

2. Иоффе, В. Б. Кормление и содержание высокопродуктивных коров / В. Б. Иоффе – Молодечно Тип. «Победа» - 2005. – 164 с.
3. Ярмоц, Л. П. Протеиновая питательность кормов и влияние качества протеина на молочную продуктивность коров / Л. П. Ярмоц, А. Ш. Хамидуллина // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2014. – № 7. – 73 с.
4. Подобед, Л. И. Натуральная растительная кормовая добавка «Экстракт» в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы. / Л. И. Подобед, А. Т. Столяр, А. А. Архипов: руководство по использованию. - Одесса: Печатный дом, 2007. – 48 с.
5. Волянкина, М. Использование добавки экстракт-руминант в кормлении лактирующих коров. / М Волянкина /точка доступа: <http://www.tsenovik.ru/articles/obzory-i-prognozy/ispolzovanie-dobavki-ekstrakt-ruminant-v-kormlenii-laktiruyushchikh-korov>.

УДК 636.4: 619.9:614

### **КОЛИЧЕСТВЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕМОВ ОБРАЗУЕМЫХ НАВОЗНЫХ СТОКОВ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ВНЕСЕНИЯ НА ПОЛЯ УТИЛИЗАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ СВИНОВОДСТВА ДАНИИ)**

**С. В. Соляник, В. В. Соляник**

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук  
Беларуси по животноводству»  
г. Жодино, Республика Беларусь  
(Республика Беларусь, 222163, г. Жодино, ул. Фрунзе, 11  
e-mail: Val\_Sol\_v@mail.ru)

***Ключевые слова:** свиноводство, компьютерные модели, системы навозоудаления, навозные стоки, экология, датское свиноводство.*

***Аннотация:** Разработана методика и компьютерная программа определения объемов и качества навозных стоков в зависимости от системы навозоудаления, применяемой на свиноводческом комплексе. Моделирование производственной ситуации функционирования датского свиноводства позволило установить, что количество навозных стоков, которые необходимо утилизировать, в несколько раз больше, чем тот объем, которым апеллируют эксперты-экологи при анализе экологической ситуации в районе Балтийского моря.*

### **QUANTITATIVE SIMULATION OF THE VOLUMES OF ESTABLISHED IMPAIRED DRAINS AND THE POSSIBILITY OF THEIR INTRODUCTION TO THE FIELD OF DISPOSAL (ON THE EXAMPLE OF PORCELAIN OF DENMARK)**

**S. V. Solyanik, V. V. Solyanik**

RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences  
of Belarus on Animal Husbandry»  
(Belarus, 222160, Zhodino, 11 Frunze str.; e-mail: Val\_Sol\_v@mail.ru)

**Key words:** pig breeding, computer models, manure removal systems, manure drains, ecology, Danish pig breeding

**Summary.** A methodology and computer program for determining the volume and quality of manure was developed depending on the manure removal system used in the pig complex. Modeling the operational situation of the Danish pig farming made it possible to establish that the amount of manure drains that must be recycled is several times greater than the amount appealed by environmental experts in analyzing the ecological situation in the Baltic Sea area.

(Поступила в редакцию 02.06.2017 г.)

**Введение.** Функционирование свиноводческих комплексов оказывает значительное влияние на состояние всех природных сред региональной экосистемы, выражаемое в изменениях качественного состава воздушного бассейна, поверхностных и грунтовых вод, почвенно-биотического комплекса и растительной продукции сельскохозяйственного назначения. Утилизация больших объемов навозообразующих производственных стоков на прилегающей к комплексу территории приводит к изменению состояния сопредельной с почвой водной среды, что негативно сказывается на гидрологической составляющей экосистемы. Также загрязнению основными биогенными элементами подвергаются не только грунтовые, но и напорные воды, что способствует их дальнейшему возможному поступлению в воды хозяйственно-бытового назначения [1].

