

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ
(ФГБНУ ВНИИОЗ)

РАССМОТРЕНЫ
и одобрены на заседании
учёного Совета ФГБНУ
ВНИИОЗ 18 мая. 2023 г.
Протокол №7



УВЕРЖДАЮ
Директор ФГБНУ ВНИИОЗ,
член-корр. РАН, д-р техн. наук
А.Е. Новиков
2023 г.

РЕКОМЕНДАЦИИ

К ВНЕДРЕНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ НИР ПО ТЕМЕ:
«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ
ВНЕСЕНИЯ СТОКОВ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ С
РАЗРАБОТКОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ ЕЁ СНИЖЕНИЯ В
УСЛОВИЯХ АРИДНОГО КЛИМАТА ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ С
ПОВЫШЕНИЕМ ПЛОДОРОДИЯ И ПРОДУКТИВНОСТИ ОРОШАЕМЫХ
ЗЕМЕЛЬ»

(выполнены в соответствии с государственным научным грантом
Волгоградской области за 2022-2023 гг.)

Волгоград 2023

Целью представленных «Рекомендаций...» является тиражирование для внедрения разработанного мелиоративного комплекса для внутрипочвенного внесения животноводческих стоков при обосновании влияния технологий внесения побочных продуктов животноводства (навозные стоки) на плодородие и санитарно-гигиеническое состояние почв сельскохозяйственного назначения и практического исследования возможности уменьшения эмиссии парниковых газов в посевах сельскохозяйственных культур.

Сельскому хозяйству России для борьбы с климатическими изменениями необходимо, с одной стороны, обеспечить сокращение выбросов парниковых газов посредством инновационных сельскохозяйственных технологий и увеличения поглотителей углерода, с другой стороны, адаптироваться к негативным последствиям, используя потенциальные выгоды. Достигнуть поставленных целей позволит изменение методов ведения сельского хозяйства, а именно, использование таких практик, как ресурсосберегающее земледелие, органическое и регенеративное или восстановительное сельское хозяйство.

Результаты исследований данной темы, как в зарубежной, так и в отечественной научной литературе, оценивающих эмиссию и потребление парниковых газов различными типами почв, в зависимости от вида сельскохозяйственного использования, технологий внесения минеральных и органических удобрений, носят фрагментарный характер, а влияние технологий использования животноводческих стоков, как возможных источников и объектов их стока, не изучено.

Объектом исследования являются навоз различной «спелости» и жидкие животноводческие стоки, образующиеся на крупных животноводческих комплексах с гидравлическим способом удаления навоза.

Аналитический обзор литературы показал незначительное число данных, особенно в отношении эмиссии парниковых газов почвами и их замеры в полевых условиях с использованием камерных систем и различного

рода газоанализаторов. Кроме того, очевиден недостаток информации о эмиссии парниковых газов почвами, занятыми разнообразными сельскохозяйственными культурами.

Актуальность необходимости внедрения результатов исследования. Животноводческие сточные воды (ЖСВ) представляют собой смесь экскрементов животных с различными включениями, остатками корма, технической водой, землей, песком. Они содержат минеральные, органические и биологические загрязнители в твердом, взвешенном и растворенном состояниях, которые при попадании в гидрографическую сеть ухудшают физико-химические свойства воды и вызывают гибель фауны, образуют на водной поверхности стойкое скопление пены, чем снижают способность воды к самоочищению и угнетают водную растительность, а болезнетворные бактерии, возбудители инфекций и вирусы способны вызывать массовые инфекционные заболевания.

На крупных комплексах в результате концентрации большого поголовья животных на ограниченных площадях и их бесподстильного содержания, образуются большие массы жидкого навоза и навозных стоков, которые в зависимости от вида животных и системы навозоудаления составляют от 250 до 300 т в сутки (от 90 тыс. до млн. т в год). Эти высококонцентрированные по органическим и минеральным веществам сточные воды имеют к тому же высокую бактериальную обсемененность. Известно, что количество загрязнений, образующихся на комплексах, эквивалентно загрязнениям, поступающим в окружающую среду от крупных городов. Например, содержание загрязнений в стоках от комплекса на 10 тыс. голов КРС и от комплекса на 108 тыс. голов свиней эквивалентно загрязнениям от города с населением 160 тыс. и 2,2 млн. жителей, соответственно.

Крупные животноводческие комплексы и птицеводческие фермы России в количестве около 2300 производят ежегодно до 1 млрд. м³ навозосодержащих сточных вод.

Хранение, обезвоживание и утилизация огромных количеств жидкого навоза является серьезной гигиенической и экологической проблемой.

Молоко и мясо являются видимой для покупателя продукцией животноводства, а невидимая – навоз. Он же и важнейший источник сохранения и восстановления плодородия почв. Почвы с высоким уровнем плодородия позволяют получать высокие урожаи и обеспечивают противостояние неблагоприятным погодным условиям. Навоза производится гораздо больше, чем основной товарной продукции (молока и мяса) – на каждый литр молока производится 4 кг экскрементов, на 1 кг свиного мяса – 11 кг, на 1 кг говядины – 30 кг, и это без учёта объёма подстилки или воды для гидросмыва. По литературным данным как минимум половина получаемого в стране навоза не утилизируется, в то время как потребности сельскохозяйственного производства в органических удобрениях как минимум в два раза больше его годового выхода. Неиспользованный навоз становится источником загрязнения почвы, воды и воздуха. Ежегодная упущеная выгода неэффективного использования ресурсов навоза оценивается специалистами примерно в 165 млрд. рублей.

