

УДК 504.064.2

## **Интенсификация процессов экологической очистки сточных вод**

*Ковалева О.В.<sup>1</sup>, Виноградов Д.В.<sup>2,3</sup>, Ильясов О.Р.<sup>4</sup>, Гогмачадзе Г.Д.<sup>5</sup>*

*<sup>1</sup>Государственный аграрный университет Северного Зауралья*

*<sup>2</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова*

*<sup>3</sup>Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева*

*<sup>4</sup>Уральский государственный аграрный университет*

*<sup>5</sup> АгроЭкоИнфо*

### **Аннотация**

*Развитие перерабатывающих предприятий, их низкий технологический уровень, а также недостатки нормативно-правовой базы являются причинами нарушения экологического баланса природных экосистем. Сточные воды отрасли молочной переработки загрязнены легкоразлагаемыми органическими веществами, способными нанести большой ущерб водоемам. Существующие технологии очистки сточных вод чрезвычайно энергозатратны из-за недостатков анализа состава жидких сред, которые могут выявить превышение предельно допустимых концентраций не более десяти процентов общего количества нормированных загрязнений. В данной работе приведена информация по оценке биотехнологического решения для интенсификации процессов очистки сточных вод полей фильтрации молокоперерабатывающего предприятия., а также оценка уровня их загрязнения. Представлена информация о результатах очистки и способности её снизить концентрации загрязняющих веществ в полях фильтрации: по взвешенным веществам в 17 раз, по массовой концентрации жиров в 17 раз, по БПК5 в 45 раз, по ХПК в 10 раз. Кроме того, применение данного способа позволяет значительно снизить интенсивность запаха, что косвенно может говорить о снижении выделения токсичных газов (аммиака, сероводорода) из сточной жидкости.*

**Ключевые слова:** ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА, ПОЛЯ ФИЛЬТРАЦИИ, ЛОКАЛЬНАЯ ОЧИСТКА, СТОЧНЫЕ ВОДЫ, ПРОБИОТИЧЕСКИЙ ПРЕПАРАТ

---

Ковалева О.В., Виноградов Д.В., Ильясов О.Р., Гогмачадзе Г.Д.  
Интенсификация процессов экологической очистки сточных вод  
.....  
**Электронный научно-производственный журнал**  
**«АгроЭкоИнфо»**  
=====

### **Введение**

Экологическая ситуация в сельской местности России характеризуется высокой степенью остроты, что напрямую связано с интенсивным развитием сельскохозяйственного производства и перерабатывающих предприятий [1, 2], развитие перерабатывающих предприятий, их низкий технологический уровень, а также недостатки нормативно-правовой базы в этом направлении.

История очистки сточных вод в России насчитывает более чем 130 лет, начиная с первых попыток в 1885 году. Однако, несмотря на длительную историю, проблема остается крайне актуальной. В настоящее время активно развиваются биологические методы очистки, позволяющие эффективно удалять органические загрязнения.

Они основаны на использовании микроорганизмов, которые разлагают органику в сточных водах, превращая её в менее опасные вещества. К этим методам относятся, например, аэробные и анаэробные процессы, биологические пруды и биофильтры. Выбор конкретного метода зависит от состава сточных вод и требуемого уровня очистки. Однако биологические методы не всегда эффективны для удаления токсичных веществ, тяжелых металлов и других стойких загрязнителей. Для предварительной обработки сильно загрязненных сточных вод на промышленных предприятиях необходимы локальные очистные сооружения. Однако многие предприятия, особенно те, что были построены 20-35 лет назад, не оборудованы такими системами.

В результате, сточные воды часто сбрасываются в искусственно созданные поля фильтрации, что приводит к загрязнению окружающей среды и накоплению опасных веществ. Это создает долгосрочные экологические проблемы, требующие значительных затрат на рекультивацию загрязненных территорий [3-7]. Более эффективные, но дорогостоящие методы очистки, такие как обратный осмос, нанофильтрация и электрокоагуляция, часто оказываются недоступными для многих предприятий из-за ограниченных финансовых ресурсов. Обратный осмос, например, основан на использовании полупроницаемых мембран, которые пропускают воду, задерживая растворенные вещества. Нанофильтрация использует мембраны с меньшими порами, позволяющие удалять более мелкие молекулы. Электрокоагуляция же основана на использовании электрического тока для образования хлопьев гидроксидов металлов, которые адсорбируют загрязнения из воды. Все эти методы требуют значительных

Ковалева О.В., Виноградов Д.В., Ильясов О.Р., Гогмачадзе Г.Д.  
Интенсификация процессов экологической очистки сточных вод  
.....  
**Электронный научно-производственный журнал**  
**«АгроЭкоИнфо»**  
=====

капиталовложений и эксплуатационных затрат, что делает их применение не всегда экономически целесообразным для предприятий с ограниченным бюджетом [8-10].

