

- Komolova S.A., Stepanova A.B., Kuz'mina E.Yu., Dmitricheva L.E., Kozitskaya K.A. Sfgnovyye mkhi vodosbora ozera Germanovskogo (prirodnyy park «Valaamskiy arhipelag») [Sphagnum mosses of the Germanovskoye Lake catchment area (Valaam archipelago natural park)] // *Novosti sist. nizshikh rasteniy*, 2015, no. 49, pp. 328–344.
- Kreyer K.G., Bankina T.A., Orlova N.E., Yur'eva G.M. *Praktikum po agrokhimicheskoy analizu pochv* [Practical tasks on agrochemical soil analysis]. Ucheb. posobiye. 3-ye izd., pererab. i dop. Saint-Petersburg: Publishing house of St. Petersburg State University, 2005, 88 p.
- Mineev V.G. *Praktikum po agrokhimii: Uchebnoye posobiye. 2-ye izd., pererab. i dop.* [Practical tasks on agricultural chemistry: textbook]. Moscow: Publishing house of Moscow State University, 2001, 689 p.
- Nazarova L.E. *Klimat Respubliki Kareliya (Rossiya): temperatura vozdukha, izmenchivost' i izmeneniya* [Climate of the Republic of Karelia (Russia): air temperature, variability and changes.]. Petrozavodsk: IVPS KarNTs RAN, 2014, pp. 746–749.
- Rastvorova O.G. *Fizika pochv (Prakticheskoye rukovodstvo)* [Soil physics (Practical guide)]. Leningrad: Publishing house of Leningrad State University, 1983, 196 p.
- Sedov S.N., Vaseneva E.G., Shoba S.A. Sovremennyye i drevniye protsessy vyvetrivaniya v pochvakh na osnovnykh porodakh ostrova Valaam [Modern and ancient weathering processes in soils on the main rocks of Valaam Island] // *Pochvovedeniye*, 1992, no. 7, pp. 83–96.
- Sherstyukov A.B., Anisimov O.A. Otsenka vliyaniya snezhnogo pokrova na temperaturu poverkhnosti pochvy po dannym nablyudeniy [Assessment of the influence of snow cover on the surface temperature of the soil according to observations data] // *Meteorologiya i gidrologiya*, 2018, no. 2, pp. 17–25.
- Shul'gin I.A. *Solnechnaya radiatsiya i rasteniye* [Solar radiation and the plant]. Saint-Petersburg: Gidrometizdat, 2005, 234 p.
- Ekosistemy Valaamskogo arhipelaga (Ladozhskoye ozero) na rubezhe 20 i 21 vekov. Cherty unikal'nosti i sovremennoye sostoyaniye: Atlas* [Ecosystems of the Valaam archipelago (Ladoga Lake) at the turn of the 20th and 21st centuries. Features of uniqueness and modern state: Atlas] / Pod red. A. B. Stepanovoy. Saint-Petersburg: RGGMU, 2016, 44 p.

УДК 631.472

DOI:10.25695/AGRPH.2020.04.02

ВЛИЯНИЕ СЕДИМЕНТАЦИИ НА КАЧЕСТВО АЛЛЮВИАЛЬНОЙ ПОЧВЫ В ПОЙМЕ РЕКИ ОКА

П. И. Пыленок

*Мещерский филиал ФГБНУ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова
390021, г. Рязань, ул. Мещерская, 1а
E-mail: petr.pylenok@mail.ru*

Поступила в редакцию 12 октября 2020 г., принята к печати 25 ноября 2020 г.

