

О МЕТОДАХ ИЗУЧЕНИЯ И ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ В БЕЛАРУСИ

В. С. Хомич

Институт природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Аннотация. Анализируются методические аспекты изучения, мониторинга почв и почвенно-геохимических изысканий в части подходов и методов оценки загрязнения почв с целью выявления различий и несогласованности в технических нормативно-правовых актах (ТНПА), регламентирующих указанные работы. Анализ проводится на основе действующих в Беларуси ТНПА и литературных источников с учетом опыта проведения научных исследований, локального мониторинга почв и инженерно-геэкологических изысканий. Показаны нестыковки и противоречия в действующих ТНПА в части сети отбора проб, размеров пробных площадок, глубины отбора, нормативов качества почвы. Обосновываются необходимость совершенствования нормативно-методического обеспечения изучения и оценки загрязнения почв в направлениях дифференциации гигиенических нормативов концентраций химических веществ в почвах в зависимости от категорий и видов использования земель; унификации методических подходов изучения и оценки загрязнения почв при мониторинге, контроле загрязнения почв, инженерно-геэкологических изысканиях; более четкого регламентирования размеров пробных площадок и плотности сети отбора в зависимости от цели изучения и оценки загрязнения почв.

Ключевые слова: почвы; мониторинг; геэкологические изыскания; методика; пробная площадка; сеть отбора; нормативы; оценка загрязнения.

Для цитирования. Хомич В. С. О методах изучения и оценки загрязнения почв в Беларуси // Природопользование. – 2023. – № 2. – С. 98–106.

ON THE STUDYING METHODS AND ASSESSMENT OF SOIL POLLUTION IN BELARUS

V. S. Khomich

Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

Abstract. The methodological aspects of study, soil monitoring and soil-geochemical research are analyzed from the point of view of approaches and methods for soil pollution assessment in order to identify differences and inconsistencies in the technical regulatory legal acts (TRLA) regulating these works. The analysis is carried out on the basis of TRLA valid in Belarus and literary sources, taking into account the experience in scientific researches, local soil monitoring and engineering-geoecological surveys. The inconsistencies and contradictions of the current TRLA in terms of the sampling network, the sampling sites size, sampling depth and soil quality standards are shown. The necessity of improving of the normative and methodological support for soil pollution study and assessment in terms of hygienic standards differentiation for chemicals concentrations in soils, depending on the categories and types of land use; the methodological approach unification of soil pollution study and assessment during the monitoring, soil pollution control and engineering-geoecological surveys; more precise regulation of the sample sites size and the sampling network density, depending on the purpose of soil pollution study and assessment are explained.

Keywords: soils; monitoring; geoecological surveys; methodology; sampling site; sampling network; standards; pollution assessment.

For citation. Khomich V. S. On the studying methods and assessment of soil pollution in Belarus. *Nature Management*, 2023, no. 2, pp. 98–106.

Введение. В обеспечении экологически комфортного состояния городской среды значительная роль принадлежит почвенному покрову, который в условиях города выполняет ряд специфических экологических функций. Одним из инструментов сохранения почвенного плодородия и экологической чистоты почвенного покрова является проведение оценки химического загрязнения почв и реализация мероприятий, разработанных по ее результатам. Поэтому адекватность указанной оценки реальному состоянию почвы является одним из важнейших условий экологобезопасного обращения с почвами.

Оценка загрязнения почв проводится, главным образом, при эколого-геохимических и почвенно-геохимических исследованиях [1, 2 и др.], мониторинге почв населенных пунктов [3, 4], локальном мониторинге почв [5], контроле загрязнения почв [4], гигиенической оценке качества почвы населенных мест [6], агрохимическом обследовании почв сельскохозяйственных земель [7], инженерно-геоэкологических изысканиях [8].

Перечисленные виды исследований (мониторинга, изысканий и т. д.) регламентируются специальными ТНПА, в которых прописываются цели и задачи исследований почв, плотность сети опробования, размеры пробных площадок, методы отбора проб, методы оценки загрязнения почвы и др.

Несмотря на общую цель перечисленных видов исследований почв – обеспечение экологической чистоты и безопасности почвенного покрова, практика использования регламентирующих их ТНПА показала наличие существенных различий, иногда противоречий, приводящих к неоднозначности результатов оценки химического загрязнения почв. А это важно при принятии решений по рациональному использованию почв, разработке мероприятий по обращению с почвами в случае их загрязнения и др.

При исследованиях (мониторинге, изысканиях и др.) и оценке загрязнения почв чаще других возникают вопросы (коллизии) в отношении выбора фона, плотности сети отбора проб, размеров пробных площадок, глубины отбора, перечней определяемых химических веществ, нормативов качества почвы. Эти и другие вопросы, возникающие на различных этапах проведения работ по оценке загрязнения почв, анализируются в данной статье на основе действующих ТНПА, литературных источников, многочисленных отчетных материалов по результатам почвенно-геохимических изысканий и оценки загрязнения почв, собственного опыта изучения и загрязнения почв.

Выбор фона. Существует несколько подходов к выбору фоновой территории в зависимости от целей оценивания состояния/загрязнения почв. Различают, прежде всего, природный и природно-антропогенный фон [9, 10].