Постоянно растущие объемы сточных вод и увеличение количества и концентрации загрязняющих веществ существенно осложняют управление экологической обстановкой. Вопросы совершенствования системы очистки сточных вод, ее функционирование в условиях наличия крупных перерабатывающих предприятий требуют дальнейшего изучения и обобщения [11, 12].

Осадки сточных вод, которые впоследствии рассматривают в качестве агрохимикатов, возможно использовать при выращивании сельскохозяйственных культур, при условии экологической и микробиологической безопасности использования [13-18].

Необходимо проводить исследования по изучению устойчивости различных штаммов бактерий к различным загрязнителям, а также по оптимизации условий их культивирования для повышения эффективности очистки. На сегодняшний день в литературе нет данных, которые бы показывали, как изменяются свойства бактерий в зависимости от характера загрязнения водной среды, что представляет большой интерес для исследования. Бактерии рода *Bacillus* являются *ubiquistic*, то есть вездесущими. Благодаря их способности спорулироваться бактерии рода *Bacillus* могут выжить в экстремальных условиях окружающей среды, а также быть стойкими к различным химическим веществам, различным физическим факторам, включая влажный пар, сушку, ультрафиолетовое и гамма-излучение, вакуум и окислители.

Изучение и использование современных способов очистки в производстве, отвечающих требованиям наилучших доступных технологий [19, 20] на сегодняшний день является актуальным научным направлением.

**Цель данной работы** - оценка биотехнологического решения для интенсификации процессов очистки сточных вод полей фильтрации молокоперерабатывающего предприятия.

Особенностью данного способа является то, что в сточные воды по индивидуально разработанной технологии вводятся микробиологические препараты, которые безопасны для экосистем, так как их работа основана на естественных биологических реакциях, а не на использовании химических соединений.

Ковалева О.В., Виноградов Д.В., Ильясов О.Р., Гогмачадзе Г.Д.  
Интенсификация процессов экологической очистки сточных вод  
.....  
**Электронный научно-производственный журнал**  
**«АгроЭкоИнфо»**  
=====

### **Объекты и методы**

Объект исследований – поля фильтрации, предназначенные для накопления сточных вод предприятия молочной переработки. Они являются накопителями замкнутого типа, искусственно созданными, площадь от 1575 км<sup>2</sup>, до 1625 км<sup>2</sup>, по периметру обвалованы насыпной дамбой шириной 3,0 м. Важно отметить, что на предприятии, где проводились эксперименты, вода используется для различных нужд, включая работу котельной для отопления и выработки пара, а также для производственно-технологических и хозяйственно-бытовых нужд. Водоснабжение обеспечивается от поселкового водопровода, однако за счет этого возникает необходимость в эффективной системе очистки сточных вод. Сточные воды, образующиеся в процессе деятельности предприятия, составляют около 289 м<sup>3</sup> в сутки, что эквивалентно 105485 м<sup>3</sup> в год. В их составе присутствуют моющие и дезинфицирующие растворы, такие как NaOH и HNO<sub>3</sub>, которые могут оказывать негативное влияние на экосистему водоемов. Кроме того, в результате переработки молока образуются технологические сточные воды, характеризующиеся высокой загрязненностью, превышающей 1000 мг/л по содержанию биоразлагаемых органических веществ, таких как жиры, белки и углеводы. Эта загрязненность значительно возрастает, поскольку на предприятии не решена проблема утилизации отходов производства, в первую очередь, сыворотки, которая является побочным продуктом переработки молока.

Системы отведения сточных вод на предприятии организованы по заглубленной системе канализации, что позволяет минимизировать негативное воздействие на окружающую среду. Однако, учитывая объемы образующихся сточных вод и их состав, очевидно, что необходима комплексная программа по их очистке и утилизации.