В статье рассматривается роль паводковой седиментации в повышении плодородия и загрязнении аллювиальных почв тяжелыми металлами. В процессе многолетних натурных исследований, системного и сравнительного анализа изучен седиментогенез и установлена величина седиментной нагрузки на пойменный агроландшафт в среднем течении р. Ока, которая изменяется от нулевой в годы отсутствия половодий, составляет $12,9 \text{ т га}^{-1}$ в условиях средневысоких половодий и увеличивается до $20\text{--}32 \text{ т га}^{-1}$ при максимальных уровнях затопления центральной части поймы. Определены агрохимические и агрофизические свойства седиментов и почв, которые характеризуются слабокислой или нейтральной реакцией среды, суглинистым гранулометрическим составом и высокими показателями почвенного плодородия. Содержание калия в седиментах в 4–12 раз больше, а фосфора — в 2–3 раза больше по сравнению с подстилающей почвой. Полевые и лабораторные исследования показали, что с повышением седиментной нагрузки содержание органики в седиментах и их удобрительная ценность снижаются по причине увеличения в их составе доли песчаной фракции. С ростом антропогенной нагрузки промышленного и сельскохозяйственного производства наблюдается эпизодическое загрязнение аллювиальной почвы особо токсичным цинком до 1,13 ПДК, а седиментов — токсичным никелем до 1,26 ПДК. Между содержанием металлов в седиментах и верхнем гумусовом горизонте почвы мощностью до 0,5 м выявлена тесная взаимосвязь, концентрация металлов в седиментах на 20–25% больше, чем в подстилающей почве. Концентрация металлов в почве уменьшается с глубиной. Наибольшее превышение содержания характерно для никеля, хрома и меди. Проведена экологическая оценка уровня антропогенного загрязнения аллювиальных почв Окской поймы, который соответствует классу «экологического риска».

Ключевые слова: пойменные агроландшафты, седименты, тяжелые металлы, загрязнение аллювиальных почв.

INFLUENCE OF SEDIMENTATION ON ALLUVIAL SOIL QUALITY IN THE OKA RIVER FLOODPLAIN

P. I. Pylenok

All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation – Meshcherskiy branch

1a, Meshcherskaya St., Ryazan, 390021

E-mail: petr.pylenok@mail.ru

The paper discusses the role of flood sedimentation in increasing fertility and contamination of alluvial soils with heavy metals. In the process of long-term field studies, systematic and comparative analysis, sedimentogenesis was studied and the value of the sedimentary load on the floodplain agricultural landscape in the middle reaches of the Oka River was established. The value of sedimentation was zero in the years without floods and increased to 12.9 t ha^{-1} in the conditions of medium-to-high floods, and to $20\text{--}32 \text{ t ha}^{-1}$ at the maximum level of flooding in the central part of the floodplain. The agrochemical and agrophysical properties of sediments and soils, which were characterized by a slightly acidic or neutral reaction, the medium loamy texture and high soil fertility, have been determined. The potassium content in sediments was 4–12 times higher, while phosphorus content was 2–3 times higher than in the underlying soil. Field and laboratory studies have shown that with an increase in the sediment load, the content of organic matter in the sediments and their fertilizing value were decreasing due to an increase in the proportion of the sand fraction in their texture. With an increase in the anthropogenic load of industrial and agricultural production, there was episodic pollution of the alluvial soil with especially toxic zinc up to 1.13 MPC, and sediments – with toxic nickel up to 1.26 MPC. There was a close relationship between the content of the heavy metals in sediments and in the upper humus horizon of the soil with a thickness of up to 0.5 m; the concentration of the heavy metals in sediments was 20–25% higher than in the underlying soil. The concentration of the heavy metals in the soil decreases with depth. The greatest excess in the content was typical for nickel, chromium and copper. An ecological assessment of the level of anthropogenic pollution of the Oka floodplain alluvial soils was carried out. The pollution level corresponds to the class of «ecological risk».

Key words: floodplain agricultural landscapes, sediments, heavy metals, pollution of alluvial soils.

ВВЕДЕНИЕ

Поймы рек подвержены существенному антропогенному воздействию, обусловленному сельскохозяйственным и промышленным производством, выбросами и сбросами с селитебных территорий и определяющему общее экологическое состояние гидросферы и атмосферы. Почвообразование в поймах зависит от множества процессов, которые наиболее активно развиваются в период половодий (Виленский, 1955). В условиях индустриального экономического уклада к естественным факторам почвообразования добавляются антропогенные. Пойменные фации формируются в условиях специфического водного режима и регулярного затопления в период весеннего половодья, а также летних или летне-осенних паводков (Голованов, 2005). Седиментогенез включает три стадии – мобилизация, перенос и седиментация вещества. Первые два процесса протекают преимущественно на водосборе, а последний — в долине реки. Для всех пойменных почв почвообразующей породой является наилок, выпадающий на поверхность поймы во время ее затопления (Зайдельман, 2009; Шраг, 1969). В результате основными поставщиками питательных и загрязняющих веществ в аллювиальную почву являются полые воды и седименты (Новосельцев и др., 2002). Наиболее опасным является загрязнение аллювиальных почв тяжелыми металлами (ТМ), большинство из которых в небольших количествах необходимы растениям как микроэлементы, но при повышении концентрации становятся токсичными для

