



УДК 504.054:504.064.2: 504.064.36
DOI 10.52575/2712-7443-2022-46-4-596-614

Геоэкологический мониторинг накопленного экологического вреда при обращении с отходами животноводства в Воронежской области

¹Ашихмина Т.В., ²Каверина Н.В.

¹ Воронежский государственный технический университет,
Россия, 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84

² Воронежский государственный университет,
Россия, 394018, г. Воронеж, Университетская площадь, 1
E-mail: tv_ashikhmina@bk.ru

Аннотация. В настоящее время важнейшим направлением экологической политики России является ликвидация накопленного вреда окружающей среде (НВОС) от хозяйственной деятельности, в том числе от объектов размещения отходов. Принимая во внимание масштабы развития животноводства в Воронежской области, являющегося источником образования большого количества навоза и помета, актуальна цель данного исследования – анализ геоэкологических условий региона как факторов, влияющих на формирование накопленного вреда окружающей среде от объектов размещения навоза. Проблема в таком ракурсе рассматривается впервые. Авторами проведен общий анализ геоэкологических условий Воронежской области, структуры и пространственного распределения источников образования навоза на ее территории, обозначены основные аспекты экологической опасности навозохранилищ на основе фактологического материала, идентифицированы факторы формирования накопленного вреда окружающей среде от объектов размещения отходов животноводства. Для изучения проблемы были проведены сопоставление и анализ пространственного распределения источников образования навоза и геоэкологических условий на территории Воронежской области, на основе чего были составлены и проанализированы соответствующие схематические экологические карты. В результате исследования были сформулированы рекомендации по устройству навозохранилищ и системы экологического мониторинга в районе расположения таких объектов с учетом приоритетных факторов геоэкологической опасности. Представленная работа подчеркивает необходимость учета природной составляющей в исследовании и последующем решении проблемы НВОС в конкретных геоэкологических условиях.

Ключевые слова: отходы животноводства, навозохранилища, накопленный вред окружающей среде, анализ геоэкологических условий Воронежской области, мониторинг факторов накопленного вреда окружающей среде

Для цитирования: Ашихмина Т.В., Каверина Н.В. 2022. Геоэкологический мониторинг накопленного экологического вреда при обращении с отходами животноводства в Воронежской области. Региональные геосистемы, 46(4): 596–614. DOI: 10.52575/2712-7443-2022-46-4-596-614

Geoecological Monitoring of Accumulated Environmental Damage in the Handling of Livestock Waste in the Voronezh Region

¹Tatyana V. Ashikhmina, ²Nataliy V. Kaverina

¹Voronezh State Technical University
84 20 let Oktyabrya St, Voronezh 394006, Russia

²Voronezh State University
1 Universitetskaya Pl, Voronezh 394018, Russia,
E-mail: tv_ashikhmina@bk.ru

Abstract. Intensive development of cattle breeding is accompanied by the formation of a significant amount of large-tonnage waste: manure and litter. Insufficient elaboration of normative-legal, organizational-technical, scientific-ecological, educational-educational aspects of operation of systems of storage



and use of livestock waste, imperfect systems of accounting and ecological control of manure disposal objects leads to pollution of natural components and formation of accumulated environmental damage (AED). At present there is insufficient study of the natural component of this process, in this connection the purpose of this study is to analyze the geo-ecological conditions of the Voronezh region as factors influencing the formation of the accumulated environmental damage from manure disposal facilities. The authors have identified and prioritized the factors of formation of EHS on the basis of the analysis of geo-ecological conditions in which the objects of livestock waste disposal (manure storages) are located. The study was conducted by comparing geo-ecological thematic maps, compilation and analysis of schematic ecological maps, taking into account the location of the identified sources of livestock waste generation. The spatial localization of factors of priority importance in the formation of EIA was shown. The carried out researches allowed to make recommendations on ecologically safe arrangement of manure storages and priority directions of geo-ecological monitoring in a zone of influence of such objects in various geo-ecological conditions of the Voronezh region.

Keywords: animal wastes, manure storages, accumulated environmental damage, analysis of geo-ecological conditions of Voronezh region, monitoring of accumulated environmental damage factors

For citation: Ashikhmina T.V., Kaverina N.V. 2022. Geoeological Monitoring of Accumulated Environmental Damage in the Handling of Livestock Waste in the Voronezh Region. *Regional Geosystems*, 46(4): 596–614 (in Russian). DOI: 10.52575/2712-7443-2022-46-4-596-614

Введение

Структура хозяйства Воронежской области имеет индустриально-аграрное направление, характеризующееся сочетанием промышленности (в основном перерабатывающей) с активно развивающимся аграрным сектором [Гапонова и др., 2018].

Животноводческая отрасль в регионе представлена разведением крупного рогатого скота (КРС) молочных и мясных пород; мелкого рогатого скота (МРС), преимущественно овец; свиноводством и птицеводством и является источником образования крупнотоннажных отходов: навоза и помета, неорганизованное накопление и хранение которых вызывает масштабное загрязнение объектов окружающей природной среды, формируя, таким образом, накопленный экологический вред.

Огромное значение в динамике и масштабах процесса формирования накопленного экологического вреда от объектов размещения навоза имеют природно-климатические и геоэкологические условия.

Целью данного исследования является риск-ориентированный анализ геоэкологических условий Воронежской области как факторов, влияющих на формирование накопленного вреда окружающей среде от объектов размещения навоза, и разработка системы геоэкологического мониторинга в районе расположения таких объектов.

Основные задачи работы:

- провести общий анализ геоэкологических условий Воронежской области, структуры и пространственного распределения источников образования навоза на территории Воронежской области;
- обозначить основные аспекты экологической опасности навозохранилищ на основе фактологического материала;
- идентифицировать факторы формирования накопленного вреда окружающей среде от объектов размещения отходов животноводства;
- сопоставить и проанализировать пространственное распределение источников образования навоза и геоэкологические условия на территории Воронежской области;
- составить рекомендации по устройству навозохранилищ и системы экологического мониторинга в районе расположения таких объектов с учетом приоритетных факторов геоэкологической опасности.



Объекты и методы исследования

Объектом исследования являются геоэкологические условия Воронежской области, оказывающие непосредственное влияние на формирование накопленного вреда окружающей среде от объектов размещения отходов животноводства. Методы исследования:

- картографирование источников антропогенного воздействия (животноводческих предприятий);
- картографический метод анализа экологической обстановки;
- сравнительный анализ геоэкологических тематических карт;
- нанесение экологической информации на картографическую основу с помощью стандартных программных продуктов;
- анализ схематических экологических карт, разработанных с учетом расположения выявленных источников образования отходов животноводства;
- метод качественной оценки рисков на основе ранжирования факторов.

Воронежская область имеет площадь 52,4 км² и располагается на Восточно-Европейской равнине Европейской части РФ в лесостепной и степной природных зонах.

Область имеет достаточно сложный рельеф, характеризующийся сочетанием возвышенностей и низменностей, сформированных различными по своим свойствам породами. На Среднерусской и Калачской возвышенностях рельефообразующими породами являются трещиноватые карбонатные породы и отмечается значительное долинно-балочное расчленение территории, высокая водопроницаемость пород, развитие водно-эрозионных и карстовых процессов. Среди рельефообразующих пород Окско-Донской низменности преобладают водоупорные суглинки и глины, рельеф территории отличается равнинным характером [Ашихмина, 2014].

Климатический режим Воронежской области характеризуется как умеренно-континентальный [Лаптиева и др., 2021], годовое количество осадков составляет 550–450 мм. Средняя температура января колеблется от –9 до –10 °С, июля – от +20 до +21 °С. Среднегодовая температура изменяется от +4,6–5,6 °С на севере области до +6,5–7,0 °С на юге.

