ISSN 1817-7204 (Print)
ISSN 1817-7239 (Online)

МЕХАНІЗАЦЫЯ І ЭНЕРГЕТЫКА

MECHANIZATION AND POWER ENGINEERING

УДК 631.223.2.018
https://doi.org/10.29235/1817-7204-2025-63-3-235-242

Поступила в редакцию 23.09.2024
Received 23.09.2024

В. В. Гордеев, Т. Ю. Миронова, В. Е. Хазанов, Т. И. Гордеева, В. Н. Миронов

Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал Федерального научного агроинженерного центра ВИМ, Санкт-Петербург, Российская Федерация

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ УБОРКИ, УДАЛЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ НАВОЗА

Аннотация. Современное оборудование, используемое в линии навозоудаления на фермах КРС, имеет отдельные блоки управления для автоматизации выполнения каждой технологической операции. Внедрение информационных технологий с автоматизацией всего технологического процесса уборки, удаления, транспортировки и переработки навоза как единой системы позволит повысить производительность и исключить малопроизводительный, неквалифицированный ручной труд. Цель исследования – разработка зависимостей и структурной схемы технологического процесса уборки, удаления и переработки навоза как объекта управления, позволяющих автоматизировать выполнение процесса с обеспечением заданных технико-экономических показателей. Проанализированы технологические операции, влияющие на образование навоза, технологии его переработки и хранения, используемые на фермах КРС беспривязного способа содержания. В качестве источника данных использованы сведения, полученные в рамках научных проектов и проектирования животноводческих ферм КРС. Структурная схема управления охватывает технологические операции уборки навоза, которые осуществляются в зданиях для содержания животных и доильном зале, накопления в промежуточном навозоприемнике, транспортировки, разделения с ферментацией твердой фракции навоза, хранения, а также обработку копыт и мытье поилок, при выполнении которых использованная вода поступает в виде стоков в навоз. Для некоторых технологических операций предусмотрены альтернативные варианты. Разработанная модель управления технологическим процессом уборки, удаления и переработки навоза направлена на комплексную автоматизацию процессов и формирование согласованности режимов работы технических средств с целью уменьшения эксплуатационных затрат.

Ключевые слова: навозоудаление, переработка навоза, крупный рогатый скот, технологический процесс, модель, управление

Для цитирования: Структурная схема управления технологическим процессом уборки, удаления и переработки навоза / В. В. Гордеев, Т. Ю. Миронова, В. Е. Хазанов [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2025. – Т. 63, № 3. – С. 235–242. https://doi.org/10.29235/1817-7204-2025-63-3-235-242

Vladislav V. Gordeev, Tatiana Yu. Mironova, Viktor E. Khazanov, Tatyana I. Gordeeva, Viacheslav N. Mironov

Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Saint Petersburg, Russian Federation

BLOCK DIAGRAM OF TECHNOLOGICAL PROCESS CONTROL FOR MANURE CLEANING, REMOVAL AND PROCESSING

Abstract. Modern equipment used in the manure removal line at cattle farms has separate control units for automation of each technological operation. Introduction of information technologies with automation of the whole technological process of manure cleaning, removal, transportation and processing as a single system will allow to exclude low-productive, unskilled manual labor and increase the efficiency of production. The aim of the research is to develop dependencies and block diagram of the technological process of manure cleaning, removal and processing as a control object, which allows to automate the

process with the provision of specified technical and economic indicators. The technological operations affecting the formation of manure, technologies of its processing and storage, used on cattle farms of loose housing method are analyzed. As a source of data, information obtained in the framework of scientific projects and design of cattle breeding farms was used. The control block diagram covers technological operations of manure management, which are carried out in the animal housing buildings and milking parlor, accumulation in the intermediate manure collector, transportation, separation with fermentation of solid fraction of manure, storage, as well as hoof treatment and drinker washing, during which the used water is discharged as effluent into manure. Alternatives are available for some technological operations. The developed model of technological process of manure cleaning, removal and processing is aimed at complex automation of processes and formation of consistency of operation modes of technical means in order to reduce operating costs.