В районе животноводческих комплексов нитраты могут мигрировать на большие расстояния от очага загрязнения. Так, при расчетном времени 25 лет в суглинках расстояние распространения нитратов, без учета деструкции, может достигнуть 0,5 км, в песках – 2 км, а в гравийно-галечниковых отложениях 5 км и более. В зависимости от площади и конфигурации очага загрязнения загрязненные подземные воды могут захватывать значительные территории. Загрязненная площадь может составить от тысячи до нескольких десятков тысяч гектаров. В ее пределах грунтовые воды – основной водоисточник для сельского населения – становятся непригодными для питьевых целей. В некоторых случаях загрязненные воды могут проникнуть и в зону напорных водоносных горизонтов. Поэтому, исходя из результатов прогноза, может оказаться необходимым проведение мероприятий по охране подземных вод от загрязнения в районе животноводческих комплексов [2].

Длительное применение органических отходов очистки сточных вод свиного комплекса на ограниченной территории, выражаемое насыщенностью в 200 м<sup>3</sup> жидкого свиного навоза на 1 га, способствует существенной трансформации агрохимических свойств пахотных почв: снижению кислотности, повышению содержания доступных растениям

основных элементов питания и соединений микроэлементов, некоторому повышению содержания гумуса. Наибольшее воздействие свиной навоз оказывает на содержание подвижных соединений фосфора, которое достигает аномально высоких значений (свыше 1000 мг/кг почвы), что резко нарушает соотношение элементов питания в почве, осложняя процесс питания растений, и повышает вероятность миграционных потоков фосфора, в том числе в водные объекты территории [1].

Применение огромной массы очищенной навозной жижи приводит к усилению поверхностного стока вносимых удобрений и увеличению инфильтрации нитратов в грунт. Средняя расчетная скорость инфильтрации в грунтах при поливной норме 20 мм (200 м<sup>3</sup>/га) необработанного жидкого навоза в песок – 0,3 мм/ч, средний суглинок – 0,1 мм/ч, в то время как скорость инфильтрации очищенных навозных стоков (жидкой фракции) в песок – 6,5 мм/ч, в средний суглинок – 0,7 мм/ч [3].

**Цель работы:** провести количественное моделирование объемов образуемых навозных стоков датским свиноводством и возможности их внесения на поля утилизации.

**Материал и методика исследований.** На основе данных научной литературы и собственных методических подходов [4] в табличном процессоре MS Excel разработана компьютерная программа, позволяющая моделировать качественные характеристики навозных стоков свинокомплексов и использование органических удобрений.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Для апробации разработанной компьютерной программы нами смоделирована работа свиноводства Дании (получающего в год 25-30 млн. голов свиней) с различными системами навозоудаления, но с едиными подходами к переработке навозных стоков (табл. 1).

Таблица 1 – Моделирование объема производства навозных стоков и их структуры датским свиноводством

Система навозоудаления	Непереработанные н.с. *	Твердая фракция н.с.	Осадок н.с.	Жидкая фракция н.с.
1	2	3	4	5
<i>Транспортная система</i>				
Годовой выход навоза, т (м <sup>3</sup> )	75617280	6790500	18783630	50043420
Структура, %	100	9	25	66
<i>Отстойно-лотковая система</i>				
Годовой выход навоза, т (м <sup>3</sup> )	108481680	6191100	15882480	86408100
Структура, %	100	6	15	80
<i>Смывная безканальная система</i>				
Годовой выход навоза, т (м <sup>3</sup> )	97526970	6277230	16381980	74867760
Структура, %	100	6	17	77