Это объясняется отсутствием мотивации у сельхозтоваропроизводителей, которые материально не заинтересованы как в создании высокоэффективных технологий утилизации навоза, обеспечивающих повышение плодородия почв и защиту окружающей среды от загрязнения, так и в получении органической продукции животноводства и растениеводства. Кроме того, современные технологии подготовки навоза к использованию не в полной мере отвечают экологическим, энергетическим и экономическим показателям.

Необходимость внедрения представленных Рекомендаций основана на следующих факторах:

1. Животноводство является одним из важных факторов изменения климата. Из-за особенностей пищеварения жвачные животные выделяют около 20 граммов метана на каждый килограмм съеденного корма. Таким

образом, 1,5 млрд обитающих на Земле коров влияют на климат так же, как 10 % выбросов от сжигания ископаемого топлива. Необходима разработка технологий для получения углеродного баланса.

2. Продукты жизнедеятельности животных (кал, моча), а также сточные воды, образующиеся при бесподстиloчном содержании животных в крупных комплексах, являются источником бактериального заражения почв и сопрягающих агроландшафтов. Требуются не дорогие, но эффективные технологии санитарно-гигиенической защиты.

3. Необходимость повышения плодородия почв внесением органических удобрений, способствующих повышению урожайности сельскохозяйственных культур, но хранящиеся на прифермских территориях.

4. Отсутствие технических средств внесения животноводческих стоков под растительный слой почвы, обеспечивающих их почвенную очистку до 99 %, накопление углерода и органического вещества, сокращение эмиссии парниковых газов.

Широкое внедрение использования бесподстилочного навоза и жидких стоков сдерживается недостаточной изученностью влияния и взаимодействия на растения, почву и орошаемые ландшафты следующих особенностей:

1. наличие в сточных водах различных ингредиентов, непостоянство их разнообразия и химического состава;
2. непрерывность поступления стоков от вододателя;
3. санитарно-гигиеническая проблема использования, которая вызывает необходимость проведения соответствующей подготовки ЖСВ;
4. изменение принципов проектирования поливного режима;
5. дополнительные требования к структуре оросительных систем;
6. изменение технических характеристик оросительной техники;
7. более тщательное изучение природных условий орошаемых массивов;
8. специфика подбора травосмесей и выращиваемых культур;

9. динаминость изменения водно-физических и агрохимических свойств почвы;
10. проведение дополнительных агротехнических и агроландшафтных мероприятий;
11. соответствующие ограничения в использовании урожая.

Животноводческие стоки представляют собой смесь экскрементов животных, остатков корма с питьевой и технологической водой, песком, землей и другими посторонними включениями. Питательную ценность их как удобрений определяют экскременты животных. Выход экскрементов обычно устанавливают по нормативам суточного выделения кала и мочи различными группами животных либо по количеству сухого вещества корма, расходуемого в год. Суточный выход экскрементов (кг) от одного животного на свиноводческом комплексе (ОНТП 17...81): свиноматки - 8,8...15,3; - хряки 11,1; поросята отъемыши - 2,4; свиньи на откорме и ремонтный молодняк - 3,5...6,6. Объем животноводческих стоков зависит от объема технологической воды, используемой при удалении навоза. Объем такой воды может в 2...6 раз превышать выход экскрементов и определять технологии переработки и использования стоков. Влажность жидкого навоза составляет обычно 90...94 %, а стоков 94 % и более.

Классификация навоза и животноводческих стоков по удобрительной ценности приведена в таблице 1. При такой классификации учитывали, что при разбавлении смеси экскрементов вводов содержание питательных элементов уменьшается согласно зависимости:

$$K = (K_1 W_1 + K_2 W_2) / (W_1 + W_2), \quad (1)$$

где K – концентрация расчетного элемента, $\text{кг}/\text{м}^3$; K_1 - концентрация элемента в смеси экскрементов, $\text{кг}/\text{м}^3$; K_2 – концентрация в воде, используемой для смыва и разбавления, $\text{кг}/\text{м}^3$; W_1 – объем смеси

экскрементов, м³; W₂ – объем воды, используемой для смыва или разбавления, м³.

Кроме основных элементов питания растений, животноводческие стоки содержат значительное количество микроэлементов: бора – до 20 мг/кг, марганца – 200, кобальта – 1, меди – 16; цинка – 96, сухого вещества молибдена – 2 мг/кг.

Таблица 1 – Классификация навоза и животноводческих стоков по удобрительной ценности (данные В.И. Сурнина)

Степень разбавления навоза и стоков	Способ уборки	Содержание сухого вещества, %	Средний состав, %			Удобрительная ценность
			N	P	K	
Навоз:						
бесподстилочный (неразбавленный)	Механический	10,00	<u>0,500*</u>	<u>0,180</u>	<u>0,520</u>	Высокая
жидкий (с небольшим количеством воды)			0,450	0,140	0,550	
слаборазбавленный жидкий	Гидросплав	5,00	<u>0,250</u>	<u>0,090</u>	<u>0,260</u>	«
среднеразбавленный жидкий			0,230	0,070	0,270	
сильноразбавленный жидкий	Гидросмыв	2,50	<u>0,120</u>	<u>0,050</u>	<u>0,130</u>	Средняя
«			0,110	0,040	0,130	
«	«	1,20	<u>0,060</u>	<u>0,020</u>	<u>0,070</u>	«
«			0,050	0,020	0,070	
«	«	0,60	<u>0,030</u>	<u>0,010</u>	<u>0,040</u>	«
«			0,030	0,010	0,030	
Стоки:						
слаборазбавленные	«	0,30	0,15	0,050	0,020	Низкая
среднеразбавленные			0,15	0,008	0,002	
сильноразбавленные			0,07	0,004	0,001	

*В числители дан состав навоза, полученного со свиноводческих комплексов, в знаменателе - с комплексов крупного рогатого скота.