Keywords: manure removal, manure processing, cattle, technological process, model, control

For citation: Gordeev V. V., Mironova T. Yu., Khazanov V. E., Gordeeva T. I., Mironov V. N. Block diagram of technological process control for manure cleaning, removal and processing. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2025, vol. 63, no. 3, pp. 235–242 (in Russian). https://doi.org/10.29235/1817-7204-2025-63-3-235-242

Введение. Количество навоза, образующегося при содержании коров, может быть в несколько раз больше, чем количество основного продукта – молока, и зависит от многих факторов (рацион, возраст животных, условия содержания и др.). Обработка и утилизация навозосодержащих отходов является одной из важнейших задач для животноводческих предприятий, решение которой напрямую влияет на их экологическую безопасность.

Система навозоудаления включает этапы по уборке, сбору, промежуточному накоплению и выгрузке навоза из помещений, а также последующей его обработке. Применяемая комбинация технологических операций навозоудаления зависит от ряда факторов, и каждый ее отдельный этап оказывает влияние на физико-химические свойства получаемого навоза, микроклимат, количество выбросов парниковых газов и др.

Ранее, в работе [1], авторами была представлена структурная схема технологического процесса навозоудаления как объекта управления, включающая удаление навоза из коровника и доильного зала, а также его промежуточное накопление с последующим поступлением в навозохранилище.

Сейчас в технологиях переработки навоза основное внимание уделяется повышению экологической безопасности и экономической эффективности [2]. Одной из перспективных технологий является сепарация навоза на твердую и жидкую фракции. В России 21 % предприятий КРС, где образуется жидкий навоз, применяют технологию разделения навоза на фракции с последующей отдельной переработкой твердой и жидкой фракции [3].

Все больше предприятий, использующих в качестве подстилочных материалов опилки, измельченную солому, торф и другие, проявляют интерес к технологии производства подстилки из твердой фракции навоза [4]. Применение технологий обработки навоза с разделением его на твердую и жидкую фракции и ферментацией твердой фракции для использования ее в качестве подстилки в последние годы приобретает популярность как в зарубежных странах [5–8], так и в России.

Современное оборудование, используемое в линии навозоудаления на фермах КРС, имеет отдельные блоки управления для автоматизации выполнения каждой технологической операции. Внедрение информационных технологий с автоматизацией всего технологического процесса уборки, транспортировки и переработки навоза необходимо для исключения малопроизводительного, неквалифицированного ручного труда, а в перспективе и вообще человека из технологии. Эффективное управление процессами удаления и переработки навоза важно для минимизации загрязнения окружающей среды. При этом автоматизация процессов уборки и удаления навоза обеспечивает их своевременное выполнение, что положительно сказывается на микроклимате в животноводческих помещениях, помогает поддерживать чистоту и уровень гигиены, снижает риск возникновения заболеваний копыт, загрязнения вымени. Все вместе это благоприятно сказывается на уровне комфорта животных и способствует повышению удоев и качества молока.

Цель исследования – разработка зависимостей и структурной схемы технологического процесса уборки, удаления и переработки навоза как объекта управления, позволяющих автоматизировать выполнение процесса с обеспечением заданных технико-экономических показателей.

Материалы и методы. Исследования проведены с применением системного анализа, аналитических методов и обобщения результатов исследований из литературных источников и материалов нормативных документов. Проанализированы технологические операции, при выполнении которых использованная вода поступает в виде стоков в навоз, технологии его переработки и хранения, используемые на фермах беспривязного способа содержания крупного рогатого скота. В качестве источника данных использованы сведения, полученные в рамках проектирования ферм.

При разработке структурной схемы управления авторы исходили из следующих условий: современный технологический процесс навозоудаления должен обеспечивать своевременную уборку и удаление навоза из животноводческих помещений, быть максимально автоматизированным, отвечать соблюдению технологии, иметь минимальное негативное воздействие на окружающую среду.

Результаты и их обсуждение. Для автоматизации и управления процессом уборки, удаления и переработки навоза как единой системой разработана структурная схема (рисунок).