Гидрографическая сеть Воронежской области достаточно густая: от 0,07 до 0,32 км/км², приурочена к бассейну реки Дон и включает 1197 водотоков, общей протяженностью 9705 км. Речная сеть области является ключевым фактором в водообеспечении отраслей промышленного и сельскохозяйственного производства области. Пространственное распределение годовых осадков и стока позволяет отметить, что северо-западные районы Воронежской области лучше обеспечены природной водой, чем юго-восточные [Акимов и др., 2014].

На территории Воронежской области грунтовые воды, в основном, залегают от поверхности на глубине 5–20 м. В некоторых местах, чаще всего это наблюдается на Окско-Донской низменности, водоносный горизонт располагается близко к поверхности (1,5–2 м), из-за чего в замкнутых понижениях происходит переувлажнение земель и заболачивание.

Подземные воды шести основных водоносных горизонтов – неоген-четвертичный, верхнемеловой, сеноман-альбский, каменноугольный, верхнедевонский и средне-верхнедевонский – являются источником питьевого водоснабжения на всей территории Воронежской области [Смольянинов, Яценко, 2015].

Одним из наиболее значимых природных богатств области являются ее плодородные почвы, представленные оподзоленными, выщелоченными, типичными, обыкновенными и южными черноземами с содержанием гумуса от 4,5 до 6 %, а также серыми лесными, лугово-черноземными почвами [Ахтырцев и др., 1985].

Следует отметить, что почвы Воронежской области обладают высоким уровнем плодородия, с наиболее высокими показателями баллов бонитета (78,3) в северной части территории (лесостепной зоне), в степной зоне этот показатель несколько снижается до 61,6, в среднем по области он составляет 70,0 [Бухтояров и др., 2020]. Неправильное хранение и



использование навоза на сельхозугодьях приводит к ухудшению качества почв, т.е. к снижению их плодородия. Источниками образования основной части отходов животноводства являются сельскохозяйственные предприятия, состав поголовья которых показан в табл. 1 [Территориальная схема ..., 2022].

Таблица 1
Table 1

Состав поголовья сельскохозяйственных животных в Воронежской области
Composition of livestock in the Voronezh region

Вид с/х животных	Поголовье, тыс. голов	Доля поголовья, приходящаяся на с/х предприятия, %
свины	1511,9	97
КРС	357,8	65
птица	11909,1	63

Перечень источников образования навоза составлен согласно данным федерального государственного статистического наблюдения в области образования и обращения с отходами на территории Воронежской области (табл. 2).

Таблица 2
Table 2

Общая характеристика источников образования навоза на территории Воронежской области
General characteristics of the sources of manure generation in Voronezh region

Вид навоза	Количество источников	Крупнейшие источники
навоз КРС	Более 60 источников с годовым объемом образования свыше 1 тыс. т/год	ОАО «Маяк» (Лискинский муниципальный район), ООО «СХП «Новомарковское» (Кантемировский муниципальный район), ООО «МФ «Березовка» (Бобровский муниципальный район)
навоз МРС	3 источника образуют свыше 50 т/год отходов	ООО «Бутырки» (Репьевский муниципальный район), ООО «ЖИТО» (Семилукский муниципальный район)
навоз свиной	9 источников с годовым объемом образования более 100 т	ООО «Селекционно-гибридный центр» (ООО «СГЦ»), ООО спецхоз «Вишневатский», ООО «Альфа» (Верхнехавский муниципальный район)
помет куриный, птичий	7 источников образования	АО «Куриное царство» филиал «Лиско Бройлер» (Лискинский муниципальный район), ООО «Птицепром Бобровский» (Бобровский муниципальный район), ООО «Ряба» (Хохольский муниципальный район), ООО Сельскохозяйственное предприятие «Племенное птицеводческое хозяйство «Заброденское» (Калачеевский муниципальный район)

В целом по области образование отходов животноводства составляет порядка 38 % от всего объема образования отходов. При этом объем накопленных отходов животноводства составляет 33,6 % от общего количества накопленных отходов производства и потребления.

Информация о годовых объемах образования крупнотоннажных отходов животноводства в Воронежской области показана в табл. 3.

Таблица 3
 Table 3

Образование крупнотоннажных отходов животноводства в Воронежской области в 2020 году
 Formation of large-tonnage animal waste in the Voronezh region in 2020

Наименование вида отхода по ФККО	Код по ФККО	Класс опасности отхода	Образовано по данным официальной статистики, тыс. т
навоз КРС свежий	1 12 110 01 33 4	IV	867,792
навоз КРС перепревший	1 12 110 02 29 5	V	481,476
навоз свиней свежий	1 12 510 01 33 3	III	1106,7
навоз свиней перепревший	1 12 510 02 29 4	IV	27,0
помет куриный свежий	1 12 711 01 33 3	III	114,74
помет куриный перепревший	1 12 711 02 29 4	IV	10,727
Всего			13324,7

Таким образом, годовое количество навоза, которое образуется в Воронежской области, составляет более 13 млн т или примерно 5 % от общего количества отходов животноводства и птицеводства в России [Дашковский, 2018].

Результаты и их обсуждение

Обращение с навозом в хозяйствах обычно происходит по одному из вариантов схемы (рис. 1) [Ашихмина, Каверина, 2022]. Формирование накопленного вреда окружающей среде (НВОС) от объектов размещения навоза обусловлено количеством и составом навоза, процессами трансформации компонентов навоза, эмиссионными процессами на этапе размещения навоза на специальных объектах – навозохранилищах.

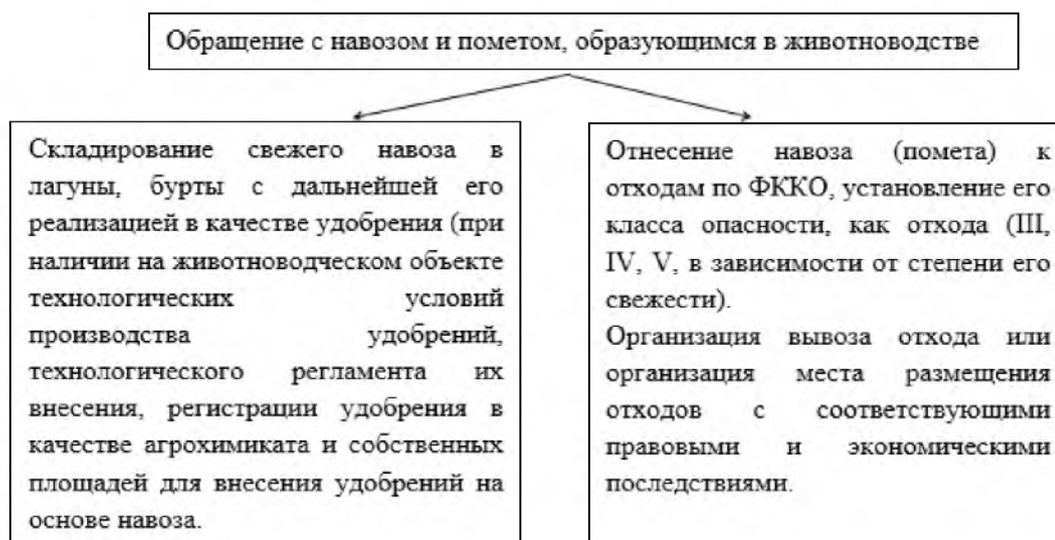


Рис. 1. Варианты обращения с навозом и пометом
 Fig. 1. Manure and manure management options

В общем смысле под навозохранилищем понимается сооружение для сбора, обеззараживания и хранения навоза, удаленного из животноводческих помещений [СП 374.1 325 800.2018].