Суточный выход стоков определяется по формуле:

$$Mc = M_{\mathcal{E}} + BT + K + 3 \quad (2)$$

где $M_{\mathcal{E}}$ - количество экскрементов, поступающих в систему навозоудаления в сутки, кг; BT - количество технологической воды, поступающей в систему навозоудаления, кг; K - количество кормов, кг; Z - количество посторонних включений, кг.

При использовании сточных вод и животноводческих стоков для орошения необходимо соблюдать научно обоснованные технологии и обязательно выполнять специальные природоохранные мероприятия.

Допустимую концентрацию общего азота, фосфора и калия рекомендуют определять по формуле:

$$C = (100 \cdot B) : (Q \cdot K), \quad (3)$$

где: B - средневзвешенная по севообороту величина выноса с урожаем общего азота, фосфора и калия, кг/га. Определяется путем умножения планируемой урожайности на норматив выноса веществ с 1 т люцерны. Q - средневзвешенная по севообороту оросительная норма нетто, мм K , - коэффициент усвоения общего азота, фосфора и калия, для почв с низкой обеспеченностью.

Согласно требованиям, допустимая концентрация в оросительной воде общего азота - 92,86 мг/л; фосфора - 25,00 мг/л; калия - 53,57 мг/л.

Содержание микроэлементов и тяжелых металлов в количествах, не превышающих предельно допустимых концентраций для воды хозяйственно-питьевого водопользования, позволяет использовать такие сточные воды в целях орошения без ограничений. Допускается увеличение предельно допустимых концентраций с учетом коэффициента разбавления оросительной нормы сточных вод за счет впитывающихся в почву атмосферных осадков.

С учетом этого определение допустимой концентрации микроэлементов проводится по формуле:

$$M_{\mathcal{E}} = \frac{\text{ПДК}_{\mathcal{E}} \cdot \mathcal{E}T_{\mathcal{E}}}{M_c} \quad (4)$$

где: Смэ - допустимая концентрация в поливной воде, мг/л;

ПДК \mathcal{E} - предельно допустимая концентрация хозяйственно питьевого использования, мг/л;

Мс - средневзвешенная по севообороту оросительная норма, мм.

ЭТ - эвотранспирация, мм.

$$\mathcal{E}T = M_c + P_v \quad (5)$$

Допустимые концентрации в оросительной воде:

Са — 5,1 мг/л; Na-291,43 мг/л; Mg - 29,14 мг/л, что равно соответственно 0,255; 12,68; 2,408 мг экв/л. При данных расчетных концентрациях SAR = 9,9 осолонцевание почвы не произойдёт, так как выполняется условие - SAR<10.

Учитывая сложный физико-химический состав животноводческих стоков, отсутствие закономерностей их формирования во времени и в пространстве, специфике кормления на комплексах и значимость их воздействия на почву, возникает необходимость постоянного мониторинга и оценки пригодности их перед использованием.

Процесс оценки пригодности животноводческих стоков к использованию достаточно трудоёмок и продолжителен, но он необходим для исключения рисков загрязнения почв, растительности, поверхностных и грунтовых вод. В связи с этим необходимо создание базы данных и разработка программного обеспечения.

В процессе исследования разработана «Программа для расчета пригодности животноводческих сточных вод при внутрипочвенном орошении». Программа предназначена для блока химического анализа, установленного на выходе стоков из животноводческого комплекса и обеспечивающего дискретный анализ их химических свойств. Исходными

данными для программы являются сведения о суммарном содержании токсичных солей без учета сульфата кальция и солей, содержащих ионы K^+ , NH_4^+ и PO_4^{3-} , наименьшая влагоемкость почвы слоя 0 - 50 см, среднемноголетняя средневзвешенная по севообороту оросительная норма, сведения о наименьшей влагоемкости тяжелосуглинистых почв в слое 200 мм и допустимую концентрацию суммы токсичных солей в аридных условиях, сведения о среднемноголетних годовых осадках, используемых растениями (рис.1).

Оперативные данные вводятся по мере получения данных о химическом составе животноводческих стоков, условно-постоянные значения берутся из базы данных, причем они доступны для корректировки в любой момент времени.

Интерфейс программы основан на концепции графического пользовательского интерфейса, прост в использовании и включает общеупотребительные элементы управления, такие как меню, окна ввода и кнопки. Все необходимые результаты и выводы доступны оператору при минимуме действий с его стороны.

Программа создана с использованием популярного языка Python и его библиотек, поэтому ее поддержка и развитие не требуют больших финансовых затрат.

Программа может использоваться в лабораториях, диспетчерских пунктах, пунктах подготовки животноводческих стоков для внутрипочвенного внесения, для увеличения степени автоматизации производственного процесса и повышения производительности труда операторов станций подготовки животноводческих стоков.

Функциональные возможности программы. При работе комплекса блок циклически, на основе анализа химического состава концентрированных животноводческих стоков на выходе из комплекса, и их расхода, вычисляет суммарное содержание токсичных солей и сравнивает с допустимыми значениями, формирует архив данных и предупреждает

операторов станций подготовки стоков о возникновении критической ситуации.