За основу в качестве способа очистки сточных вод полей фильтрации, был выбран пробиотический препарат, который представляет собой жидкость, содержащую большое количество бактерий рода BACILLUS, являющихся представителями облигатной микрофлоры [21, 22].

При проведении научно-производственных исследований проводился ежемесячный отбор проб сточных вод, в период с июля по сентябрь согласно ГОСТ 31861-2012, ГОСТ 31862-2012, ГОСТ 17.1.5.05-85. Химический анализ проведен по 6 основным показателям согласно (НД на метод испытания): взвешенные вещества (РД 52.24.468-2005), азот аммонийный (ГОСТ 29304), фосфаты (ГОСТ 18309), БПК<sub>5</sub> (ПНД Ф 14.1:2:3:4.123), ХПК

(ПНД Ф 14.1:2:4.190), массовая концентрация жиров (ПНД Ф 14.1:2.122).

### **Результаты и обсуждение**

В результате проведенного модельного эксперимента в лабораторных условиях была установлена оптимальная концентрация микробиологического препарата, который может быть эффективно использован в реальных условиях для очистки водоемов. В рамках данного исследования был предложен способ биотехнологической очистки, направленный на реабилитацию полей фильтрации, что является актуальной задачей в контексте охраны окружающей среды и устойчивого использования водных ресурсов. Подготовка микробиологического препарата заключается в следующем. Готовится маточный раствор, в котором содержатся активные микроорганизмы, в частности, бактерии рода *Bacillus* с постоянным перемешиванием раствора и введением дополнительной питательной среды для выхода бактерий из спорового состояния. Эти бактерии обладают способностью к биодegradации органических веществ, что делает их идеальными объектами для использования в очистке сточных вод. Для достижения максимальной эффективности их работы необходимо строгое соблюдение температурного режима и уровня pH [23, 24]. При приготовлении рабочего раствора температура воды в емкости варьировалась в диапазоне от 30 до 36°C, что создает оптимальные условия для роста и активности бактерий. Далее приготовленный раствор вводится в поля фильтрации, при этом обеспечивается постоянная аэрация в толще воды.

Исследования показали, что при температуре воды около 36°C начинается активный процесс спорообразования, что способствует выделению необходимых ферментов. В этом состоянии бактерии начинают активно размножаться, что приводит к увеличению их численности и, как следствие, к более эффективной переработке органического субстрата. В процессе своей жизнедеятельности бактерии потребляют органические вещества и превращают их в углекислый газ, что способствует естественному очищению водной системы. На предприятии регулярно осуществляется зачистка отстойника от уловленных взвешенных веществ.

Показатели изменения состава сточных вод предприятия в коллекторе представлены в таблице 1 (результаты в течение суток).

Ковалева О.В., Виноградов Д.В., Ильясов О.Р., Гогмачадзе Г.Д.  
 Интенсификация процессов экологической очистки сточных вод  
 .....  
**Электронный научно-производственный журнал**  
**«АгроЭкоИнфо»**  
 =====

Таблица 1. Состав сточных вод в коллекторе

Показатель	Показатель в трех параллельных измерениях, среднее значение и абсолютная погрешность прямого измерения			
	Проба №1 9-45	Проба №2 11-00	Проба №3 14-00	Проба №4 18-00
рН	5,72±0,00	5,16±0,00	4,72±0,01	6,17±0,00
Взвешенные вещества, мг/л	662,6±6,4	1143±38	9947±63	729,5±31,8
ХПК, мгО/л	2777±14	5020±433	7860±347	3113±287
БПК <sub>5</sub> , мгО/л	1204±133	1932±31	3626±155	Не измер.
Сухой остаток, мг/л	2050±107	2268±285	2341±5	1033,5±115,7
Железо общее, мг/л	0,2±0,01	1,12±0,07	0,82±0,01	2,53±0,00
NH <sub>4</sub> , мг/л	20,9±1,27	12,69±0,13	Не измер.	13,51±0,13
Фосфаты, мг/л	90,65±0,64	147,25±0,64	675,9±1,27	Не измер.
Жиры, мг/л	Не измер.	66,35±4,45	825±57	22,5±3,7
Нефтепродукты, мг/л	Не измер.	Не измер.	6,67±0,07	18,1±0,64

Загрязненность данных стоков значительно превышает требования, предъявляемые к приему сточных вод в системы канализации населенного пункта. Высокая концентрация такого рода сточных вод, а также неравномерность их поступления приводят к перегрузке многих городских очистных сооружений и их неудовлетворительной работе.