Согласно СП 289.1 325 800.201710 [2017] хранилища навоза и помета могут быть заглубленными, полузаглубленными и наземными. Конструкция хранилищ зависит от консистенции, поступающих в них навоза и помета, и гидрогеологических условий строительства.

Нарушение условий накопления и хранения навоза и помета (недостаточная вместимость и неправильное устройство навозохранилищ), а также отсутствие у животноводческих предприятий сельскохозяйственных угодий приводят к тому, что во многих хозяйствах объемы образующегося навоза значительно превышают возможности по его безопасному хранению и утилизации. В результате навоз размещается на неподготовленных площадках, где он размывается дождями. Жидкая субстанция попадает в подземные воды, тем самым загрязняя и почву, и водные объекты (рис. 2–4).



Рис. 2. Складирование навоза на землях сельскохозяйственного назначения в Эртильском районе Воронежской области [Управление Россельхознадзора ..., 2022]
Fig. 2. Stockpiling of manure on agricultural land in Ertilsky district of Voronezh region [Department of Rosselkhoz nadzor ..., 2022]



Рис. 3. Размещение навоза предприятия ООО «ЭкоНиваАгро» на необорудованной площадке в Воронежской области [Новостной портал ..., 2022]
Fig. 3. Disposal of manure by EkoNivaAgro LLC at an unequipped site in Voronezh Region [News Portal ..., 2022]



Рис. 4. Складирование навоза на свиноферме х. Ясеново Каменского района Воронежской области
Fig. 4. Stockpiling of manure at the pig farm in the village of Yasenovo, Kamensky District, Voronezh Region.

Риск возникновения накопленного вреда окружающей среде, связанного с хранением и применением навоза, обусловлен различными факторами, показанными на рис. 5.

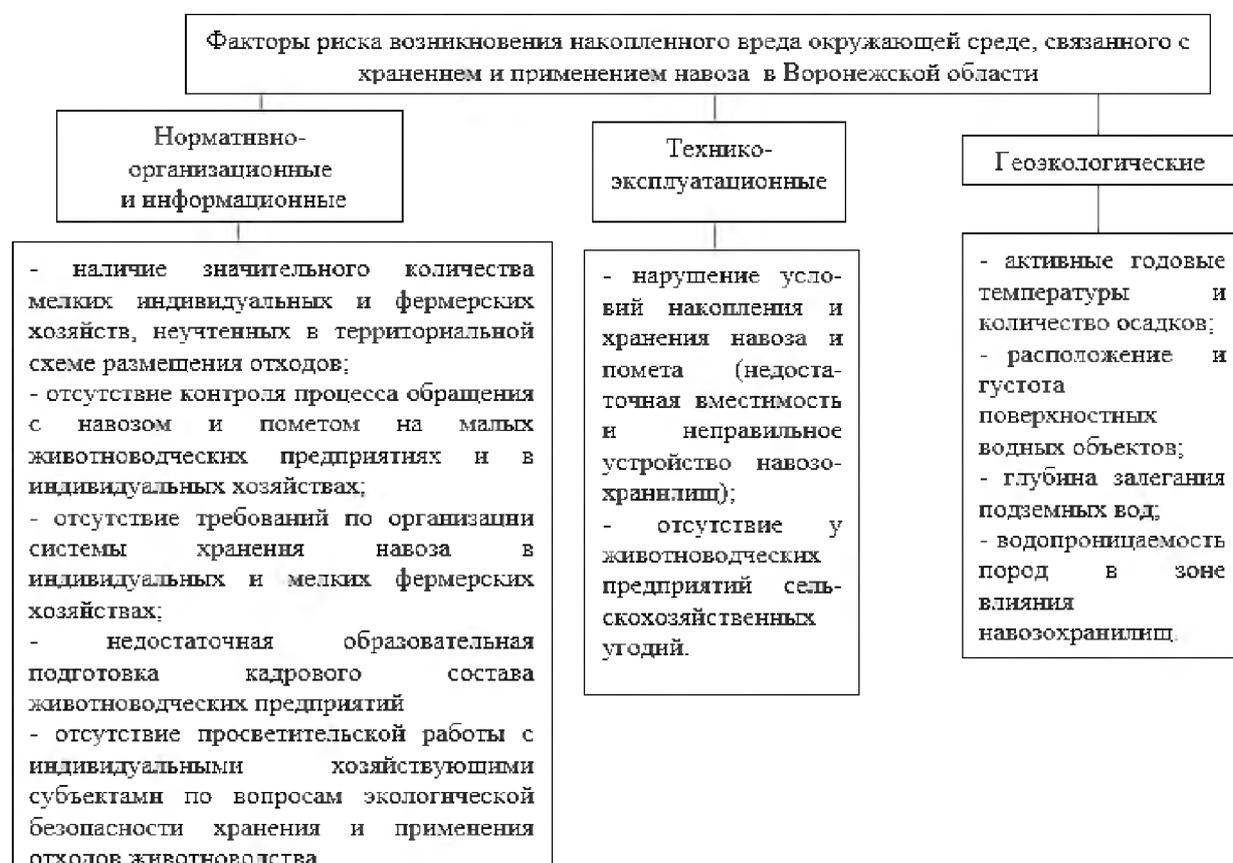


Рис. 5. Факторы риска возникновения накопленного вреда окружающей среде, связанного с хранением и применением навоза на территории Воронежской области
Fig. 5. Risk factors for the occurrence of accumulated environmental damage associated with the storage and use of manure in the territory of the Voronezh region

Несовершенство систем учета и экологического контроля объектов размещения навоза на сельскохозяйственных территориях приводит к возникновению ситуаций, когда навоз или навозные стоки попадают за пределы навозохранилищ, причиняя массу неудобств жителям прилегающих населенных пунктов и вызывая химическое и биологическое загрязнение окружающей среды. Такие ситуации фиксируются на территории Воронежской области.

Например, 28 апреля 2021 г. Центрально-Черноземным межрегиональным управлением Федеральной службы по надзору в сфере природопользования была проведена внеплановая выездная проверка в с. Скупая Потудань, организованная по обращению гражданина о складировании навоза, а также стоке нечистот. В результате установлен факт складирования навоза КРС с/х предприятия на необорудованной площадке без твердого водонепроницаемого покрытия обваловки. Появление атмосферных осадков (дождя) спровоцировало сток отходов от места складирования по рельефу местности через пропускной ливневой коллектор под дорогой в обустроенную канаву, средняя ширина которой составила 25 м, длина 600 м. Стоки имели коричневый цвет и характерный для отхода навоза КРС запах [КОМПЛАН Реестр проверок ..., 2022] (рис. 6).



Рис. 6. Последствия складирования навоза КРС ООО СП «ПОТУДАНЬ»
на необорудованной площадке

Fig. 6. Consequences of cattle manure storage by JV "Potudan" LLC at an unequipped site

По результатам анализа контрольно-надзорных мероприятий в области обращения с отходами производства на животноводческих предприятиях, выполненных Центрально-Черноземным межрегиональным управлением с января 2018 по сентябрь 2022 г., получены следующие данные (табл. 4).

