

Комплексная оценка загрязнения тяжелыми металлами почвенного покрова прибрежной зоны р. Белая Белорецкого района Республики Башкортостан

Серегина Ю. Ю., Семенова И. Н., Кужина Г. Ш.

Исследовано содержание тяжелых металлов в почвах прибрежной полосы р. Белая Белорецкого района Республики Башкортостан, находящихся в зоне воздействия горнорудных предприятий. Почвы сел Тирлянское и Ломовка относятся к умеренно опасной, а г. Белорецка — опасной категории загрязнения. Выявлен повышенный уровень таких металлов, как медь, цинк, кобальт, свинец, никель, железо марганец и кадмий.

Ключевые слова: *тяжелые металлы, ПДК, загрязнение почв.*

Complex assessment of pollution by heavy metals of a soil cover of a coastal zone of river. White Beloretsky region of the Republic of Bashkortostan

J. J. Seregina, I. N. Semenova, G. S. Kuzhina.

The content of heavy metals in soils of a coastal strip of river is investigated. White the Beloretsky region of the Republic of Bashkortostan, being in a zone of influence of the mining enterprises. The soils being in the settlement Tirlyan and Lomovka belong to moderately dangerous, and in Beloretsk — of dangerous category of pollution. The raised level of such metals, as copper, zinc, cobalt, lead, nickel, iron manganese and cadmium is revealed.

Keywords: *heavy metals, MPC, soil pollution.*

Одной из важных проблем современной экологии является загрязнение почв тяжелыми металлами (ТМ), отражающееся практически на всех компонентах биосферы. ТМ, попав в атмосферу, почву или водоемы, включаются в природный круговорот веществ и удаляются очень медленно при выщелачивании, эрозии и дефляции, а также потреблении растениями.

Основными источниками загрязнения ТМ являются предприятия черной и цветной металлургии, горнодобывающей и перерабатывающей промышленности, тепловые электростанции, транспорт и др. При оценке экологического состояния окружающей среды большую роль играет изучение почвенного покрова [5].

Белорецкий район является одним из крупных промышленных регионов, здесь сосредоточены основные запасы железных, свинцово-цинковых, хромовых и марганцевых руд, что определяет высокий техногенный прессинг на окружающую среду, и, прежде всего, на почву.

Целью настоящей работы являлось изучение загрязненности почв прибрежной полосы р. Белая Белорецкого района Республики Башкортостан, находящихся в зоне воздействия горнорудных предприятий, медью, цинком, железом, марганцем, кадмием, свинцом, никелем и кобальтом.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились на пяти пробных площадках (ПП), расположенных на различном удалении от села Тирлянский, где ранее располагался Тирлянский листопрокатный завод, и в г. Белорецк, около Белорецкого завода рессор и пружин (БЗТРП), а также в окрестностях Пугачевского каменного карьера, где производят добычу флюсового известняка. Пробные площадки были расположены по течению р. Белая следующим образом: ПП 1 — в 3 км до с. Тирлянское, ПП 2 — в 1 км после с. Тирлянское, ПП 3 — 0,6 км до БЗТРП, ПП 4 — в 3,5 км до Пугачевского каменного карьера, ПП 5 — в 1 км после Пугачевского каменного карьера.

Почва ПП 1 и ПП 2 представлена горными лесными светло-серыми почвами, ПП 3, ПП 4, ПП 5 — черноземами оподзоленными [4]. Методом конверта были отобраны образцы из десятисантиметрового слоя почвы на расстоянии 8–10 м от водоема на пяти площадках вдоль берега, вниз по течению реки согласно общепринятой методике отбора проб для проведения почвенного мониторинга [3]. Валовое содержание ТМ (Cu, Zn, Pb, Cd, Fe, Mn, Co, Ni) и их подвижные формы, извлекаемые из почвы аммонийно-ацетатным буфером при pH 4,8, были определены методом атомной абсорбции в Центральной лаборатории СФ ОАО «УГОК» г. Сибай [7].

