

# ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В АПК

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В АПК /  
ECONOMY AND ORGANIZATION OF AGRICULTURAL ENGINEERING SYSTEMS

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL PAPER

УДК 631.22

DOI: 10.26897/2687-1149-2020-6-59-65



## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЙ УТИЛИЗАЦИИ НАВОЗОСОДЕРЖАЩИХ СТОКОВ ДОИЛЬНОГО ЗАЛА

**ГОРДЕЕВ ВЛАДИСЛАВ ВЛАДИМИРОВИЧ**, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник  
**МИРОНОВА ТАТЬЯНА ЮРЬЕВНА**, научный сотрудник

E-mail: cow-sznii@yandex.ru

Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»; 196625, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, пос. Тярлево, Филтровское шоссе, 3

На основании экспериментальных и теоретических исследований рассчитан срок окупаемости строительства теплицы для технологии утилизации навозосодержащих стоков доильного зала в культивационных сооружениях при выращивании цветочных культур. Для полной утилизации 4,4 т стоков в сутки, образующихся от фермы на 640 коров, необходима теплица при выращивании роз площадью почти 0,6 га, что соизмеримо с общей площадью коровников. Наибольший удельный вес в себестоимости производства роз имеют затраты на амортизационные отчисления и затраты на электроэнергию. Капитальные вложения, требуемые для строительства культивационного сооружения, составляют 98 612 тыс. руб., окупаемость этих затрат – 8,9 года. При внесении навозосодержащих стоков доильного зала на поля потребуются строительство, например, двух плёночных лагун для хранения стоков в течение 6 мес. Стоимость капитальных вложений для строительства лагун почти в 30 раз меньше, чем для строительства культивационного сооружения, но ввиду низкого годового экономического эффекта срок окупаемости их резко увеличивается. Срок окупаемости технологии утилизации навозосодержащих стоков доильного зала со строительством теплицы и выращиванием роз в 3,8 раза меньше базовой технологии с хранением и внесением на поля. Высокая эффективность внесения навозосодержащих стоков доильного зала в культивационные сооружения позволяет рекомендовать строительство теплиц в комплексе с молочными фермами.

**Ключевые слова:** навозосодержащие стоки, теплица, молочная ферма, доильный зал.

**Формат цитирования:** Гордеев В.В., Миронова Т.Ю. Сравнительная оценка технологий утилизации навозосодержащих стоков доильного зала // Агроинженерия. 2020. № 6(100). С. 59-65. DOI: 10.26897/2687-1149-2020-6-59-65.

## COMPARATIVE EVALUATION OF TECHNOLOGIES FOR UTILIZING SLURRY EFFLUENTS IN MILKING PARLOURS

**VLADISLAV V. GORDEEV**, PhD (Eng), Key Research Engineer

**TATIANA YU. MIRONOVA**, Research Engineer

E-mail: cow-sznii@yandex.ru

Institute of Agroengineering and Environmental Problems of Agricultural Production – Branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM; 196625, Russian Federation, St. Petersburg, Tyarlevo, Filtrovskoe Highway, 3

Based on experimental and theoretical studies, the authors determined the payback period for the construction of a greenhouse for utilizing slurry effluents from a milking parlor in growing flower crops. Complete utilization of 4.4 tons of slurry effluents per day produced on a farm for 640 cows requires a greenhouse for growing roses with an area of almost 0.6 hectares, which is comparable to the total area of cowsheds. The largest share in the cost of rose growing belongs to the cost of depreciation and electricity costs. Capital investments required for the construction of a cultivation facility amount to 98,612 thousand rubles, while the recovery period for these costs amounts to 8.9 years. When the milking parlor slurry is applied to the fields, it will be necessary to build approximately two plastic-covered lagoons to store the effluents for six months. The cost of capital investments for the construction of lagoons is almost 30 times less than that required for the construction of a cultivation facility. However,

due to the low annual economic effect, the payback period increases sharply. The payback period of the disposal technology for slurry effluents from the milking parlor in case of the construction of a greenhouse and the cultivation of roses is 3.8 times less than the basic technology implying its storage and application to the fields. The high efficiency of introducing liquid manure from the milking parlor into cultivation facilities makes it suitable for the construction of greenhouses at dairy farms.