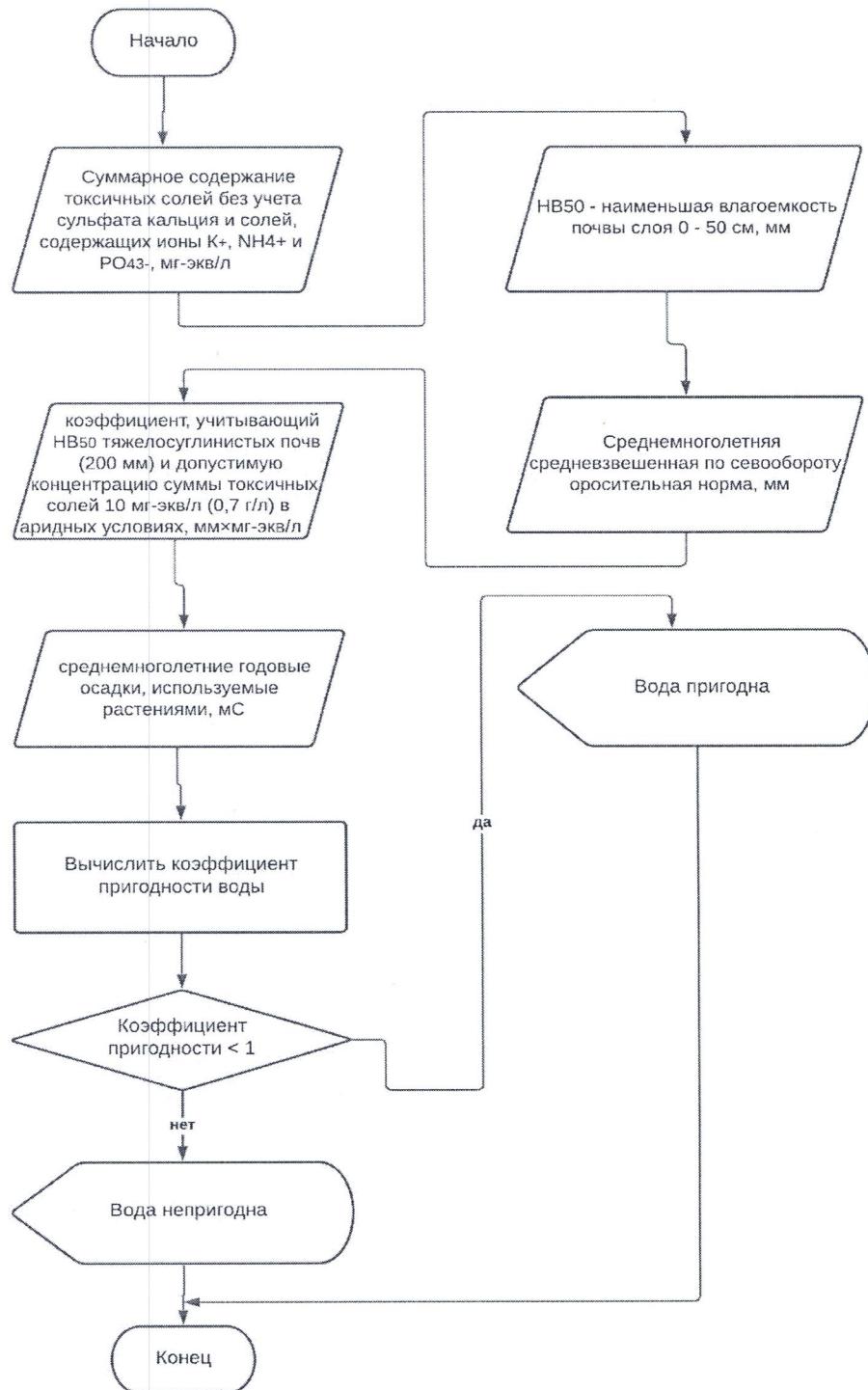


Рисунок – Блок-схема программы для расчета пригодности животноводческих сточных вод при внутриводном орошении

При критическом повышении химического состава сверх предельно допустимых концентраций программа формирует сообщение опасности для

принятия своевременного решения изменения технологии подготовки стоков для внутрипочвенного внесения.

Программа прошла Государственную регистрацию программ для ЭВМ № рег. 2023619570, дата 12.052023 г, дата опубликования 12.05.2023 г.

Заинтересованные юридические и частные лица могут воспользоваться программой с нашего согласия на основании лицензионного договора.

Наиболее прогрессивным способом орошения с использованием животноводческих сточных вод является внутрипочвенное орошение.

Внутрипочвенное внесение полуперепревшего навоза и внутрипочвенное внесение жидких стоков относятся к перспективным и эффективным способам. Сущность такого способа орошения сводится к восполнению дефицита почвенной влаги путем подачи оросительной воды по специально проложенным в корнеобитаемом слое водоводам – увлажнителям. Подача воды к контуру увлажнения почвы осуществляется с помощью гончарных, пластмассовых и других труб, нарезаемых в минеральном грунте кротовин или специально устроенных машин. Трубчатые увлажнители на орошающем поле прокладывают на расстоянии 1...1,2 м друг от друга при поливе овощей, 1,8...2,5м – садов и виноградников. Внутренний диаметр труб внутрипочвенных увлажнителей принимают 6...10см. При непрерывной подаче воды в почву в соответствии с потреблением ее посевами и насаждениями диаметр труб увлажнителей может быть уменьшен до 5...6 мм. Длина труб – увлажнителей зависит от уклона местности, режима орошения и принятых элементов техники полива и составляет 100...300 м.

Такой способ внесения навоза и распределения воды предотвращает контакт ее с воздушной средой и вегетативной массой растений. Следовательно, оптимизация водного и воздушного режимов почвы не сопровождается образованием почвенной корки и разрушением структуры почвы. Отсутствие на поверхности поля оросительной и поливной сети создает при этом способе орошения благоприятные условия для применения

механизированных технологий возделывания сельскохозяйственных культур и других видов работ. А ВПО хорошо поддается автоматизации распределения воды и проведения полива, а отсутствие контакта с поливной водой существенно улучшает санитарно-гигиенические условия труда при проведении поливов коммунально-бытовыми, животноводческими и другими сточными водами.