Природный фон – содержание химического вещества на близких к естественным, слабонарушенных территориях, удаленных от техногенных источников. При этом может быть рассчитан природный фон для Беларуси в целом, региональный фон (для административной области) и местный – по данным близ расположенной особо охраняемой природной территории или специальных исследований ландшафтов-аналогов.

В научных исследованиях, при мониторинге почв городов, геоэкологических изысканиях и других мероприятий в качестве фона наиболее целесообразно использовать результаты мониторинга загрязнения земель на фоновых территориях, осуществляющегося в рамках Национальной системы мониторинга окружающей среды (НСМОС). Мониторинг проводится на близких к естественным, слабонарушенных территориях, удаленных от техногенных источников. Всего на территории Беларуси насчитывается 90 пунктов наблюдений фонового мониторинга – по 15 в каждой из областей [11]. Наблюдения проводятся последовательно на трех пунктах в каждой области ежегодно. Фоновые значения содержания химических веществ за отчетный год и предыдущий период в среднем для территории Беларуси публикуются на сайте Главного информационно-аналитического центра НСМОС (nsmos.by). Представляется целесообразным публиковать также средние фоновые значения в разрезе административных областей за последний 5-летний период, которые будут отражать актуальный региональный фон для каждой области и являться более репрезентативными для использования в практической деятельности и для исследований (табл. 1).

Таблица 1. Среднее содержание химических веществ в почвах пунктов наблюдений на фоновых территориях в разрезе административных областей Беларуси в целом (2018–2022 гг.), мг/кг (по данным НСМОС)

Table 1. The average content of chemicals in the soils of observation points on the background territories by administrative regions and Belarus as a whole (2018–2022), mg/kg (according to the NEMS)

| Область | Бензо(а)-пирен | Нефте-продукты | SO_4^{2-} | Валовое содержание тяжелых металлов | | | | | | |
|-------------------------------|----------------|----------------|--------------------|-------------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|------|
| | | | | Cd | Zn | Pb | Cu | Ni | Cr | Hg |
| Брестская | 0,003 | 28,6 | 73,6 | 0,08 | 11,5 | 4,6 | 2,7 | 1,5 | 3,8 | 0,10 |
| Витебская | 0,001 | 28,6 | 59,7 | 0,06 | 18,2 | 4,8 | 4,2 | 2,9 | 4,2 | 0,04 |
| Гомельская | 0,002 | 19,7 | 65,0 | 0,08 | 13,1 | 4,7 | 3,8 | 3,1 | 2,7 | 0,03 |
| Гродненская | 0,001 | 21,1 | 52,3 | 0,10 | 16,9 | 6,1 | 3,6 | 3,2 | 3,1 | 0,06 |
| Минская | 0,002 | 16,4 | 54,2 | 0,16 | 21,7 | 4,8 | 4,1 | 3,1 | 7,5 | 0,02 |
| Могилёвская | 0,001 | 15,5 | 53,7 | 0,17 | 19,5 | 4,3 | 3,7 | 2,8 | 7,1 | 0,01 |
| Среднее значение для Беларуси | 0,002 | 21,6 | 59,7 | 0,11 | 16,8 | 4,9 | 3,7 | 2,8 | 4,7 | 0,04 |

В отличие от приведенного выше естественного фона существует понятие природно-антропогенного фона, за который принимается среднее содержание химического вещества в почве нарушенных природно-антропогенных геосистем, например, городов, сельскохозяйственных земель и др. Однако при расчете природно-антропогенного фона необходимо исключение определенной доли экстремальных значений, например, 5 % как минимальных, так и максимальных, во избежание искажения результатов за счет экстремальных значений. Последние, как правило, связаны с локальными источниками, имеют ограниченное распространение и характеризуются высокими градиентами контрастности. Экстремальные значения концентраций могут быть обусловлены также «горячими точками», связанными со «случайными» техногенными включениями в почве (свинцовых пуль, батареек, фрагментов оцинкованного металла, разбитых термометров и т. п.) [12]. При исключении экстремальных значений будем иметь представление о содержании химического вещества или загрязнении почв 90%-ной обеспеченности на анализируемой территории.

Природно-антропогенный фон может быть рассчитан для Беларуси в целом, региональный – для административной области, местный – для административного района или города; локальный – для близлежащих участков с аналогичным видом использования земель и сходными характеристиками почв. Природно-антропогенный фон должен рассчитываться без учета экстремальных значений, дополняться аналогичными данными в разрезе категорий земель или функциональных зон. Представляется не корректным в одну выборку объединять концентрации химических веществ в почвах, например, промзон, сельскохозяйственных земель и ландшафтно-рекреационных территорий.

Разновидностью использования природно-антропогенного фона является подход к выбору фоновой территории, изложенный в ТКП 17.03.01-2020 [13], устанавливающем требования к технологии работ по определению фонового содержания химических и иных веществ в почвах при проведении контроля химического загрязнения земель, в том числе для определения размера возмещения вреда, причиненного их деградацией. В этом случае в качестве фоновых выбираются близлежащие участки с аналогичным видом использования и сходными характеристиками земель и почв.