**Key words:** slurry effluents, greenhouse, dairy farm, milking parlor.

**For citation:** Gordeev V.V., Mironova T.Yu. Comparative evaluation of technologies for utilizing slurry effluents in milking parlours // *Agricultural Engineering*, 2020; 6 (100): 59-65. (In Rus.). DOI: 10.26897/2687-1149-2020-6-59-65.

**Введение.** На молочных фермах крупного рогатого скота с беспривязным содержанием и доением при уборке пола в доильных залах образуется большое количество навозосодержащих стоков доильного зала (НСДЗ) – экскрементов животных, сильно разбавленных водой, с содержанием сухого вещества до 3%. Большинство животноводческих хозяйств НСДЗ смешивают с навозом [1, 2], что зачастую является неоправданным, поскольку увеличиваются общий объём навоза, поступающего с фермы, и затраты на его хранение, переработку и последующую утилизацию. Некоторые технологии предлагают разделение навоза на фракции, что является тоже затратным [3].

Технология вовлечения органических стоков животноводства в орошение растениеводства является перспективной в рамках частично замкнутого водооборота за счёт экологически и санитарно-эпидемически безопасного использования органических стоков [4].

Ёмкими потребителями как питательных веществ, так и воды, содержащихся в навозосодержащих стоках, могут служить теплицы. В ИАЭП – филиале ФГБНУ ФНАЦ ВИМ – разработана технология подготовки НСДЗ с последующей утилизацией их в культивационных сооружениях при выращивании цветочных культур [5]. Она предусматривает отстойники для задержания взвесей и удаления жировых включений, ёмкости для карантинирования сроком не менее 6 сут., аэрацию с целью стабилизации и дезодорации стоков. В результате происходят снижение БПК очищаемых стоков и полное потребление растворенного кислорода на окислительные процессы. После биологической обработки навозосодержащие стоки хранятся в промежуточной ёмкости и после корректировки химического состава поступают в теплицы к растениям в качестве питательного раствора.

Исследования, проведенные на розах, показали увеличение урожайности на 26,7% при подкормках НСДЗ по сравнению с использованием стандартного питательного раствора, применяемого в теплицах [6].

Были проведены лабораторные исследования по нахождению оптимальных параметров системы внутрипочвенного внесения НСДЗ [7], и разработано технологическое решение молочной фермы КРС с минимальной антропогенной нагрузкой на окружающую среду [8]. Предлагаемая технология представляет интерес с точки зрения окупаемости экономических затрат.

**Цель исследований:** сравнение окупаемости экономических затрат с применением технологии утилизации навозосодержащих стоков доильного зала в теплице при выращивании цветочных культур и технологии с внесением на поля.

**Материал и методы.** В качестве предлагаемого варианта принята технология с предварительной подготовкой НСДЗ и утилизацией их в культивационных сооружениях при выращивании роз.

В настоящее время в большинстве хозяйств отсутствует расположенный рядом тепличный комплекс. В связи с этим рассчитаем срок окупаемости теплицы, построенной для утилизации НСДЗ, например, от фермы на 640 коров.

На основании показателей, полученных в ходе экспериментальных и теоретических исследований, произведён расчёт экономической эффективности теплицы для утилизации навозосодержащих стоков доильного зала [6, 7, 9].

На молочной ферме на 640 коров при двухкратном доении в накопительную ёмкость ежедневно поступает около 4,4 т стоков, состоящих примерно из 0,1 т экскрементов и 4,3 т воды, используемой для мытья доильного зала [10]. Для накопления, отстаивания и кратковременного хранения стоков в течение 6 сут. необходимо 4 приёмных резервуара минимальным объёмом по 9 м<sup>3</sup>. Минимальный объём аэротенка для биологической обработки НСДЗ составит 4,8 м<sup>3</sup>.

Средняя урожайность роз согласно [11] составляет 260 шт/м<sup>2</sup>, с учетом содержания питательных элементов азота, фосфора, калия (NPK) в урожае [12] и в НСДЗ [13] годовая норма внесения стоков по минимальному значению составит 704 л/м<sup>2</sup> в год, или 1,93 л/м<sup>2</sup> в сутки. В течение года на эту площадь дополнительно потребуется внести около 2434 кг азотных и 461 кг калийных удобрений, 1521 м<sup>3</sup> воды для полива.