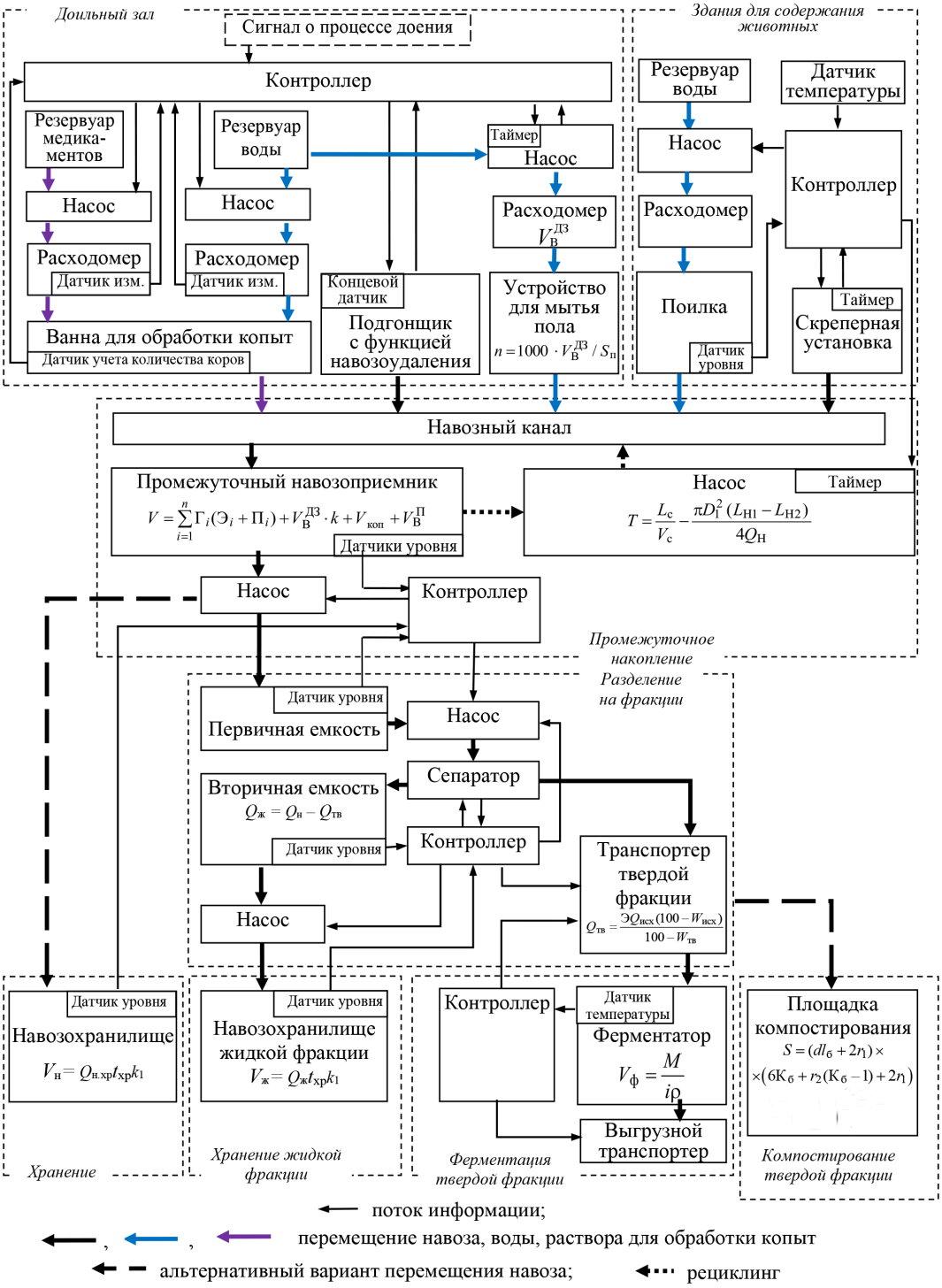
Связь отдельных структурных блоков (объектов), с указанными на них оборудованием и техническими средствами, осуществляется посредством радиоканала. Выбор технических средств для уборки и удаления навоза, используемых в производственных зданиях, зависит от выполняемых технологических операций.

