

Научная статья

УДК 628.381.1

<https://doi.org/10.24866/2227-6858/2024-4/105-114>

Исследование влияния препарата «Полиаминол» на видовой состав активного ила

Владислава Николаевна Волкова✉, Никита Андреевич Дудник,
Илья Максимович Казанцев, Светлана Борисовна Кунденок

Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Российская Федерация

✉ volkova.vn@dvfu.ru

Аннотация. У химического реагента «Полиаминол» много преимуществ, одно из которых – маленький расход (на 1 куб. м осадка требуется 300 мл), а значит, небольшие затраты и сокращение складских мощностей. Данный реагент приобрёл большую популярность среди водоканалов, применяется с целью быстрой стабилизации осадка, преобразования его в почвогрунт и исчезновения неприятных запахов. В данной статье впервые исследован состав возвратных дренажных вод от иловых площадок после обработки осадка химическим реагентом под торговым названием «Полиаминол» и изучены изменения видового состава биоценоза активного ила нитриденитрификаторов при его обработке данным реагентом. Показано, что дренажные воды от иловых карт имеют высокое содержание аммония и фосфатов, обработка осадка реагентом из-за возвратных потоков на очистных сооружениях может привести к уменьшению видового состава микроорганизмов активного ила. Дана оценка изменению показателей видового биоценоза активного ила в процессе использования препарата «Полиаминол». Предложено техническое решение, обеспечивающее равномерное введение возвратных вод в напорно-подающий сток, их смешение в приёмной камере. Данное решение обеспечит снижение негативного воздействия на биоценоз активного ила. Результаты исследования важны в практике биологической очистки сточных вод.

Ключевые слова: Полиаминол, иловый осадок сточных вод, иловые карты, возвратные потоки, стабилизация ила

Для цитирования: Волкова В.Н., Дудник Н.А., Казанцев И.М., Кунденок С.Б. Исследование влияния препарата «Полиаминол» на видовой состав активного ила // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2024. № 4(61). С. 105–114.

Original article

Study of the effect of the preparation “Polyaminol” on the species composition of activated sludge

Vladislava N. Volkova✉, Nikita A. Dudnik, Ilya M. Kazantsev, Svetlana B. Kundenok

Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russian Federation

✉ volkova.vn@dvfu.ru

Abstract. The chemical reagent «Polyaminol» has many advantages, one of which is low consumption (300 ml per 1 cubic meter of sediment is required), which means low costs and reduced storage capacity. This reagent has gained great popularity among water utilities for its use to quickly stabilize sediment, turn it into a soil substrate and eliminate unpleasant odors. In this article, for the first time, the composition of return, drainage waters from silt sites after treatment of sediment with a chemical reagent under the trade name «Pol-

yaminol» was studied and changes in the species composition of the biocenosis of active sludge of nitrifiers during its treatment with this reagent were studied. It is shown that drainage waters from silt maps have a high content of ammonium and phosphates, treatment of sediment with a reagent due to reverse flows at sewage treatment plants can lead to a decrease in the species composition of microorganisms of activated sludge. The assessment of changes in the indicators of the specific biocenosis of activated sludge during the use of the drug «Polyaminol» is given. A technical solution has been proposed to ensure the uniform flow of return waters into the pressure drainage and their mixing in the receiving chamber. This solution will ensure a reduction in the negative impact on the biocenosis active sludge. The results of the study are important in the practice of biological wastewater treatment.

Keywords: Polyaminol, sewage sludge, sludge maps, return flows, sludge stabilization

For citation: Volkova V.N., Dudnik N.A., Kazantsev I.M., Kundenok S.B. Study of the effect of the preparation «Polyaminol» on the species composition of activated sludge. *FEFU: School of Engineering Bulletin*, 2024, no. 4(61), pp. 105–114. (In Russ.).