По предложенному алгоритму [13] с использованием разработанной авторами программы для ЭВМ «Программа расчёта площади прифермской теплицы для утилизации навозосодержащих стоков» полезная площадь прифермской теплицы с выращиванием роз для полной утилизации НСДЗ составит 2281 м<sup>2</sup>. Для выращивания цветов выбрана стандартная промышленная теплица блочного типа [8], строительная площадь которой составляет 5999 м<sup>2</sup>.

Стоимость 1 га тепличных комплексов, согласно проведенному авторами маркетинговому исследованию, в среднем составляет 150 млн руб. включая оснащение всеми основными видами технологических систем жизнеобеспечения растений и поддержания микроклимата. Уровень автоматизации современных теплиц является настолько высоким, что для обслуживания 1000 м<sup>2</sup> инвентарной площади достаточно одного рабочего.

Система подготовки и распределения НСДЗ включает в себя приёмные резервуары, аэротенк-отстойник, компрессор для аэрации, насосы, ёмкость для корректировки химического состава, сетчатый фильтр и трубопроводы для внутрипочвенной системы внесения. Подробный перечень оборудования для подготовки и внутрипочвенного внесения НСДЗ, а также расчёт его стоимости представлены в работе [14].

Исходные данные для расчёта срока окупаемости теплицы приведены в таблице 1.

## Исходные данные для расчёта срока окупаемости культивационного сооружения (теплицы)

Table 1

## Initial data for determining the payback period of the cultivation facilities (greenhouses)

Показатели <i>Indicators</i>	Значение <i>Value</i>	Стоимость <i>Cost</i>	
		ед., руб. <i>units, rubles</i>	всего, тыс. руб. <i>total, thousand rubles</i>
Инвентарная (строительная) площадь, м <sup>2</sup> <i>Inventory (construction) area, m<sup>2</sup></i>	5999	15 000	89 985
в т.ч.: производственная площадь, м <sup>2</sup> <i>including: production area, m<sup>2</sup></i>	5299	-	-
полезная площадь, м <sup>2</sup> <i>useful area, m<sup>2</sup></i>	2281	-	-
Саженьцы, шт. <i>Planting stock, pcs.</i>	23 040	300	6912
Годовой расход тепла [11], Гкал/год <i>Annual heat consumption, Gcal/year</i>	1809	-	-
Условный расход газа на обогрев теплицы, м <sup>3</sup> /год <i>Conditional gas consumption for greenhouse heating, m<sup>3</sup>/year</i>	153 765	6,4	984
Расход электроэнергии (без электродосвечивания) [11], кВт·ч/год <i>Electricity consumption (without electric lighting), kW·h/year</i>	40 272	7,82	315
Расход электроэнергии на электродосвечивание, МВт·ч/год <i>Electricity consumption for electric lighting, MW·h/year</i>	499	7820	3902
Субстрат (грунт), м <sup>3</sup> <i>Substrate (soil), m<sup>3</sup></i>	1140,5	650	741
Система подготовки и распределения НСДЗ <i>System of preparation and distribution of slurry effluents from milking parlours</i>	-	-	1715
Прочее оборудование и инвентарь <i>Other equipment and inventory</i>	-	-	500
Инсектициды, л <i>Insecticides, l</i>	1,9	37,4	71
Удобрения, кг (м <sup>2</sup> /год) / <i>Fertilizers, kg / (m<sup>2</sup> year):</i>			197
N	1,07	71,4	174
K	0,2	50,0	23
P	-	114,9	-
Затраты труда, чел·ч/год <i>Labor costs, man-h /year</i>	12 672	230	2915
Урожайность шт/м <sup>2</sup> <i>Productivity pcs/m<sup>2</sup></i>	260	50	29 653

В расчётах издержки, связанные с выходом предприятия на принципиально новый для себя рынок при внедрении предлагаемой технологии, не учитывались.

В качестве базового варианта принята традиционная технология внесения НСДЗ на поля после 6-месячного выдерживания. Для хранения стоков рассчитаны две плёночные лагуны. Годовой экономический эффект в данном случае исчисляется как экономия затрат на приобретение удобрений.

При расчёте применялись методики определения экономической эффективности технологий и машин в сельском хозяйстве [15, 16].