Плотность сети отбора проб и размер пробной площадки. Имеющиеся различия в ТНПА относительно требований к плотности сети отбора проб почв и размерам пробных площадок (ПП) обусловили их разнотечение специалистами, что во многих случаях приводит к искажению результатов исследований (изысканий), создает коллизии при выборе подрядчиков на выполнение работ по геоэкологическим изысканиям и оценке загрязнения земель/почв. Требования к плотности сети отбора проб почв и размерам ПП в различных ТНПА представлены в табл. 2.

Таблица 2. Требования к плотности сети отбора проб почв и размерам пробных площадок (ПП) в различных ТНПА

Table 2. Requirements for the soil sampling network density and the sampling sites size (SS) in various TRLA

| ТНПА | Площадь участка, м ² | Количество ПП | Размер ПП |
|--------------------------|---|---|---|
| ТКП 45-1.02-253-2012 [8] | В каждой функциональной зоне | Не менее 3 | От 5 м × 5 м до 25 м × 25 м |
| ГОСТ 17.4.3.01-83 [14] | – | – | От 1 до 5 га при однородном почвенном покрове и от 0,5 до 1 га при неоднородном |
| ГОСТ 17.4.4.02-84 [15] | На каждые 0,5–20,0 га территории | Не менее 1 | Не менее 10 м × 10 м |
| ТКП 17.03.02-2020 [4] | Менее 1000 1000–3000 3001–5000 5001–10 000 Более 10 000 | Не менее 2 Не менее 4 10 16 Не менее 20 | – |

Согласно ТКП 45-1.02-253-2012 [8], на стадии градостроительного проектирования для оценки состояния почвенного покрова предусматривается заложение в каждой функциональной зоне не менее 3 ПП размером от 5 м × 5 м до 25 м × 25 м.

На прединвестиционной и проектной стадиях строительства количество и местоположение ПП определяются согласно ГОСТ 17.4.4.02-84 [15] и зависят от площади участка, сложности ландшафтных условий, наличия источников загрязнения земель и др. При проведении дополнительных исследований, обусловленных наличием визуально диагностируемого или обнаруженнego после аналитических испытаний загрязнения земель, количество ПП определяется составом загрязнения, площадью загрязненного участка и сложностью ландшафтных условий.

В свою очередь, ГОСТ 17.4.4.02-84 [15] не регламентирует количество и местоположение ПП (дается лишь ссылка на ГОСТ 17.4.3.01-83 [14]), за исключением случаев контроля загрязнения сельскохозяйственных земель – «на каждые 0,5–20,0 га территории закладывают не менее одной пробной площадки размером не менее 10 м × 10 м».

Согласно ГОСТ 17.4.3.01-83 [14], при общих и локальных загрязнениях в зависимости от цели исследования размер ПП должен составлять от 1,0 до 5,0 га при однородном и от 0,5 до 1,0 га при неоднородном почвенном покрове. Предусматривается также сгущение сети ПП на почвах, загрязненных предположительно неравномерно.

В соответствии с ТКП 17.03.02-2020 [4] при определении степени загрязнения земель/почв химическими веществами количество ПП принимается в зависимости от площади контролируемой территории: при площади участка менее 100 м² она приравнивается к одной ПП, при площади участка менее 1000 м² – к 2 ПП, 1000–3000 м² – к не менее чем 4 ПП, 3001–5000 м² – к не менее чем 10 ПП, ..., при площади более 10 000 м² – к не менее чем 20 ПП (см. табл. 1). Близкий подход к определению плотности ПП при обследовании почв используется в Польше. Руководством по проведению оценки загрязнения земель [15] предусмотрена различная плотность ПП для разных категорий земель. На участках городских и промышленных земель до 0,05 га закладывается не менее 1 ПП, на участках от 0,05 до 1 га – не менее 3 ПП площадью не более 0,1 га, на участках от 1 до 10 га – не менее 10 ПП площадью не более 0,5 га, на участках более 10 га – не менее 20 ПП площадью не более 0,5 га каждая. По сравнению с ТКП 17.03.02-2020 [4] используемая в Польше методика предусматривает несколько менее плотную сеть ПП, однако использует более гибкий подход определения плотности заложения ПП для различных интервалов площадей обследуемых территорий.

Для лесных и сельскохозяйственных земель руководством предусмотрена меньшая плотность сети отбора при одновременном увеличении размеров ПП: на участках до 0,5 га закладывается не менее 1 ПП, на участках от 0,5 до 10 га – не менее 3 ПП площадью не более 1 га, на участках от 10 до 100 га – не менее 10 ПП площадью не более 5 га, на участках 100–500 га – не менее 20 ПП площадью не более 10 га, на участках более 500 га – не менее 40 ПП площадью не более 25 га каждая. Менее плотная сеть опробования почв на сельскохозяйственных и лесных землях по сравнению с городскими и промышленными вполне оправдана, поскольку уровни загрязнения и контрастность аномалий в почвах городов и промзон значительно выше [1 и др.].

