

## ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ УТИЛИЗАЦИИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ СТОКОВ

**О. Н. Дидманидзе<sup>1</sup>, А. В. Евграфов<sup>1</sup>, Н. Н. Пуляев<sup>1</sup>,  
С. И. Харитонов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> ФГБНУ «ФНЦ Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** В данной статье рассмотрены проблемы обеззараживания и использования сточных вод животноводческих комплексов. Актуальность этой проблемы обусловлена большим количеством образующихся животноводческих стоков, что связано с переводом на бесподстилочное содержание животных с применением систем гидросмыва. Данное обстоятельство привело к серьезному обострению проблемы охраны окружающей среды: нитратному и микробному загрязнению почв, воздуха, поверхностных и грунтовых вод, поскольку аграрный сектор занимает значительное место в экономике страны и имеется большое количество животноводческих комплексов. Микробное и общее загрязнение в районе расположения таких комплексов во много раз превышает естественный фон.*

***Ключевые слова:** животноводческие стоки, животноводческие комплексы, патогенная микрофлора, гидролиз, обеззараживание, технология обработки, жидкая фракция, экология.*

## TECHNICAL MEANS FOR THE ENVIRONMENTALLY SAFE DISPOSAL OF LIVESTOCK WASTE

**O. N. Didmanidze<sup>a</sup>, A. V. Evgrafov<sup>a</sup>, N. N. Pulyaev<sup>a</sup>,  
S. I. Kharitonov<sup>b</sup>**

<sup>a</sup> Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

<sup>b</sup> Russian Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering and Melioration named after A. N. Kostyakov, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** This article discusses the problems of disinfection and use of wastewater from livestock complexes. The urgency of this problem is due to the large number*

*of livestock effluents generated, which is associated with the transfer to bespoke animal husbandry using hydraulic washing systems. This circumstance has led to a serious aggravation of the problem of environmental protection: nitrate and microbial pollution of soils, air, surface and groundwater, since the agricultural sector occupies a significant place in the country's economy and there are a large number of livestock complexes. Microbial and general pollution in the area of the location of such complexes is many times higher than the natural background.*

**Keywords:** *livestock runoff, livestock complexes, pathogenic microflora, hydrolysis, disinfection, processing technology, liquid fraction, ecology.*

Перевод животноводства на промышленную основу обусловил появление новой проблемы сбора, удаления, хранения, обеззараживания и использования сточных вод животноводческих комплексов и ферм промышленного типа [5].

Важность этой проблемы с точки зрения охраны окружающей среды обусловлена: большим количеством образующегося навоза и навозных стоков (более 1,2 млрд м<sup>3</sup> в год), высокой концентрацией органических веществ в них и значительной санитарно-эпидемической опасностью. Для крупных хозяйств объем жидких стоков подлежащих утилизации составляет от 100 до 1500 куб. м в сутки.

Принято, что навоз влажностью до 90 % является полужидким, более 95 % – жидким, а свыше 95 % – навозные сточные воды [6]. К животноводческим стокам относится жидкая фракция, получаемая после разделения животноводческих стоков.

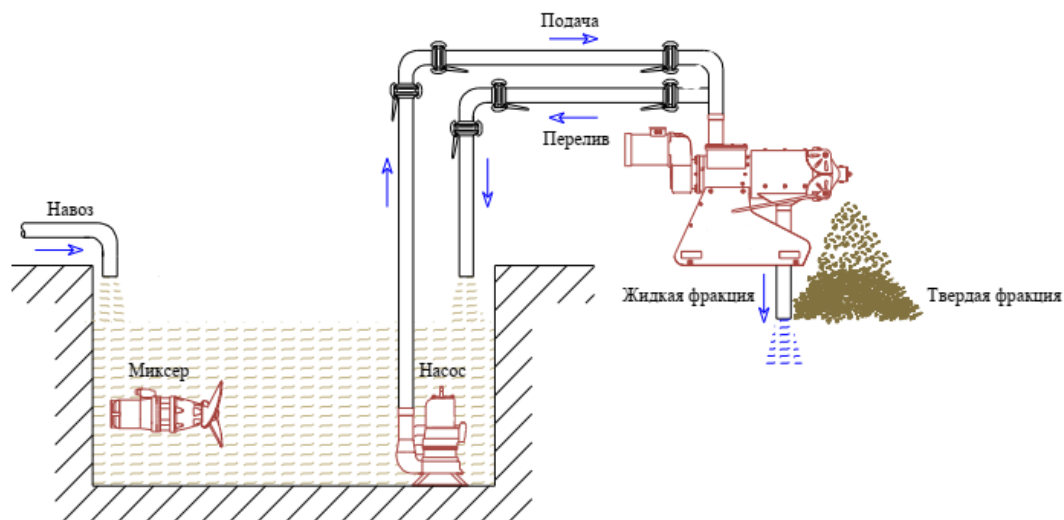
Существуют различные технологии подготовки сточных вод. Наиболее распространенными являются: разделение на твёрдую и жидкую фракции (рисунок 1).