В связи с этим в лабораторных условиях была установлена оптимальная концентрация микробиологического препарата для использования в полях фильтрации, которая составила 0,001%.

Результаты анализов проб сточных вод в течение реабилитации полей фильтрации с использованием биотехнологического решения представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты анализа сточных вод полей фильтрации

Показатели	Месяц отбора проб			Гигиенический норматив
	июль	август	сентябрь	
Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	1400.0	130.0	79	300.0
Аммонийный азот, мг/дм <sup>3</sup>	300.0	100.0	>50	1.5
Фосфаты, мг/дм <sup>3</sup>	64.44	32.97	65.3	12.0
БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	931± 84	742 ± 100	20.5	300.0
ХПК, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	1803 ± 298	790 ± 118	176	500.0
Массовая концентрация жиров, мг/дм <sup>3</sup>	20.6 ± 1.6	12.2 ± 1.7	1.2 ± 0.22	50.0

Ковалева О.В., Виноградов Д.В., Ильясов О.Р., Гогмачадзе Г.Д.  
Интенсификация процессов экологической очистки сточных вод  
.....  
**Электронный научно-производственный журнал**  
**«АгроЭкоИнфо»**  
=====

По результатам исследований отмечено, что в период с июля по сентябрь снизилась концентрация следующих загрязняющих веществ: по взвешенным веществам в 17 раз, по массовой концентрации жиров в 17 раз, по БПК<sub>5</sub> в 45 раз, по ХПК в 10 раз, что соответствует показателям гигиенического норматива. Также отмечено повышение содержания аммонийного азота, что связано с деятельностью бактерий, осуществляющих разложение органических соединений в воде. При этом возможно, белковые соединения под действием высокой концентрации бактерий разлагаются с образованием аммонийного азота в анаэробных зонах (которые всегда присутствуют).

Фосфаты в течение эксперимента стабильно возрастали. В основном, можно предположить, что присутствие фосфатов в сточной воде вызывается гибелью клеток биомассы активного ила на любом из этапов биологического окисления [25-28]. Изучение данного факта требует дальнейших исследований.

Снижение загрязнений в полях фильтрации осуществлялось за счет жизнедеятельности вводимых микроорганизмов, а также зоопланктона, усиленно развивающегося непосредственно в самом пруду в связи с образованием большого количества биогенов. Рост количества водорослей интенсифицировал процесс обмена кислорода, что положительно сказалось на жизнедеятельности микроорганизмов. Кроме того, кислород поступал не только через свободную поверхность за счет естественной, но и искусственной ежедневной аэрации, теплового массообмена (глубина пруда 0,6.. 1,4 м). Правильно подобранный гидравлический режим течения потоков жидкости в пруду-накопителе (исключение застойных зон) улучшило условия переноса кислорода в толщу воды. В свою очередь наличие кислорода улучшило процесс окисления биоразлагаемого субстрата.

На рис. 1 представлены результаты изменения состояния полей фильтрации в течение года. Отмечено существенное изменение не только по гидрохимическим показателям, а также по показателям цветности, мутности стоков полей фильтрации. Также произошло изменение его эстетического состояния, в том числе за счет механической очистки.



Рис. 1. Изменение состояния полей фильтрации

По результатам производственных исследований отмечено изменение сточных вод по запаху. Запах с очень сильного (5 баллов) в первый день наблюдений постепенно снижался до заметного (3 балла) и слабого (2 балла), что косвенно говорит о снижении выделения токсичных газов (аммиака, сероводорода) из сточной жидкости. Характер запаха по шкале - сернистый, род запаха - тухлых яиц, сероводорода. Запах по истечении времени изменился на запах естественного происхождения.

На интенсивность запаха оказывает влияние температура, рН, степень загрязненности водоема, биологическая обстановка и гидрологические условия [29-32].

