

А.М. Дрегуло, В.В. Кулибаба, И.М. Гильдеева

ИЛОВЫЕ ПЛОЩАДКИ КАК СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ ПРОШЛОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА (В ЧАСТНОМ БАССЕЙНЕ ФИНСКОГО ЗАЛИВА)

Широкое применение методов почвенного депонирования иловых осадков привело к образованию объектов прошлого (накопленного) экологического ущерба – иловых площадок, выведенных из хозяйственного оборота. Токсичность избыточных илов и длительные сроки жизненного цикла иловых площадок обуславливают специфичность данных объектов. Многофакторное воздействие иловых площадок может быть вызвано высоким содержанием в твердой фазе иловых осадков тяжелых металлов, органических загрязнителей, отнесенных к группе диоксиноподобных и специфичностью микроценозов. Проведенные исследования показали наличие более 20 иловых площадок с признаками объектов накопленного экологического ущерба в частном бассейне Финского залива. Состав тяжелых металлов иловых осадков превышает допустимые нормы для почв, по некоторым компонентам до 22 ПДК для валовых форм. Сравнительный анализ полученных данных по микроценозам илов показывает практически 90% несоответствия с литературными данными, что обращает особое внимание на изучение биоценоза ила в замкнутых системах иловых площадок.

Ключевые слова:

жизненный цикл иловых площадок, загрязнение почв, иловая площадка, микроценоз иловых осадков, накопленный экологический ущерб, специфические загрязнители, тяжелые металлы, экологическое состояние бассейна Финского залива.

Дрегуло А.М., Кулибаба В.В., Гильдеева И.М. Иловые площадки как специфические объекты прошлого экологического ущерба (в частном бассейне Финского залива) // Общество. Среда. Развитие. – 2016, № 3. – С. 115–119.

- © Дрегуло Андрей Михайлович – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности Российской академии наук, Санкт-Петербург; e-mail: irina_gildeeva@mail.ru
- © Кулибаба Валерий Викторович – кандидат географических наук, заведующий лабораторией геоэкологических проблем природно-хозяйственных и урбанизированных систем, Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности Российской академии наук, Санкт-Петербург; e-mail: irina_gildeeva@mail.ru
- © Гильдеева Ирина Михайловна – кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, Санкт-Петербург; e-mail: irina_gildeeva@mail.ru

Все более усложняющиеся типы на природно-хозяйственные системы (ПХС) приводят к увеличению масштаба проблем, связанных с объектами прошлого (накопленного) экологического ущерба (ПЭУ) как одной из форм их жизненного цикла [6; 10; 12; 16]. Специфические особенности каждого конкретного вида ПЭУ обуславливают необходимость специального подхода для изучения влияния ПЭУ на экосистемы в условиях длительного техногенного воздействия. К одному из таких видов объектов ПЭУ относятся иловые площадки.

На сегодняшний день данные о воздействии на окружающую среду иловых площадок (как объектов депонирования илов и осадков сточных вод) отражены в ограниченном числе публикаций, посвященных в основном проблемам обезвоживания и обезвреживания осадков сточных вод с целью дальнейшего использования в качестве удобрений [3; 4].

Специфической особенностью иловых площадок как объектов ПЭУ является их

значительное по времени сохранение токсичных свойств ила. Сложный комплекс микроорганизмов активного ила аккумулирует тяжелые металлы из сточных вод путем адсорбции или по механизмам, зависящим от процессов метаболизма микроорганизмов и выделения биополимерного геля, что предопределяет наличие значительных концентраций тяжелых металлов в твердой фазе активного ила и их выщелачивание при почвенном депонировании илов и осадков.

Исследования [15] показали, что распределение тяжелых металлов (Pb, Cu, Ni) в профиле осадков иловых карт 3-х летней выдержки зависело от содержания органического вещества. Также отмечено, что для каждого из металлов характерно накопление в верхнем слое почвенного профиля (0–20 см), но в разной степени: наибольшее – у меди, наименьшее – у никеля.