Введение

В современном мире ни один из крупных городов не может обходиться без работы комплекса по очистке сточных вод, а образование избыточного ила на иловых площадках и дальнейшая его судьба является актуальной экологической проблемой [1]. Большое внимание уделяется поиску новых решений утилизации данного вида отхода. Так, в 2021 году ООО «НПО «Квантовые технологии» зарегистрирован товарный знак химического реагента для стабилизации осадка под наименованием «Полиаминол». Экспериментальное применение реагента при обработке илового осадка сточных вод позволяет получить в течение 35 суток конечный целевой продукт, соответствующий по своим санитарно-микробиологическим показателям и содержанию тяжёлых металлов основным требованиям ГОСТ Р 54651-2011 «Удобрения органические на основе осадков сточных вод. Технические условия». Обработка сырого осадка и иловых карт реагентом «Полиаминол» приводит к исчезновению характерного фекального запаха в течение 2–3 часов и положительному влиянию на состояние атмосферного воздуха и воздуха рабочей зоны на иловых площадках по органолептическому показателю «запах» [2].

Полиаминол представляет собой водный раствор аммиачно-аминокислотного комплекса меди, полученный на основе природных органических соединений (содержание сухого вещества – до 25%; азота – до 4,5%; меди – до 2%), который изначально был предназначен для обеззараживания коммунальных отходов [3].

У данного реагента много преимуществ, одно из которых – маленький расход (на 1 куб. м осадка требуется 300 мл). Однако не изучено влияние данного препарата на биоценоз активного ила. В процессе некоторых исследований «Полиаминол» распыляется на иловых площадках, ил стабилизируется, исчезает запах, а из иловых площадок дренажная вода поступает обычно в «голову» очистных сооружений. В данной работе впервые исследован состав возвратных дренажных вод от иловых площадок после обработки осадка химическим реагентом под торговым названием «Полиаминол».

В исследовании «Полиаминол» выступает в качестве флокулянта [1], однако в его химическом составе отсутствуют полимерные соединения, которые образуют коллоиды, разделяя иловую смесь на разные фазы. Препарат обладает дезинфицирующими свойствами [4] и относится к ряду препаратов для стабилизации и дегельминтизации осадка.

Материалы и методы

Для исследования отобраны образцы сточных вод КОС «Центральные» (г. Владивосток) в двух точках:

- на входе в очистные сооружения;
- дренажные воды с иловых площадок в канализационной насосной станции.

Сточные воды исследовались на наличие биогенных элементов фотометрическим методом [5]. Перед проведением эксперимента стерильные ёмкости для проб промывали дистил-

лированной водой. Для каждой пробы фиксировались название и точка отбора пробы, аналогично отбирались пробы из иловых площадок для исследований агрохимических свойств осадка.

Исследования

Осадок отбирали на иловых площадках КОС «Центральные» г. Владивостока (рис. 1).



Рис. 1. Иловые площадки КОС «Центральные» г. Владивостока:

А – Иловая площадка № 1; Б – Иловая площадка № 2

Fig. 1. Sludge pads of the WWTP «Centralnye» in Vladivostok:

A – Sludge platform No. 1; B – Sludge platform No. 2

Таблица / Table 1

Основные агрохимические свойства осадка

Basic agrochemical properties of sludge

№	Показатель	Типичное	Фактически
1	Содержание влаги (воды), %	98–10	66,8
2	Содержание сухого вещества, %	2–90	38,7
3	Объёмная масса (естественная влажность), т/м ³	0,7–1,2	1,0
4	Объёмная масса (на сухое вещество), т/м ³	–	0,21
5	Содержание золы в сухом веществе (прокаливание при 550°C), %	10–60	29,1
6	Содержание органики в сухом веществе (потеря при прокаливании t°=550°C), %	90–40	52,2
7	Реакция среды водная (осадок: вода=1:2,5), ед. pH	5–10	7,2
8	Реакция среды солевая (осадок: ln KCl =1:2,5), ед.	5–10	7,0
9	Валовое содержание азота (N) в сухом в-ве, %	3–6	4,2
1	Валовое содержание фосфора (P ₂ O) в сухом в-ве, %	2–8	5,3

Как следует из таблицы 1, при внесении 1 кубического метра осадка влажностью 66% в почву попадает примерно 100 кг хорошо разложившегося органического вещества. Например, при норме осадка 20 т/га (что соответствует 2 кг осадка на 1 м² почвенного покрова) в каждый килограмм пахотного слоя почвы. Это достаточно существенная величина, и в природе на такие изменения могут уходить десятилетия (в природных минеральных почвах доля содержания гумуса, как правило, не превышает 1,5–3%).