Как показывает опыт изысканий, при больших площадях ПП локальные ореолы загрязнения почв во многих случаях не фиксируются, поскольку могут попадать на пространства между точками отбора единичных проб, либо за счет «разбавления» загрязненных единичных проб другими относительно чистыми единичными пробами. Известны случаи, когда при отборе на заложенных ПП больших размеров (300 м × 250 м), не были подтверждены высокие уровни загрязнения почв. При этом объединялись единичные пробы с одинаковых интервалов глубин при значительных перепадах отметок поверхности, неоднородности складированных в разные временные периоды техногенных отложений, включая коммунальные и производственные отходы.

По-видимому, следует различать термины «размер опробуемого участка» и «размер пробной площадки», как например в ГОСТ 17.4.4.02-84 [15], в пункте 2.3.1 которого указано, что «для контроля загрязнения почв сельскохозяйственных угодий... на каждые 0,5–20,0 га территории закладывают не менее 1 пробной площадки размером не менее 10 м × 10 м».

Представляется, что при корректировке ТНГА по геоэкологическим изысканиям и оценке загрязнения почв необходимо регламентировать площади опробуемых участков или плотность заложения ПП, а также размеры (площади) ПП. Почвенно-геохимические исследования в составе инженерно-геоэкологических изысканий могут проводиться по менее плотной сети опробования по сравнению с работами по оценке загрязнения земель на загрязненных или предположительно загрязненных участках в зонах интенсивного техногенного воздействия. При этом отбор почвы необходимо производить в пределах ПП на наиболее репрезентативных участках размером от 10 м × 10 м до 25 м × 25 м. Отбор должен производиться методом конверта, с фиксацией центральной точки отбора с использованием средств космического позиционирования (GPS) и отбором единичных проб на расстояниях 5 или 10 м в северном, восточном, южном и западном направлениях от центра ПП. Это позволит, в случаях выявления аномальных содержаний химических веществ, легко находить точки отбора для проведения более детальных исследований и уточнения выявленных аномалий.

При определении загрязнения земель в соответствии с ТКП 17.03.02-2020 [4] опробуемые участки соответствуют ПП, в пределах которых должно отбираться не менее пяти единичных (точечных) проб для формирования объединенной пробы. Необходимо отметить, что, согласно польскому руководству по проведению оценки загрязнения земель [16], объединенные пробы формируются из 15 точечных проб. Но в данном случае площади опробования («секции») в несколько раз больше по сравнению с размерами ПП, предусмотренными ТКП 17.03.02-2020 [4].

При проведении мониторинга почв в городах, на фоновых территориях, при локальном мониторинге почв, предусматривающем повторное многолетнее опробование почв, количество индивидуальных проб должно равняться 5, как это предусмотрено методом конверта, а размер ПП должен составлять 25 м × 25 м в целях минимального нарушения почвы в пределах ПП.

Глубина отбора. В большинстве ТНПА Республики Беларусь, регламентирующих отбор проб почв и грунтов, указывается на интервалы глубин 0–19,9 см; 20,0–50,0 см; 50,1–100,0 см; 100,1–150,0 см; 150,1 см и более с интервалами 50 см [4 и др.]. Отбор проб с глубины 0–19,9 (0–20,0 см) оправдан, прежде всего, для контроля почв пахотных земель (табл. 3).

С точки зрения экологической безопасности наиболее приемлем отбор почв с глубины 0–5 или 0–10 см, поскольку основная масса загрязняющих веществ поступает на поверхность почвы и аккумулируется в приповерхностном ее слое. Реэмиссия почвенной пыли является важным каналом поступления многих загрязняющих веществ в организм человека. Оценивая загрязнение почвы по пробам, отобранным с глубины 0–20 см, мы занижаем уровень и опасность загрязнения почв, при этом снижается эффективность проведения мониторинга почв.

Таблица 3. Преимущества и недостатки отбора проб почв с глубины 0–20 см и при разделении слоя на 0–5 и 5–20 см

Table 3. Advantages and disadvantages of soil sampling from a depth of 0–20 cm and divided layers from 0–5 and 5–20 cm

| Глубина отбора | Преимущества | Недостатки |
|----------------|--|---|
| 0–20 см | Больше всего подходит для контроля почвы на пахотных землях | Занижается опасность загрязнения. Снижается эффективность проведения мониторинга |
| 0–5 и 5–15 см | Более точно отражает степень, опасность и динамику загрязнения почвы | Увеличение стоимости работ примерно в 1,5 раза |

Согласно прогнозу изменения содержания цинка в почвах естественных экосистем Беларуси за 15-летний период, оно возрастет в 10-сантиметровом слое почвы на 0,15–0,32 % [17]. Это означает, что при фоновом содержании цинка в почве 14,3 мг/кг приращение содержания цинка в почве за 15 лет составит 0,02–0,04 мг/кг почвы. При отборе почвы с глубины 0–20 см приращение будет примерно в 2 раза меньше, и, по сути, при проведении мониторинга мы будем получать информацию не о динамике изменения концентрации вещества в почве, а об ошибках метода измерения.

Методы оценки загрязнения и нормативы качества почвы. Показатели и используемые нормативы оценки качества почвы в Беларуси, согласно применяемым для этих целей ТНПА, существенно различаются (табл. 4). Согласно ТКП 17.03-02-2020 [4], определение площади загрязненных территорий, глубины загрязнения и степени деградации земель/почв проводится по результатам проведения измерений и сопоставления полученных значений с дифференцированными нормативами, при их отсутствии – с гигиеническими нормативами (предельно или ориентировочно допустимыми концентрациями химических веществ в почвах (ПДК/ОДК), а при отсутствии этих нормативов – с показателями фоновых концентраций.