Постепенно выщелачиваясь из твердой фазы активного ила, тяжелые металлы,

накопленные илом (особенно в высоких концентрациях), увеличивают жизненный цикл иловой площадки как объекта техногенного воздействия. По данным исследований [13], осадки иловых площадок 10–20 летнего срока почвенного депонирования превышали нормативные концентрации по кадмию, хрому, меди, цинку.

К специфике иловых площадок следует отнести различие в микроценозах депонируемых илов, отдельные виды которых способны в условиях анаэробной зоны образованной в толще площадки к сложным процессам сульфатредукции сопровождающихся эмиссией H_2S . Для отдельных типов иловых площадок наблюдалось высвобождение сульфатов из иловых фракций в результате биологических процессов, в частности десульфатирующих микроорганизмов *Thiothrix* и *Beggiatoa* [5].

Не менее важной проблемой воздействия иловых площадок на окружающую среду является содержание в илах патогенной микрофлоры, что обуславливает загрязнение не только почвенного профиля, но и прежде всего грунтовых вод. Загрязненные таким образом почва и вода могут стать средой паразитарных инфекций: балантидиаз (*Balantidium coli*), некоторые гельминтозные инфекции: (виды *Fasciola*, *Fasciolopsis*, *Echinococcus*, *Spirometra*, *Ascaris*, *Trichuris*, *Toxocara*, *Necator*, *Ancylostoma*, *Strongyloides* и *Taenia solium*).

По данным [1], сроки выдерживания осадков сточных вод на иловых площадках, обеспечивающих их полную дезинвазию, составляют: при весенней заливке – 3 г. 9 мес.; летней – 3 г. 6 мес.; осенней – 4 г. 3 мес.; зимней – 4 года. Не меньшего внимания заслуживает содержание в осадках сточных вод диоксиноподобных веществ, многие из которых отнесены к группе суперэкоотоксикантов.

Согласно [14], содержание полихлорированных бифенилов в илах с иловых площадок Северной станции аэрации достигало от 204–588 мкг/кг.

Тем не менее, учитывая результаты предыдущих исследований, указания на комплексные данные по воздействию на гидрогеологическую обстановку района расположения иловых площадок в литературе отражены слабо. Структурно-функциональные особенности выведенных из эксплуатации иловых площадок как объектов ПЭУ и их жизненный цикл практически не изучены. Отсутствуют экспериментальные оценки воздействия от рассматриваемого типа ПЭУ.

Методы исследований

Оценки объектов исследования проводились согласно методике инвентаризации объектов накопленного экологического ущерба [8] с дополнительным проведением экогеохимических опробования и крупномасштабного картирования для выявления геохимических спектров основных токсичных веществ и металлов. Метод химических анализов почво-грунтов – ISP (масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой).

При исследовании концентрации тяжелых металлов в твердой фазе активных илов, золе от сжигания ила, использовался рентгенофлуоресцентный (WDX) метод анализа.

Высушенный ил анализировали на спектрометре «СПЕКТРОСКАН МАКС-GV». Исследование состава гидробионтов иловых осадков проводилось по ПНД Ф СБ 14.1.77-96.

Результаты и их обсуждение

Особенность иловых площадок как потенциального, так и фактического объекта накопленного экологического ущерба, проявляется прежде всего в том, что они расположены вблизи водотоков (рис. 1) и на уязвимых по гидрогеологическим показателям участках, а также как правило, в черте населенного пункта. Последнее приводит к высоким показателям ранга экологической опасности таких объектов, несмотря на относительно малые фактические объемы накопленных токсичных веществ.

Иловые площадки, имеющие признаки объектов накопленного экологического ущерба в частном бассейне Финского залива распространены повсеместно. На территории Ленинградской области функционирует более 170 иловых площадок и карт, причем значительная их часть не соответствует нормативным требованиям эксплуатации [7].

Необходимо отметить, что большая их часть представлена объектами небольших объемов (преобладающая площадь 0,2 га), однако их расположение вблизи земель сельскохозяйственного назначения и сети поверхностных водотоков создает условия для значимых миграционных воздействий на водную систему [4].