Таблица 4
Table 4

Нарушения в области обращения с отходами животноводства в % от общего количества
Violations in the field of animal waste management in % of the total

Специализация	Размеры животноводческих комплексов (ферм, артелей) по поголовью, тыс. гол.		
	мелкие	средние	крупные
Производство молока	37,5	12,5	–
Производство говядины при откорме	12,5	12,5	–
Свиноводческие предприятия с законченным циклом производства	–	–	12,5
Птицефабрики – куры-несушки	12,5	12,5	–
Итого	62,5	25,0	12,5

Таким образом, нарушения природоохранного законодательства в области обращения с отходами отмечаются гораздо чаще на мелких сельскохозяйственных производствах. Однако приведенные данные нельзя считать исчерпывающими, т.к. в ряде случаев не удалось установить виновных в причинении вреда окружающей среде.

Накопленный вред окружающей среде, образующийся на объектах размещения навоза и прилегающих к ним территориях, имеет следующие формы:

– химическое и биологическое загрязнение атмосферы, гидросферы, литосферы территории навозохранилищ и прилегающих к ним участков;

- химическое и биологическое загрязнение с/х угодий при использовании недостаточно подготовленного навоза, при несоблюдении доз и сроков внесения навоза;
- деформация поверхности и изменения рельефа;
- отчуждение территорий [Ashikhmina, Kaverina, 2022].

Согласно Территориальной схеме обращения с отходами на территории Воронежской области [О внесении изменения ..., 2021] источники образования и накопления навоза имеются практически повсеместно, за исключением восточной микрзоны (рис. 7). В составе преобладает навоз крупного рогатого скота. Наименьшее количество источников отмечается для помета куриного, птичьего.

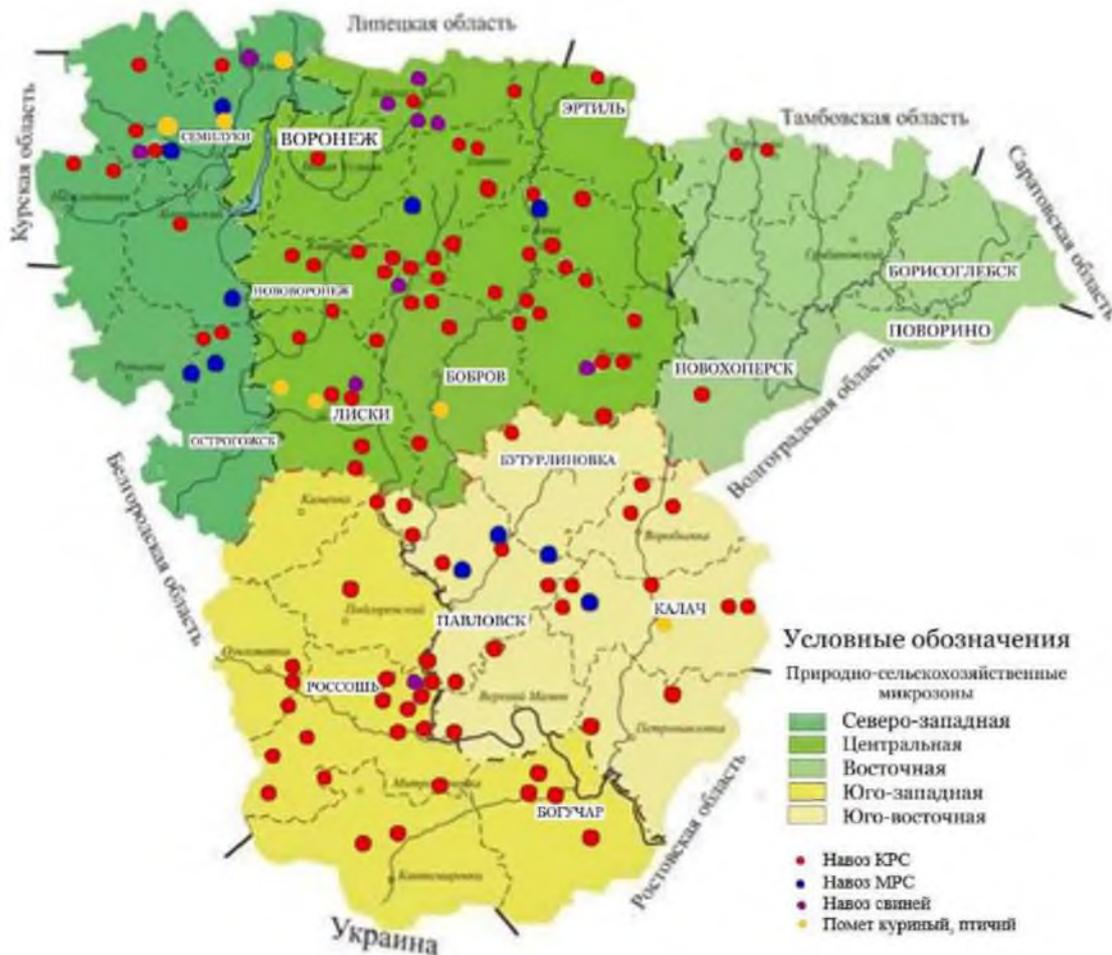


Рис. 7. Распределение источников образования навоза по природно-сельскохозяйственным микрзонам Воронежской области
Fig. 7. Distribution of manure sources by natural and agricultural microzones of Voronezh region

Активные годовые температуры и количество осадков оказывают существенное влияние на процессы разложения навоза, поэтому климатические условия районов необходимо учитывать при устройстве навозохранилищ, а также при его использовании на сельхозугодьях. В южных, засушливых районах области, где навоз и помет при открытом хранении быстро высыхает, целесообразно проектировать заглубленные навозохранилища котлованного типа. В этом случае разложение навоза будет сопровождаться минимальными потерями питательных веществ.

В районах с низкими зимними температурами предпочтительнее устройство закрытых навозохранилищ. Такой способ хранения навоза способствует наилучшему сохранению в нем питательных веществ.

Формирование накопленного экологического вреда от объектов размещения навоза происходит в результате выбросов в атмосферу газообразных продуктов его разложения, воздействия атмосферных осадков и дальнейшим горизонтальным и вертикальным распространением стоков, в результате чего образуется химическое и биологическое загрязнение поверхностных и подземных вод, почвенного покрова.

Особенно опасно негативное влияние навозных стоков на качество воды путем загрязнения надземных и подземных вод различными химическими элементами, патогенной микрофлорой и токсическими веществами.

Значительное количество источников образования навоза на территории Воронежской области расположено в районах с высокими показателями густоты речной сети [Акимов и др., 2014] (рис. 8), что повышает вероятность загрязнения поверхностных водных объектов. Такие условия наблюдаются в северной, центральной и северо-восточной частях области. Здесь основное количество источников навоза расположено на территориях с густотой речной сети $0,21\text{--}0,3\text{ км/км}^2$.