Осадок при естественном содержании влаги примерно 80% представляет собой рассыпчатый продукт, что можно рассматривать как фактор положительный, поскольку многие осадки при такой влажности отличаются слитностью и, следовательно, неблагоприятными свойствами для их внесения и распределения в почве. Вместе с тем необходимо учитывать

дренажный сток с иловых карт, который может иметь негативные последствия для биоценоза активного ила.

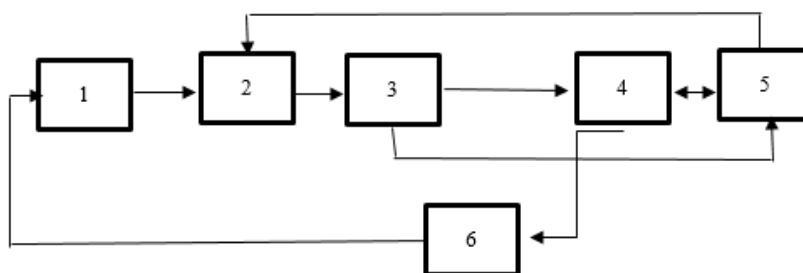


Рис. 2. Технологическая схема потоков сточных вод КОС «Центральные»:

1 – Приёмная камера, здание решёток; 2 – Песколовки; 3 – Блок биологической очистки (ББО); 4 – Цех механического обезвоживания (ЦМО); 5 – Осветлитель; 6 – Иловые площадки

Fig. 2. Technological scheme of wastewater flows of the WWTP «Centralnye»:

1 – Receiving chamber, screen building; 2 – Sand traps; 3 – Biological treatment unit (BTU);

4 – Mechanical dewatering shop (MDS); 5 – Clarifier; 6 – Sludge beds

Из рисунка 2 видно, что сточная вода поступает в приёмную камеру (1), затем в здание решёток (1). После решёток вода попадает в песколовки (2), из песколовки (2) вода поступает в ББО (3), из ББО (3) из поворотных труб вторичных отстойников ББО (3) отбросы поступают в осветлитель (5), из ББО (3) избыточный активный ил попадает в ЦМО (4), из ЦМО (4) фугат после обезвоживания и надосадочная жидкость из осветлителя (5) отводится в песколовки (2), осадок из ЦМО (4) поступает на иловые площадки (6), из иловых площадок (6) дренаж поступает в приёмную камеру (1). Между каждым процессом возврата потоков сточных вод установлены канализационные насосные станции (КНС), где можно определять расход сточных вод и производить отбор проб для технологических нужд на химико-биологические показатели.

Для исследований отбирали воду КНС для подачи дренажа с иловых площадок в «голову» (в данной технологической цепочке водоотведение производится в приёмную камеру) (рис. 2) сооружений КОС «Центральные» г. Владивостока (табл. 2) для определения в сточных водах наличие аммония и фосфатов.

Таблица / Table 2

Исследование дренажной воды
Drainage water study

№	Показатель	Вход	Дренажная вода
Дренажные воды перед внесением препарата «Полиаминол»			
1	Аммоний, мг/дм ³	42,24±0,49*	13,78±0,65*
2	Фосфаты (Р), мг/дм ³	2,70±0,45*	1,71±0,67*
3	Водородный показатель, ед. рН	7,24	7,28
18.09.2024			
1	Аммоний, мг/дм ³	42,24±0,49*	671±0,95*
2	Фосфаты (Р), мг/дм ³	2,70±0,45*	104±0,95*
3	Водородный показатель, ед. рН	7,29	7,01
19.09.2024			
1	Аммоний, мг/дм ³	43,8±0,85*	676±0,95*
2	Фосфаты (Р), мг/дм ³	2,72±0,52*	129±0,95*
3	Водородный показатель, ед. рН	7,37	7,06
При добавлении в дренажную воду ПОХА (Метапак 50, 1% рас-р) 19.09.2024			
1	Аммоний, мг/дм ³	41,5±0,68*	705±0,91*
2	Фосфаты (Р), мг/дм ³	2,76±0,73*	87±0,65*
3	Водородный показатель, ед. рН	7,37	6,64