почвенной биоты и создают экологические риски для животных и человека при попадании в трофические цепи (Черников и др., 2000). В связи с этим актуальной научной проблемой является оценка роли паводковой седиментации в загрязнении аллювиальных почв тяжелыми металлами, что определило цель настоящего исследования. В задачи исследования входили экомониторинг пойменного ландшафта, изучение почвенного покрова и режима половодий, определение седиментной нагрузки, агрохимических и агрофизических показателей почв и седиментов, а также степени их загрязнения тяжелыми металлами.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Натурные исследования выполнены в пойме среднего течения р. Ока в районе г. Рязани в рамках российско-германского сотрудничества (Новосельцев и др., 2002). Объектами исследования являлись два основных участка поймы, закрепленные ортогональными к руслу створами и оснащенные пунктами измерения и отбора проб почв, седиментов, а также паводковых, русловых, поровых и грунтовых вод. Первый створ пересекает пойму от коренного левого берега до русла Оки у пос. Солотча в 20 км выше по течению от г. Рязани и проходит через естественные пастбища и сенокосы, мелиорируемые земли и закустаренное урочище. Второй створ располагается в 5 км выше по течению от г. Рязани и пересекает пойму от дамбы автодороги Рязань–Нижний Новгород до излучины Оки у Луковского леса. Створ проходит преимущественно через пахотные мелиорируемые земли, частично через естественные сенокосы и пастбища и находится в зоне

влияния крупного промышленного центра г. Рязани и дамбы автодороги. Предметом исследования являлся седиментогенез аллювиальных почв.

Почвенный покров Окской поймы представлен аллювиальными, дерновыми, луговыми и болотными почвами. Минеральные почвы по гранулометрическому составу подразделяются на аллювиальные легкие (супесчаные и легкосуглинистые), которые занимают 20–25% площади поймы и приурочены к её прирусловой части, и аллювиальные луговые (средне- и тяжелосуглинистые), которые занимают более 75% площади поймы и приурочены к её центральной и притеррасной частям.

Супесчаные почвы прирусловой поймы с мощностью гумусового горизонта 10–20 см отличаются низким содержанием азота, фосфора и калия. По содержанию гумуса и элементов питания они близки к дерново-подзолистым внепойменным почвам, имеют нейтральную реакцию и обогащены кальцием. Легкосуглинистые почвы прирусловой поймы в большей степени, чем суглинистые, обогащены элементами питания, содержание гумуса в них достигает 2,5–3%.

Луговые и дерново-глеевые почвы центральной поймы имеют зернистую или зернисто-комковатую структуру, мощный гумусовый горизонт, достигающий 60–70 см, содержание гумуса составляет 3–5% и более, обеспеченность калием и фосфором является невысокой (5–6 мг на 100 г почвы и 6–7 мг на 100 г почвы соответственно), реакция почвенного раствора слабокислая, содержание закисного железа составляет 3–14 мг л⁻¹, а количество поглощенного кальция достигает 33 мг-экв на 100 г почвы.

Дерново-глеевые почвы притеррасной поймы имеют, как правило, тяжелый механический состав, отличаются высоким содержанием гумуса и низкой обеспеченностью фосфором и калием. Притеррасные дерново-подзолистые почвы являются кислыми и обедненными элементами питания.

Почвы Окской поймы характеризуются высокими агротехническими показателями. Реакция почвенного раствора изменяется от кислой до нейтральной, содержание гумуса составляет 4–6%. Благодаря этому при антропогенном воздействии такие почвы выполняют роль биогеохимического

барьера для загрязняющих веществ (Голованов, 2005). Несмотря на тяжелый механический состав, гумусовый горизонт пойменных почв благодаря хорошей структуре обладает высокой водопроницаемостью ($K_{\phi} = 0,6-2,0 \text{ м сут}^{-1}$), которая резко снижается ($K_{\phi} = 0,01-0,3 \text{ м сут}^{-1}$) в нижележащих глинистых горизонтах.