Технология обработки животноводческих стоков с разделением на твёрдую и жидкую фракцию обычно применяется для уменьшения затрат на хранение.

Состав животноводческих стоков зависит от способа содержания животных, поголовья, возраста и вида, рационов кормления и других условий.

Эпидемическая опасность навозных стоков животноводческих комплексов состоит не только в наличии патогенных микроорганизмов и их высокой концентрации, но и длительных сроках выживаемости, до 4-х месяцев. В холодное время даже более

длительный период выдерживания стоков не обеспечивает их полной дегельминтизации.



**Рисунок 1 – Технология обработки животноводческих стоков с разделением на твёрдую и жидкую фракцию**

Биологическая дегельминтизация жидкой фракции свиного навоза осуществляется выдерживанием в секционных прудах-накопителях (рисунок 2):

- в весенне-летний период – не менее 6 месяцев;
- в период осеннего накопления – в течение 9 месяцев [1].

Ситуация, когда навозохранилища заполнены на 80...100 %, не оборудованы площадки для хранения навоза, территории ферм занавожены, является типичной для большинства хозяйств. Что приводит к загрязнению прилежащих рек и озер (в т.ч. которые входят в систему водозабора), грунтовых вод. Ситуация крайне обостряется во время паводка и ливневых дождей, когда уровень рек и грунтовых вод резко поднимается.

При поступлении в водоемы отходов животноводства, изменяются химический состав и физические свойства воды, растительный и животный мир водоемов. В поверхностных водоемах при возрастании количества азота до 2,0 мг/л и фосфора до 0,25 мг/л начинается бурное развитие водорослей, а концентрация аммиака в 1 мг/л вызывает гибель рыбы. При попадании в проточные водоемы патогенной микрофлоры она может переноситься на расстояние до 200 км [2, 3].



**Рисунок 2 – Пруды-накопители**

Внесение сточных вод в почвы лугов и пастбищ загрязняет растения возбудителями болезней. Пробы травы и сена с заливных лугов содержат патогенные микроорганизмы даже спустя 8 месяцев после последнего внесения.

При внесении в почву инфицированных стоков возбудители инфекции проникают в почву на глубину 1,5 м и выживают в ней и на растениях в течение всего вегетационного периода [4].

Для обеззараживания сточных вод животноводческих комплексов разработан узел обеззараживания, принцип работы которого основан на электролизе.

Во время обработки воды (электрическим током) все молекулярные структуры распадаются на ионы. Вода насыщается высокоактивными веществами – окислителями и восстановителями. Под действием электрического тока, а также высокоактивных окислителей и восстановителей, происходит деструкция микроорганизмов всех видов и форм. В результате происходит гибель и

разложение бактерий, спор, грибов микроорганизмов на простые вещества (в частности, на воду, углекислый газ).