Для экотоксикологической оценки почв использовали предельно-допустимые концентрации (ПДК) валовых форм для Cu — 55 мг/кг; Zn — 100 мг/кг; Mn — 1500 мг/кг; Cd — 3 мг/кг; Ni — 85 мг/кг; Pb — 32 мг/кг [2]. Для Fe — значение кларка (25000 мг/кг) [1], а также — регионального геохимического фона (РГФ) [6]. Для оценки уровня химического загрязнения использовали суммарный показатель (Zc):

$$Z_c = \sum_{i=1}^n \left(\frac{K_i}{K_{\phi}} \right) - (n-1),$$

где Z_c — суммарный показатель загрязнения ТМ; K_i — концентрация в почве конкретного элемента, мг/кг; K_{ϕ} — фоновая концентрация конкретного элемента, мг/кг; n — число суммируемых элементов.

Критические значения, позволяющие охарактеризовать суммарное загрязнение Z_c по степени опасности, таковы: при $Z_c < 16$ загрязнение считается допустимым; при $16 < Z_c < 32$ — умеренно опасным; при $32 < Z_c < 128$ — высоко опасным [8]. Также определялась доля подвижных форм металлов от их валовых (общих) концентраций.

Результаты исследования и их обсуждение

Изучение содержания ТМ в почвенных образцах показало наличие полиметаллического загрязнения почв.

Медь. Валовой РГФ Си установлен на уровне 49 мг/кг [6]. Валовое содержание Си в изучаемых почвах варьировало от 15,5 до 138,3 мг/кг (ПДК 55 мг/кг) (рис. 1а). Наиболее загрязненный участок находился на ПП 3 (г. Белорецк). Вероятно, это связано с тем, что рядом находится Белорецкий завод рессор и пружин. Содержание подвижных форм Си в исследуемых почвах изменялось в пределах от 0,3 до 6,3 мг/кг (ПДК 3 мг/кг) (рис. 1б). Максимальное процентное содержание подвижных форм от валового количества составляло 4,5%.

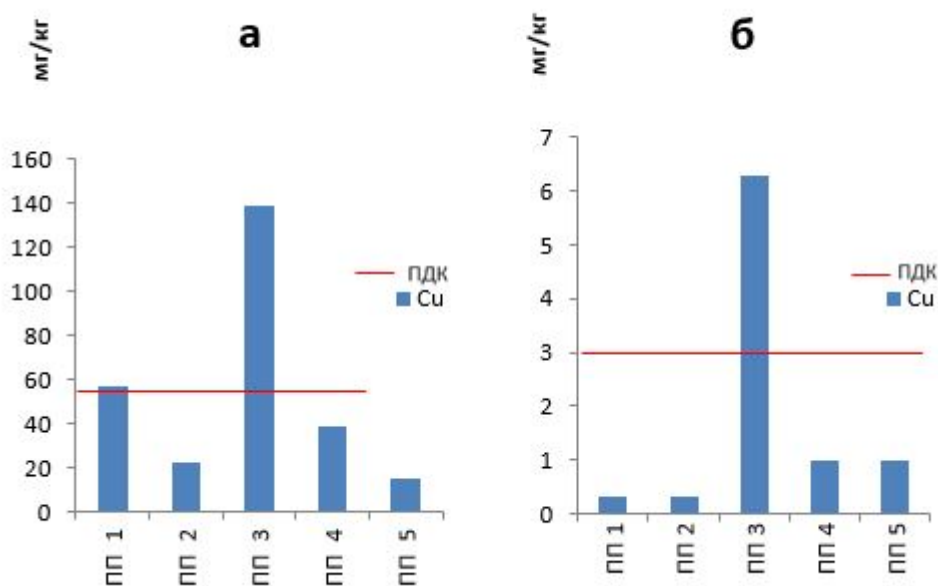


Рисунок 1 — Содержание в почве меди: а — валовое; б — подвижные формы

Цинк. Валовой РГФ Zn установлен на уровне 181,7 мг/кг [6]. Валовое содержание Zn в почвах изменялось от 101 до 802,5 мг/кг, т. е. во всех случаях превышало уровень ПДК (100 мг/кг) (рис. 2а). Содержание подвижных форм Zn в исследуемых почвах варьировало в пределах от 14,0 (ПП 2) до 110,3 мг/кг (ПП 3), что было выше ПДК (23 мг/кг) (рис. 2б). Наибольшая концентрация Zn отмечается на ПП 3, т. к. она располагается непосредственно возле БЗТРП. Наименьшая концентрация отмечена на ПП 2, вероятнее всего, это связано с прекращением работы Тирлянского листопрокатного завода, что снизило техногенное воздействие на почву. Максимальное процентное содержание подвижных форм от валового количества составляло 13,7%.

