

## РЕКУЛЬТИВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ, ИЗВЛЕКАЕМЫХ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ «НАШИ РЕКИ» В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Ф. Н. Лисецкий

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет,  
г. Белгород, Россия, fnliset@mail.ru*

Представлены обобщенные данные содержания органического вещества и эссенциальных элементов в отложениях из расчищенных приоритетных участков рек и прудов. Для 85 % отложений с содержанием органического вещества >2 % отмечена в 1,8 раз бóльшая интегральная оценка потенциального плодородия из-за превышения над обедненными органикой отложениями концентраций Mn, Ni, Zn, Mg, P, Cu. Такие отложения рекомендованы в состав органо-минеральных удобрений или мелиорантами при землевании деградированных земель.

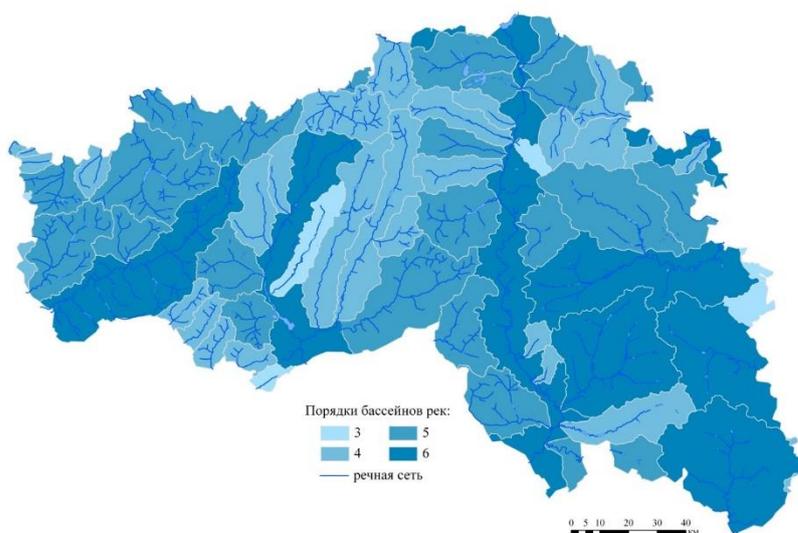
**Ключевые слова:** донные отложения; малые реки; водные объекты эссенциальные элементы; землевание.

**Введение.** Белгородская область отличается от других четырех областей Центрального Черноземья наибольшей эродированностью почв, которая приближается к 60 %, а площадь сильно эродированных почв составляет 170 тыс. га. В современных климатических и хозяйственных условиях средние ежегодные темпы смыва почвы на пашне Белгородской области оцениваются в 4,7 т/га [9]. Твердый сток, формируемый на водосборе, из-за селективного действия водной эрозии характеризуется превалярованием илистой фракции и частиц с меньшей плотностью, которые обогащены органическим веществом (ОВ). При трансформации седиментов в донные отложения участвует большой круг процессов, определяющих жизнь водоемов. Актуальность исследований по этой тематике связана и с экологическими аспектами, так как с твердым стоком происходит миграции тех загрязнителей, которые сорбируются почвенными частицами [8].

При реализации концепции территориальной организации земельного фонда бассейнов малых рек Белгородской области были запроектированы почвоводоохранный каркас землеустройства и защитные сооружения на водосборе для перехвата стока воды и седиментов. Этап внедрения разработанной региональной модели бассейнового природопользования [6], позволивший существенно снизить влияние стока воды и смыва почвы на аккумуляцию седиментов в эрозионных формах рельефа и поймах рек,

создал благоприятные условия для проведения эколого-реабилитационных мероприятий в руслах рек и в доньях водных объектов (прудов и водохранилищ) в связи с их значительным заилением.

Водный кадастр региона включает 600 рек и ручьев, 1200 прудов и водохранилищ. Анализ иерархической упорядоченности бассейновой организации территории оптимален для решения задач по поддержанию экологической устойчивости речной системы, так как замыкающий створ водосбора является фокусом ключевых вещественно-энергетических потоков и выступает информационным интегратором замкнутых миграционных потоков водных масс, гидрохимического и твердого стока. Из 218 речных бассейнов территории Белгородской области на бассейны более высокого порядка, чем четвертый, приходится 24 % количества бассейнов с долей площади 36 % (рисунок). Соответственно, в составе долининной и овражно-балочной сети региона количество водосборов более низкого порядка, чем пятый, является доминирующим и составляет 15993 с длиной флювиальной сети 21 443 км.