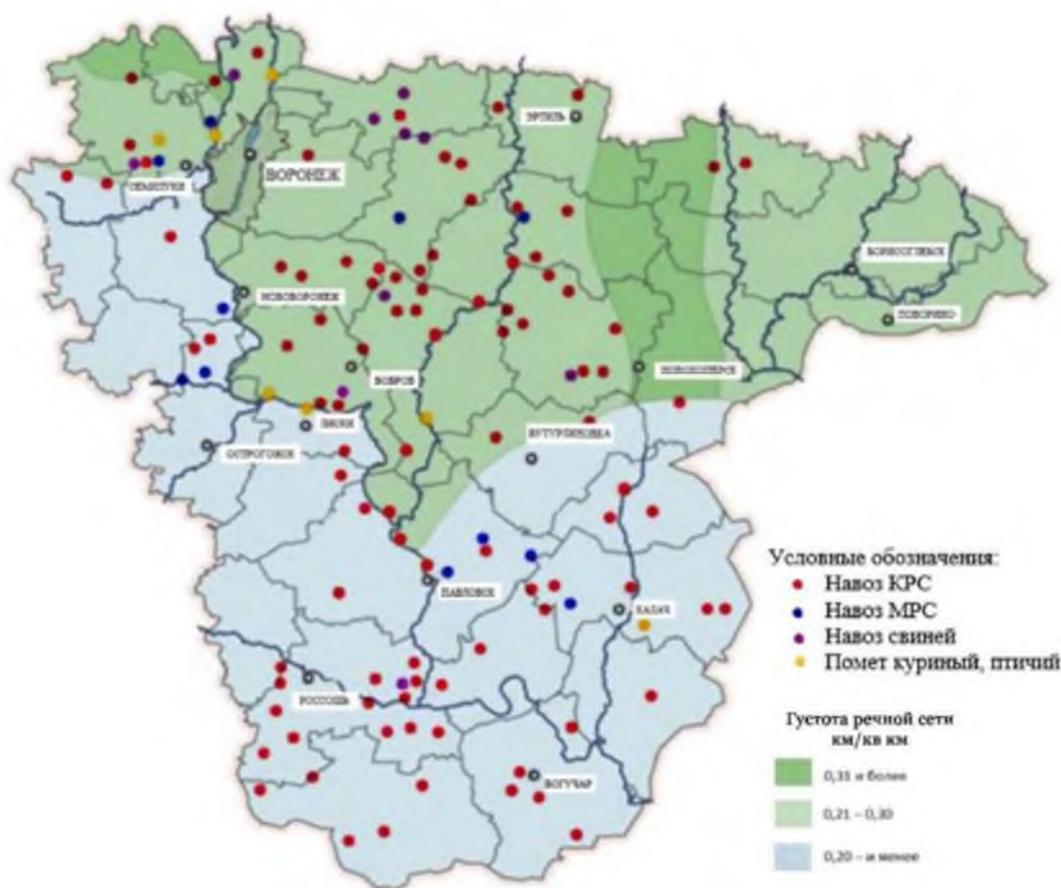


Рис. 8. Анализ возможности загрязнения поверхностных вод Воронежской области навозными стоками

Fig. 8. Analysis of the possibility of surface water pollution in Voronezh region by manure runoff

Наличие значительного количества поверхностных водных объектов в непосредственной близости от животноводческих комплексов обуславливает особые требования к выбору места размещения навозохранилищ, их гидроизоляции, применению комплекса организационно-технических мероприятий по предупреждению аварийных ситуаций, связанных с неконтролируемым поступлением навоза в окружающую среду.

Животноводческие комплексы и, соответственно, навозохранилища обычно расположены в непосредственной близости от населенных пунктов, где для водоснабжения используются верхние водоносные горизонты. Загрязнение подземных вод в этих районах

проявляется в повышенных концентрациях соединений азота – нитратов, нитритов, аммония [Смолянинов, 2003].

Возможность загрязнения подземных вод от антропогенных объектов, в том числе и от навозохранилищ, определяется как техническим состоянием эксплуатируемых сооружений, так и влиянием геоэкологических факторов: количества атмосферных осадков, глубины залегания подземных вод, условиями геологической защищенности верхнего водоносного горизонта (водопроницаемостью пород). Также загрязнение подземных вод может происходить при несоблюдении норм и сроков внесения навоза в почвы сельскохозяйственных угодий. Скорость и масштаб возможного загрязнения в этом случае обусловлены теми же природными факторами.

На рис. 9 показано схематичное расположение источников образования навоза на карте осадков на территории Воронежской области [Акимов и др., 2014].



Рис. 9. Распределение источников образования навоза на карте годового количества осадков на территории Воронежской области

Fig. 9. Distribution of manure sources on the map of annual precipitation in Voronezh region

Наибольшее количество осадков наблюдается на севере и северо-западе Воронежской области. В этой зоне находится приблизительно третья часть животноводческих предприятий области, на которых образуются все виды навоза и для которых данный геоэкологический фактор является существенным при разработке систем хранения и утилизации отходов животноводства, геоэкологического мониторинга.

Питьевое водоснабжение Воронежской области практически полностью базируется на использовании подземных вод. Пресные подземные воды питьевого назначения приурочены в основном к неоген-четвертичному, меловому и девонскому водоносным комплексам, сосредоточенным в семи гидрогеологических районах [Бочаров и др., 2010; Акимов и др., 2014].

Основное количество воды в области отбирается из наиболее доступного, самого первого от поверхности земли неоген-четвертичного водоносного комплекса. Далее по убыванию объемов забора воды и по увеличению глубины залегания следуют: меловой водоносный комплекс – девонские подземные воды – воды докембрийского кристаллического фундамента (архейско-протерозойский водоносный комплекс) [Акимов и др., 2014].

Значительная часть животноводческих хозяйств и, соответственно, навозохранилищ, приурочены к районам расположения самого близкого к поверхности земли – неоген-четвертичного водоносного комплекса (рис. 10).

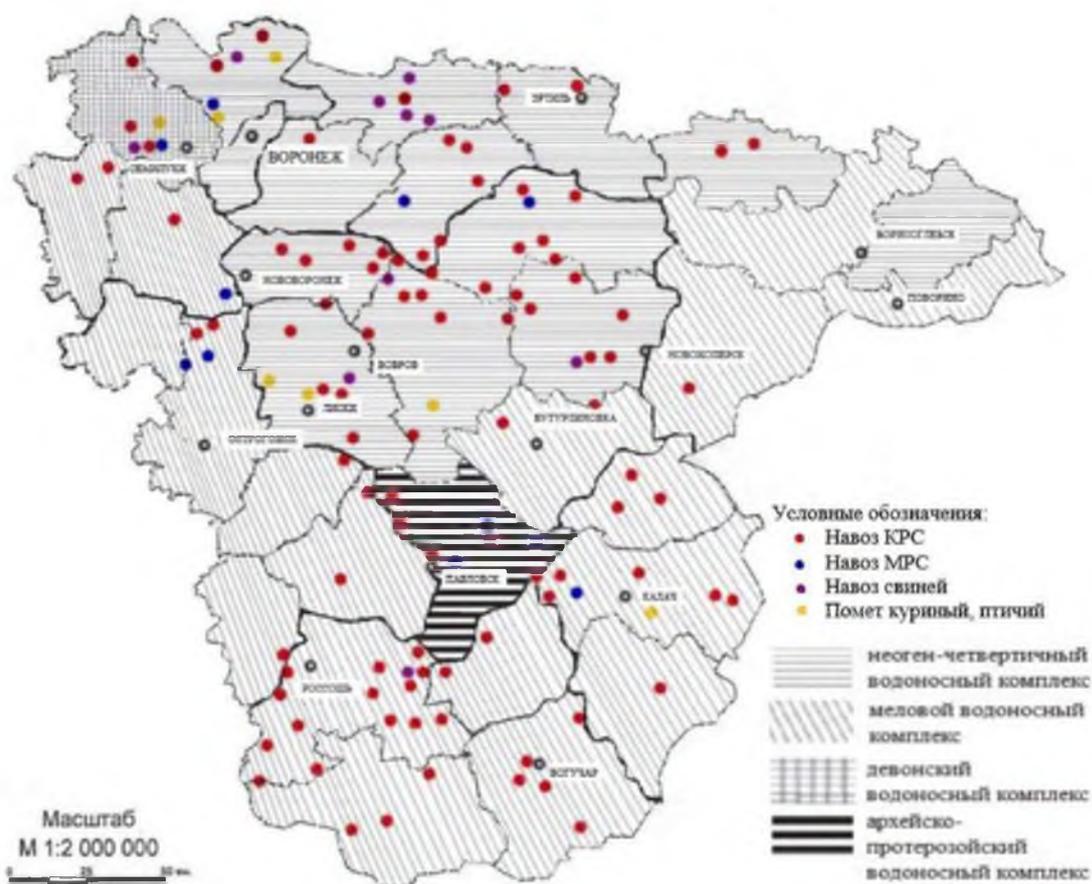


Рис. 10. Распределение источников образования навоза на карте основных водоносных комплексов, используемых в питьевом водоснабжении Воронежской области.