Комплексное исследование состава тяжелых металлов в илах и осадках сточных вод показывают высокие уровни накопления токсичных элементов. Так, например, содержание тяжелых металлов в иловых осадках составляет (мг/кг а.с.в.): Ni 6–50;

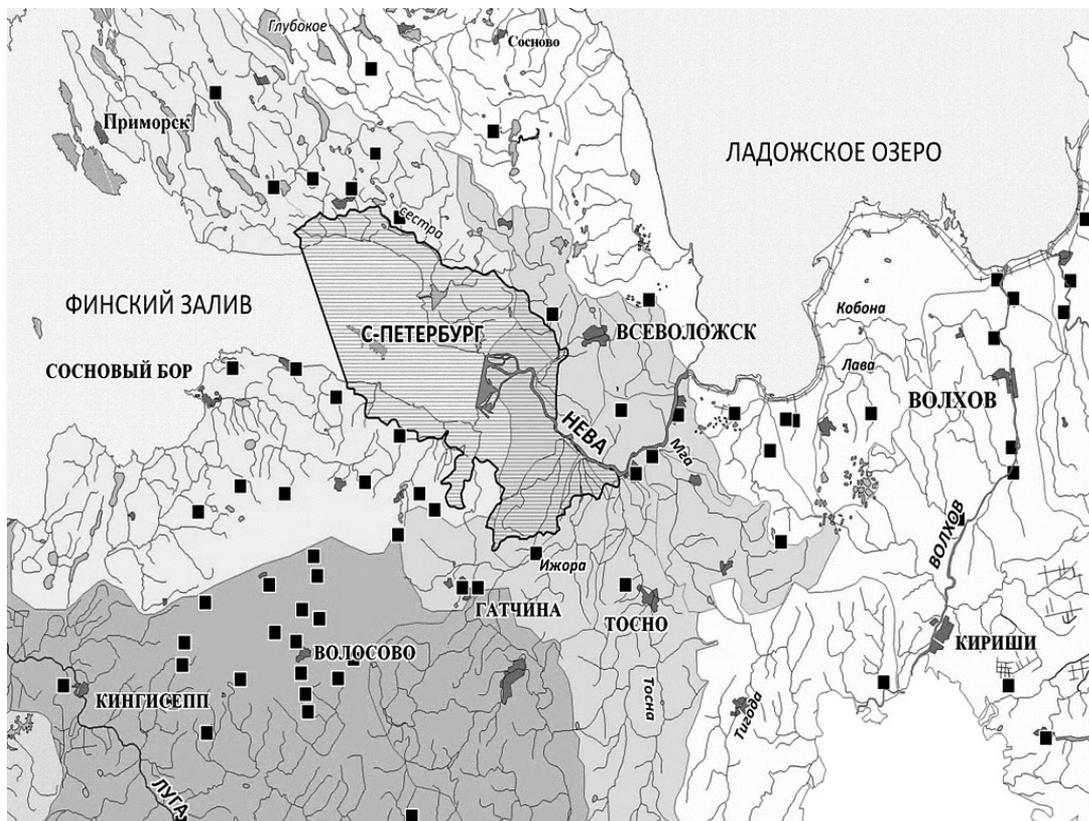


Рис. 1. Фрагмент схемы распределения иловых площадок в частном бассейне Финского залива. Объекты показаны символьным условным знаком (квадрат).
Фоновая заливка – бассейны водохозяйственного районирования.

Pb 100–180; Cr³⁺ 90–160; Co 3–30; Cu 10–130; Zn 1100–2500 [9].

Для выявления «эталонного геохимического спектра» рассматриваемого объекта ПЭУ выполнены исследования по выявлению диапазона концентраций тяжелых металлов для дальнейшего ранжирования и идентификации объекта ПЭУ в бассейне Финского залива (табл. 1).

При изучении морфологических и структурных характеристик иловых площадок для выявления потенциальных спектров загрязнителей ПЭУ (тип иловые площадки) нами были проведены исследования составов активных илов на предмет состава микрофлоры (табл. 2).