Методика исследования включала комплексное изучение компонентов пойменного ландшафта (рельефа, пойменных почв), а также мониторинг компонентов гидросферы, включая почвенную влагу, паводковые воды и седименты. Исследования выполнены в три этапа. Первый этап (подготовительный) включал сбор данных и выбор объектов исследования (1993–1996 гг.). Второй этап включал полный комплекс исследований, проводившихся в рамках российско-германского научно-технического сотрудничества (1997–2000 гг.). На третьем этапе осуществлялся мониторинг половодий и седиментации (2000–2019 гг.). Отбор проб почвы и седиментов и их анализ проводились на втором и дополнительно на третьем этапе.

Почвенные исследования проводились по 7 шурфам I створа и 6 шурфам II створа с описанием генетических горизонтов профиля и отбором проб из каждого генетического горизонта. Плотность определялась методом режущего кольца, гранулометрический состав – по Н. А. Качинскому, содержание подвижных форм фосфора и калия – по Кирсанову, органического вещества – по ГОСТ 26213-91, pH солевой вытяжки – по ГОСТ 26483-85.

Пробоотбор седиментов производился с помощью 50 пластиковых седиментных матов немецкого производства (рис. 1), имитирующих травяной покров. Приемная площадь каждого мата составляет 0,12 м². Маты крепятся на поверхности почвы специальными металлическими нагелями длиной 200 мм. На каждом из выбранных трех пикетов (ПК) первого створа и четырех ПК второго створа перед началом весеннего половодья устанавливалось от 3 до 7 седиментных матов, которые после схода паводковых вод собирались и высушивались до воздушно-сухого состояния образцов. Извлечение седиментного субстрата с матов проводилось сухим способом с помощью пластиковой щетки и встряхивания.



Рис. 1. Сидиментные маты после схода полых вод в пойме р. Ока

Содержание тяжелых металлов в компонентах гидросферы (паводковые, речные, дренажные и грунтовые воды, почвенная влага) и кадмия во всех компонентах определялось при помощи российского и немецкого оборудования методом атомно-абсорбционной спектрометрии (ААС), а для анализа почвы и седиментов также использовался рентгенофлуоресцентный (РФА) метод. Приборному исследованию подвергалась фракция менее 20 мкм, в которой в основном сорбируются соединения тяжелых металлов. При этом достигается корреляция между пробами с различным гранулометрическим составом (Корженевский и др., 2019). Для анализа взаимосвязи концентрации металлов в седиментах и гумусовом горизонте почвы A_1 были выбраны пикеты с ожидаемо повышенной седиментной нагрузкой и более высокой степенью загрязнения, расположенные в центральной части поймы второго створа, подверженного более высокой промышленной и сельскохозяйственной нагрузке по сравнению с первым створом, удаленным от главного источника антропогенного воздействия, которым является полумиллионный областной центр с развитой нефтеперерабатывающей, энергетической и металлургической промышленностью. Такой подход позволил оценить максимальные риски загрязнения аллювиальных почв.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В процессе исследований установлено, что аллювиальные почвы Окской поймы обладают хорошими агрохимическими и агрофизическими свойствами. Реакция почвенного раствора изменяется от слабокислой до нейтральной, содержание гумуса – от 3 до 6%, глинистых частиц – от 40 до 75%. Благодаря таким свойствам при антропогенном воздействии аллювиальные почвы выполняют роль геохимического барьера для загрязняющих веществ. Из металлов наиболее высокой оказалась концентрация железа (2,2–4,0%), которое является региональным загрязнителем Окского бассейна. По результатам анализов 2003 г. на ПК1 второго створа в слое 35–50 см установлено загрязнение почвы цинком,

который относится к особо токсичным ТМ I класса опасности (113 мг кг^{-1} , или 1,13 предельно-допустимой концентрации (ПДК)). Из тяжелых металлов II класса опасности (токсичные) встречались никель (до 0,4 ПДК) и медь (до 0,3 ПДК). Загрязнения почв мышьяком, кадмием и свинцом не выявлено, значения концентрации указанных элементов находились в пределах чувствительности приборов ($\text{As} - 50 \text{ мг кг}^{-1}$; $\text{Cd} - 5 \text{ мг кг}^{-1}$; $\text{Pb} - 30 \text{ мг кг}^{-1}$). В седиментах концентрация никеля, относящегося к токсичному II классу опасности, достигала 107 мг кг^{-1} (1,26 ПДК).