*± – среднее значение и стандартное отклонение

Из таблицы 2 можно увидеть, что состав биогенных элементов, влияющих на нитрификацию и денитрификацию в процессе биологической очистки дренажной воды, превышают показатели на входе по аммонии в 16 раз, по фосфатам – в 34 раза. При добавлении коагулянта в дренажные воды с иловых карт происходит дефосфатация воды, и мы видим уменьшение фосфора в 1,5 раза. По показателям на входе мы можем увидеть, что дренажная вода достаточно разбавляется сточными водами, тем не менее для оценки влияния дренажной воды на биоту активного ила необходимо исследовать сам ил в модельных условиях.

Проведена серия экспериментов, в стеклянный цилиндр на 500 мл вливали залпово разные концентрации препарата «Полиаминол», перемешивание проводилось непрерывно аквариумным аэратором:

1. В 200 мл активного ила вливали препарата «Полиаминол» 0,002 мл (1:0,1).
2. В 200 мл активного ила вливали препарата «Полиаминол» 0,001 мл (1:0,05).
3. В 200 мл активного ила вливали препарата «Полиаминол» 0,0005 мл (1:0,025).

Спустя 24 часа проводили гидробиологическое исследование ила, без отстаивания. Результаты исследований приведены в таблице 3.

Таблица / Table 3

Гидробиологическое исследование активного ила с «Полиаминолом»
Hydrobiological study of activated sludge with “Polyaminole”

Полиаминол, мл	Вид бактерий	Частота встречаемости, 0,1 см	Состояние пробы	Примечание
Отсутствие	<i>Aspidisca costata</i>	масса	Надиловая вода прозрачная, цвет ила коричневый, хлопья крупные	Очень быстро двигаются, размножаются
	<i>Arcella</i> (панцирная Амёба)	масса		Неподвижные
	<i>Suctorina</i> (сосущие Инфузории)	редко		Быстро двигаются
	<i>Vorticella</i> (Сувойки)	масса		Создают колонии, прикреплённые к мусору, жгутики двигаются
	<i>Philodina</i> (Коловратка)	масса		Подвижные, прикреплены к мусору
	<i>Notommata ansata</i> (Коловратка)	масса		Подвижные, прикреплены к мусору
	<i>Aelsoma</i> (Малощетинковый червь)	редко		Подвижные, небольшие
0,002	<i>Aspidisca costata</i>	редко	Надиловая вода прозрачная, цвет ила шоколадный, хлопья средние	Очень быстро двигаются
	<i>Arcella</i> (панцирная Амёба)	масса		Неподвижные
	<i>Vorticella</i> (Сувойки)	редко		Неподвижные
0,001	<i>Aspidisca costata</i>	масса	Надиловая вода прозрачная, цвет ила коричневый, хлопья крупные	Очень быстро двигаются, размножаются
	<i>Arcella</i> (панцирная Амёба)	масса		Неподвижные
	<i>Suctorina</i> (сосущие Инфузории)	редко		Быстро двигаются

	Vorticella (Сувойки)	редко		Создают колонии, прикреплённые к мусору, жгутики двигаются
	Notommata ansata (Коловратка)	редко		Подвижные, прикреплены к мусору
0,0005	Aspidisca costata	масса	Надиловая вода прозрач- ная, цвет ила коричневый, хлопья крупные	Очень быстро двигаются, размножаются
	Arcella (панцирная Амёба)	масса		Неподвижные
	Suctoria (сосущие Инфузории)	редко		Быстро двигаются
	Vorticella (Сувойки)	масса		Создают колонии, прикреплённые к мусору, жгутики двигаются
	Notommata ansata (Коловратка)	редко		Подвижные, прикреплены к мусору
	Aelsoma (Малоцетинковый червь)	редко		Подвижные, небольшие