Уборка навоза из навозных проходов в зданиях для содержания животных производится стационарными скреперными установками по заданной программе в навозный канал. В холодное время года предусматривается периодическое движение скреперов для защиты от замерзания, которое осуществляется в зависимости от температуры в помещении. В зданиях для содержания животных в навозный канал также поступает вода после мытья поилок.

Уборка навоза в доильном зале включает в себя очистку преддоильной площадки от экскрементов с помощью подгонщика с функцией навозоудаления, который может использоваться после каждой или нескольких групп, и мытье доильных, преддоильных площадок и скотопрогонов, осуществляемое после каждого доения с использованием автоматических смывных систем или вручную высоконапорными установками. Расходомер измеряет объем воды, затраченной на уборку доильного зала ($V_{В}^{ДЗ}$). На основании этих данных можно рассчитать удельное значение расхода воды (n) на регулярную уборку площади пола ($S_{п}$) преддоильной площадки и доильного зала и для оценки эффективности использования воды сравнить с нормативными значениями, приводимыми в РД-АПК 1.10.01.01-18[1] (5 л/м^2). Одной из регулярных операций, проводимых в доильном зале, является обработка копыт коров. Для этого в хозяйствах обычно используются ванны с раствором [9], который после использования поступает в навоз. Для автоматизации процесса обработки копыт могут применяться гидродинамические ванны. Такие ванны программируются на смену раствора после прохода через нее заданного количества животных, после чего быстро опорожняются и очищаются с помощью форсунок высокого давления и тут же наполняются новым раствором с заданным количеством медикаментов.

Навоз из навозного канала центробежным насосом мощной струей жидкой фракции смывается в промежуточный навозоприемник. Объем навозоприемника (V) должен вмещать суточный объем навоза, который зависит от удельного суточного выхода экскрементов ($Э_i$) и расхода подстилки ($П_i$) в каждой половозрастной группе и количества животных ($Г_i$) в каждой из них, суточный объем воды на уборку доильного зала ($V_{В}^{Д} \cdot k$), количество раствора после обработки копыт в сутки ($V_{коп}$) и объем воды, образуемый после мытья поилок ($V_{В}^{П}$). Включение насоса должно осуществляться синхронизировано со скреперами, что позволит избежать неоправданных затрат электроэнергии от работы насоса вхолостую. Рабочее время насоса зависит от длины ($L_{Н1}$) и диаметра (D_1) размывной трубы, производительности насоса ($Q_{Н}$), длины ($L_{Н2}$) основного трубопровода, а время задержки на включение насоса для размыва навоза (T) еще от рабочей длины навозного прохода (L_c) и скорости движения скребков (V_c). Эти параметры можно рассчитать по формулам, представленным в [1, 10].

[1] РД-АПК 1.10.01.01-18. Методические рекомендации по технологическому проектированию ферм и комплексов крупного рогатого скота. М: Росинформагротех, 2018. 166 с.



Структурная схема технологического процесса уборки, удаления и переработки навоза как объекта управления

Structural diagram of technological process of cleaning, removing and processing of manure as a control object

Перекачка навоза из промежуточного навозоприемника в навозохранилище в автоматическом режиме производится с помощью центробежного насоса на основании срабатывания датчиков уровня. Датчик верхнего уровня промежуточного навозоприемника служит для автоматического включения насоса перекачки навоза в навозохранилище, а нижнего уровня – для автоматического выключения с целью сохранения остаточного количества для создания нагнетающего потока при перемешивании навозной массы.

На необходимый объем навозохранилища ($V_н$) влияет количество перекачиваемого в хранилище навоза за сутки ($Q_{н.хр}$), продолжительность накопления навоза ($t_{хр}$) и коэффициент заполнения с учетом количества атмосферных осадков (k_1) [1, 10].

В последние годы как за рубежом, так и в России расширяется применение технологий обработки навоза с разделением его на твердую и жидкую фракции и ферментацией твердой фракции для использования ее в качестве подстилки.