**Результаты и обсуждение.** Полная себестоимость производства роз в прифермской теплице включает в себя затраты на грунт, минеральные удобрения, средства

защиты растений, эксплуатационные затраты, накладные и прочие расходы. Эксплуатационные затраты включают в себя амортизационные отчисления, затраты на техническое обслуживание и ремонт, оплату труда, налоги, затраты на топливо и энергию. Расчёт производственной и полной себестоимости представлен в таблице 2.

Полная себестоимость производства роз в прифермской теплице при утилизации 4,4 т НСДЗ в сутки составляет 18 593 тыс. руб. Наибольший удельный вес в себестоимости производства роз имеют затраты на амортизационные отчисления (27,4%) и затраты на электроэнергию (22,7%).

Основные показатели экономической оценки строительства теплицы для внесения НСДЗ представлены в таблице 3.

Таблица 2

Калькуляция себестоимости производства роз в прифермской теплице

Table 2

Calculation of the production cost of growing roses in a dairy farm greenhouse

Показатели <i>Indicators</i>	Значение, тыс. руб. <i>Value, thousand rubles</i>
Амортизационные отчисления, всего / <i>Depreciation deductions, total</i>	5 087
в т.ч.: здание теплицы и оборудование / <i>including: greenhouse building and equipment</i>	3 599
система подготовки и распределения НСДЗ <i>system of preparation and distribution of slurry effluents from milking parlours</i>	106
многолетние насаждения / <i>perennial plantations</i>	1 382
Затраты на ТО и ремонт / <i>Maintenance and repair costs</i>	1 834
Вспомогательные материалы и мелкий инвентарь / <i>Auxiliary materials and small inventory</i>	500
Грунт / <i>Priming</i>	741
Оплата труда / <i>Salary</i>	2 915
Отчисления на заработную плату / <i>Payroll deductions</i>	875
Затраты на топливо (газ) / <i>Fuel costs (gas)</i>	984
Затраты на электроэнергию / <i>Electricity costs</i>	4 217
Затраты на минеральные удобрения / <i>Costs of mineral fertilizers</i>	197
Затраты на средства защиты растений / <i>Costs of plant protection products</i>	71
<b>Производственная себестоимость / <i>Production cost</i></b>	<b>17 421</b>
Накладные (управленческие и коммерческие) расходы <i>Overhead (administrative and commercial) expenses</i>	1 172
<b>Полная себестоимость / <i>Full cost</i></b>	<b>18 593</b>

Таблица 3

Показатели экономической оценки строительства теплицы для внесения НСДЗ при выращивании роз

Table 3

Indicators of the economic assessment of the greenhouse construction to apply liquid manure waste from milking parlours when growing roses

Показатели <i>Indicators</i>	Значение <i>Value</i>
Капитальные вложения, тыс. руб. / <i>Capital investments, thousand rubles</i>	98 612
в т.ч.: стоимость теплицы (с учётом строительно-монтажных и пуско-наладочных работ и оборудования) <i>including: the cost of the greenhouse (taking into account construction and installation, commissioning and equipment)</i>	89 985
система подготовки и распределения НСДЗ <i>system of preparation and distribution of slurry effluents from milking parlours</i>	1 715
саженцы / <i>seedlings</i>	6 912
<b>Полная себестоимость, тыс. руб. / <i>Full cost price, thousand rubles</i></b>	<b>18 593</b>
Выручка от реализации продукции, тыс. руб./год / <i>Revenue from product sales, thousand rubles/year</i>	29 653
Прибыль, тыс. руб./год / <i>Profit, thousand rubles/year</i>	11 060
Срок окупаемости, лет / <i>Payback period, years</i>	8,9
Рентабельность продаж, % / <i>Return on sales, %</i>	37,3
Рентабельность основных средств, % / <i>Profitability of fixed assets, %</i>	11,2

Капитальные вложения на строительство теплицы составляют 98 612 тыс. руб., при этом срок их окупаемости составляет 8,9 года.

Строительство и оснащение теплицы для утилизации НСДЗ требуют значительных капитальных вложений,

а утилизация НСДЗ традиционным способом (накопление и внесение на поля) – строительство, например, двух плёночных лагун для хранения стоков в течение 6 мес. Экономические показатели строительства и эксплуатации лагун для хранения НСДЗ представлены в таблице 4.