Цвет воды в водоеме характеризовался от бурого до светло-коричневого и практически не изменялся на протяжении эксперимента. После удаления пленки наблюдалось некоторое осветление воды (до 5 см), что обусловлено снижением взвеси.

Динамика санитарно-гигиенических показателей полей фильтрации представлена в таблице 3.



Ковалева О.В., Виноградов Д.В., Ильясов О.Р., Гогмачадзе Г.Д.  
 Интенсификация процессов экологической очистки сточных вод  
 .....  
**Электронный научно-производственный журнал**  
**«АгроЭкоИнфо»**  
 =====

Таблица 3. Динамика санитарно-гигиенических показателей полей фильтрации

Показатель	Карта полей фильтрации (опыт)			Карта полей фильтрации (контроль)		Показатели природного водоема	Гигиенический норматив *
	до начала опыта	через месяц	через год	начало опыта	через год		
Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	462,5	79	140	68	120	3-14	300,0
ХПК, мг/дм <sup>3</sup>	12325	176	174	201	468	от долей до десятков мг	500,0
БПК <sub>5</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	68700	20,5	57	25,2	254	0,5-4	300,0
Фосфаты, мг/дм <sup>3</sup>	6,53	65,3	13	47,5	28	0,005-0,2	12,0
Жиры, мг/дм <sup>3</sup>	126	1,2	14,7	0,8	512	от сотых долей до нескольких мг	50,0
Азот аммония, мг/дм <sup>3</sup>	6,4	>50	37,1	>50	6,6	0,28-0,3	1,5

*Примечание:* \*- Постановление Правительства РФ от 29.07.2013г. № 644 «Правила холодного водоснабжения и водоотведения».

При экологической очистке пробиотическим препаратом эффективно нейтрализуются экологические последствия загрязнения и эвтрофикации водоема, восстанавливается биологическое равновесие, вода и донные отложения очищаются от органических остатков, взвешенных веществ, азота, фосфора, восстанавливается кислородный режим, понижается уровень донных отложений, многократно интенсифицируется микробиологическое самоочищение воды от вредных микроорганизмов.

### Заключение

Установлено, что применение биотехнологий для интенсификации процессов очистки сточных вод позволило, снизить концентрации: по взвешенным веществам в 17 раз, по массовой концентрации жиров в 17 раз, по БПК<sub>5</sub> в 45 раз, по ХПК в 10 раз, что соответствует показателям гигиенического норматива. Кроме того, применение данной технологии позволяет значительно снизить интенсивность запаха, что косвенно может говорить о снижении выделения токсичных газов (аммиака, сероводорода) из сточной жидкости. На основании натуральных экспериментальных и показателей производственных

Ковалева О.В., Виноградов Д.В., Ильясов О.Р., Гогмачадзе Г.Д.  
 Интенсификация процессов экологической очистки сточных вод  
 .....  
**Электронный научно-производственный журнал**  
**«АгроЭкоИнфо»**  
 =====

данных доказана целесообразность использования данного биотехнологического решения с учетом экологических требований. В технологическом процессе переработки стоков оно может быть рекомендовано как самостоятельная технологическая линия для биологической очистки или доочистки сточных вод.

В этом контексте использование микробиологических препаратов может стать эффективным решением, позволяющим не только очистить сточные воды, но и восстановить экосистему полей фильтрации. Это также может привести к улучшению экологической ситуации в регионе и повышению общей эффективности работы предприятия, что в конечном итоге отразится на его экономических показателях.