Распределение основных бассейновых структур на территории Белгородской области

Необходимость формирования региональной программы оздоровления поверхностных водных объектов определялась полученными оценками постоянной деградации гидрографической сети с началом хозяйственного освоения региона, приведшей к ее сокращению на 38 %. С 2022 г., согласно программе «Развитие водного и лесного хозяйства Белгородской области», была запланирована масштабная расчистка водных объектов, для чего были определены приоритетные для местных сообществ 740 участков рек, прудов, водохранилищ. В 2023 г. в рамках губернаторской программы «Наши реки» расчищено 59 водных объектов, что в 1,6 раза

больше, чем в предыдущем году, а в 2024 г. работами будет охвачено 47 водоемов региона. Поддержание, а в необходимых случаях и обновление природного состояния русел малых рек рассматривается как составная часть мероприятий по улучшению их экологического состояния. Однако обычно рекомендованная технология дноуглубительных работ с применением землесосных снарядов нередко сопровождается экологическими проблемами (снижение потенциала самоочищения реки, трансформация водного режима, активизация процессов миграции экотоксикантов в системе «ил–вода» и др.) [5]. В этой связи надо отметить, что региональная программа оздоровления приоритетных участков русел рек и/или береговой зоны водных объектов ограничивалась лишь расчисткой от жесткой околородной растительности земснарядом Watermaster.

**Материалы и методы исследований.** Информационная база настоящей работы сформирована по результатам исследования геохимического состава донных отложений в западной и центральной частях Белгородской области. Основной объем полевых и аналитических исследований на реках и водных объектах был выполнен в НИУ «БелГУ» сотрудниками Центра прикладных исследований и геотехнологий и в лабораториях Института наук о Земле. Отбор донных отложений для анализа проводили до глубины 0,5 м в трехкратной повторности. Используя понятие критического содержания гумуса, при котором агрономические свойства уже приближены к свойствам материнских пород, предложен [4] кризисный уровень деградации почвы, которому соответствует содержание гумуса <2,0 %. Полученная выборка химического состава донных отложений была нами разделена на две группы объектов (при содержании ОБ  $\geq 2,0$  % и при <2,0 %).

Используя классификацию питательных элементов растений [1], для интегральной оценки качества донных отложений (SQ) были учтены необходимые макроэлементы (Mg, P) и необходимые микроэлементы (Mn, Fe, Ni, Cu, Zn), а также содержание ОБ. Для расчета интегральной величины качества донных отложений (SQ) использована формула среднего геометрического значения:  $SQ = (X_1 \cdot X_2 \cdot \dots \cdot X_n)^{1/n}$ , где  $X_1 \cdot X_2 \cdot \dots \cdot X_n$  содержание макро-и микроэлементов (мг/кг) ( $n=7$ ).

**Результаты и их обсуждение.** Для всей выборки донных отложений ( $n=65$ ) среднее содержание ОБ (%) составило  $\bar{X} \pm t_{05} s_{\bar{X}} = 4,83 \pm 0,65$  ( $4,18 \div 5,48$ ) при сильной вариации (величина коэффициента вариации (V) равна 54 %). При разделении выборки на две разноразмерные группы получены следующие статистические характеристики: при содержании ОБ <2,0 % ( $n=10$ ):  $\bar{X} \pm t_{05} s_{\bar{X}} = 1,25 \pm 0,38$  ( $0,87 \div 1,63$ ),  $V=43$  %, а при содержании  $\geq 2,0$  % ( $n=55$ ):  $\bar{X} \pm t_{05} s_{\bar{X}} = 5,48 \pm 0,62$  ( $4,86 \div 6,10$ ),  $V=42$  %. Эти две

группы донных отложений отличаются по содержанию всех выбранных питательных элементов растений (таблица), что отразилось и в общей оценке их потенциального плодородия.

**Содержание необходимых для растений макро- и микроэлементов по группам донных отложений, различающихся по обогащению ОВ, и оценка их качества (SQ<sub>7</sub>)**

Содержание ОВ, %	Fe	Mg	Mn	P	Zn	Ni	Cu	SQ <sub>7</sub>
	%	%	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	–
≥ 2,0	2,08	0,77	325,20	440,85	49,66	23,76	21,33	345
< 2,0	1,52	0,52	113,28	289,77	31,32	13,96	13,81	206
Разница	0,56	0,25	211,92	151,08	18,34	9,79	7,51	139

Для сравнения пахотные черноземные почвы Белгородской области содержат в слое 0-25 см ОВ (%)  $\bar{X} \pm t_{05} s_{\bar{X}} = 5,65 \pm 0,14$  (4,60÷7,20), V=9,9 % (степная зона) и (%)  $\bar{X} \pm t_{05} s_{\bar{X}} = 5,27 \pm 0,104$  (4,10÷5,80), V=9,1 % (лесостепная зона) при снижении содержания на сильноэродированных почвах в 1,8-2,3 раза [7].

По величинам превышения массового содержания питательных элементов растений в донных отложениях, более обогащенных ОВ (в среднем в 4,4 раза) по сравнению с менее обогащенными гумусом (< 2,0 %), можно сформировать следующий ранжированный убывающий ряд: Fe > Mg > Mn > P > Zn > Ni > Cu. Оценка качества донных отложений по семи макро-и микроэлементам (SQ<sub>7</sub>) показала, что у донных отложений, которые более обогащены ОВ, она в среднем в 1,7 раза выше по сравнению с обедненными органикой отложениями, а интегральная оценка (с учетом ОВ) (SQ<sub>8</sub>) различается у двух указанных групп отложений в 1,84 раза. Ранее [5] было показано, что вне железорудных районов Белгородской области удельный вес наиболее загрязненных донных отложений рек и прудов, которые отражают влияние поверхностного стока с агроландшафтов на водосборах, хозяйственно-бытовых стоков, технологических стоков, составляет 9 %, при этом наибольшие превышения ПДК отмечены для Mn, Cu, Pb.