При внесении НСДЗ на поля годовой экономический эффект исчисляется как экономия затрат на приобретение удобрений и составляет 97,7 тыс. руб. в год. Стоимость капитальных вложений для 6-месячного

хранения НСДЗ почти в 30 раз меньше при строительстве лагун, чем теплицы, но ввиду низкого годового экономического эффекта срок окупаемости их резко увеличивается.

Таблица 4

Экономические показатели строительства лагуны для хранения навозосодержащих стоков доильных залов

Table 4

Economic indicators of constructing a storage lagoon for liquid manure waste from milking parlours

Показатели <i>Indicators</i>	Строительство лагуны и внесение НСДЗ на поля при базовом варианте <i>The lagoon construction and the introduction of slurry effluents from milking parlours into the fields with the basic option</i>	Основание для выбора значения показателей <i>Basis for choosing the value of indicators</i>
Капитальные вложения, тыс. руб. / <i>Capital investments, thousand rubles</i>	3 300	Маркетинговый анализ <i>Marketing analysis</i>
в т.ч.: стоимость строительства лагун, 2 шт. <i>including: the construction cost of lagoons, 2 pcs.</i>	3000	Маркетинговый анализ <i>Marketing analysis</i>
стоимость оборудования (насос и т.п.) <i>equipment cost (pumps etc.)</i>	300	Маркетинговый анализ <i>Marketing analysis</i>
Эксплуатационные затраты (без учёта аренды техники), тыс. руб./год <i>Operating costs (excluding equipment rental), thousand rubles/year</i>	650,5	-
в т.ч.: амортизационные отчисления, тыс. руб./год <i>including: depreciation deductions, thousand rubles/year</i>	321	Нормы амортизационных отчислений, расчёт <i>Depreciation rates, calculation</i>
затраты на ТО и ремонт, тыс. руб. <i>maintenance and repair costs, thousand rubles</i>	242	Нормы затрат на ТО и ремонт, расчёт <i>Cost rates for maintenance and repair, calculation</i>
оплата труда / <i>salary</i>	16,1	Расчёт / <i>Calculation</i>
отчисления на заработную плату / <i>payroll deductions</i>	4,8	Расчёт / <i>Calculation</i>
затраты на топливо / <i>fuel costs</i>	63,8	Расчёт / <i>Calculation</i>
затраты на электроэнергию / <i>electricity costs</i>	2,8	Расчёт / <i>Calculation</i>
Экономия удобрений, вносимых на поля, кг <i>Saving fertilizers applied to the fields, kg:</i>		Расчёт / <i>Calculation</i>
<i>N</i>	531	
<i>K</i>	796	
<i>P</i>	174	
Годовой экономический эффект / <i>Annual economic effect</i>	97,7	-
Срок окупаемости, лет / <i>Payback period, years</i>	33,8	-

### Выводы

Проведенные расчёты показали высокую эффективность использования НСДЗ в теплице для выращивания роз. Для утилизации 4,4 т стоков в сутки от фермы на 640 коров необходима теплица площадью почти 0,6 га, что соизмеримо с общей площадью коровников. Срок

окупаемости технологии утилизации НСДЗ со строительством теплицы и выращиванием роз составляет 8,9 года, что в 3,8 раза меньше базовой технологии с хранением и внесением на поля. Высокая эффективность внесения навозосодержащих стоков доильного зала в культивационные сооружения позволяет рекомендовать строительство теплиц в комплексе с молочными фермами.

### Библиографический список

1. John P. Chastain, Keri B. Cantrell and Kathy P. Moore. Composition and Settling Characteristics of Milking Center Wastewater: A Case Study. ASAE Annual International Meeting. 2005.

### References

1. John P. Chastain, Keri B. Cantrell, and Kathy P. Moore. Composition and Settling Characteristics of Milking Center Wastewater: A Case Study. ASAE Annual International Meeting. 2005.