По исследованиям из таблицы 3 можно сделать вывод, что при больших концентрациях в соотношениях 1:0,05 и 1:0,1 препарат «Полиаминол» может негативно воздействовать на биоценоз активного ила. При соотношении активного ила и препарата «Полиаминол» 1:0,025 гибель активного ила можно избежать. Исходя из технологической цепочки и в соответствии с таблицей 2, препарат «Полиаминол» проходит стадию реакции на иловых площадках. Предположительно, после этого полученные комплексорганические соединения разбавляются сточной водой в песколовках. В связи с этим целесообразно провести исследование состояния активного ила с использованием дренажной воды (табл. 4).

Таблица / Table 4

Гидробиологическое исследование активного ила с дренажной водой
Hydrobiological study of activated sludge with drainage water

Дренажная вода	Вид бактерий	Частота встречаемости, 0,1 см	Состояние пробы	Примечание
Отсутствие	Aspidisca costata	масса	Надиловая вода прозрач- ная, цвет ила коричневый, хлопья крупные	Очень быстро двигаются, размножаются
	Arcella (панцирная Амёба)	масса		Неподвижные
	Suctoria (сосущие Инфузории)	редко		Быстро двигаются
	Vorticella (Сувойки)	масса		Создают колонии, прикреплённые к мусору, жгутики двигаются
	Philodina (Коловратка)	масса		Подвижные, прикреплены к мусору

	Notommata ansata (Коловратка)	масса		Подвижные, прикреплены к мусору
	Aelsoma (Малощетинковый червь)	редко		Подвижные, небольшие
Без разб.	Aspidisca costata	редко	Надиловая вода прозрач- ная, цвет ила шоколадный, хлопья средние	Очень быстро двигаются
	Arcella (панцирная Амёба)	масса		Неподвижные
	Vorticella (Сувойки)	редко		Неподвижные
Разб. в 1 раз	Aspidisca costata	масса	Надиловая вода прозрач- ная, цвет ила коричневый, хлопья Крупные	Очень быстро двигаются, размножаются
	Arcella (панцирная Амёба)	масса		Неподвижные
	Suctorina (сосущие Инфузории)	редко		Быстро двигаются
	Vorticella (Сувойки)	редко		Создают колонии, прикреплённые к мусору, жгутики двигаются
	Notommata ansata (Коловратка)	масса		Подвижные, прикреплены к мусору
Разб. в 2 раза	Aspidisca costata	масса	Надиловая вода прозрач- ная, цвет ила коричневый, хлопья круп- ные	Очень быстро двигаются, размножаются
	Arcella (панцирная Амёба)	масса		Неподвижные
	Suctorina (сосущие Инфузории)	редко		Быстро двигаются
	Vorticella (Сувойки)	масса		Создают колонии, прикреплённые к мусору, жгутики двигаются
	Notommata ansata (Коловратка)	масса		Подвижные, прикреплены к мусору
	Aelsoma (Малощетинковый червь)	редко		Подвижные, небольшие
Разб. в 3 раза	Aspidisca costata	масса	Надиловая вода прозрач- ная, цвет ила коричневый, хлопья круп- ные	Очень быстро двигаются, размножаются
	Arcella (панцирная Амёба)	масса		Неподвижные
	Suctorina (сосущие Инфузории)	редко		Быстро двигаются
	Vorticella (Сувойки)	масса		Создают колонии, прикреплённые к мусору, жгутики двигаются

	Philodina (Коловратка)	масса		Подвижные, прикреплены к мусору
	Notommata ansata (Коловратка)	масса		Подвижные, прикреплены к мусору
	Aelsoma (Малощетинковый червь)	редко		Подвижные, небольшие

Из таблицы 4 видно текущее состояние активного ила и при добавлении дренажных вод с иловых карт. Стоит отметить, что без разбавления дренажных вод значительно уменьшается видовой состав активного ила, исчезают нитрифицирующие бактерии. Выявлено, что при разбавлении дренажных вод сточной водой видовой состав практически не изменяется, следовательно, разбавленные дренажные потоки в 3 раза не влияют негативно на биоценоз активного ила.