На техническом этапе рекультивации нарушенных земель одним из приемов становится землевание, которое предполагает нанесение почвы с содержанием ОВ не менее 2 % на спланированную поверхность [3]. Одним из приемов коренного улучшения плодородия сильноэродированных почв в определенных геоморфологических условиях может быть вариант землевания почв, когда реплантами выступают делювиальные почвы в днищах эрозионных форм. Эта ситуация в ландшафтном отношении имеет

сходство с территориальной сопряженностью крутосклонов с руслами малых рек и береговой линией акваторий водных объектов. Поэтому при очистке рек и водоемов и необходимостью релокации донных отложений закономерно обращение внимания на смежные земли, обладающие малой продуктивностью, в том числе из-за проявления почвенных деградаций.

Использованием экологически безопасных донных отложений в составе органо-минеральных удобрений может достигаться сбалансированное соотношение макро- и микроэлементов в малопродуктивных и деградированных почвах, вовлекаемых в активный сельскохозяйственный оборот. Для приготовления органо-минеральных удобрений одним из дополнительных видов сырья служат отложения пресноводных водоемов – сапропели. В их состав входят илистые частицы, обогащенные ОВ, и эссенциальные элементы, которые группируются в три группы полезных и необходимых макро- и микроэлементов [1]. В частности, изучение белорусских сапропелей [2] показало, что они содержат в сухом остатке более 15 % ОВ с долей гуминовых веществ от 38 до 52 % на ОВ в зависимости от типа сапропеля. Максимальные величины содержания ОВ в донных отложениях рек и водных объектов Белгородской области достигали 10,1-10,5 %.

При прямой экскавации донных отложений естественной влажности и перекачки земснарядом извлекаемой пульпы в отстойники создаются технологические условия для последующего приготовления органо-минеральных удобрений. Органо-минеральные удобрения, приготовленные с использованием экологически безопасных донных отложений, являются удобрениями длительного действия и при небольших расстояниях перевозки могут быть эффективны. Особенно могут быть востребованными такие органо-минеральные удобрения при коренном улучшении малопродуктивных деградированных почв, в особенности легкого гранулометрического состава.

**Заключение.** Среди изученных донных отложений рек и водоемов Белгородской области более 45 % объектов более обогащены ОВ, чем фоновые пахотные почвы региона, и только 15% объектов имели содержание ОВ <2,0 %. Донные отложения, обогащенные ОВ от 2 и более процентов, отличаются от обедненных органикой отложений более высоким (в 1,5-2,9 раза) содержанием питательных элементов растений (прежде всего, по относительному превышению концентраций марганца, никеля, цинка, магния, фосфора и меди). Таким образом, перспективным направлением использования экологически безопасных потенциально плодородных донных отложений из рек и водоемов может стать их применение как

мелиоранта при землевании деградированных земель вблизи гидрографической сети, а также как основы для подготовки различных удобрений (органоминеральных, компостов и т.п.).

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания № FZWG-2023-0011.*

### **Библиографические ссылки**

1. *Битюцкий Н. П.* Микроэлементы высших растений. СПб. : Изд-во СПбГУ, 2011. 368 с.
2. Запасы, состав и свойства сапропелевого сырья БССР для производства удобрений / О. М. Букач [и др.] // Вестник сельскохозяйственной науки. 1986. № 10 (361). С. 41–45.
3. *Голованов А. И., Зимин Ф. М., Сметанин В. И.* Рекультивация нарушенных земель. М. : Колос. 2009, 325 с.
4. *Когут Б. М.* Оценка уровней эродированности черноземов по относительной степени их гумусированности // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2015. № 78. С. 59–69.
5. *Корнилова Е. А., Лисецкий Ф. Н., Родионова М. Е.* Гидроэкологические особенности реки Ворсклы (российский участок) в контексте природно-хозяйственных изменений // Региональные геосистемы. 2023. Т. 47, № 4. С. 550–568.
6. *Лисецкий Ф. Н., Панин А. Г.* Бассейновая концепция природопользования на сельских территориях Белгородской области // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2013. № 1. С. 48–51.
7. *Лукин С. В.* Агроэкологическое состояние почв Центрально-Черноземного района. Белгород : Константа-принт, 2023. 372 с.
8. Redistribution of sediment-associated contaminants in the River Chern basin during the last 50 years / V. Golosov [et al.] // Erosion and Sediment Yields in the Changing Environment. IAHS Publ, 2012. No 356. P. 12–19.
9. Variation of Soil Erosion Estimates Based on Different Maps of Cropland in Belgorod Oblast, Russia / A. P. Zhidkin [et al.] // Eurasian Soil Science, 2024. Vol. 57. No. 4. P. 666–676.