Недостатки внутрипочвенного орошения: высокие капитальные вложения на строительство; дефицит в сравнительно недорогих трубках для внутрипочвенных увлажнителей; отсутствие специальных машин и механизмов для выполнения всего цикла работ по строительству систем внутрипочвенного орошения.

Преимущества - существенное снижение потерь элементов питания за счет уменьшения испарения аммиачного азота и лучшей его усвоемости растениями, уменьшение загрязнения окружающей среды и устранение запаха в сравнении с поверхностным способом внесения

Факторы, оказывающие влияние на эмиссию парниковых газов.

Согласно исследованиям Д. Москуэра с др., и эмиссия и сток парниковых газов из почв является результатом различных микробиологических процессов, которые, в свою очередь, зависят от факторов, определяющих рост и условия развития микроорганизмов. К таким факторам можно отнести газовый состав почвенного воздуха и содержание кислорода в нем, температуру почвы, влажность, плотность сложения, содержание минерального азота и органического вещества, а также рН. Результатами многих экспериментов подтверждается, что различные агротехнологии, виды землепользования, агрохимические способы повышения плодородия почв и различные виды обработок почвы оказывают влияние на среду обитания микробиологических сообществ, тем самым воздействуя на эмиссию или сток парниковых газов.

В зависимости от почвы и ее физико-химических показателей может меняться и поведение парникового газа в ней. Так, сильное влияние на

эмиссию закиси азота из минеральных почв оказывает температура, содержание нитратной и аммиачной форм азота и доля почвенных пор, занятых водой. В сельскохозяйственных почвах постоянно происходит пополнение доступного азота за счет внесения минеральных и органических удобрений, что в свою очередь приводит к высоким эмиссиям закиси азота из почв.

Ландшафт также играет существенную роль в эмиссии парниковых газов, в особенности закиси азота. Эксперименты подтверждают, что эмиссия закиси азота из почв, располагающихся в депрессиях рельефа, выше, чем из почв возвышенностей. Почвы низинных участков рельефа накапливают больше органического вещества и обычно являются более влажными (имеют большее количество пор, занятых водой), по сравнению с почвами возвышенностей, что служит основой для более высокой микробиологической активности и минерализации вносимых азотных удобрений.

Исследование содержания CO₂ на модельном мелкоделяночном вегетационном опыте проводилось при температуре воздуха 27,4 °C и относительной влажности воздуха 57 %.

Замеры CO₂ в бурте хранения полуперепревшего навоза показали его содержание в 7,36 %. Исходное содержание CO₂ над поверхностью стоков в пруду-накопителе (лагуна) жидких животноводческих стоков составляло ≥10 % (предел измерения прибора).

Главными источниками газовой фазы являются атмосферный воздух и газы, образующиеся в самой почве. Химический состав почвенного воздуха тесно связан с атмосферным, так как идет постоянный газообмен, но количественный показатель составляющих газов отличается, что обусловлено и физическими свойствами самой почвы. В результате дыхания микроорганизмов и корней растений почвенный воздух обычно намного богаче углекислым газом и беднее кислородом. Состав его зависит и от

температуры, что показано на контрольном варианте в посевах озимой пшеницы (табл.1).

Таблица 2 – Зависимость содержания элементов почвенного воздуха (%) от температуры

Вариант	Температура, $^{\circ}\text{C}$	CO_2	O_2
Контроль без технологий	10	1,637	0,088
	15	1,419	0,083
	20	0,988	0,078

Анализ полученных данных указывает на отсутствие значимых закономерностей в распределении CO_2 по слоям почвы, что обуславливается чувствительностью микробиологической деятельности почвенных бактерий к внешним и внутренним факторам среды. Однако необходимо отметить, что глубокое, 0,20...0,45 м, заложение СВН и П/ПН на показало заметного увеличения CO_2 , что необходимо связать с температурой нижних слоёв почвы. Мелкое заложение несколько активизировало выработку углекислого газа на фоне более высоких температур. Более активно процесс выделения газа наблюдался при поверхностном внесении жидких стоков, который был замечен на всей глубине промачиваемого слоя, при этом его концентрация доходит до уровня ПДК, что делает этот вариант опасным к применению. Внутрипочвенное внесение, когда верхний слой почвы (3...5 см) не увлажняется, обеспечило максимальную биологическую активность в толще от 0,10 м, что можно объяснить периодами увлажнения-иссушения данной зоны, что провоцирует повышение активности микроорганизмов. В ходе исследования метан не обнаружился.

Таким образом, через 30 дней проведения опыта технология внутрипочвенного внесения подготовленных сточных вод показала наилучшую, на 45,5 %, тенденцию к урожайности зелёной массы.

На основании данных по исходным агрохимическим и водно-физическим свойствам почвы (табл. 3.2), можно сделать вывод, что светло-каштановые почвы опытного участка имеют недостаточное количество питательных веществ в доступной для растений форме, чтобы удовлетворить потребность в минеральных элементах необходимых для формирования эффективной урожайности.

В связи с этим, для улучшения условий минерального питания и водно-воздушного режима светло-каштановых почв необходимо вносить расчетные дозы удобрений, в соответствии с планируемой урожайностью и выносом основных питательных веществ с урожаем. Использование питательных элементов их животноводческих стоков позволяет уменьшить объём минеральных удобрений и обеспечить растения элементами питания в более доступной форме.