Обсуждение результатов

Согласно данным исследований, при высоких концентрациях в соотношении 1:0,05 и 1:0,1 препарат «Полиаминол» может оказать негативное воздействие на биоценоз активного ила. При соотношении активного ила и препарата «Полиаминол» 1:0,025 можно избежать гибели активного ила.

Без разбавления дренажных вод значительно уменьшается видовой состав активного ила и исчезают нитрифицирующие бактерии. Однако при разбавлении дренажных вод сточной водой видовой состав практически не изменяется, что говорит о том, что разбавленные дренажные потоки в 3 раза не оказывают негативного влияния на биоценоз активного ила.

Техническое решение данной проблемы заключается в обеспечении равномерного введения возвратных вод из КНС при максимальной подаче сточных вод от города в приёмную камеру, где происходит максимальное разбавление сточных вод.

Заключение

Выявлено высокое содержание аммония и фосфатов в дренажной воде от иловых площадок. Определён видовой состав активного ила и проведены исследования с добавлением дренажных вод в биоценоз активного ила. В случае низкой нагрузки на очистные сооружения по химическим веществам данный препарат может оказывать положительное влияние.

Результаты исследования свидетельствуют о том, что при минимальном попадании препарата «Полиаминол» в активный ил видовой состав не изменяется. При увеличенных дозах препарата происходит гибель гидробионтов. В дренажных потоках от иловых карт выявлено высокое содержание аммония – 671 мг/м³ и фосфатов по фосфору – 104 мг/м³, но при разбавлении дренажных вод входящим потоком сточных вод влияние на биоценоз активного ила не происходит. Необходимо внимательно отслеживать дозу препарата «Полиаминол» при стабилизации ила и синхронизировать подачу поступления дренажных вод на КНС с максимальным притоком сточных вод.

ВКЛАД АВТОРОВ | CONTRIBUTION OF THE AUTHORS

Волкова В.Н. – разработка концепции и дизайна исследования; Волкова В.Н., Дудник Н.А. – сбор данных; Волкова В.Н., Казанцев И.М., Кунденко С. Б. – анализ и интерпретация результатов, подготовка и редактирование текста. Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Volkova V.N. – development of the concept and design of the study; Volkova V.N., Dudnik N.A. – data collection; Volkova V.N., Kazantsev I.M., Kundenok S.B. – analysis and interpretation of the results, preparation and editing of the text. All authors read and approved the final version of the manuscript.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ | CONFLICT OF INTEREST

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Стукалина Ю.Н., Боронина Л.В., Лукичева И.В. Применение флокулянта «Полиаминол» на очистных сооружениях канализации // Инновационное развитие регионов: потенциал науки и современного образования: материалы IV Национальной научно-практической конференции, Астрахань, 8 февраля 2021 г. / под общей редакцией Т.В. Золиной. Т. 4. Астрахань: Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, 2021. С. 270–272.
2. Кротов А.В., Абуова Г.Б., Абуов Д.Б. Применение реагента «Полиаминол» при обработке сырого осадка на очистных сооружениях канализации города Астрахани // Перспективы развития строительного комплекса: материалы XV Международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых учёных и студентов, Астрахань, 19–20 октября 2021 г. Т. 15. Астрахань: Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, 2021. С. 252–255.
3. Гармаш Г.А., Воронов С.И., Гармаш Н.Ю., Политыко П.М., Шептунов А.В., Белобородов А.А. Биологическая эффективность препарата «Полиаминол» при его использовании в качестве минерального удобрения для листовых обработок зерновых культур // Перспективы использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур: материалы докладов участников 11-ой научно-практической конференции, Анапа, 06–10 сентября 2021 года. Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, ООО «Плодородие», 2021. С. 40–42.
4. Сафиуллин Р.Т., Качанова Е.О., Беломятцева Е.С. Овоцидные свойства разных образцов и концентраций дезинфицирующего средства «Полиаминол» в опыте in vitro против яиц *Toxocara cati* // Российский паразитологический журнал. 2020. Т. 14, № 4. С. 117–123. DOI: <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2020-14-4-117-123>
5. Волкова В.Н., Головин В.Л., Кириченко К.Ю. Доочистка бытовых сточных вод на фильтрах с песчаной загрузкой от биогенных элементов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2022. Т. 30, № 3. С. 332–344.