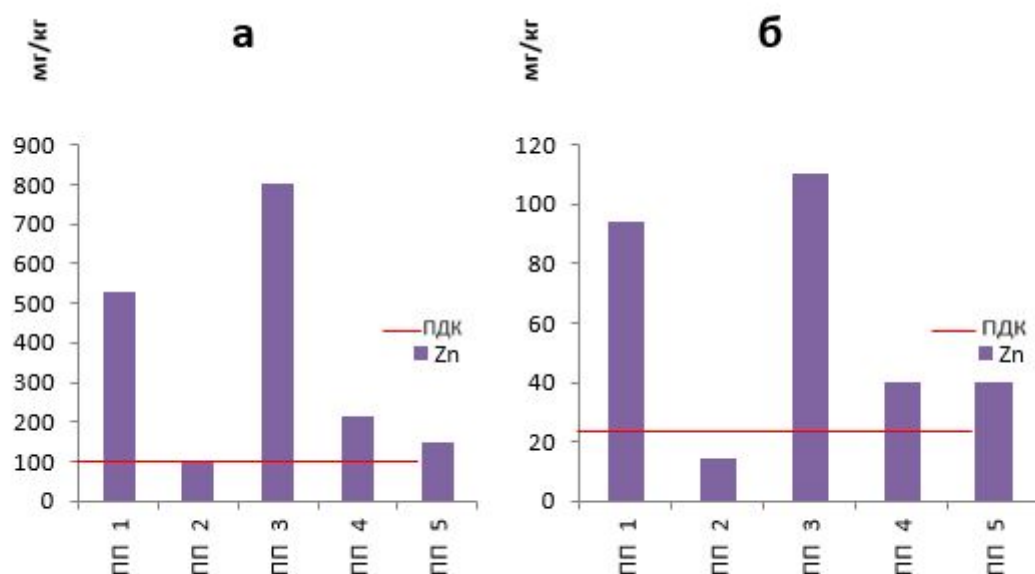


Рисунок 2 — Содержание в почве цинка: а — валовое; б — подвижные формы

Железо. Содержание валовых форм Fe изменяется от 11918 до 71175 мг/кг, в ПП 3 превышает величину его кларка в земной коре, равную 25 000 мг/кг, и показатель РГФ — 27533 мг/кг [6], (рис. 3а). Содержание подвижных форм Fe варьировало в пределах от 64,0 до 136,0 мг/кг, что значительно превышало уровень РГФ (2,3 мг/кг) [6], (рис. 3б). Максимальное процентное содержание подвижных форм от валового количества составляло 0,2%.