Наиболее равномерно гумус распределён на технологии внутрипочвенного внесения жидких стоков.

Санитарно-гигиенические показатели технологий внесения

Животноводческие фермы являются одними из наиболее интенсивных источников гельминтогенного загрязнения окружающей среды.

Доказано, что гельминты, попадая в почву, отмирают. Однако продолжительность их выживания может составлять 7...10 лет. В различные сезоны года оставались жизнеспособными 90 % яиц аскарид, 80 % яиц власоглавов, 70 % яиц дифиллотриид, 70 % яиц описторхисов. Увеличение числа поливов до 4...6 за вегетационный период сокращает межполивные периоды, в течение которых почва не успевает самоочиститься, и каждый новый полив поставляет новые жизнеспособные яйца гельминтов, что приводит к загрязнению пахотного слоя почвы.

При внутрипочвенном способе внесения на глубине от 17 до 35 см почва является сильно загрязненной по бактериологическим показателям, за границами данной зоны, шириной 7-12 см располагается зона незначительного загрязнения, где показатели коли-титр и титр протея

составляют 0,4...0,04. Верхние горизонты почвы не загрязнены, и все показатели близки к естественному фону.

Использование технологии внутрипочвенного внесения стоков является мероприятием очень эффективным и с точки зрения санитарно-гигиенической безопасности. Здесь отсутствует неприятный запах, поверхность почвы не заражена болезнетворными организмами, так как показатели бактериологического состояния соответствуют состоянию почвы на контрольном варианте (производственные посевы).

Рекомендуемая техника и технология внутрипочвенного внесения животноводческих стоков

Результаты полевых исследований указывают, что наибольшим комплексным эффектом по уровню урожайности, повышению плодородия почв, санитарно-гигиенической безопасности и степени удержания парниковых газов в почве, обладают все технологии, кроме поверхностного внесения животноводческих сточных вод (В5).

Технология внутрипочвенного внесения жидких подготовленных животноводческих сточных вод по керамическим и/или полиэтиленовым увлажнителям отвечает всем предъявляемым требованиям, однако стоимость строительства и эксплуатации таких систем очень высока.

Технология подпочвенного внесения стоков на глубину 0,20...0,45 м, соответствующая требованиям, обладает высокой стоимостью и необходимостью наличия мощной сельскохозяйственной техники.

Технология внутрипочвенного внесения животноводческих стоков, и полуперепревшего навоза под растительный слой почвы представляется наиболее эффективной, при которой обеспечивается почвенная гельминтологическая очистка до 99%, накопление углерода и органического вещества, сокращение эмиссии парниковых газов. Отсутствие мобильных технических средств внесения животноводческих стоков под растительный слой почвы сдерживает повышение урожайности и плодородия почв, не улучшает экологическое состояние на прифермских территориях.

Для этих целей создан и рекомендуется к использованию мобильный мелиоративный комплекс внутриволнового внесения жидких животноводческих стоков. Для расширения применимости комплекса, его легко можно перепрофилировать к внесению сыпучих мелиорантов.

Изобретение относится к сельскохозяйственному машиностроению, в частности к машинам для обработки почвы с одновременным внесением в пахотный горизонт жидких органических стоков и мелиорантов.

К недостаткам относятся низкое качество распределения удобрений в пахотном горизонте, отсутствие возможности внесения в почву жидких животноводческих стоков.

Мелиоративный комплекс разработан с учётом предыдущих наработок по данной тематике, опубликованной в материалах Государственного реестра изобретений.

К недостаткам относятся низкое качество распределения удобрений в пахотном горизонте, отсутствие возможности внесения в почву жидких животноводческих стоков.

Задачей изобретения является повышение качества и равномерности распределения жидких животноводческих стоков в пахотном горизонте, повышение надежности работы, упрощение конструкции.

Техническим результатом изобретения является равномерное распределение жидких животноводческих стоков по всему пахотному горизонту, снижение потерь элементов питания за счет уменьшения испарения аммиачного азота и лучшей его усвояемости растениями, уменьшение загрязнения окружающей среды, устранение запаха в сравнении с поверхностным способом внесения, повышение урожайности.

Технический результат достигается мелиоративным комплексом внутриволнового внесения животноводческих стоков, включающим раму с системами навески и регулировки глубины обработки, рабочие органы в виде закрепленных стрельчатых лап на стойках, при этом имеет соединенные между собой трубопроводы подачи удобрений с обратными клапанами,

насосом для подачи удобрений с механизмом привода, фильтром, опорными колесами для регулировки глубины обработки, лемехами, прикрепленными к башмаку, в верхней части которого закреплены уширители, а под уширителями смонтированы распылители жидких удобрений, при этом смонтированы три емкости, емкость для жидких животноводческих стоков выполнена в прицепном исполнении, а емкости для раствора минеральных удобрений и раствора микроудобрений расположены на раме, при этом все ёмкости оснащены перемешивающими устройствами и трубопроводами, которые соединены со смесителем потока, с возможностью изменения соотношения в подаваемой смеси животноводческих стоков, минеральных удобрений и микроудобрений, при этом создает давление потока подаваемой смеси на сменные форсунки с различными характеристиками рассеивания, закрепленные на резьбовом соединении, вакуумный насос, имеющий привод от карданного вала, соединенного с валом отбора мощности трактора, через коробку перемены передач, и, по защищенному трубопроводу, вдоль тыльной стороны стоек, направляется к тыльной стороне стрельчатых лап к форсункам, при этом форсунки размещены на тыльной стороне стрельчатых лап в один ряд, над форсунками установлена шторка, формирующая объем пространства для равномерного распыления потока смеси, кромка которой представляет собой прямую, равноудаленную от форсунок по кратчайшему расстоянию и составляющую не менее $\frac{1}{2}$ от длины факела, считая от форсунки до пересечения с соседними факелами.