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
<i>Смывная лотковая система</i>				
Годовой выход навоза, т (м <sup>3</sup> )	174210750	5940000	14426910	153843840
Структура, %	100	3	8	88
<i>Самотечная секционная система</i>				
Годовой выход навоза, т (м <sup>3</sup> )	75617280	6563160	18033030	51021090
Структура, %	100	9	24	67
<i>Самотечная непрерывного действия</i>				
Годовой выход навоза, т (м <sup>3</sup> )	51931260	7421220	22919490	21590280
Структура, %	100	14	44	42
<i>Среднее значение по системам навозоудаления</i>				
Годовой выход навоза, т (м <sup>3</sup> )	97230870	6530535	17737920	72962415
Структура, %	100	7	18	75

\* н.с. – навозные стоки

В ходе вычислительного эксперимента рассчитали объем выхода экскрементов, а затем в зависимости от количества навозных стоков с учетом технологической, в т. ч. и смывной воды (для различных систем удаления навоза: транспортерная; отстойно-лотковая; смывная бесканальная; смывная лотковая; самотечная секционная; самотечная непрерывного действия).

Далее произвели расчет распределения навозных стоков по всем датским сельхозугодьям (26,5 тыс. км<sup>2</sup>) (табл. 2).

Таблица 2 – Моделирование ситуации с распределением органических удобрений от свиноводства по всем сельхозугодьям Дании

Система навозоудаления	Непереработанные н.с.	Твердая фракция н.с.	Осадок н.с.	Жидкая фракция н.с.
1	2	3	4	5
<i>Транспортерная система</i>				
Доза органического удобрения, т(м <sup>3</sup> )/га	29	3	7	19
Влажность навозных фракций, %	95	75	92	98
Навозные стоки, мм	3	-	1	2
<i>Отстойно-лотковая система</i>				
Доза органического удобрения, т(м <sup>3</sup> )/га	41	2	6	33
Влажность, %	96	75	92	99
Навозные стоки, мм	4	-	1	3
<i>Смывная бесканальная система</i>				
Доза органического удобрения, т(м <sup>3</sup> )/га	37	2	6	28
Влажность, %	96	75	92	98
Навозные стоки, мм	4	-	1	3

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
<i>Смывная лотковая система</i>				
Доза органического удобрения, т(м <sup>3</sup> )/га	66	2	5	58
Влажность, %	98	75	92	99
Навозные стоки, мм	7	-	1	6
<i>Самотечная секционная система</i>				
Доза органического удобрения, т(м <sup>3</sup> )/га	29	2	7	19
Влажность, %	95	75	92	98
Навозные стоки, мм	3	-	1	2
<i>Самотечная непрерывного действия</i>				
Доза органического удобрения, т(м <sup>3</sup> )/га	20	3	9	8
Влажность, %	92	75	92	99
Навозные стоки, мм	2	-	1	1
<i>Среднее значение по системам навозоудаления</i>				
Доза органического удобрения, т(м <sup>3</sup> )/га	37	2	7	28
Влажность, %	95	75	92	99
Навозные стоки, мм	4	-	1	3

На первый взгляд, расчеты показывают, что выполнение требований датского экологического законодательства по работе с навозными стоками выполняется более чем успешно. Однако данные расчеты не подтверждаются нашими личными наблюдениями [5] в период работы в течение года на свиноводческой ферме в Дании, размещавшейся на юго-западе острова Lolland, северо-западнее города Nakskov.

Годичный мониторинг показал, что расход воды на удаление навоза находился в пределах 3-4 л на голову в сутки. Два заблокированных здания вмещали 8 тыс. свиней, т. е. выход только воды, без учета кала и мочи, в сутки составлял не менее 25 м<sup>3</sup>. Рядом со зданием имелся навозонакопитель объемом 3,5 тыс. м<sup>3</sup>. Вывоз навоза на поля осуществлялся два раза в год, причем общее количество рейсов, трактора с бочкой на 20 м<sup>3</sup> за год не превышало 100. Затраты времени на совершение одного рейса (погрузка, доставка, внесение, возвращение под погрузку) составляли до получаса. При этом для того, чтобы заполнить навозной жижей бочку, необходимо было включать мешалку, т. к. в навозохранилище постоянно была почему-то только густая навозная масса, а не расслоившиеся свиные стоки. По принятой технологии вывозимый навоз на поля в течение суток должен быть заделан в почву, а объем органического азота, вносимого в почву с навозом, законодательно регламентируется.