В этом случае навоз с помощью насоса подается в приемный резервуар (первичная емкость) сепараторного пункта (см. рисунок). Объем этой емкости, как правило, рассчитан на максимальный суточный выход навоза и совпадает с объемом промежуточного навозоприемника. Далее с помощью насоса навоз перекачивается в сепаратор, где происходит его разделение на твердую и жидкую фракции.

Количество твердой фракции после ($Q_{тв}$, т) разделения навоза можно рассчитать по формуле

$$Q_{тв} = \frac{ЭQ_{исх}(100 - W_{исх})}{100 - W_{тв}}, \quad (1)$$

где Э – эффективность разделения, %; $Q_{исх}$ – количество исходного навоза, т; $W_{тв}$ – относительная влажность твердой фракции навоза, %; $W_н$ – влажность исходного навоза, %.

Количество жидкой фракции ($Q_ж$, т) после разделения навоза, соответственно, будет составлять разницу между количеством исходного навоза и твердой фракцией:

$$Q_ж = Q_{исх} - Q_{тв}, \quad (2)$$

где $Q_{исх}$ – количество исходного навоза, т; $Q_{тв}$ – количество жидкой и твердой фракции навоза т.

При дальнейшей ферментации твердой фракции полный объем ферментатора ($V_ф$, м^3) можно определить по формуле [11]

$$V_ф = \frac{M}{i\rho}, \quad (3)$$

где M – масса смеси, загружаемой в ферментационную установку, кг; i – показатель полезного объема установки (i = 0,75); ρ – плотность смеси, кг/м^3.

Биоферментационные установки по сравнению с длительным выдерживанием позволяют сократить сроки процесса переработки навоза и выбросы загрязняющих газов от него [12].

В [13] расчетами было показано, что технологии с разделением навоза и ферментацией твердой фракции позволяют обеспечить животных достаточным количеством обеззараженной подстилки и таким образом улучшить условия их содержания, что особенно актуально при дефиците подстилочных материалов, который характерен практически для всех хозяйств Северо-Западной России. Использование подстилки благоприятно сказывается на здоровье животных и поддержании параметров микроклимата в животноводческом помещении: уменьшается эмиссия аммиака и влаги из навоза [14].

При альтернативном ферментированию варианте твердая фракция навоза после разделения поступает на площадку компостирования. При переработке навоза методом пассивного компостирования минимальную площадь площадки можно рассчитать по следующей формуле [15]:

$$S = (dl_б + 2r_1)\left(6К_б + r_2(К_б - 1) + 2r_1\right), \quad (4)$$

где $dl_б$ – длина бурта компостирования, м; r_1 – расстояние между крайними буртами и краем бетонированной площадки, м; $К_б$ – количество буртов; r_2 – расстояние между буртами, м.

Разработанная структурная схема технологической линии удаления и переработки навоза как объекта управления обеспечивает соблюдение технологии и соответствует предъявляемым требованиям, позволяет прогнозировать его влажность, объем навозохранилищ, а при разделении – количество твердой и жидкой фракции.

Выводы. Разработана структурная схема управления технологической линией удаления и переработки навоза, позволяющая за счет формирования согласованности режимов работы технических средств автоматизировать выполнение процесса навозоудаления, исключить человеческий фактор и уменьшить эксплуатационные затраты. Представленная схема охватывает технологические операции уборки навоза, которые осуществляются в зданиях для содержания животных и в доильном зале, накопления в промежуточном навозоприемнике, транспортировки, разделения с ферментацией твердой фракции навоза, хранения, а также обработку копыт и мытье поилок, при выполнении которых использованная вода поступает в виде стоков в навоз. Для некоторых технологических операций предусмотрены альтернативные варианты. Предложены зависимости для определения объема навозоприемника, который должен вмещать суточный выход экскрементов, количество подстилки и воды, поступающей в виде стоков в навоз, а также времени задержки на включение насоса размыва навоза для синхронизации со скреперами, зависящего от параметров основного и размывного трубопроводов, производительности насоса, рабочей длины навозного прохода и скорости движения скребков, что позволит избежать неоправданных затрат электроэнергии от работы насоса вхолостую.