Среди тяжелых металлов в активном иле и осадках обнаружены: медь, хром, свинец, никель, цинк, которые являются наиболее распространенными токсикантами, обнаруженными в составе сточных вод, поступающих на очистные сооружения. Широкий

Таблица 1
Состав тяжелых металлов в твердой фазе осадков иловых площадок

Металлы	Ni	Pb	Cr	Co	Cu	Zn	Mn
Концентрация мг/кг а.с.в.	13	120	100	34	30	2200	1150
ПДК для почв ¹	85*	30*	6,0	5,0	55*	100*	1500*

¹ ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве

* валовые формы.

Таблица 2
Специфический состав микроорганизмов избыточных илов депонируемых на иловых площадках, расположенных в бассейне Финского залива

№	Микроорганизмы	№	Микроорганизмы
1	Zoogloea ramigera	5	Мелкие голые амёбы
2	Zoogloea uva	6	Arcella vulgaris
3	Серобактерии	7	Arcella hemisphaerica
4	Цианобактерии	8	Euglipha laevis
9	Грибы	11	Pamphagus hyalinum
10	Хищные грибы	12	Actinophrys sol.

**Состав микроорганизмов активного ила БОС
г. Троицк и г. Златоуст (по данным [11])**

№	Микроорганизмы	Количество организмов на грамм сух. веш. ила, экз.	
		БОС г. Троицк	БОС г. Златоуст
1	Beggiatoa	–	83
2	Sphaerotilus	3333	42001
4	Zoomastigophorea	417	666
5	Bodo globosus	–	166
6	Lobosea	83	416
7	Peranema trichophorum	83	83
8	Arcella vulgaris	333	–
9	Peranema trichophorum	83	83
10	Arcella vulgaris	333	–
11	A. discoides	167	–
12	Filosea Pamphagus hyalinum	250	500
13	Gromia neglecta	500	17833
14	Heliozoa Actinophrys sol.	–	6
15	Peritricha Op.coarctata	191	2000
16	O. microdiscum	125	–
17	Epistylis plicatilis	125	83

диапазон концентраций тяжелых металлов в твердой фазе иловых осадков, вероятно, вызван различием в физико-химических составах сточных вод. Высокие концентрации тяжелых металлов говорят о токсическом поражении биоценоза ила способного оказать негативное воздействие на экосистему в области депонирования и пространственного распространения токсичных веществ, что обуславливает необходимость детоксикации активного ила для решения проблемы ликвидации объектов ПЭУ. При этом важно учесть, что некоторые металлы выступают в качестве аналогов жизненно важных биологических элементов, замещая их в биохимических реакциях, нарушая ход биологических процессов в ПХС.

Сравнительный анализ состава микроорганизмов активных илов иловых площадок, расположенных в бассейне Финского залива, с илами очистных сооружений, расположенных в разных географических широтах (табл. 3), показывают практически 90% взаимного несоответствия видового состава, что еще раз подчеркивает необходимость прямого экспериментального изучения ПЭУ для конкретных ландшафтно-зональных условий. Видовой состав микроорганизмов (табл. 3) весьма специфичен для каждой конкретной биоты ила, сформировавшейся в работе конкретной станции биологической очистки стоков. Поэтому для наиболее точных данных с учетом всех физико-химических, климатических, биологических и иных факторов определения закономерностей и механизмов, проходящих в толще иловых площадок как объектов ПЭУ, необходимо изучать биоценозы илов очистных сооружений в каждом конкретном случае [2].

Таким образом, учитывая многофакторность техногенного воздействия на окружающую среду и длительные периоды жизненного цикла иловых площадок как специфических объектов ПЭУ, необходимы тщательные исследования для определения границ ареала воздействия в бассейне Финского залива, ориентируемые на современные практики управления охраной окружающей среды.

Заключение

Проведенный мониторинг состояния иловых площадок, расположенных в бассейне Финского Залива, показал наличие признаков ПЭУ у данных сооружений. Депонируемые осадки иловых площадок обладают широким рядом загрязнителей, и многофакторное негативное воздействие от них на почвы, воды, воздух не вызывает сомнения.