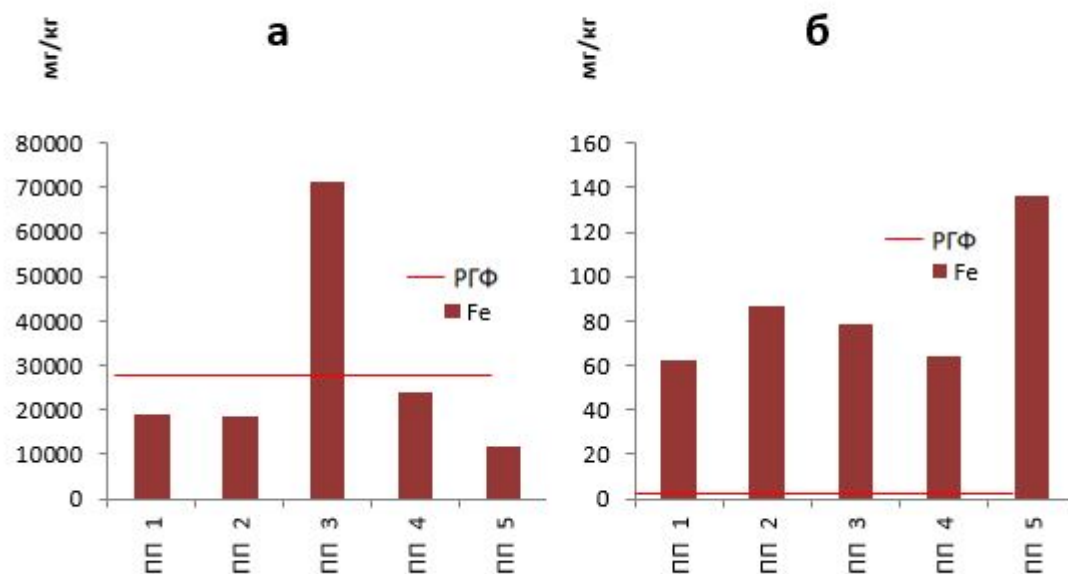


Рисунок 3 — Содержание в почве железа: а — валовое; б — подвижные формы

Марганец. РГФ для валового содержания Mn в почвах исследуемых территорий составляет 525,39 мг/кг [6]. Содержание валовых форм Mn находилось в диапазоне от 283 до 1815 мг/кг, ПДК (1500 мг/кг) (рис. 4а). Содержание подвижных форм Mn в исследуемых почвах варьировало в пределах от 11,8 до 137,0 мг/кг, что не превышало ПДК (140 мг/кг) (рис. 4б). Максимальное процентное содержание подвижных форм от валового количества составляло 7,5%.

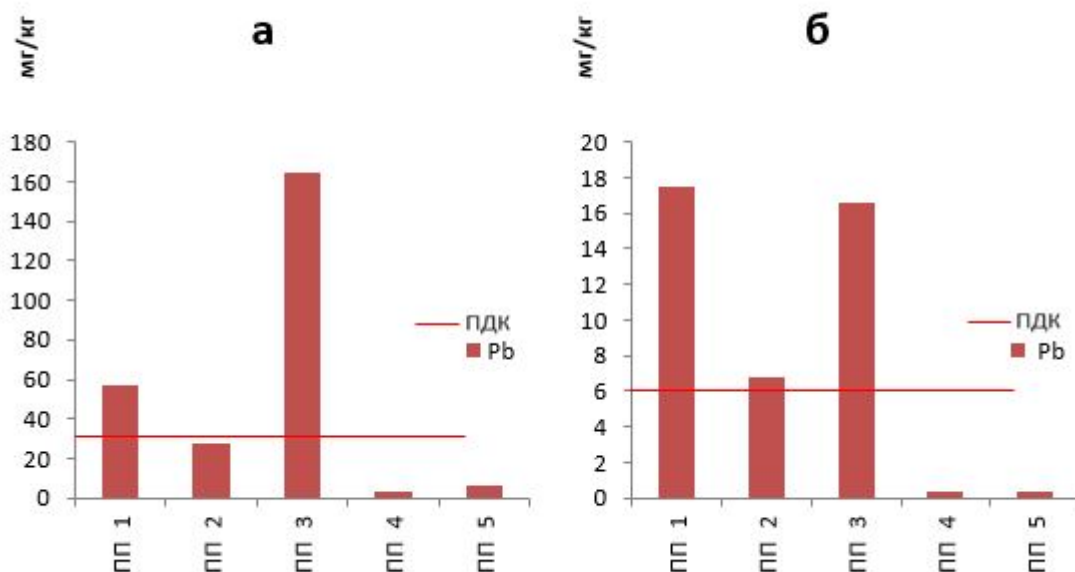


Рисунок 4 — Содержание в почве марганца: а — валовое; б — подвижные формы

Свинец. РГФ для валового содержания Pb составляет 21,8 мг/кг [6]. Концентрация валовых форм Pb в почвах варьировала от 6,3 до 164,5 мг/кг, ПДК (32 мг/кг) (рис. 5а) Содержание подвижных форм Pb в исследуемых почвах варьировало в пределах от 0,03 до 17,5 мг/кг, что также превышало ПДК (6 мг/кг) (рис. 5б). Максимальное процентное содержание подвижных форм от валового количества составляло 10,6%.