Изобретение поясняется чертежами (рис. 4.1).

На фиг. 1 (рис. 4.1) показан мелиоративный комплекс внутрипочвенного внесения животноводческих стоков, вид сбоку.

На фиг. 2 (рис. 4.1) - вид сверху стрельчатых лапах фиг. 1.

На фиг. 3 (рис. 4.1) - сечение А-А на фиг. 2.

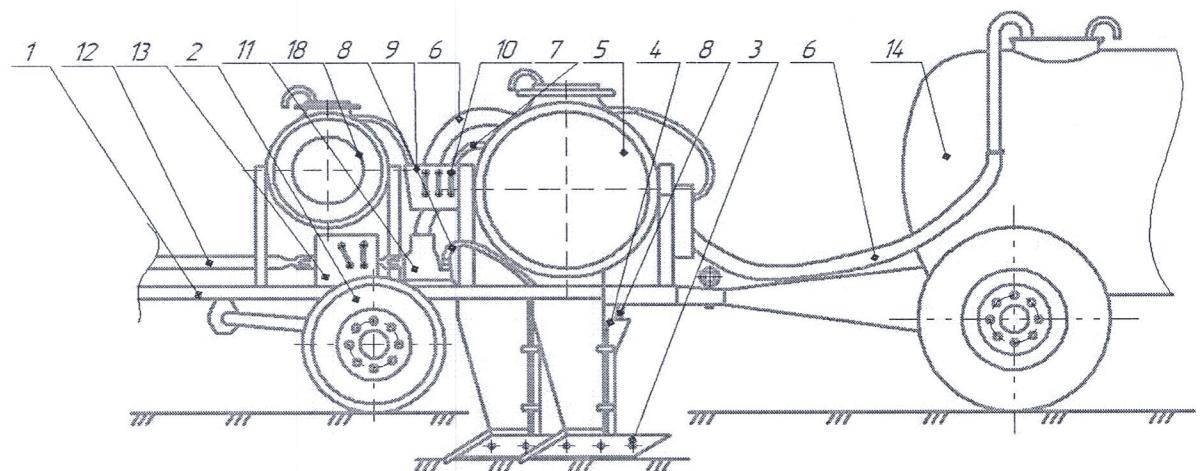
Мелиоративный комплекс внутрипочвенного внесения животноводческих стоков состоит из рамы 1, опорного колеса 2, стрельчатых лап 3 на стойках, на тыльной стороне стоек которых установлены кожухи

трубопроводов 4, емкости для минеральных удобрений 5, трубопроводом животноводческих стоков 6, трубопроводом минеральных удобрений 7, трубопроводом 8 подачи смеси на форсунки 16, смесителя потоков 9 с рукояткой изменения соотношения потоков 10, вакуумного насоса 11, карданного вала 12, коробки перемены передач 13, прицепной емкости с животноводческими стоками 14, на стрельчатых лапах 3 установлены выводы с резьбой 15 для сменных форсунок 16, над которыми установлена шторка 17, емкости для микроудобрений 18.

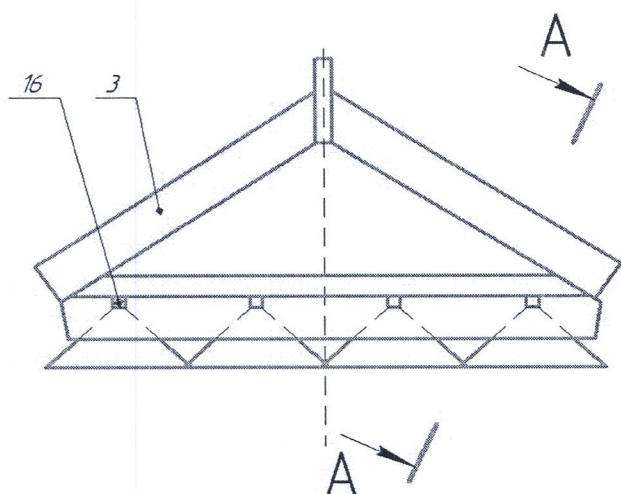
Мелиоративный комплекс внутрипочвенного внесения животноводческих стоков работает следующим образом. Жидкие животноводческие стоки заполняются в прицепную емкость 14, раствор минеральных удобрений в емкость 5, а раствор микроудобрений в емкость 18. При внесении в поле опорным колесом 2, закрепленным на раме 1, регулируется глубина заделки. Карданный вал 12 присоединяется к валу отбора мощности трактора. Карданный вал 12 через коробку перемены передач 13 приводит в движение вакуумный насос 11, который через смеситель потоков 9, трубопровод животноводческих стоков 6 и трубопровод минеральных удобрений 7 создает давление потока смеси в трубопроводе 8 подачи смеси на сменные форсунки 16, закрепленные на резьбовом соединении. Рукояткой изменения соотношения потоков 10 выбираем соотношение животноводческих стоков и минеральных удобрений в потоке смеси.

Поток смеси под давлением подается по трубопроводу 8, защищённого на тыльной стороне стоек кожухом трубопровода 4, к выводам с резьбой 15, на которые, в зависимости от свойств потоке смеси устанавливаются форсунки 16 с различными характеристиками рассеивания.