Агрохимический состав паводковых седиментов (табл. 1) характеризуется близким к экологической норме значением pH (6,5–6,7), а также средним содержанием фосфора ($25 \text{ мг } 100 \text{ г}^{-1}$) и калия ($42 \text{ мг } 100 \text{ г}^{-1}$). Содержание физической глины достигает 70%. Содержание калия в 4–12 раз, а фосфора – в 2–3 раза больше, чем в подстилающей почве. Исследования показали, что с увеличением седиментной нагрузки содержание органики в седиментах снижается от 52 до 12% и описывается следующей зависимостью:

$$C_{\text{орг}} = 16,1 N_{\text{сед}}^{-0,2436} \quad (1)$$

где $C_{\text{орг}}$ – концентрация органического углерода в седиментах, %; $N_{\text{сед}}$ – седиментная нагрузка на пойменный агроландшафт, кг м^{-2} ($R^2 = 0,7694$).

Это связано с тем, что при повышении массы седиментов в их составе увеличивается доля песчаной фракции, в то время как доли глинистой и илистой фракций уменьшаются. Выявленные агрохимические и агрофизические свойства седиментов свидетельствуют об их несомненной удобрительной ценности для подстилающих аллювиальных почв, что ранее отмечалось в других исследованиях (Косякин, 1973; Куркин, 1965). Одновременно, как показали анализы сопряженных проб 1999 г., в седиментах содержится большее по сравнению с почвами количество загрязняющих веществ (табл. 2), что способствует возникновению экологических рисков потери почвенного плодородия (Яшин, Пыленок, 2004;

Яшин и др., 2018). Интенсивность загрязняющей нагрузки возрастает в понижениях рельефа и при уменьшении скорости течения полых вод, что наблюдалось, в частности, в пункте пробоотбора на ПК10.

Таблица 1. Агрохимический состав паводковых седиментов

Место отбора	Удаление от русла реки, км	рН солевой вытяжки	Содержание P_2O_5 , мг 100 г ⁻¹	Содержание K_2O , мг 100 г ⁻¹	Содержание гумуса, %
Створ I ПК26 ₊₆₀	2,94	6,5	42,9	33,4	4,40
Створ II ПК1	2,9	6,6	24,5	30,5	3,60
Створ II ПК10	3,8	6,5	30,7	47,2	5,00
Створ II ПК14 ₊₅₀	2,45	6,7	28,0	50,5	5,25
Створ II ПК27 ₊₅₀	1,15	6,7	17,1	37,5	5,00

Таблица 2. Содержание металлов (мг кг⁻¹) в верхнем слое аллювиальной почвы и паводковых седиментах р. Ока