Несложный расчет показывает, что для утилизации годового объема навозных стоков с этой свинофермы необходимо было совершать не менее 440 рейсов, как минимум по 220 рейсов весной и осенью. Однако вместо 440 рейсов (и 220 рабочих часов) было совершено только 100. Возникает вопрос: куда со свинофермы «испаряется» 2/3-3/4 ежегодно образуемых навозных стоков?

Свиноводческие фермы в Дании находятся на расстоянии 0,5-2 км друг от друга, причем преимущественно вдоль автотрасс, ведущих к морю. При этом свиноводческие предприятия проектируются и строятся не более чем на 12 тыс. постановочных мест (обычно на 10-12 тыс. голов), и поголовье размещается в 2-3 зданиях. Система утилизации навозных стоков в Дании создана таким образом, что возле большинства довольно крупных свинокомплексов даже нет навозонакопителей (лагун, навозосборников, навозохранилищ и др.), особенно если животноводческие объекты построены до 2000 г.

В датских поселках и хуторах нет очистных сооружений, хотя функционирует система утилизации, имеется центральное водоснабжение. К слову, электрообеспечение домов и производственных объектов осуществляется по подземным электрокабелям, а не над землей с использованием столбов, как в большинстве стран мира.

Экологическая проблема номер один сегодняшней Балтики – избыточное поступление в акваторию азота и фосфора в результате смыва с удобряемых полей, с коммунальными стоками городов и отходами некоторых предприятий. Из-за этих биогенных элементов море становится «переудобренным», органические вещества не полностью перерабатываются и при дефиците кислорода начинают разлагаться, выделяя сероводород, губительный для морских обитателей. Мертвые сероводородные зоны уже занимают дно крупнейших впадин Балтийского моря – Борнхольмской, Готландской и Гданьской. Как указывают исследователи, самая высокая интенсивность рассеянного воздействия на Балтику наблюдается в пределах Дании. Дело в очень сильной распаханности земель в этой стране: почти каждый квадратный километр датской территории участвует в загрязнении бассейна и, следовательно, самой акватории. Интенсивное датское сельское хозяйство дает поступление в море большого количества органических веществ, смываемых с полей [6].

Как ни странно, но рельеф датских сельскохозяйственных угодий (полей) почти не имеет уклона, на протяжении нескольких километров они абсолютно ровные. Следует учитывать, что в Дании зимой отсутствует постоянный снежный покров, что не предполагает смыв с полей органических веществ при резком таянии снегов. Следовательно, в

Балтийское море органические вещества поступают не путем смыва с полей, т. е. не с поверхностными водами, а через подземные грунтовые воды. Однако если бы это было так, то прибрежная акватория вдоль берегов Дании находилась бы в катастрофическом экологическом состоянии. Но на практике этого не наблюдается: жители прибрежных районов безо всяких ограничений ловят рыбу и купаются в море.

Дания – небольшое по территории государство, располагающееся на множестве островов, т.е. подстилающим слоем служат скальные породы, при этом умеренно-морской климат определяет постоянно высокий уровень влажности воздуха и частые кратковременные дожди. Все это, с точки зрения почвоведения, ограничивает влагопоглощающую способность почв. Дания декларирует, что страна имеет одно из строжайших экологических законодательств, регулирующих утилизацию навозных стоков. Однако с гигиенической, зоотехнической и технологической точек зрения, с учетом моделирования оборота стада свиней, численности и движения поголовья, потребления кормов, расхода воды и др. параметров, непонятно куда фактически «утилизируется» огромное количество навозных стоков, образуемых ежедневно и ежегодно при производстве 25-30 млн. голов свиней.