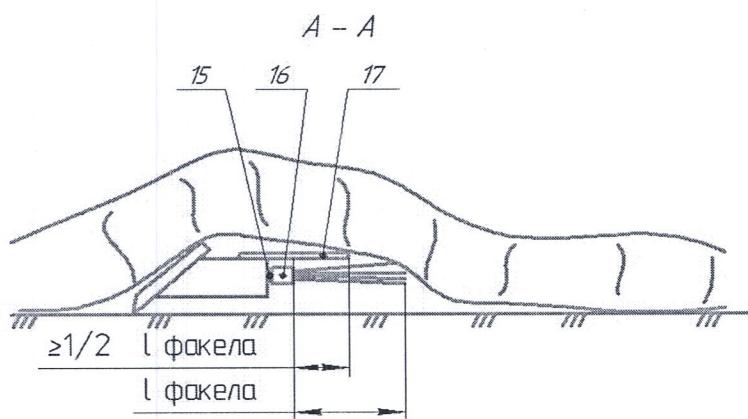
С тыльной стороны стрельчатой лапы 3 над форсунками 16 установлена шторка 17, формирующая объем пространства для равномерного распыления потока смеси. Ёмкость для микроудобрений 18 используется для внесения в почву дефицитных элементов питания.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

Рисунок 4.1 – Мелиоративный комплекс внутрипочвенного внесения животноводческих стоков

Внесение животноводческих стоков дождевальными установками и мобильными машинами имеет ряд общих и индивидуальных недостатков. К общим относятся неприятные запахи, распространяющиеся с полей на значительные расстояния, невозможность внесения удобрений в почву вблизи водоемов, ухудшение впитывающей способности почвы, что приводит к образованию луж и поверхностного стока, из-за чего загрязняется и смывается поверхностный слой почвы.

Помимо этого, дождевание является еще и сильнейшим загрязнителем почвы, грунтовых вод и растений болезнетворными микробами и нитратами.

Что же касается поверхностного внесения жидкого навоза цистернами-разбрасывателями, то в этом случае неизбежны потери аммиачного азота. При использовании штанговых машин со шлангами-понизителями они составляют около 30%, а при классическом разбрызгивании достигают 90%.

Потери аммиачного азота и возможного смыва его в водоемы делают невозможным повсеместное применение способа поверхностного внесения жидкого навоза.

Имеющиеся проблемы позволяет в значительной степени решить внутрипочвенное внесение жидких животноводческих стоков.

Этот способ позволяет существенно снизить потери элементов питания за счет уменьшения испарения аммиачного азота и лучшей его усвояемости растениями, уменьшить загрязнение окружающей среды и устраниТЬ запах в сравнении с поверхностным способом внесения. К тому же, все известные агрегаты для него, в принципе, имеют устройство, аналогичное таковому в случае с поверхностным внесением, и состоят из цистерны, насоса, напорного трубопровода, разливочных шлангов и заделывающих рабочих органов.

При подаче жидких животноводческих стоков непосредственно в почву эффективно используется до 90% аммиака и в 7-10 раз снижаются потери питательных веществ за счет устранения поверхностного стока и испарения аммиачного азота, благодаря чему уменьшается загрязнение окружающей

среды и предотвращается заражение кормовых культур гельминтами и вредными (в том числе патогенными) бактериями.

Технический результат изобретения – равномерное распределение жидких животноводческих стоков по всему подпахотному горизонту, снижение потерь элементов питания за счет уменьшения испарения аммиачного азота и лучшей его усвоемости растениями, уменьшение загрязнения окружающей среды, устранение запаха в сравнении с поверхностным способом внесения, повышение урожайности.

Заявка на изобретение зарегистрирована 23.03.2023 г. Регистрационный номер 2023107004. Заинтересованные юридические и частные лица могут (при получении нами Свидетельства на изобретение) воспользоваться патентом для его реализации с нашего согласия на основании лицензионного договора.

Заключение

Учитывая актуальность данного научного и производственного направления, рекомендуется к внедрению технология внутрипочвенного внесения полуперепревшего навоза на глубину 0,10...0,25 м и внутрипочвенного внесения жидкых животноводческих стоков на глубину 0,25...0,30 м, обеспечивающих депонирование углерода в пахотном слое, повышение плодородия почв и экологическую защиту окружающей среды, и обеспечивающие данную технологию программу для ЭВМ «Программа для расчета пригодности животноводческих сточных вод при внутрипочвенном орошении» и технику внесения «Мелиоративный комплекс внутрипочвенного внесения животноводческих стоков».

Научно-практическое значение заключается в получении новых знаний о динамике парниковых газов в педосфере при разноглубинном внутрипочвенном внесении животноводческих стоков, эффективной их утилизации с помощью разработанных техники и технологий внесения с

обеспечением санитарно-гигиенических и эпидемиологических требований, повышении плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур.

Область применения полученных результатов в виде актуализированных данных о динамике парниковых газов (CO₂) в почвенном профиле при послойном внесении навоза и жидких стоков могут использоваться: - органами государственной власти в области экологической безопасности; - при проектировании животноводческих комплексов; - сельхозпроизводителям для повышения плодородия почв и обеспечения утилизации стоков; - бакалаврами и магистрами при подготовке по направлениям «Природообустройство и водопользование», «Землеустройство и кадастры», «Гидромелиорация», а также аспирантами по научной специальности 4.1.5. – Мелиорация, водное хозяйство и агрофизика.

Внедрение результатов научной разработки позволит сельхозпроизводителям повысить плодородие земель, обеспечить экологическую безопасность прифермских территорий, сбалансировать эмиссию и сток парниковых газов при производстве продуктов животноводства, а также уменьшить возможный в будущем, углеродный налог.