Металлы	Место пробоотбора	Почвы	Седименты	Превышение		Среднее по элементам, %
				абс.	%	
Алюминий	ПК10	49650	69000	19350	39	14,83
	ПК16	45150	47650	2500	5,5	
	ПК26 ₊₆₀	43150	43150	0	0	
Железо	ПК10	31300	32250	1200	3,8	4,63
	ПК16	25350	26800	1450	5,7	
	ПК26 ₊₆₀	25000	26100	1100	4,4	
Калий	ПК10	7750	12450	4700	60,6	30,67
	ПК16	6450	8000	1550	24	
	ПК26 ₊₆₀	6750	7250	500	7,4	
Магний	ПК10	8400	9350	950	11,3	6,07
	ПК16	7300	7500	200	2,7	
	ПК26 ₊₆₀	7100	7400	300	4,2	
Кальций	ПК10	1175	1670	495	42,1	18,7
	ПК16	1535	1595	60	3,9	
	ПК26 ₊₆₀	1345	1480	135	10	
Натрий	ПК10	271	396	135	46,1	17,2
	ПК16	216	229	125	6	
	ПК26 ₊₆₀	203	202	-1	-0,5	
Марганец	ПК10	182	210	28	15,3	4,7
	ПК16	180	180	0	0	
	ПК26 ₊₆₀	165	163	-2	-1,2	
Цинк	ПК10	96	91	-5	-5	-1,67
	ПК16	73	73	0	0	
	ПК26 ₊₆₀	74	74	0	0	
Хром	ПК10	68	182	114	167,6	59,07
	ПК16	63	67	4	6,3	
	ПК26 ₊₆₀	61	63	2	3,3	
Никель	ПК10	29	107			96,3
	ПК16	29	32	78	269	
	ПК26 ₊₆₀	30	33			
Медь	ПК10	16	20,5	3,5	21,9	37,8
	ПК16	12,5	17	4,5	36	
	ПК26 ₊₆₀	13,5	21	7,5	55,5	
Ртуть	ПК10	0,13	0,072	-0,058	-44,6	11,5
	ПК16	0,08	0,14	0,14	75	
	ПК26 ₊₆₀	0,146	0,152	0,152	4,1	

Наибольшее превышение содержания в паводковых седиментах относительно подстилающей аллювиальной почвы было характерно для никеля (96,3%) и хрома (59,07%). Для цинка, наоборот, было свойственно незначительное снижение концентрации (на 1,67%). Приоритетный ряд превышения содержания металлов в седиментах относительно почвы выглядит следующим образом:

Ni > Cr > Cu > K > Ca > Na > Al > Hg > Mg > Mn

По результатам обработки экспериментальных данных построена диаграмма (рис. 2) и получена близкая к линейной зависимость (коэффициент корреляции равен 0,973) концентрации металлов в почве от их концентрации в паводковых седиментах:

$$C_{\text{почв}} = 0,854 C_{\text{сед}} + 269,2, \quad (2)$$

где $C_{\text{почв}}$ – концентрация металлов в почве, мг кг⁻¹; C – содержание металлов в паводковых седиментах, мг кг⁻¹.

Многолетние исследования подтверждают, что основным источником поступления тяжелых металлов

в почву являются паводковые седименты. Седиментная нагрузка на почву выровненного массива центральной части поймы изменялась от нулевой в годы отсутствия половодий и достигала 12,9 т га⁻¹ в условиях средневысокого паводка. По данным более ранних исследований Мещерской ЗОМС (Куркин, 1965, 1971), в 1960-е годы, на участках гривистолщинного рельефа масса наилок достигала 32 т га⁻¹, что подтверждают и другие исследования рассматриваемого объекта, согласно которым масса наилок составляла 20–30 т га⁻¹ (Косякин, 1973). Данные исследований о содержании в седиментах и аллювиальной почве тяжелых металлов свидетельствуют, что текущий уровень антропогенного загрязнения пойменного ландшафта оценивается как «экологическая норма» и не выходит за границы «экологического риска». В рамках настоящего исследования установлено превышение ПДК только железа и цинка.

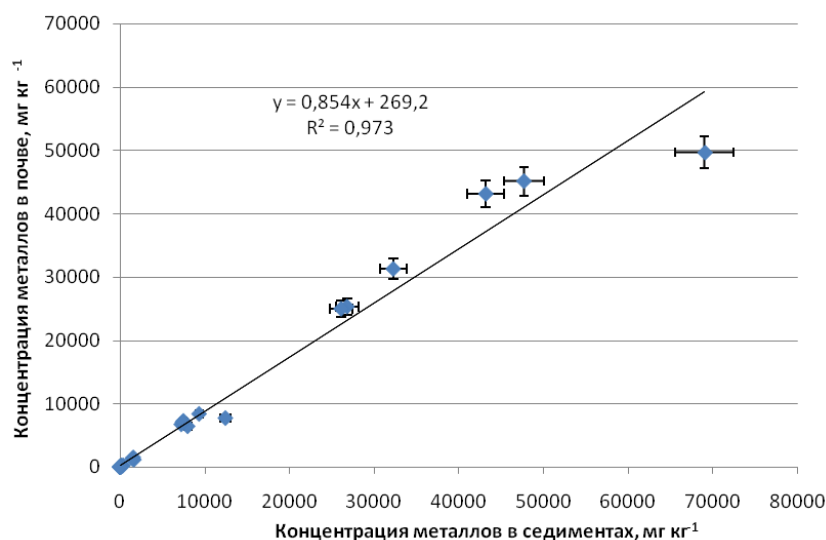


Рис. 2. Взаимосвязь концентрации металлов в седиментах и подстилающей аллювиальной почве