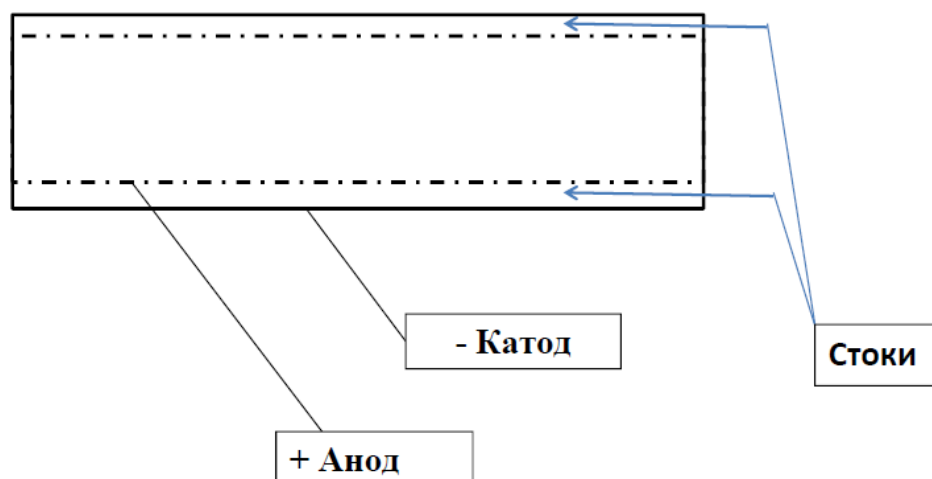
В процессе электролизного обеззараживания воды микроорганизмы нейтрализуются воздействием гипохлорита натрия, озона, перекиси водорода и других химических элементов и соединений, которые выделяются и образуются на электродах установки при пропускании через жидкость постоянного электрического тока. Источником «сырья» для получения всех перечисленных веществ являются содержащиеся в любой неочищенной воде соли, а также составляющие её водород и кислород.

Обеззараживание воды достигается за счет следующих физико-химических процессов:

во-первых, за счет сильного обеззараживающего эффекта постоянного электрического тока;

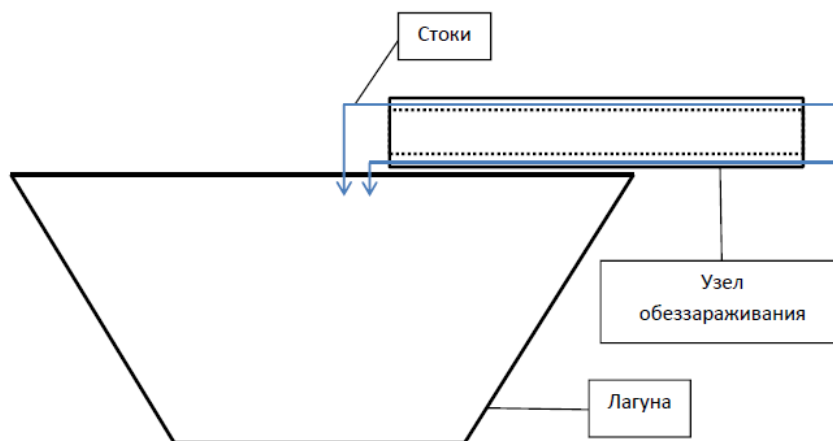
во-вторых, за счет химического воздействия на бактерии, вирусы, зоо- и фитопланктон сильных окислителей, таких как перекись водорода, озон, атомарный кислород.

Конструкция узла обеззараживания приведена на рисунке 3. Принцип работы основан на покачивании животноводческих стоков между конструктивными элементами, представляющими собой катод и анод.



**Рисунок 3 – Конструкция узла обеззараживания**

При проведении исследований узел обеззараживания располагался на входе в лагуну (рисунок 4). Такое расположение позволяет сократить время карантина животноводческих стоков.



**Рисунок 4 – Расположение узла обеззараживания**

В таблице 1 представлены результаты работы узла обеззараживания, из которых видно, что после обработки наблюдалось полное уничтожение патогенных микроорганизмов. Мощность электрического тока, во время проведения эксперимента, составляла 60 Вт.