2. Неверова О.П., Ильясов О.Р., Донник И.М. и др. Технология подготовки сточных вод животноводческих хозяйств для их использования в качестве питательного субстрата // *Аграрный вестник Урала*. 2016. № 10 (152). С. 31-36.
3. Скоркин В.К., Ларкин Д.К., Аксенова В.П. Влияние мощности ферм крупного рогатого скота на экологию окружающей среды // *Вестник ВИЭСХ*. 2017. № 3 (28). С. 139-144.
4. Прогноз научно-технологического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года / Минсельхоз России; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: НИУ ВШЭ, 2017. 140 с.
5. Гордеев В.В., Миронова Т.Ю. Эмиссия аммиака из навозосодержащих стоков доильного зала // *Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства*. 2019. № 1 (98). С. 218-223. DOI: 10.24411/0131-5226-2019-10140.
6. Гордеев В.В., Гордеева Т.И., Миронов В.Н. и др. Способы снижения негативного воздействия на окружающую среду от животноводства // *Региональная экология*. 2015. № 5 (40). С. 12-15.
7. Миронова Т.Ю., Гордеев В.В. Оптимальные параметры системы внутрипочвенного внесения навозосодержащих стоков // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. 2012. № 3. С. 25-26.
8. Гордеев В.В., Хазанов В.Е., Миронов В.Н. и др. Молочная ферма КРС с минимальной антропогенной нагрузкой на окружающую среду // *Материалы Международного агроэкологического форума*: В 3 т. 2013. С. 14-21.
9. Гордеева Т.И. Повышение эффективности молочных ферм путем совершенствования технологии подготовки и использования навозосодержащих стоков: Дис. ... канд. техн. наук. СЗНИИМЭСХ, 2006. 145 с.
10. Миронова Т.Ю., Гордеев В.В., Валге А.М. Способ минимизации выхода навозосодержащих стоков из доильного зала // *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. 2019. № 3. С. 178-184. DOI: 10.24411/2078-1318-2019-13178.
11. Конструкции теплиц XXI века: Каталог; Разработчик и изготовитель – ООО «Агрисовгаз». 2009. 10 с.
12. Соколова Т.А. Декоративное садоводство: Цветоводство / Т.А. Соколова, И.Ю. Бочкова. М.: Академия, 2004. 427 с.
13. Гордеев В.В., Миронов В.Н., Миронова Т.Ю. Алгоритм расчёта площади прифермской теплицы для утилизации стоков доильного зала // *Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства*. 2017. № 91. С. 154-164.
14. Миронова Т.Ю., Гордеев В.В. Экономические аспекты применения системы внутрипочвенного внесения навозосодержащих стоков доильных залов в теплице // *Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства*. 2019. № 3 (100). С. 161-170. DOI: 10.24411/0131-5226-2019-10199.
15. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники // *Официальное издание Министерства сельского хозяйства Российской Федерации*. М.: Агроинженерия, 2000. 10 с.
2. Neverova OP, Ilyasov OR, Donnik IM et al. Tekhnologiya podgotovki stochnykh vod zhivotnovodcheskikh khozyaystv dlya ikh ispol'zovaniya v kachestve pitatel'nogo substrata [Technology of livestock farm wastewater treatment for its use as a nutrient substrate]. *Agrarian Bulletin of the Urals*, 2016; 10 (152): 31-36. (In Rus.)
3. Skorkin V.K., Larkin D.K., AksenoVA V.P. Vliyaniye moshchnosti ferm krupnogo roगतого skota na ekologiyu okruzhayushchey sredy [Ecological influence of the capacity of cattle farms on the environment]. *Vestnik VIESH*, 2017; 3 (28): 139-144. (In Rus.)
4. Prognoz nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya agro-promyshlennogo kompleksa Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda [Forecast of scientific and technological development of the agricultural sector of the Russian Federation for the period up to 2030]. Ministry of Agriculture of Russia; Moscow: NRU HSE, 2017:140. (In Rus.)
5. Gordeev V.V., Mironova T.Yu. Emissiya ammiaka iz navozosoderzhashchikh stokov doil'nogo zala [Emission of ammonia from the milking parlor slurry]. *Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produkt-sii rastenievodstva i zhivotnovodstva*, 2019; 1 (98): 218-223. DOI: 10.24411/0131-5226-2019-10140. (In Rus.)
6. Gordeev V.V., Gordeeva T.I., Mironov V.N. et al. Spособy snizheniya negativnogo vozdeystviya na okruzhayushchuyu sredyu ot zhivotnovodstva [Methods to reduce the negative impact on the environment from animal husbandry]. *Regional'naya ekologiya*, 2015: 5 (40): 12-15. (In Rus.)
7. Mironova T.Yu., Gordeev V.V. Optimal'nye parametry sistemy vnutripochvennogo vneseeniya navozosoderzhashchikh stokov [Optimal parameters of the system of intra-soil application of slurry]. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva*, 2012; 3: 25-26. (In Rus.)
8. Gordeev V.V., Khazanov V.E., Mironov V.N. et al. Molochnaya ferma KRS s minimal'noy antropogennoy nagruzkoy na okruzhayushchuyu sredyu [Dairy cattle farm with minimal anthropogenic impact on the environment] *Mezhdunarodniy agroekologicheskiy forum*. Proceedings in three volumes, 2013: 14-21. (In Rus.)
9. Gordeeva T.I. Povysheniye effektivnosti molochnykh ferm putem sovershenstvovaniya tekhnologii podgotovki i ispol'zovaniya navozosoderzhashchikh stokov [Improving the efficiency of dairy farms by improving the technology of preparing and using slurry effluents]: PhD (Eng) thesis: 05.20.01 SPb., SZNIIMESH, 2006: 145. (In Rus.)
10. Mironova T.Yu., Gordeev V.V., Valge A.M. Spособ minimizatsii vykhoda navozosoderzhashchikh stokov iz doil'nogo zala [Method of minimizing the output of slurry effluents from the milking parlor]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2019; 3: 178-184. DOI: 10.24411/2078-1318-2019-13178. (In Rus.)
11. Konstruktsii teplits XXI veka: katalog; razrabotchik i izgotovitel' ООО "Agrisovgaz" [Designs of greenhouses of the 21<sup>st</sup> century: catalog; developer and manufacturer Agrisovgaz LLC], 2009: 10. (In Rus.)
12. Sokolova T.A., Bochkova Yu. Dekorativnoye sadovodstvo: Tsvetovodstvo [Ornamental gardening: Floriculture]. Moscow, Academy, 2004: 427. (In Rus.)
13. Gordeev V.V., Mironov V.N., Mironova T.Yu. Algoritm raschota ploshchadi prifermskoy teplitsy dlya utilizatsii