ВЫВОДЫ

На основе натурных и лабораторных исследований, системного и сравнительного анализа проведена количественная оценка влияния паводковой седиментации на свойства аллювиальной почвы поймы среднего течения р. Ока. При уровне седиментной нагрузки до 12,9–32 т га⁻¹ седименты благодаря высокому содержанию в них илистой фракции и питательных веществ оказывают удобрительное воздействие на подстилающую аллювиальную почву, однако в то же время они аккумулируются на водосборе и приносят в почву загрязняющие вещества. Установлено, что содержание металлов в седиментах превышает их содержание в аллювиальной почве на 20–25%, тесная взаимосвязь между ними описывается линейной или близкой к ней зависимостью. В отдельные годы отмечается эпизодическое загрязнение аллювиальной почвы особо токсичным цинком до 1,13 ПДК, а седиментов – токсичным никелем до 1,26 ПДК. Это позволяет сделать вывод, что седиментация является не только

почвообразовательным фактором, но и неотъемлемым фактором загрязнения аллювиальных почв тяжелыми металлами, а также свидетельствует о целесообразности её контроля при проведении агроэкологического мониторинга. Современный уровень антропогенного загрязнения почв Окской поймы тяжелыми металлами в основном соответствует классу «экологической нормы» и не выходит за рамки «экологического риска», следовательно, основания для наложения существенных ограничений на сельскохозяйственное и рекреационное использование пойменных агроландшафтов в среднем течении р. Ока отсутствуют.

Список литературы

- Виленский Д. Г. Почвы Окской поймы. М.: МГУ, 1955. 70 с.
- Голованов А. И., Кожанов Е. С., Сухарев Ю. И. Ландшафтоведение. М.: Колос, 2005. 216 с.
- Зайдельман Ф. Р. Генезис и экологические основы мелиорации почв и ландшафтов. М.: КДУ, 2009. 720 с.
- Косякин А. С. Приокские луга. М.: Московский рабочий, 1973. 128 с.
- Корженевский Б. И., Толкачев Г. Ю., Коломийцев Н. В. Основные принципы и результаты мониторинга донных отложений речного бассейна // Мелиорация и водное хозяйство. 2019. № 4. С. 14–20.
- Куркин К. А. Природные особенности пойменных земель // Опыт освоения пойменных земель. М.: Московский рабочий, 1965. С. 3–21.
- Куркин К. А. Мелиоративная типизация земель Приокской поймы, пути их первичного освоения и сельскохозяйственного использования // Осушение и освоение земель. М.: Московский рабочий, 1971. С. 195–219.
- Новосельцев В. Н., Бесфамильный И. Б., Кизяев Б. М., Райнин В. Е., Виноградова Г. Н., Грэм Т., Добрачев Ю. П., Ильина Т. А., Коломийцев Н. В., Майсснер Р., Митрюхин А. А., Мюллер Г., Пыленок П. И., Фриммель Ф. Х., Яхья А., Яшин В. М. Техногенное загрязнение речных экосистем. М.: Научный мир, 2002. 140 с.
- Черников В. А., Алексахин Р. М., Голубев А. В. и др. Агроэкология / под ред. В. А. Черникова, А. И. Чекереса. М.: Колос, 2000. 536 с.
- Шраг В. И. Пойменные почвы, их мелиорация и сельскохозяйственное использование. М.: Россельхозиздат, 1969. 270 с.
- Яшин В. М., Пыленок П. И. Загрязнение пойменных агроландшафтов в среднем течении Оки // Юбилейный сборник научных трудов ВНИИГиМ «Мелиорация и окружающая среда». Т. 1. М.: ВНИИГА, 2004. С. 286–296.
- Яшин В. М. Оценка загрязнения и перспективы фиторемедиации аллювиальных почв Окской поймы // Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири. Монография. В 5 томах / под ред. В. Г. Сычева, Л. Мюллера. М.: Изд-во ФГБНУ «ВНИИ агрохимии», 2018. С. 212–2018.