В Беларуси, как и в большинстве постсоветских стран, нормирование почв базируется на санитарно гигиеническом подходе и концепции предельно-допустимых концентраций – такого содержания химических элементов в среде, которое в течение длительного времени не вызывает прямого или косвенного негативного влияния на здоровье человека, включая отдаленные последствия. Учитывая недостатки концепции, прежде всего в невозможности обеспечить пороговые значения (ПДК/ОДК) на территориях с интенсивной техногенной нагрузкой, в начале 2000-х годов были разработаны методика и гигиенические нормативы содержания ряда химических веществ в почвах с учетом категории и функционального использования территорий [18, 19]. Данное новшество приближало нормирование почв в Беларуси к практикуемому в Европейских странах. В середине 2010-х годов по инициативе Минприроды в Беларуси началась разработка экологических нормативов для почв, реализованная в виде дифференцированных нормативов (ДН) [20]. В июле 2023 г. ДН для почв получили законодательную основу – в новой редакции Закона об охране окружающей среды Республики Беларусь перечень нормативов качества окружающей среды дополнен таким видом как «дифференцированные нормативы содержания химических веществ в почвах».

Таблица 4. Методы и показатели оценки загрязнения почв в Беларуси**Table 4. Methods and indicators for soil pollution assessment in Belarus**

| Вид исследования/ мониторинга | Метод оценки | Показатель оценки | Руководящий документ/ источник |
|--|--|---|--|
| Экологогеохимические исследования | Сравнение с фоном и гигиеническими нормативами | Коэффициент концентрации по отношению к фону. Кратность превышения ПДК/ОДК | Гигиенические нормативы..., 2021 [21] |
| Мониторинг на новых территориях | То же | Кратность превышения фона за предшествующий тур | Инструкция... [3] |
| Мониторинг в населенных пунктах | – » – | Кратность превышения фона. Кратность превышения ПДК/ОДК | Инструкция... [3], Гигиенические нормативы..., 2021 [21] |
| Локальный мониторинг | Сравнение с дифференцированными нормативами | Превышение порогового значения «низкой степени загрязнения почвы». Соответствие измеренной концентрации вещества шкале дифференцированных нормативов | ЭкоНиП 17.03.01-001-2021 [20] |
| Контроль загрязнения почв | То же. Сравнение с местным фондом | То же. Кратность превышения местного фона | ЭкоНиП 17.03.01-001-2021 [20], ТКП 17.03-01-2020 [13] |
| Агрохимическое обследование почв сельскохозяйственных земель | Сравнение с нормативами (ОДК) для почв сельскохозяйственных земель | Кратность превышения ОДК для почв сельскохозяйственных земель | Методика... обследования почв сельскохозяйственных земель..., 2020 [7] |
| Инженерно-геоэкологические изыскания для строительства | Сравнение с гигиеническими нормативами | Кратность превышения ПДК/ОДК | ТКП 45-1.02-253-2012 [8] |

В настоящее время оценка загрязнения почв с использованием ДН проводится, главным образом, при локальном мониторинге и контроле загрязнения почв. При мониторинге почв населенных пунктов и инженерно-геоэкологических изысканиях оценка загрязнения почв проводится с использованием гигиенических нормативов, применение для этих целей ДН проблематично. Это связано, прежде всего:

- с высокой степенью субъективности и неопределенности при расчетах приемлемых уровней концентрации и пороговых значений химических веществ в почвах и введении поправочных коэффициентов для различных категорий земель и видов территориальных зон по преимущественному функциональному использованию территорий населенных пунктов [22];

- со значительными различиями низких пороговых значений концентрации определенного химического вещества при оценках загрязнения почв с использованием гигиенических и дифференцированных нормативов. Низкие пороговые значения концентраций химических веществ в ДН, позволяющие относить оцениваемую почву к категории «загрязненной», в большинстве случаев выше, чем в гигиенических (различия в ряде случаев составляют 2 раза и более). При этом внимание заслуживает диапазон концентраций между указанными пороговыми значениями, поскольку он выходит за пределы «содержания химических элементов в среде, которое, согласно гигиеническим нормативам, в течение длительного времени не вызывает прямого или косвенного негативного влияния на здоровье человека», т. е. существует опасность влияния на здоровье человека концентраций химических веществ в почвах, диагностируемых, согласно ДН, как «незагрязненные». Примеры различий пороговых значений гигиенических, экологических и агрохимических нормативов концентраций тяжелых металлов в почве показаны в табл. 5.