Жирным шрифтом выделены границы гидрогеологических районов

Fig. 10. Distribution of sources of muck formation on the map of the main aquifer complexes used in the drinking water supply of Voronezh region. Bold font marks the boundaries of hydrogeological districts

В этих районах особое внимание следует уделять выбору места расположения объектов размещения навоза с учетом глубины залегания и направления потока подземных вод, расположения водозаборов.

Природно-ландшафтное районирование территории Воронежской области с учетом водопроницаемости пород [Ашихмина, Филатова, 2019] позволяет выделить на исследуемой территории шесть районов с различными условиями водопроницаемости пород и, соответственно, защищенности подземных вод. Наибольшая водопроницаемость пород отмечается в северо-западном (верхнедевонские известняки) и западном районе (пески, глины и суглинки палеогена, мела верхнемелового возраста). Наименьшая водопроницаемость характерна для пород восточного района (ледниковые четвертичные суглинки). Центральный

(пески древнеаллювиальные четвертичного возраста), южный (мела верхнемелового возраста) и юго-восточный районы (ледниковые суглинки, пески и глины палеогена, мела верхнемелового возраста) занимают промежуточное положение с водопроницаемостью атмосферных осадков порядка 7,7–7,8 %.

Распределение источников образования навоза по выделенным районам показано на рис. 11.

Проведенный анализ картографического материала показал, что наиболее опасные условия по вероятности загрязнения подземных вод сформировались в северо-западной и центральной природно-сельскохозяйственных микрорайонах Воронежской области, отличающихся значительным количеством атмосферных осадков, слабой защищенностью относительно неглубоких подземных водоносных комплексов, используемых для водоснабжения населения.

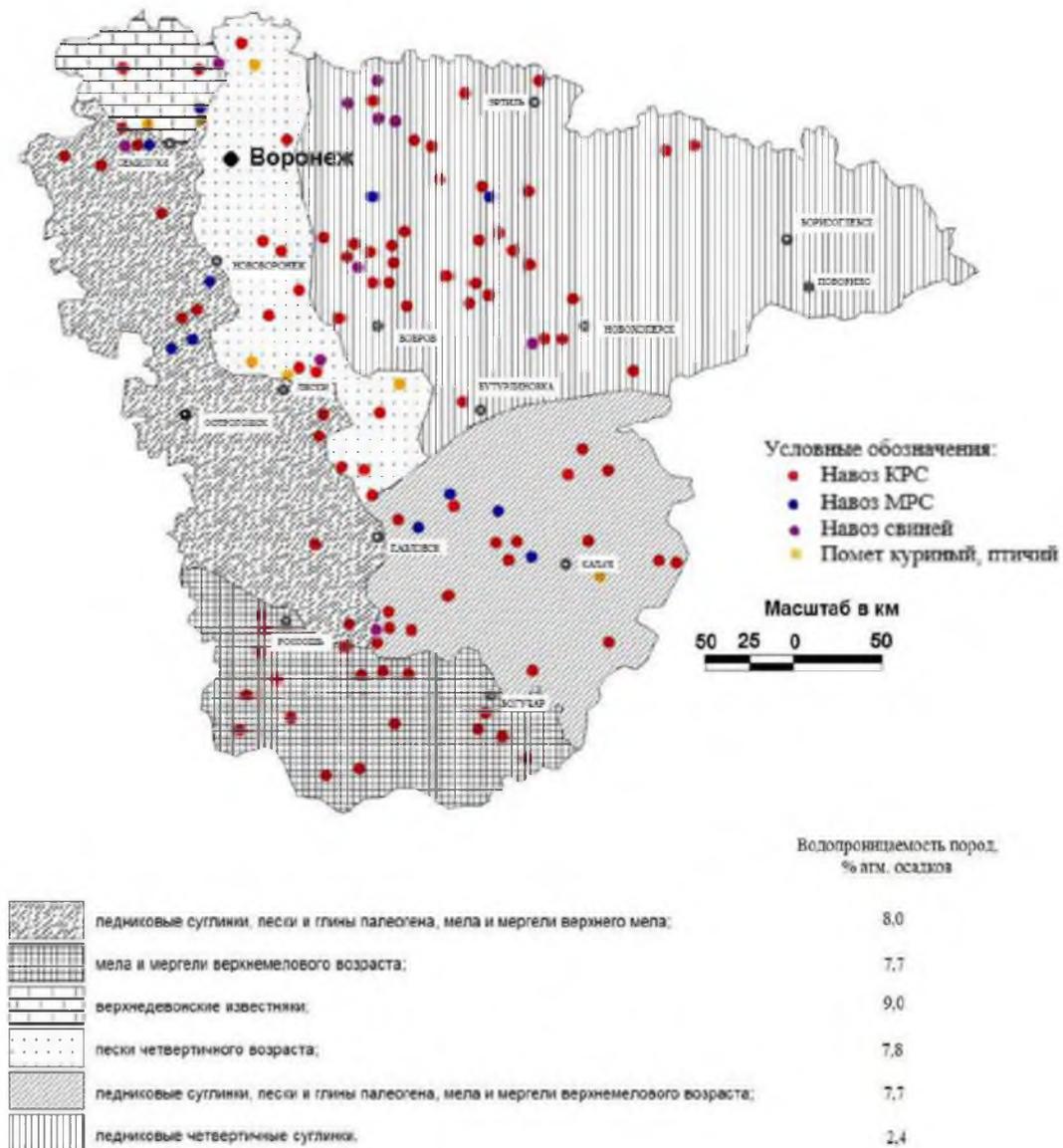


Рис. 11. Природно-ландшафтное районирование территории Воронежской области с учетом водопроницаемости пород и распределения источников образования навоза

Fig. 11. Natural landscape zoning of the Voronezh region territory with regard to water permeability of rocks and distribution of sources of manure formation

На основе анализа пространственного расположения источников навоза и геоэкологических факторов на территории Воронежской области разработана схема предварительной, скрининговой оценки потенциального риска формирования НВОС от отходов животноводства, размещенных, соответственно, в непосредственной близости от источников их образования (табл. 5). Ранжирование каждого фактора риска проводилось по критериям: максимальное значение, среднее значение, минимальное значение (maximum, medium, minimum) для территории Воронежской области.

Максимальный потенциальный риск формирования экологического вреда отмечается в центральной природно-сельскохозяйственной микроне, где эксплуатация животноводческих комплексов, сбор, накопление и хранение навоза должны сопровождаться соблюдением повышенных гидроизоляционных требований к устройству навозохранилищ. Необходимо отметить, что риск загрязнения окружающей среды отходами животноводства значительно усугубляется на мелких фермерских и индивидуальных хозяйствах вследствие несоблюдения природоохранных требований к устройству навозохранилищ и отсутствия достаточных площадей сельхозугодий для применения навоза.

