содержащие 2 фона, третью – 3 фона, степень загрязнения средняя и т. д.

В качестве критерия экологического нормирования принят суммарный индекс загрязнения почвы ТМ – Zc (МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества



**Рис. 1.** Карта-схема текущего загрязнения территории Рязанской области тяжелыми металлами



**Рис. 2.** Прогнозная карта-схема загрязнения территории Рязанской области тяжелыми металлами

почвы населенных мест). В зависимости от величины  $Z_c$  были выделены следующие уровни загрязнения почв агроландшафтов Рязанской области: 1 – незагрязненная ( $Z_c = 1$ ), 2 – низкий уровень ( $Z_c = 1-13$ ), 3 – средний ( $Z_c = 13-25$ ), 4 – повышенный ( $Z_c = 25-37$ ), 5 – высокий ( $Z_c$  – более 37). С использованием данной градации разработаны карты районирования территории Рязанской области по индексу суммарного загрязнения, позволяющие оценить современное и прогнозируемое загрязнение почвы ландшафтов Рязанской области ТМ (рис. 1, 2). Прогнозная карта дает представление об экологическом состоянии почвы агроландшафтов и потенциальной опасности ситуации при достижении максимального уровня загрязнения ТМ. Ее назначение – коррекция планов землепользования и разработка природоохранных мероприятий в хозяйствах. На основе почвенно-экологического обследования ландшафта Рязанской области проведено ранжирование региона по уровням валового содержа-

ния свинца, меди, цинка в почвах и составлены карты для характеристики эколого-почвенного районирования загрязненности почв в результате техногенных воздействий [3].

Таким образом, согласно результатам мониторинга, можно отметить аккумуляцию цинка, кадмия, меди, свинца, марганца, никеля в корнеобитаемом слое почвы под влиянием техногенного воздействия. Почвы Рязанского района, находящиеся на расстоянии 5–20 км от промышленных комплексов, по содержанию ТМ приблизились к порогу, за которым возможны негативные последствия. Преобладающие загрязнители агроландшафтов можно расположить в убывающий ряд  $Cu > Pb > Zn$ . Накопление в почвах ТМ представляет серьезную экологическую проблему для агроландшафтов Рязанской области, так как может привести к нарушениям в экосистемах, что потенциально опасно для здоровья человека.

## Литература

### Список русскоязычной литературы

1. Мажайский ЮА, ред. Нейтрализация загрязненных почв. Рязань: Мещерский филиал ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии; 2008.
2. Мажайский ЮА, Евтюхин ВФ, Резникова АВ. Экология агроландшафта Рязанской области. М.: Издательство МГУ; 2001.
3. Мажайский ЮА, Желязко ВИ, ред. Экологические аспекты мелиорации земель юга Нечерноземья. М.: Издательство МГУ; 2003.

### Общий список литературы/Reference List

1. Mazhayskiy YuA (Ed.). Neytralizatsiya Zagryaznennykh Pochv. Ryazan: Mesherskiy Filial GNU VNIIGiM Rosselkhosakademii; 2009. (In Russ.)
2. Mazhayskiy YuA, Yeftiukhin VF, Reznikova AV. Ekologiya Agrolanshchaftha Ryazanskoy Oblasti. Moscow: MGU; 2001. (In Russ.)
3. Mazhayskiy YuA, Zheliazko VI (Eds.). Ekologicheskiye Aspekty Melioratsii Yuga Nechernozemya. Moscow: MGU; 2003. (In Russ.)