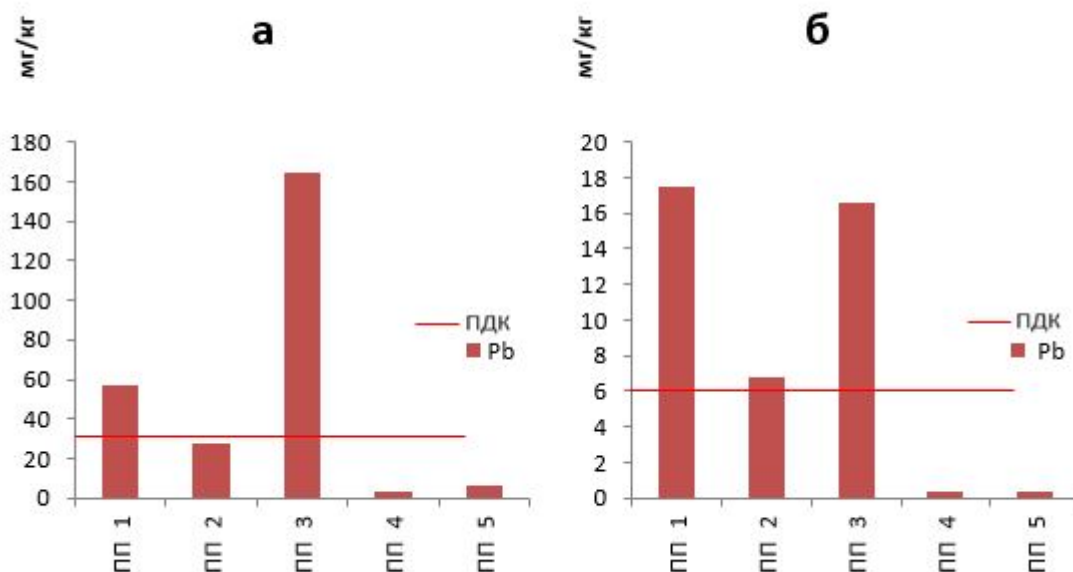


Рисунок 5 — Содержание в почве свинца: а — валовое; б — подвижные формы

Кадмий. Загрязнение почв кадмием является одной из опасных экологических проблем, так как он способен накапливаться в растениях выше нормы даже при незначительном загрязнении почв. РГФ для валовых форм Cd установлен на уровне 0,15 мг/кг [6]. Концентрация валовых форм Cd на изучаемой территории была выше этой величины и изменялась в пределах от 3,8 до 5,5 мг/кг, ПДК (2 мг/кг) (рис. 6а). Содержание подвижных форм Cd в исследуемых нами почвах составляло от 0,03 до 0,5 мг/кг, ПДК (0,2 мг/кг) (рис. 6б). Максимальное процентное содержание подвижных форм от валового количества достигало 9,0%.