Таблица 5. Сравнение показателей гигиенических, экологических и агрохимических нормативов концентраций тяжелых металлов в почве принятых в Беларуси**Table 5. Comparison of hygienic, environmental and agrochemical standards for the content of heavy metals in soil used in Belarus**

| Норматив | Показатель | Грансостав | Pb | Zn | Cd | Cu | Cr |
|--------------------|--|--------------|------|------|------|------|------|
| Гигиенический [21] | ПДК/ОДК | Песок/супесь | 32 | 55 | 0,5 | 33 | 100 |
| Экологический [20] | Пороговый уровень низкой степени загрязнения | Песок | 35,6 | 72,2 | 0,95 | 28,3 | 45,6 |
| | | Супесь | 35 | 60 | 0,4 | 60 | 150 |
| Агрохимический [7] | ОДК | Песок | 25 | 50 | 0,3 | 35 | 80 |
| | | Супесь | 35 | 60 | 0,4 | 60 | 150 |

Заключение. Применение различных методических подходов к процедуре оценки и нормированию загрязнения почв, нестыковки и противоречия в действующих ТНПА обуславливают значительную долю субъективности и неоднозначность получаемых оценок загрязнения почв в Беларуси. В этой связи назрела необходимость совершенствования нормативно-методического обеспечения изучения и оценки загрязнения почв.

Представляется, что данную работу наиболее целесообразно осуществить в таких направлениях, как:

- дифференциация гигиенических нормативов концентраций химических веществ в почвах в зависимости от категорий и видов использования земель;
- унификация методических подходов изучения и оценки загрязнения почв при мониторинге, контроле загрязнения почв, инженерно-геоэкологических изысканиях, оценке загрязнения почв при реконструкции или размещении объектов нового строительства;
- более четкое регламентирование размеров пробных площадок и плотности сети отбора в зависимости от цели изучения и оценки загрязнения почв;
- уменьшение глубины отбора почв при проведении мониторинга почв на фоновых территориях и в населенных пунктах с целью повышения эффективности наблюдений;
- более детальное обоснование перечней приоритетных загрязняющих веществ, подлежащих изучению при различных видах мониторинга, обследования и оценки загрязнения почв.

Список использованных источников

1. Городская среда: геоэкологические аспекты / В. С. Хомич [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2013. – 426 с.
2. Головатый С. Е. Тяжелые металлы в агроэкосистемах / С. Е. Головатый. – Минск : Ин-т почвовед. и агрохимии, 2002. – 240 с.
3. Инструкции о порядке проведения наблюдений за химическим загрязнением земель : утв. приказом Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, 30 июля 2015 г., № 250-Од. – Минск, 2015. – 23 с.
4. Правила выполнения работ по определению загрязнения земель (включая почвы) химическими веществами : ТКП 17.03-02-2020 (33140). – Минск, 2020. – 14 с.
5. Инструкция о порядке проведения локального мониторинга окружающей среды : утв. Постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, 1 февр. 2007 г., № 9 (в редакции постановления Минприроды, 30.12.2020, № 29). – Минск, 2020. – 15 с.
6. Гигиеническая оценка почвы населенных мест: Инструкция 2.1.7.11-12-5-2004 : утв. Постановлением Гл. гос. санитарного врача № 32 от 03.03.04 // Сборник нормативных документов по гигиенической оценке почвы населенных мест. – Минск, 2004. – С. 3–38.
7. Методика крупномасштабного агрохимического и радиационного обследования почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / И. М. Богдевич [и др.] ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск : Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2020. – 48 с.
8. Инженерно-геоэкологические изыскания для строительства. Правила проведения : ТКП 45-1.02-253-2012 (02250). – Минск, 2012. – 45 с.
9. Хомич, В. С. Региональный геохимический фон // Природа Беларуси : энциклопедия : в 3 т. – Минск : Беларуская энцыклапедыя імя П. Броўкі, 2010. – Т. 1 : Земля и недра. – С. 356–357.
10. Научно-методические подходы к определению фоновых параметров содержания химических веществ в почвах Беларусь / С. В. Савченко [и др.] // Земля Беларуси. – 2019. – № 2. – С. 40–48.
11. Парфенов, В. В. Мониторинг земель на фоновых территориях / В. В. Парфенов// Органическое сельское хозяйство Беларусь: перспективы развития : материалы Междунар. науч.-техн. конф. ; сост. Н. И. Поречина. – Минск : Мэджик, 2012. – С. 61–64.
12. Кадацкий, В. Б. Технофильные элементы в почвах Беларуси : дис. ... д-ра геогр. наук : 11.00.01 / В. Б. Кадацкий. – Минск, 1995. – 44 с.
13. Охрана окружающей среды и природопользование. Земли. Правила выполнения работ по определению фоновой концентрации химического вещества в почвах : ТКП 17.03-01-2020 (33140). – Минск, 2020. – 17 с.
14. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб : ГОСТ 17.4.3.01-83. – Минск : Госстандарт, 2020. 4 с.
15. Охрана природы. Почвы. Метод отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа : ГОСТ 17.4.4.02-84. – Минск : Госстандарт, 2020. – 4 с.
16. Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi z dnia 1 września 2016 r. Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej. Warszawa, dnia 5 września 2016 r. Poz. 1395. – 86 s.
17. Прогноз состояния природной среды Беларуси на период до 2035 года / В. М. Байчоров и др. ; под общ. ред. В. С. Хомича. – Минск : Беларуская навука, 2022. – 426 с.
18. Нормативы предельно допустимых концентраций подвижных форм никеля, меди и валового содержания свинца в землях (включая почвы), расположенных в границах населенных пунктов, для различных видов