хозяйства и продовольствия РФ. М.: ГПУСЗ Минсельхоз-прома РФ, 1998. 220 с.

16. Методика экономической оценки технологий и машин в сельском хозяйстве / В.И. Драгайцев, Н.М. Морозов. М.: ВНИИЭСХ, 2010. 147 с.

stokov doil'nogo zala [Algorithm for calculating the area of a near-farm greenhouse for the disposal of milking parlor waste]. *Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktsii rastenievodstva i zhivotnovodstva*, 2017; 91: 154-164. (In Rus.)

14. Mironova T.Yu., Gordeev V.V. Ekonomicheskie aspekty primeneniya sistemy vnutripochvennogo vneseniya navozosoderzhashchikh stokov doil'nykh zalov v teplitse [Economic aspects of the subsurface introduction of slurry effluents from milking parlors in a greenhouse]. *Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktsii rastenievodstva i zhivotnovodstva*, 2019; 3 (100): 161-170. DOI: 10.24411/0131-5226-2019-10199. (In Rus.)

15. Metodika opredeleniya ekonomicheskoy effektivnosti tekhnologiy i sel'skokhozyaystvennoy tekhniki [Methodology for determining the economic efficiency of technologies and agricultural machinery]. Official publication of the Ministry of Agriculture and Food of the Russian Federation. Moscow: GPUSZ of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation, 1998: 220. (In Rus.)

16. Dragaytsev V.I., Morozov N.M. Metodika ekonomicheskoy otsenki tekhnologiy i mashin v sel'skom khozyaystve [Methodology for the economic assessment of technologies and machines used in agriculture]. Moscow, VNI-IESH, 2010: 147. (In Rus.)

#### Критерии авторства

Гордеев В.В., Миронова Т.Ю. выполнили теоретические исследования и провели расчеты, на основании которых сделали обобщение и подготовили рукопись. Гордеев В.В., Миронова Т.Ю. имеют на статью авторские права и несут ответственность за плагиат.

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила 09.09.2020

Опубликована 25.12.2020

#### Contribution

V.V. Gordeev, T.Yu. Mironova carried out theoretical studies and made estimation analyses; based on them, they generalized the results and wrote a manuscript. V.V. Gordeev, T.Yu. Mironova has equal author's rights and bear equal responsibility for plagiarism.

#### Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this paper.

The paper was received on September 9, 2020

Published 25.12.2020