**Список использованных источников:**

1. Касимов Н.С., Кондратьев А.Д., Кречетов П.П., и др. Оценка устойчивости компонентов экосистем к техногенному воздействию как основа экологического нормирования // Экологическая безопасность ракетно-космической деятельности. - 2015. - С. 45 - 54.
2. Ковалева О.В., Санникова Н.В., Шулепова О.В. Экологичная система микробиологической очистки в животноводстве // АгроЭкоИнфо. 2019. - № 3 (37). - С. 26.
3. Хабарова Т.В., Виноградов Д.В. и др. Практикум по экологии. – Рязань: РГАТУ, 2016. – 184 с.
4. Виноградов Д.В., Ильинский А.В., Данчеев Д.В. Экология. – Рязань: ИП Жуков В.Ю., 2020. – 256 с.
5. Ильинский А.В., Виноградов Д.В., Балабко П.Н. Некоторые аспекты обоснования системы комплексного контроля при проведении мероприятий по реабилитации техногенно загрязнённых земель // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2015. – № 4(28). – С. 8-13.
6. Захарова О.А., Виноградов Д.В. Экологическое использование сельскохозяйственных культур почвозащитного севооборота в зоне техногенного загрязнения // Международный технико-экономический журнал. – 2009. – № 5. – С. 71-72.
7. Щур А.В., Виноградов Д.В., Валько В.П., Лупова Е.И. и др. Безопасность жизнедеятельности. – Могилев – Рязань: РГАТУ, 2018. – 328 с.
8. Ильинский, А. В. Экологическое обоснование способа агрохимической мелиорации почв в условиях техногенеза / А. В. Ильинский, Д. В. Виноградов, Г. Д. Гогмачадзе // АгроЭкоИнфо. – 2018. – № 1(31). – С. 18.
9. Габибов, М. А. Практикум по агрохимии / М. А. Габибов, Н. М. Троц, Д. В. Виноградов. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2022. – 222 с.

Ковалева О.В., Виноградов Д.В., Ильясов О.Р., Гогмачадзе Г.Д.  
Интенсификация процессов экологической очистки сточных вод  
.....  
**Электронный научно-производственный журнал**  
**«АгроЭкоИнфо»**  
=====

10. Дубровина О.А., Зубкова Т.В., Виноградов Д.В. Накопление микроэлементов растениями ярового рапса при использовании куриного помета и цеолита // Вестник РГАТУ. – 2020. – № 4(48). – С. 17-23.

11. Виноградов Д.В., Макарова М.П., Лупова Е.И. [и др.] Агроэкологическое действие осадка сточных вод и его смесей с цеолитом на агроценозы масличных культур // Теоретическая и прикладная экология. – 2019. – № 3. – С. 127-133.

12. Курчевский С.М., Виноградов Д.В. Улучшение малопродуктивных супесчаных дерново-подзолистых почв при внесении органо-минеральных удобрений и микробиологической добавки // Вестник РГАТУ. – 2014. – № 1(21). – С. 47-51.

13. Фадькин Г.Н., Виноградов Д.В. Роль длительности применения форм азотных удобрений в формировании урожая сельскохозяйственных культур в условиях Юга Нечерноземья // Международный технико-экономический журнал. – 2014. – № 2. – С. 80-84.

14. Pityurina I.S., Vinogradov D.V., Lupova E.I., Evsenina M.V. Using the biologization elements in potato cultivation technology // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: Mechanization, engineering, technology, innovation and digital technologies in agriculture. – Smolensk: IOP, 2021. – P. 032047.

15. Vinogradov D.V., Vysotskaya E.A., Naumtseva K.V., Lupova E.I. Features of using modern multicomponent liquid fertilizers in white mustard agrocoenosis // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 6th International Conference on Agriproducts Processing and Farming. Vol. 422. – Voronezh: Institute of Physics Publishing, 2020. – P. 012014.

16. Зубкова Т.В., Виноградов Д.В. Свойства органоминерального удобрения на основе куриного помёта и применение его в технологии ярового рапса на семена // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 1(53). – С. 46-54.

17. Соколов А.А., Лупова Е.И., Мазиров М.А., Виноградов Д.В. Влияние органоминерального удобрения на продуктивность ярового рапса в условиях Рязанской области // Владимирский земледелец. – 2020. – № 1(91). – С. 29-33.

18. Макарова М.П., Виноградов Д.В. Влияние органоминеральных удобрений на основе ОСВ и цеолита на продуктивность агроценоза ярового рапса // Вестник РГАТУ. – 2013. – № 3(19). – С. 109-112.

19. Полунина О.Н. Загрязнение водоемов средствами бытовой химии // Экология России: на пути к инновациям: межвузовский сборник научных трудов. - Выпуск 7. 2016. - С. 97-99.

20. Ерофеева Т.В., Крючков М.М., Масина Т.А., Виноградов Д.В. Агроэкологическое обоснование использования осадка сточных вод в качестве биоорганического удобрения при возделывании сельскохозяйственных культур // АгроЭкоИнфо. – 2021. – № 3(45).