Список использованных источников

1. Структурная схема управления технологическим процессом навозоудаления / В. В. Гордеев, Т. Ю. Миронова, В. Е. Хазанов [и др.] // АгроЭкоИнженерия. – 2021. – № 2 (107). – С. 115–125.

2. Бородай, В. П. Огляд сучасних технологій переробки гною у скотарстві / В. П. Бородай, Є. М. Кривохижа, Д. С. Чуприна // Агроекологічний журнал. – 2020. – № 2. – С. 112–119. https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2020.207689

3. Шалавина, Е. В. Анализ технологий переработки отходов животноводства в различных природно-климатических условиях России / Е. В. Шалавина, Э. В. Васильев, Э. А. Папушин // АгроЭкоИнженерия. – 2023. – № 3 (116). – С. 110–124. https://doi.org/10.24412/2713-2641- 2023-3116-110-123

4. Брюханов, А. Ю. Предпосылки к формированию санитарно-гигиенических требований к подстилке для крупного рогатого скота / А. Ю. Брюханов, Р. А. Уваров, Л. М. Белова // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 2 (272). – С. 30–34. https://doi.org/10.33267/2072-9642-2020-2-30-34

5. Recycled manure solids as bedding for dairy cattle: a scoping study / M. Green, K. A. Leach, J. Breen [et al.] // Cattle Practice. – 2014. – Vol. 22, № 2. – P. 207–214.

6. Recycling manure as cow bedding: potential benefits and risks for UK dairy farms / K. A. Leach, S. Archer, J. Breen [et al.] // The Veterinary Journal. – 2015. – Vol. 206, № 2. – P. 123–130. https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2015.08.013

7. An alternative manure treatment technology // Filtration + Separation. – 2014. – Vol. 51, № 5. – P. 44–45. https://doi.org/10.1016/S0015-1882(14)70187-9

8. Identifying key pathways in manure and sewage management of dairy farming based on a quantitative typology: a case study in China / J. Zhang, L. Zhang, M. Wang [et al.] // Science of the Total Environment. – 2021. – Vol. 760. – Art. 143326. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143326

9. Сохраняем здоровье копыт / В. Тимошенко, А. Музыка, А. Москалёв, И. Ковалевский // Животноводство России. – 2015. – № 1. – С. 33–35.

10. Гордеев, В. В. Алгоритм управления системой навозоудаления при беспривязном способе содержания коров / В. В. Гордеев, Е. О. Ланцова // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2017. – № 93. – С. 173–177.

11. Уваров, Р. А. Повышение эффективности переработки навоза крупного рогатого скота путем разработки биоферментационной установки барабанного типа: дис. … канд. техн. наук: 05.20.01 / Уваров Роман Алексеевич; Ин-т агроинженер. и экол. проблем с.-х. пр-ва. – СПб., 2018. – 160 л.

12. Анализ и решения экологических проблем в животноводстве / А. Ю. Брюханов, В. Д. Попов, Э. В. Васильев [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2021. – Т. 15, № 4. – С. 48–55. https://doi.org/ 10.22314/2073-7599-2021-15-4-48-55

13. Хазанов, Е. Е. Анализ технологий обработки навоза с использованием твердой фракции в качестве подстилки / Е. Е. Хазанов, В. В. Гордеев, В. Е. Хазанов // Научные труды ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии. – 2010. – Т. 21, № 3. – С. 194–198.

14. Gordeev, V. Ammonia emission and moisture evaporation from cattle manure with different moisture and excrement content / V. Gordeev, T. Mironova, V. Mironov // Engineering for rural development: proc. of 19th Intern. sci. conf., Jelgava, Latvia, 20–22 May 2020 / Latvia Univ. of Life Sciences a. Technologies, Latvia Acad. of Agr. a. Forest Sciences. – Jelgava, 2020. – P. 1018–1022. https://doi.org/ 10.22616/ERDev2020.19.TF238