- территориальных зон по преимущественному функциональному использованию территорий населенных пунктов : утв. Постановлением Министерства здравоохранения Респ. Беларусь, 19 нояб. 2009 г., № 125. – Минск, 2020. – 2 с.
19. Предельно допустимые концентрации нефтепродуктов в землях (включая почвы) для различных категорий земель : утв. Постановлением Министерства здравоохранения Респ. Беларусь, 12 марта 2012 г., № 17/1. – Минск, 2012. – 1 с.
 20. Охрана окружающей среды и природопользование. Земли (в том числе почвы). Нормативы качества окружающей среды. Дифференцированные нормативы содержания химических веществ в почвах и требования к их применению : ЭкоНиП 17.03.01-001-2021. – Минск, 2021. – 34 с.
 21. Показатели безопасности и безвредности почвы : гигиенический норматив : утв. Постановлением Совета Министров Респ. Беларусь, 25 янв. 2021 г., № 37. – Минск, 2021. – С. 225–230.
 22. Охрана окружающей среды и природопользование. Земли. Порядок выполнения работ по дифференцированному нормированию содержания химических веществ в землях (включая почвы) : ТКП 17.03-06-2019 (33140). – Минск, 2019. – 21 с.

References

1. Khomich V. S. [et al.] *Gorodskaya sreda: geoekologicheskie aspekty* [Urban environment: geoecological aspects]. Minsk, Belaruskaya navuka Publ., 2012, 426 p. (in Russian)
2. Golovatyj S. E. *Tyazhelye metally v agroekosistemah* [Heavy metals in agroecosystems]. Minsk, Institute of Soil Science and Agrochemistry Publ., 2002, 240 p. (in Russian)
3. *Instrukciya o poryadke provedeniya nablyudenij za himicheskim zagryazneniem zemei'* [Instructions on the procedure for conducting observations of chemical pollution of lands]. Approved by the Order of the Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of the Republic of Belarus, 30 July 2015, no. 250-OD, 23 p. (in Russian)
4. *TKP 17.03.02–2020 (02120) Ohrana okrughayushchej sredy i prirodopol'zovanie. Zemli. Pravila vypolneniya rabot po opredeleniyu zagryazneniya zemei' (vklyuchaya pochvy) himicheskimi veshchestvami* [Technical code of established practice 17.03.02–2020 (02120). Environmental protection and environmental management. Of the earth. Rules for the performance of work to determine the contamination of land (including soil) with chemicals]. Minsk, 2020, 14 p. (in Russian).
5. *Instrukciya o poryadke provedeniya lokalnogo monitoringa okrughayushchej sredy* [Instructions on the procedure for conducting local environmental monitoring]. Approved by the Order of the Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of the Republic of Belarus, 1 February 2007, no. 9 (in ed. 30 December 2020, no. 29), 15 p. (in Russian)
6. *Gigienicheskaj ocenka pochvy naseleennyh mest: instrukcij 2.1.7.11-12-5-2004* [Hygienic assessment of the soil of populated areas: Instructions 2.1.7.11-12-5-2004]. Approved by Resolution of the Chief State Sanitary Doctor no. 32, 03 March 2004. *Sbornik normativnyh dokumentov po gigienicheskoj ocenke pochvy naseleennyh mest = Proc. of normative documents on the hygienic assessment of the soil of populated areas*. Minsk, 2004, pp. 3–38. (in Russian)
7. Bogdevich I. M. [et al.]. *Metodika krupnomashtabnogo agrohimicheskogo i radiacionnogo obsledovaniya pochv selskohozaystvennyh zemel Respubliki Belarus* [The methodology of large-scale agrochemical and radiation examination of soils of agricultural lands of the Republic of Belarus]. Minsk, Institute of System Research in the Agroindustrial Complex of the NAS of Belarus Publ., 2020, 48 p. (in Russian)
8. *TKP 45-1.02-253-2012 (02250) Ingenerno-geoekologicheskie izyskaniya dlya stroytelstva. Pravila provedeniya* [Technical code of established practice 45-1.02-253-2012 (02250). Geoecological engineering surveys for construction. The rules of the event]. Minsk, 2012, 45 p. (in Russian).
9. Khomich V. S. *Regionalnyj geochemicheskij fon* [Regional geochemical background]. *Pryroda Belarusi. Enciklopediya: v 3 t. T. 1. Zemlya i nedra = The nature of Belarus, encyclopedia: in 3 vol., vol. 1, Earth and Subsoil*. Minsk, P. Brovka Belarusian Encyclopedia Publ., 2010, pp. 356–357. (in Russian)
10. Savchenko S. V., Lukashev O. V., Parfenov V. V., Khomich V. S. *Nauchno-metodicheskie podhody k opredeleniju fonovyh parametrov soderzhaniya himicheskikh veshchestv v pochvah Belarusi* [Scientific and methodological approaches to the determination of background parameters of the content of chemicals in the soils of Belarus]. *Zemllya Belarusi = The Land of Belarus*, 2019, no. 2, pp. 40–48. (in Russian)
11. Parfenov V. V. *Monitoring zemel na fonovyh territoriyah* [Monitoring of lands in background territories]. *Organicheskoe selskoe hozyajstvo v Belarusi: perspektivy razvitiya. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Proc. of the int. sci. and tech. conf. 'Organic agriculture of Belarus: prospects for development']. Comp. N. I. Porechina. Minsk, Magic LLC, 2012, pp. 61–64. (in Russian)
12. Kadatsky V. B. *Tehnofil'nye elementy v pochvah Belarusi. Diss. dokt. geogr. nauk* [Technophilic elements in the soils of Belarus. Dr. geogr. sci. diss.]. Minsk, 1995, 44 p. (in Russian)
13. *TKP 17.03.01-2020 Ohrana okrughayushchej sredy i prirodopol'zovanie. Zemli. Pravila vypolneniya rabot po opredeleniju fonovoj koncentracii himicheskogo veshchestva v pochvah* [Technical code of established practice 17.03.01-2020. Environmental protection and environmental management. Of the earth. Rules for performing work to determine the background concentration of a chemical substance in soils]. Minsk, 2020, 17 p. (in Russian)
14. GOST 17.4.3.01-83 *Ohrana pryrody. Pochvy. Obshchie trebovaniy k otboru prob* [State Standard 17.4.3.01-83. Nature conservation. Soils. General requirements for sampling]. Minsk, State Standard Publ., 2020, 4 p. (in Russian)