References

- Vilenskiy D.G. *Pochvy Okskoy poymy* [Soils of the Oka floodplain]. Moscow: MSU, 1955, 70 p.
- Golovanov A.I., Kozhanov E.S., Sukharev Yu.I. *Landshaftovedeniye* [Landscape Studies]. Moscow: KolosS, 2005, 216 p.
- Zaydel'man F.R. *Genezis i ekologicheskiye osnovy melioratsii pochv i ladshaftov* [Genesis and ecological bases of soil and landscape reclamation]. Moscow: KDU, 2009, 720 p.
- Kosyakin A.S. *Priokskkiye luga* [Meadows near the Oka River]. Moscow: Moskovskiy Rabochiy, 1973, 128 p.
- Korzhenevskiy B.I., Tolkachev G.Yu., Kolomiitsev N.V. Osnovnyye printsipy i rezul'taty monitoringa donnykh otlozheniy rechnogo basseyna [Basic principles and results of monitoring of bottom sediments of the river basin] // *Melioratsiya i vodnoye khozyaystvo*, 2019, no. 4, pp. 14–20.
- Kurkin K.A. Prirodnyye osobennosti poymennykh zemel' [Natural features of floodplain lands] // *Opyt osvoyeniya poymennykh zemel'*. Moscow: Moskovskiy Rabochiy, 1965, pp. 3–21.
- Kurkin K.A. Meliorativnaya tipizatsiya zemel' Priokskoy poymy, puti ikh pervichnogo osvoyeniya i sel'skokhozyaystvennogo ispol'zovaniya [Ameliorative classification of lands of the Oka floodplain, the way of their primary development and agricultural use] // *Osusheniye i osvoyeniye zemel'*. Moscow: Moskovskiy rabochiy, 1971, pp. 195–219.
- Novosel'tsev V.N., Besfamil'nyy I.B., Kizyayev B.M., Raynin V.E., Vinogradova G.N., Gremm T., Dobrachev Yu.P., Il'ina T.A., Kolomiitsev N.V., Mayssner R., Mitryukhin A.A., Myuller G., Pylenok P.I., Frimmel' F.Kh., Yakh'ya A., Yashin V.M. *Tekhnogennoye zagryazneniye rechnykh ehkosistem* [Technogenic pollution of river ecosystems]. Moscow: Scientific world, 2002, 140 p.
- Chernikov V.A., Aleksakhin R.M., Golubev A.V. i dr. *Agroekologiya* [Agroecology] / pod red. V.A. Chernikova, A.I. Chekeresa. Moscow: Kolos, 2000, 536 p.
- Shrag V.I. *Poymennyye pochvy, ikh melioratsiya i sel'skokhozyaystvennoye ispol'zovaniye* [Floodplain soils, their melioration and agricultural use]. Moscow: Rosselkhozizdat, 1969, 270 p.
- Yashin V.M., Pylenok P.I. Zagryazneniye poymennykh agrolandshaftov v srednem techenii Oki [Pollution of floodplain agricultural landscapes in the middle course of the Oka River] // *Yubileyny sbornik nauchnykh trudov VNIIGiM «Melioratsiya i okruzhayushhaya sreda»*. Moscow: VNIIA, 2004, v. 1, pp. 286–296.
- Yashin V.M. Otsenka zagryazneniya i perspektivy fitoremediatsii alluvial'nykh pochv Okskoy poymy [Assessment of pollution and prospects for phytoremediation of alluvial soils in the Oka floodplain] // *Novyye metody i rezul'taty issledovaniy landshaftov v Yevrope, Tsentral'noy Azii i Sibiri. Monografiya. V 5 tomakh* / pod red. V. G. Sycheva, L. Myullera. Moscow: Publishing house of the Federal State Budgetary Research Institute of Agrochemistry, 2018, pp. 212–2018.