15. Метод расчета размеров бетонированной площадки при переработке навоза методом пассивного компостирования / Е. В. Шалавина, Э. В. Васильев, Р. А. Уваров [и др.] // АгроЭкоИнженерия. – 2020. – № 4 (105). – С. 90–101. https://doi.org/10.24411/0131-5226-2020-10269

References

1. Gordeev V. V., Mironova T. Yu., Khazanov V. E., Gordeeva T. I., Mironov V. N. Block diagram of manure removal control. *AgroEkoInzheneriya = AgroEcoEngineering*, 2021, no. 2 (107), pp. 115–125 (in Russian)

2. Boroday V., Kryvokhyzha Y., Chupryna D. Review of modern technologies of manure processing in cattle farming. *Agroekologichnii zhurnal = Agroecological Journal*, 2020, no. 2, pp. 112–119. https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2020.207689

3. Shalavina E. V., Vasilev E. V., Papushin E. A. Analysis of technologies for processing animal waste in different natural and climatic conditions of Russia. *AgroEkoInzheneriya = AgroEcoEngineering*, 2023, no. 3 (116), pp. 110–124 (in Russian). https://doi.org/10.24412/2713-2641-2023- 3116-110-123

4. Bryukhanov A. Yu., Uvarov R. A., Belova L. M. Prerequisites for the formation of sanitary and hygienic requirements for cat-tle litter. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela = Machinery and Equipment for Rural Area*, 2020, no. 2 (272), pp. 30–34 (in Russian). https://doi.org/10.33267/2072-9642- 2020-2-30-34

5. Green M., Leach K. A., Breen J., Ohnstad I., Tuer S., Archer S., Bradley A. Recycled manure solids as bedding for dairy cattle: a scoping study. *Cattle Practice*, 2014, vol. 22, no. 2, pp. 207–214.

6. Leach K. A., Archer S., Breen J., Green M., Ohnstad I., Tuer S., Bradley A. Recycling manure as cow bedding: potential benefits and risks for UK dairy farms. *The Veterinary Journal*, 2015, vol. 206, no. 2, p. 123–130. https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2015.08.013

7. An alternative manure treatment technology. *Filtration + Separation*, 2014, vol. 51, no. 5, pp. 44–45. https://doi.org/10.1016/S0015-1882(14)70187-9

8. Zhang J., Zhang L., Wang M., Brostaux Y., Yin C., Dogot T. Identifying key pathways in manure and sewage management of dairy farming based on a quantitative typology: a case study in China. *Science of the Total Environment*, 2021, vol. 760, art. 143326. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143326

9. Timoshenko V., Muzyka A., Moskalyov A., Kirikovich S. Maintaining hoof health. *Zhivotnovodstvo Rossii = Animal Husbandry in Russia*, 2016, no. 6, pp. 37–38 (in Russian).

10. Gordeev V. V., Lantsova E. O. Control algorithm for manure removal system in loose cow housing. *Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktsii rastenievodstva i zhivotnovodstva* [Technologies and Technical Means of Mechanized Production of Crop and Livestock Products], 2017, no. 93, pp. 173–177 (in Russian).

11. Uvarov R. A. *Improving the efficiency of cattle manure processing by developing a drum-type biofermentation unit*. St. Petersburg, 2018. 160 p. (in Russian).

12. Bryukhanov A. Yu., Popov V. D., Vasilev E. V., Shalavina E. V., Uvarov R. A. Analysis and solutions to environmental problems in livestock farming. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii = Agricultural Machinery and Technologies*, 2021, vol. 15, no. 4, pp. 48–55 (in Russian). https://doi.org/10.22314/2073-7599-2021-15-4-48-55

13. Khazanov E. E., Gordeev V. V., Khazanov V. E. Analysis of manure treatment technologies using the solid fraction as litter. *Nauchnye trudy GNU VNIIMZh Rossel'khozakademii* [Scientific works of the All-Russian Research Institute of Mechanisation of Animal Husbandry], 2010, vol. 21, no. 3, pp. 194–198 (in Russian).