Таблица 5
Table 5

Схема скрининговой оценки потенциального риска формирования НВОС
от отходов животноводства
The scheme of screening assessment of the potential risk of the formation of NVOS
from animal husbandry waste

Природно-сельскохозяйственные зоны	Природно-экономические сельскохозяйственные микроне	Факторы риска				
		Количество источников навоза	Количество осадков	Густота речной сети	Глубина подземных вод	Водопроницаемость пород
лесостепная	Северо-западная	med	max	max	med	min
	Центральная	max	max	max	min	max
	Восточная	min	med	max	med	max
степная	Юго-восточная	med	min	min	med	med
	Юго-западная	max	min	min	med	med

Оптимальными для строительства навозохранилищ являются пленочные полимерные материалы, которые используются как при строительстве крупных животноводческих комплексов, так и для частных фермерских хозяйств, занимающихся животноводством и свиноводством.

В районах с высокой плотностью населения для животноводческих предприятий, находящихся в непосредственной близости от поверхностных водных объектов и на песчаных грунтах, рекомендуется строительство капитальных прифермских открытых или закрытых навозохранилищ с надежной гидроизоляцией в виде твердого покрытия стен и дна.

Проведенный риск-ориентированный анализ условий формирования НВОС от размещения навоза на территории Воронежской области позволяет обосновать систему геоэкологического мониторинга в районах расположения животноводческих комплексов и навозохранилищ (табл. 6) с учетом приоритетных факторов экологической опасности таких объектов в существующих геоэкологических условиях.



Таблица 6
 Table 6

Приоритетные направления геоэкологического мониторинга на объектах размещения навоза
 в геоэкологических условиях Воронежской области
 Priority areas of geo-ecological monitoring at manure disposal sites
 in the geo-ecological conditions of Voronezh region

Факторы формирования НВОС на объекте размещения навоза	Формы НВОС	Условия окружающей среды, подлежащие мониторингу и оценке	Районы наибольшего проявления фактора на территории Воронежской области
Эмиссия газообразных продуктов разложения навоза	<ul style="list-style-type: none"> – Изменение компонентного состав атмосферы – Неприятный запах и загрязняющие вещества в воздухе близлежащих населенных мест (ухудшается качество среды обитания) – Загрязнение прилегающих территорий в результате рассеивания и последующего осаждения загрязняющих веществ 	<ul style="list-style-type: none"> – Метеорологические параметры. – Расположение населенных территорий. – Концентрации загрязняющих веществ в воздухе 	Территории, занятые навозохранилищами и прилегающие к ним
Поверхностный сток, содержащий растворимые продукты разложения навоза	<ul style="list-style-type: none"> – Загрязнение подземных и поверхностных вод. – Загрязнение почв прилегающих территорий. 	<ul style="list-style-type: none"> – Водопроницаемость рельефообразующих пород – Глубина и защищенность подземных вод, наличие водозаборов – Расположение поверхностных водных объектов на прилегающей территории, вектор движения подземных вод – Концентрации загрязняющих веществ в природных водах и почвах 	Северо-западные и центральные природно-сельскохозяйственные микрзоны
Деформация поверхности изменения рельефа	<ul style="list-style-type: none"> – Влияние на устойчивость естественных форм рельефа. – Влияние на динамику экзогенного рельефообразования – Проявления неблагоприятных и опасных геоморфологических процессов 	<ul style="list-style-type: none"> – Геоморфологические параметры территории. – Параметры экзогенной геодинамики 	На всей территории области в зоне влияния навозохранилищ

Окончание табл. 6

Факторы формирования НВОС на объекте размещения навоза	Формы НВОС	Условия окружающей среды, подлежащие мониторингу и оценке	Районы наибольшего проявления фактора на территории Воронежской области
Биологическое загрязнение природных вод и почв на территории складирования и использования навоза	– Микробиологическое загрязнение подстилающих грунтов – Микробиологическое загрязнение почв на прилегающей территории – Микробиологическое загрязнение подземных и поверхностных вод – Распространение патогенной микрофлоры представителями фауны	– Водопроницаемость рельефообразующих пород – Глубина и защищенность подземных вод, наличие водозаборов – Расположение поверхностных водных объектов на прилегающей территории, вектор движения подземных вод – Параметры биологической и микробиологической активности почв прилегающих территорий – Количественный и видовой состав фауны	На всей территории области в зоне влияния навозохранилищ
Формирование специфического грунта на территории размещения навоза	– Замена естественных почв и грунтов техногенно сформированными с высокой концентрацией техногенных элементов – Ограничения по использованию территорий после ассимиляции отходов окружающей средой	– Структура почвенного покрова территории. – Характеристики продуктивности почв	На всей территории области в зоне влияния навозохранилищ

Заключение

Источники образования отходов животноводства расположены на всей территории Воронежской области в различных геоэкологических условиях.

Экологическая опасность навозохранилищ обусловлена возможностью бесконтрольного поступления навоза в окружающую среду в результате недостаточности проработки нормативно-правовых, организационно-технических, научно-экологических, образовательно-просветительских аспектов систем хранения и использования отходов животноводства.

Формирование НВОС от навоза происходит под влиянием двух составляющих – техногенной и природной. К последней относятся геоэкологические условия, в которых происходит применение навоза и располагаются объекты его размещения.

Загрязнение поверхностных и подземных вод в зоне расположения навозохранилищ в значительной степени определяется густотой речной сети, суммой осадков, глубиной и степенью защищенности водоносного слоя.

Выявление приоритетных факторов экологической опасности объектов размещения отходов животноводства в существующих геоэкологических условиях позволяет разработать рекомендации по устройству таких объектов, а также по разработке системы геоэкологического мониторинга с целью управления их экологической безопасностью.



Список источников

- Ашихмина Т.В., Каверина Н.В. 2022. Актуальные нормативно-правовые и организационные аспекты разработки проектов ликвидации накопленного экологического вреда на объектах (территориях) размещения отходов. Часть II. Методологическое и технологическое обеспечение процессов ликвидации накопленного вреда окружающей среде от размещения отходов производства и потребления: методические рекомендации. Воронеж, Издательство «Цифровая полиграфия», 80 с.
- Дашковский И. 2018. Дырявая экология. Сельское хозяйство производит 250 млн т отходов в год. Агротехника и технологии, 02. Электронный ресурс. URL: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/29525-dyryavaya-ekologiya/> (дата обращения: 10.10.2022).
- КОМПЛАН. Реестр проверок генпрокуратуры. Электронный ресурс. URL: <https://complan.pro/inspection/362100175596> (дата обращения: 08.08.2022).
- Новостной портал. Московский комсомолец. Воронеж. Электронный ресурс. URL: <https://vrn.mk.ru/incident/2018/12/03/krupnoe-voronezhskoe-selkhozpredpriyatie-otvetit-zanavoz.html> (дата обращения: 01.08.2022).
- О внесении изменения в приказ департамента природных ресурсов и экологии Воронежской области: Приложение к приказу департамента природных ресурсов и экологии Воронежской области от 17.06.2021 № 299 от 26.08.2016 № 356. Электронный ресурс. URL: <https://docs.cntd.ru/document/574828437?marker> (дата обращения: 07.08.2022).
- СП 289.1 325 800.201710. Сооружения животноводческих, птицеводческих и звероводческих предприятий. Правила проектирования. Электронный ресурс URL: <https://docs.cntd.ru/document/456069595> (дата обращения: 25.07.2022).
- СП 374.1 325 800.2018. Здания и помещения животноводческие, птицеводческие и звероводческие. Правила эксплуатации. Электронный ресурс URL: <https://news.ecoindustry.ru/2020/08/obrashhenie-s-othodami-zhivotnovodstva/> (дата обращения: 25.07.2022).
- Территориальная схема обращения с отходами на территории Воронежской области (в ред. приказа департамента природных ресурсов и экологии Воронежской области от 17.06.2021 № 299), утв. Приказом департамента природных ресурсов и экологии Воронежской области от 26.08.2016 № 356. Электронный ресурс URL: <https://docs.cntd.ru/document/453149000> (дата обращения: 30.07.2022).
- Управление Россельхознадзора по Воронежской, Белгородской и Липецкой областям. Электронный ресурс URL: <https://rsnvm.ucoz.ru> (дата обращения: 03.08.2022).