15. GOST 17.4.4.02-84 *Ohrana pryrody. Pochvy. Metod otbora i podgotovki prob dlya himicheskogo, bakteriologicheskogo, helmentologicheskogo analiza* [State Standart 17.4.4.02-84. Nature conservation. Soils. Method of sampling and preparation of samples for chemical, bacteriological, helminthological analysis]. Minsk, State Standard Publ., 2020, 4 p. (in Russian)
16. Rozporzadzenie Ministra Srodowiska w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi z dnia 1 września 2016 r. Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej. Warszawa, dnia 5 września 2016 r. Poz. 1395, 86 p. (In Polish)
17. Bajchorov V. M., Bakarikova G. V., Bogdevich I. M. [et al.]. *Prognoz sostoyaniya prirodnoj sredy Belarusi na period do 2035 goda* [The forecast of the state of the natural environment of Belarus for the period up to 2035]. Ed. V. S. Khomich. Minsk, Belaruskaya navuka Publ., 2012, 426 p. (in Russian)
18. *Normatyvy predel'no dopustimyh koncentracij podvizhnyh form nikelya, medi i valovogo soderzhaniya svinka v zemlyah (vklyuchaya pochvy), raspolozhennyh v granicah naseleennyh punktov, dlya razlichnyh vidov territorial'nyh zon po preimushchestvennomu funkcional'nomu ispol'zovaniyu territorij naseleennyh punktov* [Standards of maximum permissible concentrations of mobile forms of nickel, copper and total lead content in lands (including soils) located within the boundaries of populated areas for various types of territorial zones on the basis of primarily functional use of the territories of populated areas] (Ap. by the Resolution of the Ministry of Health of the Republic of Belarus, 19 November 2009, no. 125). Minsk, 2009, 2p. (in Russian)
19. *Predel'no dopustimye koncentracii nefteproduktov v zemlyah (vklyuchaya pochvy) dlya razlichnyh kategorij zemel'* [Maximum permissible concentrations of petroleum products in lands (including soils) for various categories of lands] (Ap. Resolution of the Ministry of Health of the Republic of Belarus, 12 March 2012, no. 17/1). Minsk, 2012, 1 p. (in Russian)
20. *EkoNiP 17.03.01-2020 Ohrana okruzhayushchej sredy i prirodopol'zovanie. Zemli (v tom chisle pochvy). Normatyvy kachestva okruzhayushchej sredy. Differencirovannye normatyvy soderzhaniya himicheskikh veshchestv v pochvah* [Environmental protection and nature management. Land (including soil). Environmental quality standards. Differentiated standards for the content of chemicals in soils]. Minsk, 2020, 34 p. (in Russian)
21. Pokazateli bezopasnosti i bezvrednosti pochvy : gigienicheskij normativ [Indicators of safety and harmlessness of the soil: hygienic standard]. Approved by the Decree of the Council of Ministers of the Republic of Belarus, 25 January 2021, no. 37, pp. 225–230. (in Russian)
22. *TKP 17.03-06-2019 (33140) Ohrana okruzhayushchej sredy i prirodopol'zovanie. Zemli. Poryadok vypolneniya rabot po differencirovannomu normirovaniyu sodorganija himicheskikh veshchestv v zemlyah (vklyuchaya pochvy)* [Environmental norms and rules 17.03-06-2019 (33140). Environmental protection and environmental management. Of the earth. The procedure for carrying out work on the differentiated regulation of the content of chemicals in lands (including soils)]. Minsk, 2019, 21 p. (in Russian)

Информация об авторе

Хомич Валерий Степанович – доктор географических наук, главный научный сотрудник, Институт природопользования НАН Беларусь (ул. Ф. Скорины, 10, 220076, г. Минск, Беларусь). E-mail: valery_khomich@mail.ru

Information about the author

Valeriy S. Khomich – D. Sc. (Geography), Chief Researcher, Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus (10, F. Skoriny Str., 220076, Minsk, Belarus). E-mail: valery_khomich@mail.ru