14. Gordeev V., Mironova T., Mironov V. Ammonia emission and moisture evaporation from cattle manure with different moisture and excrement content. *Engineering for rural development: proceedings of 19th International scientific conference, Jelgava, Latvia, 20–22 May 2020.* Jelgava, 2020, pp. 1018–1022. https://doi.org/10.22616/ERDev2020.19.TF238

15. Shalavina E. V., Vasilev E. V., Uvarov R. A., Briukhanov A. Yu., Vasileva N. S., Vorobyeva E. A. Dimensioning of a concreted pad for manure processing by passive composting. *AgroEkoInzheneriya = AgroEcoEngineering*, 2020, no. 4 (105), pp. 90–101 (in Russian). https://doi.org/ 10.24411/0131-5226-2020-10269

Информация об авторах

Гордеев Владислав Владимирович – кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела агроэкологии в животноводстве, Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал Федерального научного агроинженерного центра ВИМ (Фильтровское шоссе, 3, 196634, Тярлево, Санкт-Петербург, Российская Федерация). http://orcid.org/0000-0001-6181-396X. E-mail: cow-sznii@yandex.ru

Миронова Татьяна Юрьевна – кандидат технических наук, научный сотрудник отдела агроэкологии в животноводстве, Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал Федерального научного агроинженерного центра ВИМ (Фильтровское шоссе, 3, 196634, Тярлево, Санкт-Петербург, Российская Федерация). https://orcid.org/0000-0001-6959-049X. E-mail: mironova-tat@mail.ru

Information about the authors

Vladislav V. Gordeev – Ph. D. (Engineering), Associate Professor, Leading Researcher of the Department of Agroecology in Livestock Production, Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM (3, Filtrovskoje Shosse, 196634, Tiarlevo, Saint Petersburg, Russian Federation). http://orcid.org/0000-0001-6181-396X. E-mail: cow-sznii@yandex.ru

Tatiana Yu. Mironova – Ph. D. (Engineering), Researcher of the Department of Agroecology in Livestock Production, Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM (3, Filtrovskoje Shosse, 196634, Tiarlevo, Saint Petersburg, Russian Federation). https://orcid.org/0000-0001-6959-049X. E-mail: mironova-tat@mail.ru

Хазанов Виктор Евгеньевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела агроэкологии в животноводстве, Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал Федерального научного агроинженерного центра ВИМ (Фильтровское шоссе, 3, 196634, Тярлево, Санкт-Петербург, Российская Федерация). https://orcid.org/0000-0003-2370-0643. E-mail: cow-sznii@yandex.ru

Гордеева Татьяна Ивановна – кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник отдела агроэкологии в животноводстве, Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал Федерального научного агроинженерного центра ВИМ (Фильтровское шоссе, 3, 196634, Тярлево, Санкт-Петербург, Российская Федерация). http://orcid.org/0000-0001-5466-6033. E-mail: cow-sznii@yandex.ru

Миронов Вячеслав Николаевич – кандидат технических наук, ученый секретарь, Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал Федерального научного агроинженерного центра ВИМ (Фильтровское шоссе, 3, 196634, Тярлево, Санкт-Петербург, Российская Федерация). https://orcid.org/0000-0002-5393-1146. E-mail: mironov-vyacheslav@yandex.ru

Viktor E. Khazanov – Ph. D. (Engineering), Leading Research Engineer of the Department of Agroecology in Livestock Production, Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM (3, Filtrovskoje Shosse, 196634, Tiarlevo, Saint Petersburg, Russian Federation). https://orcid.org/0000-0003-2370-0643. E-mail: cow-sznii@yandex.ru

Tatyana I. Gordeeva – Ph. D. (Engineering), Associate Professor, Senior Researcher of the Department of Agroecology in Livestock Production, Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM (3, Filtrovskoje Shosse, 196634, Tiarlevo, Saint Petersburg, Russian Federation). http://orcid.org/0000-0001-5466-6033. E-mail: cow-sznii@yandex.ru

Viacheslav N. Mironov – Ph. D. (Engineering), Academic Secretary, Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM (3, Filtrovskoje Shosse, 196634, Tiarlevo, Saint Petersburg, Russian Federation). E-mail: mironov-vyacheslav@yandex.ru