Рассматривая иловые площадки с точки зрения объектов ПЭУ, следует отказаться от представления о безопасности использования иловых осадков в качестве биоорганического субстрата для внесения в почвы. Ввиду замкнутости системы иловых площадок и сложности процессов, происходящих в толще накопленных осадков данные объекты обладают определенной спецификой. Морфологический состав иловых осадков для различных регионов отличается по своей биологической и химической структуре.

Малоизученность специфики процессов, происходящих в толще иловых площадок на разных стадиях жизненного цикла, требует выработки нового подхода для комплексного изучения данных сооружений с точки зрения накопленного экологического ущерба. Одной из важ-

Список литературы:

- [1] Борзосекос А.Н. Методы дезинвазии сточных вод и их осадков в условиях Центрально-Черноземной зоны (на примере Курской обл.) / Автореф. ... канд. биол. наук. – Курск, 2006.
- [2] Дрегуло А. М. Исследование внутригодового изменения состава гидробионтов в аэротенках при очистке сточных вод // Водное хозяйство России. – 2012, № 6. – С. 90–96.
- [3] Дрегуло А.М., Витковская Р.Ф., Петров А.Н. Объекты прошлого экологического ущерба и проблемы почвенной утилизации илов и осадков сточных вод // Вестник СПГУТД. – 2016, № 1. – С. 68–71.
- [4] Дрегуло А.М., Панова Н.Е. Оценка негативного воздействия на окружающую среду полигонов складирования осадков биологических сооружений // Экология и промышленность России. – 2012, № 8. – С. 43–45.
- [5] Караева Н.А. Экологическая оценка влияния сточных вод на процессы естественной биологической очистки / Автореф. ... канд. ветер. наук. – СПб., 2006 г.
- [6] Кулибаба В.В., Клейменова И.Е. Оценка устойчивости природно-хозяйственных систем на примере района расположения линейных промышленных объектов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2014, № 10. – С. 26–32.
- [7] Материалы к государственному докладу «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Ленинградской области в 2015 году» // Управление Роспотребнадзора по Ленинградской области. – СПб., 2015.
- [8] Методические рекомендации по проведению инвентаризации объектов накопленного экологического ущерба / Приказ Росприроднадзора от 25.04.2012 № 193. – М., 2012.
- [9] Панов В.П., Дрегуло А.М. Содержание тяжелых металлов в избыточных илах и осадках биологических очистных сооружений (на примере г. Санкт-Петербурга) // Безопасность в техносфере. 2010, № 3. – С. 37–39.
- [10] Питулько В.М., Кулибаба В.В., Викторов С.В. Геоэкологические аспекты обеспечения экологической безопасности природно-хозяйственных систем финского залива // Региональная экология. – 2011, № 1–2 (31). – С. 7–12.
- [11] ПНД Ф СБ 14.1.77–96 Методическое руководство по гидробиологическому и бактериологическому контролю процесса биологической очистки на сооружениях с аэротенками. – М., 1996.
- [12] Сараев А.К., Симаков А.Е., Питулько В.М., Кулибаба В.В., Токарев И.В., Тезкан Б. Инвентаризация и оценка погребенных объектов прошлого экологического ущерба в почвах и грунтовых водах с использованием новой технологии радиоманнителлурических зондирований // Региональная экология. – 2015, № 1 (36). – С. 7–21.
- [13] Тютюнькова М.В. Исследование поведения тяжелых металлов в агроэкосистемах при почвенном пути утилизации осадков сточных вод с иловых площадок ОСК г. Калуги / Автореф. ... канд. биол. наук. – Калуга, 2007.
- [14] Худoley В.В., Ливанов Г.А., Колбасов С.Е., Фридман К.Б. Диоксиновая опасность в городе. – СПб.: НИИ Химии СПбГУ, 2000. – С. 124.
- [15] Чемаева О.В. Экологическая оценка осадков сточных вод и использование их в качестве удобрения / Автореф. ... канд. биол. наук. – Ульяновск, 2003.
- [16] Яхнин Э.Я., Питулько В.М., Кулибаба В.В. Использование геохимических данных при выделении и экологической оценке природно-хозяйственных систем и урбанизированных территорий (на примере Ленинградской области) // Региональная экология. – 2015, № 1 (36). – С. 35–43.