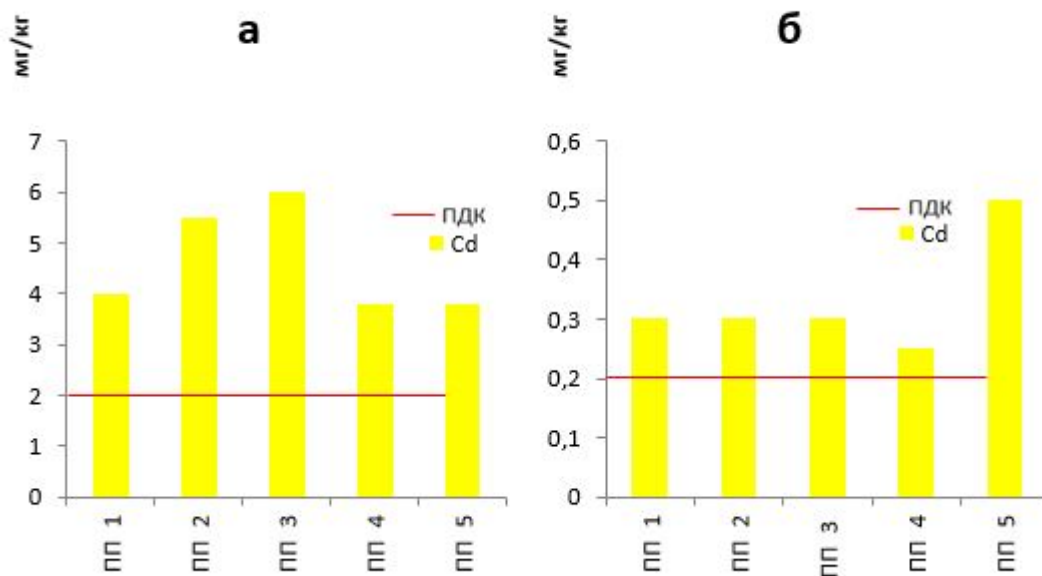


Рисунок 6 — Содержание в почве кадмия: а — валовое; б — подвижные формы

Никель. РГФ для валового содержания Ni составляет 58,7 мг/кг [6]. Концентрация валовых форм Ni находилась в диапазоне от 25,3 до 151,8 мг/кг, (ПДК 85 мг/кг) (рис. 7а). Наиболее загрязненный участок также был расположен на ПП 3 (Белорецк). Содержание подвижных форм Ni в исследуемых почвах варьировало в пределах от 4,0 до 12,3 мг/кг, (ПДК 4,0 мг/кг) (рис. 7б). Максимальное процентное содержание подвижных форм от валового количества составляло 8,1%.

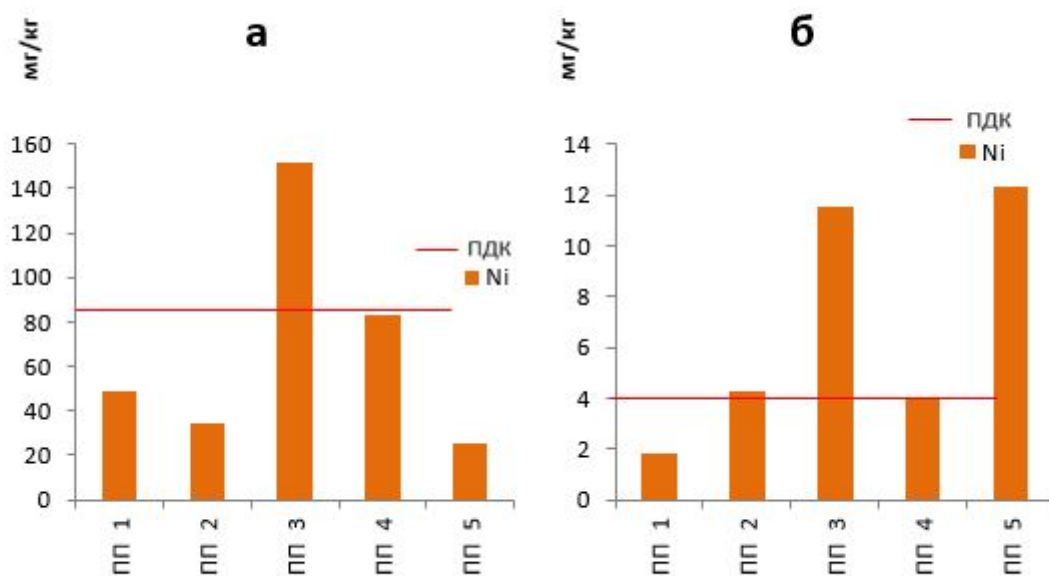


Рисунок 7 — Содержание в почве никеля: а — валовое; б — подвижные формы

Кобальт. РГФ для валового содержания составляет 16,2 мг/кг [6]. Концентрация валовых форм Co изменяется от 7,0 до 31,5 мг/кг, (рис. 8а). Содержание подвижных форм кобальта составляло от 0,03 до 4,5 мг/кг, что не превышает ПДК (5,0 мг/кг) (рис. 8б). Максимальное процентное содержание подвижных форм от валового количества составляло 14,2%.