**Таблица 1 – Результаты обеззараживания животноводческих стоков**

№ п/п	Наименование показателей	Содержание до обработки	Содержание после обработки
1	Термотолерантные колиформные бактерии (ТКБ)	выделены $8,4 \times 10^{12}$ КОЕ в 100 мл	не выделено
2	Общие колиформные бактерии (ОКБ)	выделены $8,4 \times 10^{12}$ КОЕ в 100 мл	не выделено
3	Колифаги	не выделены	не выделено
4	Патогенные энтеробактерии	не обнаружены	не обнаружено

**Таблица 2 – Затраты на обеззараживание животноводческих стоков**

№ п/п	Наименование	Количество
1	Поголовье свиней, тыс. голов	50
2	Суточный объем жидких стоков, м <sup>3</sup> /сут.	900
3	Затраты электроэнергии на обработку 1 м <sup>3</sup> жидких стоков, кВт*час	0,026
4	Тариф электроэнергии для малых предприятий и ИП в месяц на сентябрь 2023 г. (Атомэнергосбыт, Тверская обл.), руб./кВт*час с НДС	9,93
5	Стоимость обеззараживания в год, руб.	83650,32

Стоимость такого способа обеззараживания на 50 тыс. голов свиней составит 83650,32 руб. год в ценах 2023 года (таблица 2).

### **Преимущества узла обеззараживания:**

1. Не образует высокотоксичных веществ, включая канцерогенные, мутагенные в отличие от хлорирования.
2. Не происходит репарации (фотореактивации) под действием солнечного света микроорганизмов после обработки, не зависит от прозрачности обрабатываемых жидких стоков, по сравнению с УФО.
3. Экономически эффективный по сравнению с озонированием.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. ГОСТ 17.1.2.03-90 Охрана природы. Гидросфера. Критерии и показатели качества воды для орошения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Data2/1/4294835/4294835642.pdf?ysclid=lu4b2xvin3301415734>.
2. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водоемов организация госсанэпиднадзора за обеззараживанием сточных вод. Методические указания. МУ 2.1.5.800-99 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://10.rospotrebnadzor.ru/upload/medialibrary/063/mu-2.1.5.800\\_99.pdf?ysclid=lu4b0yjo51762399541](https://10.rospotrebnadzor.ru/upload/medialibrary/063/mu-2.1.5.800_99.pdf?ysclid=lu4b0yjo51762399541).
3. САНПИН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573500115?ysclid=lu4aym65r223909450>.
4. ГОСТ 34786-2021 «Вода питьевая. Методы определения общего числа микроорганизмов, колиформных бактерий, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* и энтерококков» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200181561?ysclid=lu4b434koi399933367>.
5. Санитарно-микробиологический санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов. Методические указания МУК 4.2.1884-04) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200039680?ysclid=lu4b4z7p76893529992>.
6. Методические рекомендации по проектированию систем удаления, обработки, обеззараживания, хранения и утилизации навоза и помета РД-АПК 1.10.15.02-17 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/a56/a5693aed3e51c77b39aec17bd77b88d0.pdf?ysclid=lu4b64dhsm728917744>.

***Об авторах:***

**Дидманидзе Отари Назирович**, заведующий кафедрой тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), академик РАН, доктор технических наук, профессор, didmanidze@rgau-msha.ru.

**Евграфов Алексей Владимирович**, доцент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), доктор технических наук, labpoliv@list.ru.

**Пуляев Николай Николаевич**, доцент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат технических наук, доцент, pulyaev@rgau-msha.ru.

**Харитонов Станислав Игоревич**, старший научный сотрудник ФГБОУ «ФНЦ Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Большая Академическая, д. 44, корп. 2), s9169645595@yandex.ru.

***About the authors:***

**Otary N. Didmanidze**, head of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), academician of the Russian Academy of Sciences, D.Sc. (Engineering), professor, didmanidze@rgau-msha.ru.

**Alexey V. Yevgrafov**, associate professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), labpoliv@list.ru.

**Nikolay N. Pulyaev**, associate professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), pulyaev@rgau-msha.ru.

**Stanislav I. Kharitonov**, senior researcher, Russian Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering and Melioration named after A. N. Kostyakov (127434, Russian Federation, Moscow, Bolshaya Akademicheskaya str., 44, building 2), s9169645595@yandex.ru.