21. Prisciandaro M., Vegliò F., Mazziotti Di Celso G. Development of a reliable alkaline

Ковалева О.В., Виноградов Д.В., Ильясов О.Р., Гогмачадзе Г.Д.  
 Интенсификация процессов экологической очистки сточных вод  
 .....  
**Электронный научно-производственный журнал**  
**«АгроЭкоИнфо»**  
 =====

wastewater treatment process: optimization of the pre-treatment step // Water Research. 2005. Т. 39. № 20. С. 5055-5063.

22. Щур А.В., Виноградов Д.В., Валько В.П. Влияние различных уровней агроэкологических нагрузок на биохимические характеристики почвы // Юг России: экология, развитие. - 2016. - Т. 11. № 4. - С. 139-148.

23. Кирий О.А., Колесников С.И., Зинчук А.Н. Применение бактериального препарата «Дестройл» при ликвидации загрязнений нефтепродуктами пресных водоемов // Научный журнал КубГАУ. – 2012, №83 (09).

24. Ковалева О.В., Костомахин Н.М., Лебедько Е.Я. Влияние биопрепаратов на состав осадка сточных вод молокоперерабатывающих предприятий // Аграрная наука. – 2020. – № 5. – С. 98-101.

25. Насонкина Н.Г., Маркин В.В. Производственные исследования воздействия пробиотического средства «ОКСИДОЛ» на процессы очистки сточных вод // Молодой исследователь Дона. - 2017. - №4(7). - С.69-79.

26. Сазонкин К. Д., Виноградов Д.В. Экологическая устойчивость и рациональное землепользование // Современные проблемы аграрной науки и пути их решения: Всерос. науч.-практич. конф. – Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ, 2023. – С. 134-136.

27. Ковалева О.В., Санникова Н.В., Шулепова О.В. Способ микробиологической очистки сточных вод прудов-накопителей сельскохозяйственных предприятий: № 2021100560: Заявл. 13.01.2021: Опубл. 14.04.2022 Bioresource Technology. 2010. Т. 101. № 22. С. 8599.

28. Skopina L.Yu., Demin E., Kostomakhin N.M., Kovaleva O.V. Sanitary and microbiological assessment of wastewater when using a biological treatment system // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: International Scientific and Practical Conference: Food and Environmental Security in Modern Geopolitical Conditions: Problems and Solutions. Vol. 1206. – IOP Publishing Ltd, 2023. – P. 012040.

29. Оке К., Нойман Ш., Адамс Б. Селективная очистка сточных вод и питьевой воды от фторидов при помощи хелатных ионообменных смол, допированных алюминием // Вода: химия и экология. 2013, № 6 (60). - С. 80-84.

30. Санникова Н.В., Ковалева О.В., Шулепова О.В., Гогмачадзе Г.Д. Пробиотические препараты при очистке сточных вод // АгроЭкоИнфо. – 2018, №4.

31. Pyasov O. R., Koshelev S. N., Kovaleva O. V. [et al.] Resource-saving technology for oily wastewater treatment in agro-industrial complexes // E3S Web of Conferences: International Conference “Ensuring Food Security in the Context of the COVID-19 Pandemic” (EFSC2021). Vol. 282. – Doushanbe, Republic of Tadjikistan: EDP Sciences, 2021. – P. 05004.

32. Хабарова Т. В., Виноградов Д. В., Кочуров Б. И. и др. Агроэкологическая эффективность использования осадка сточных вод и вермикомпостов в агроценозе овса посевного // Юг России: экология, развитие. - 2018. - Т. 13, № 2. - С. 132-143.

=====

Ковалева О.В., Виноградов Д.В., Ильясов О.Р., Гогмачадзе Г.Д.

Интенсификация процессов экологической очистки сточных вод

.....  
*Электронный научно-производственный журнал*  
**«АгроЭкоИнфо»**  
=====

**Цитирование:**

Ковалева О.В., Виноградов Д.В., Ильясов О.Р., Гогмачадзе Г.Д. Интенсификация процессов экологической очистки сточных вод [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2024. – № 6. – Режим доступа: [http://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/6/st\\_647.pdf](http://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/6/st_647.pdf) DOI: <https://doi.org/10.51419/202146647>.