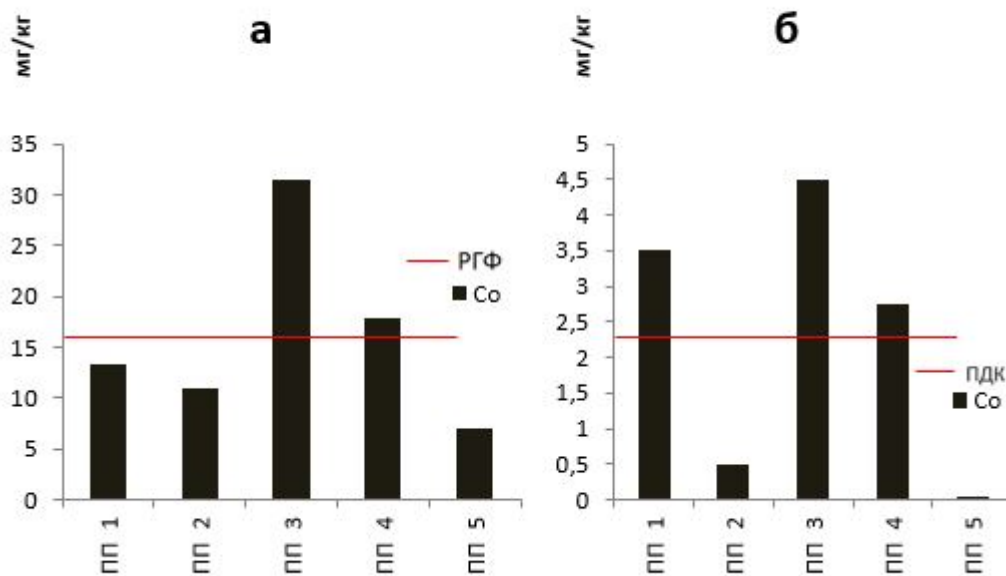


Рисунок 8 — Содержание в почве кобальта: а — валовое; б — подвижные формы

Оценка уровня химического загрязнения почв показала, что Zс почв, находящихся на ПП 2, 4 и 5 соответствовал умеренно опасной категории загрязнения. На ПП 1 и 3 почва имела опасную категорию загрязнения.

Заключение

Таким образом, в почвенном покрове прибрежной зоны р. Белая Белорецкого района отмечено повышенное валовое содержание Cu, Zn, Mn, Fe, Co, Pb, и Cd, а также повышенный уровень подвижных форм Cu, Zn, Ni, Cd, Pb. По показателю Zс уровень загрязненности почвы относится к высоко и умеренно опасной категории. Наибольшее содержание ТМ выявлено в почвах ПП3, граничащей с Белорецким заводом рессор и пружин.

Список литературы

1. Виноградов А. П. Основные закономерности в распределении микроэлементов между растениями и средой // Микроэлементы в жизни растений и животных. — М.: Наука, 1975. — С. 7–20.

2. Мукатанов А. Х. Вопросы эволюции и районирования почвенного покрова Республики Башкортостан. Уфа: Гилем, 1999. 228 с.
3. Опекунова М. Г. Биоиндикация загрязнений: учеб. пособие. СПб: Изд-во С. — Петерб. ун-та, 2004. — 209 с.
4. Опекунова М. Г., Алексеева-Попова Н. В., Арестова И. Ю. и др. Тяжелые металлы в почвах и растениях Южного Урала: экологическое состояние фоновых территорий // Вестн. СПбГУ. Сер. 7. 2001. Вып. 4. № 31. С. 45–53.
5. Сает Ю. У., Ревич Б.А., Янин Е. П. Геохимия окружающей среды. — М.: Недра, 1990. — 335 с.
6. Руководство по определению ТМ в почвах сельскохозяйственных угодий и растениях. М., 1992 и 1993 гг.
7. ГОСТ 17.4.3.01–83. Общие требования к отбору проб. (СГ СЭВ 3347–82). — М., 1983. — 44 с.
8. ГН 2.1.7.2041–06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. 3 с.