REFERENCES

1. Stukalina Y.N., Boronina L.V., Lukicheva I.V. Application of flocculant “Polyaminol” at sewage treatment facilities. *Innovative development of regions: the potential of science and modern education: Proceedings of the IV National Scientific and Practical Conference, Astrakhan, February 08, 2021* / Under the general editorship of T.V. Zolina. Volume 4. Astrakhan: Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, 2021, pp. 270–272. (In Russ.).
2. Krotov A.V., Abuova G.B., Abuov D.B. Application of the reagent “Polyaminol” in the treatment of raw sludge at the sewage treatment facilities of the city of Astrakhan. *Prospects of development of the construction complex: Proceedings of the XV International Scientific and Practical Conference of the teaching staff, young scientists and students, Astrakhan, October 19–20, 2021*. Volume 15. Astrakhan: Astrakhan State Architecture and Construction University, 2021, pp. 252–255. (In Russ.).
3. Garmash G.A., Voronov S.I., Garmash N.Yu., Polytyko P.M., Sheptunov A.V., Beloborodov A.A. Biological efficiency of the preparation Polyaminol when used as a mineral fertilizer for leaf treatments of grain crops. *Prospects for the use of innovative forms of fertilizers, means of protection and plant growth regulators in agro-technologies of agricultural crops: Proceedings of reports of participants of the 11th scientific-practical conference, Anapa, 06–10 September 2021*. Moscow: All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov, LLC “Plodoroddie”, 2021, pp. 40–42. (In Russ.).
4. Safiullin R.T., Kachanova E.O., Belomytseva E.S. Ovocidal properties of different samples and concentrations of disinfectant Polyaminol in an in vitro experiment against eggs of *Tochosaga cati*. *Russian Journal of Parasitology*, 2020, vol. 14, no. 4, pp. 117–123. DOI: <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2020-14-4-117-123>
5. Volkova V.N., Golovin V.L., Kirichenko R.Yu. Additional treatment of domestic wastewater on filters with sand loading from biogenic elements. *Bulletin of Peoples' Friendship University of Russia. Series: Ecology and Life Safety*, 2022, vol. 30, no. 3, pp. 332–344. (In Russ.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Волкова Владислава Николаевна – кандидат технических наук, доцент, Политехнический институт, Дальневосточный федеральный университет (Владивосток, Российская Федерация)

✉ volkova.vn@dvfu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9078-9858>

Vladislava N. Volkova, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Polytechnic Institute, Far Eastern Federal University (Vladivostok, Russian Federation)

Дудник Никита Андреевич – магистрант, Дальневосточный федеральный университет (Владивосток, Российская Федерация)

✉ dudnik.na@dvfu.ru

Nikita A. Dudnik, Master's Student, Far Eastern Federal University (Vladivostok, Russian Federation)

Казанцев Илья Максимович – магистрант, Дальневосточный федеральный университет (Владивосток, Российская Федерация)

✉ kazantcev.im@dvfu.ru

Ilya M. Kazanetsev, Master's Student, Far Eastern Federal University (Vladivostok, Russian Federation)

Кунденок Светлана Борисовна – старший преподаватель, Политехнический институт, Дальневосточный федеральный университет (Владивосток, Российская Федерация)

✉ kundenok.sb@dvfu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2118-2718>

Svetlana B. Kundenok, Senior Lecturer, Polytechnic Institute, Far Eastern Federal University (Vladivostok, Russian Federation)

Статья поступила в редакцию / Received: 03.10.2024.

Доработана после рецензирования / Revised: 02.12.2024.

Принята к публикации / Accepted: 09.12.2024.