Список литературы

- Акимов Л.М., Бочаров В.Л., Дмитриева В.А., Нестеров Ю.А., Нефедова Е.Г., Прохорова О.В., Строгонова Л.Н., Федотов В.И., Федотов С.В. 2014. Материалы по оценке производительных сил муниципальных районов Воронежской области (агроклиматические, водные и рекреационно-туристские ресурсы). Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология, 4: 68–126.
- Ахтырцев Б.П., Бугаев В.А., Хмелев К.Ф. 1985. Природные ресурсы ЦЧЭР, перспективы их использования и охрана. Воронеж, Изд-во ВГУ, 200 с.
- Ашихмина Т.В. 2014. Геоэкологический анализ состояния окружающей среды природоохранные рекомендации в районе расположения полигонов ТБО Воронежской области. Автореф. дис.... канд. геогр. наук. М., 22 с.
- Ашихмина Т.В., Филатова А.И. 2019. Вопросы геоэкологической безопасности полигонов твердых коммунальных отходов на территории Воронежской области. В кн.: Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ «Нацразвитие». Материалы Международных научных конференций, Санкт-Петербург, 27–31 августа 2019. СПб., Частное научно-образовательное учреждение дополнительного профессионального образования Гуманитарный национальный исследовательский институт «НАЦРАЗВИТИЕ»: 107–110.



- Бочаров В.Л., Строгонова Л.Н., Овчинникова Е.С. 2010. Проблемы изучения и использования ресурсов подземных питьевых вод Воронежской области. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология, 1: 243–251.
- Бухтояров Н.И., Терновых К.С., Зотова К.Ю. 2020. Анализ состояния и использования земель сельскохозяйственного назначения Воронежской области. *International Agricultural Journal*, 63(2): 11. DOI: 10.24411/2588-0209-2020-10154
- Гапонова С.Н., Солодовникова М.П., Новичихина Н.А. 2018. Особенности регионального развития Воронежской области. *Регион: системы, экономика, управление*, 3(42): 100–104.
- Лаптиева О.А., Герасименко Ю.Ю., Чечин Д.И. 2021. Климатические и географические условия Воронежской области, как фон проявления негативных природных процессов. *Модели и технологии природообустройства (региональный аспект)*, 1(12): 23–29.
- Смолянинов В.М. 2003. Подземные воды центрально-черноземного региона: условия их формирования, использование. Воронеж, Истоки, 240 с.
- Смолянинов В.М., Яценко Н.М. 2015. Использование подземных вод для сельскохозяйственного водоснабжения в Воронежской области. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология, 4: 146–151.
- Ashikhmina T.V., Kaverina N.V. 2022. The Main Aspects of the Formation and Elimination of Accumulated Harm to the Environment from the Objects of Placement of Production and Consumption Waste. In: *Process management and scientific developments. Proceedings of the International Conference, Birmingham, 06 April 2022. Birmingham, Publ. Infinity: 147–152.*

References

- Akimov L.M., Bocharov V.L., Dmitriyeva V.A., Nesterov Y.A., Nefedova Y.G., Prokhorova O.V., Strogonova L.N., Fedotov V.I., Fedotov S.V. 2014. Information Over the Evaluation of Municipal Districts' Productive Forces in Voronezh Region (Agroclimatic, Water, Recreation and Tourism Resources). *Proceedings of Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology*, 4: 68–126 (in Russian).
- Akhtyrsev B.P., Bugaev V.A., Khmelev K.F. 1985. *Prirodnyye resursy TsChER, perspektivy ikh ispolzovaniya i okhrana* [Natural Resources of the CCER, Prospects for Their Use and Protection]. Voronezh, Publ. Voronezhskiy Gosudarstvennyy Universitet, 200 p.
- Ashikhmina T.V. 2014. *Geoekologicheskiy analiz sostoyaniya okruzhayushchey sredy prirodookhrannyye rekomendatsii v rayone raspolozheniya poligonov TBO Voronezhskoy oblasti* [Geo-ecological analysis of the state of the environment environmental recommendations in the area of landfills of the Voronezh region]. Abstract. dis... cand. geogr. sciences. Moscow, 22 p.
- Ashimina T.V., Filatova A.I. 2019. Geocological Safety Issues of Solid Municipal Waste Landfills in Territory of the Voronezh Region. In: *Themed Collection of Papers from International Conferences by HNRI «National Development»*. Materials of the International Scientific Conferences, St. Petersburg, 27–31 August 2019. St. Petersburg, Publ. Private Scientific and Educational Institution of Additional Professional Education Humanitarian National Research Institute "Natsrazvitiye": 107–110 (in Russian).
- Bocharov V.L., Strogonova L.N., Ovchinnikova E.S. 2010. Problems of Studying and Using of Underground Potable Water Resources of the Voronezh Area. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Geology*, 1: 243–251 (in Russian).
- Bukhtoiarov N.I., Ternovyh K.S., Zotova K.Yu. 2020. Analysis of the State and Use of Agricultural Land in the Voronezh Region. *International Agricultural Journal*, 63(2): 11 (in Russian). DOI: 10.24411/2588-0209-2020-10154.
- Gaponova S.N., Solodovnikova M.P., Novichikhina N.A. 2018. Features of Regional Development of the Voronezh Region. *Region: systems, economics, management*, 3(42): 100–104 (in Russian).
- Laptieva O.A., Gerasimenko Yu. Yu., Chechin D.I. 2021. Climatic and Geographical Conditions of the Voronezh Region, as the Background of Negative Natural Processes. *Modeli i tekhnologii prirodobustroystva (regionalnyy aspekt)*, 1(12): 23–29 (in Russian).
- Smolyaninov V.M. 2003. *Podzemnyye vody tsentralno-chernozemnogo regiona: usloviya ikh formirovaniya, ispolzovaniye* [Underground Waters of the Central Black Earth Region: Conditions of Their Formation, Use]. Voronezh, Publ. Istoki, 240 p.



- Smolyaninov V.M., Yatsenko N.M. 2015. Use of Groundwater for Rural Water Supply in the Voronezh Region. Proceedings of Voronezh State University. Series: Geology, 4: 146–151 (in Russian).
- Ashikhmina T.V., Kaverina N.V. 2022. The Main Aspects of the Formation and Elimination of Accumulated Harm to the Environment from the Objects of Placement of Production and Consumption Waste. In: Process management and scientific developments. Proceedings of the International Conference, Birmingham, 06 April 2022. Birmingham, Publ. Infinity: 147–152.

*Поступила в редакцию 05.09.2022;
поступила после рецензирования 26.09.2022;
принята к публикации 08.11.2022*

*Received September 05, 2022;
Revised September 26, 2022;
Accepted November 08, 2022*

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Ашихмина Татьяна Валентиновна, кандидат географических наук, доцент кафедры техносферной и пожарной безопасности Воронежского государственного технического университета, Воронеж, Россия

Каверина Наталия Викторовна, кандидат географических наук, доцент кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета, Воронеж, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Tatyana V. Ashikhmina, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Department of Technosphere and Fire Safety of the Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

Nataliy V. Kaverina, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Department of Geoecology and Environmental Monitoring of the Voronezh State University, Voronezh, Russia