Если проанализировать таблицу 2, то из структуры навозных стоков большой объем, в зависимости от системы навозоудаления, занимает жидкая фракция навозных стоков. Более тщательный анализ прилегающей к свиноферме территории, в радиусе нескольких километров, показал, что плотность размещения аналогичных свиноводческих объектов составляет одно предприятие на 1,5-3 км<sup>2</sup>.

На снимках территории Дании со спутника видно, что посреди полей, принадлежащих фермерам, имеются небольшие четкие «квадратики-прямоугольники», со всех сторон окаймленные кустарником, где иногда даже просматривается водная гладь. Можно предположить, что это колодцы коллекторов канализационных труб, соединенных с навозохранилищами животноводческих объектов, по которым осветленная навозная жижа направляется в море. Трубы канализационной системы, находясь под землей, вероятно, переходят в трубы, которые по морскому дну выступают за пределы суши на 2-3 км.

Никто не задается вопросом, зачем страны, имеющие развитое свиноводство, располагают свиноводческие объекты (фермы, комплексы) любой производственной мощности вплоть до 100 тыс. т производства свинины в год на незначительном удалении (до 50-100 км) от моря? Это касается всех без исключения государств ЕС, например, в Дании и Голландии свиноголовье в разы превосходит численность населения этих стран, а также страны Юго-восточной Азии. К слову,

Вьетнам, имеющий выход к морю, с 1996 по 2006 гг. увеличил поголовье свиней с 16 до 26 млн. голов [7].

Можно предположить, что отстоявшиеся навозные стоки свиноводческих предприятий по системе подземных трубопроводов поступают на морское дно, где происходит их окончательная «утилизация» путем многократного разбавления морской водой. Вероятно, государства, которые имеют прямой выход к морю, направляя туда осветленные навозные стоки с большинства животноводческих объектов (скотоводческих, свиноводческих, звероводческих и иных ферм), именно таким способом более полувека «решают» экологические проблемы своих сельскохозяйственных территорий и при этом демонстрируют приверженность самым строгим регламентам по «работе» с органическими удобрениями.

**Заключение.** Таким образом, проведено компьютерное моделирование объемов производства навозных стоков датским свиноводством с различными системами навозоудаления и переработки. Установлено, что объемы и качество навозных стоков зависят от системы навозоудаления, применяемой на свиноводческом объекте (ферме, комплексе). Моделирование производственной ситуации функционирования датского свиноводства позволило установить, что количество навозных стоков, которые необходимо утилизировать, в несколько раз больше, чем тот объем, которым апеллируют эксперты-экологи при анализе экологической ситуации в районе Балтийского моря.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Караскин, В. Б. Влияние предприятия промышленного свиноводства на компоненты окружающей среды и оптимизация функционирования региональной экосистемы : автореф. дис. ... д-ра с.-х.н.: спец. 03.00.16 / В. Б. Караскин. [Москва-Немчиновка] – М., 2003. – 56 с.
2. Забулис, Р. М. Охрана подземных вод Литовской ССР от загрязнения в районах крупных животноводческих комплексов : методические рекомендации / Р. М. Забулис. – Вильнюс, 1988. – 71 с.
3. [http://www.tyz.uu.ru/navoz/spr\\_097.htm](http://www.tyz.uu.ru/navoz/spr_097.htm)
4. Соляник, А. В. Экологические особенности функционирования свиноводческих предприятий : монография / А. В. Соляник, В. В. Соляник. – Горки : БГСХА, 2010. – 218 с.
5. Соляник, В. В. Полувековая мистификация «надлежащей» работы с навозными стоками свиноферм / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Зоотехнічна наука: історія, проблеми, перспективи: матеріали VI міжнародної науково-практичної конференції, 26-27 травня 2016 року / за ред. професора В. В. Іванишина / Подільський державний аграрно-технічний університет. – Кам'янець-Подільський : Видавець ПП Зволейко Д. Г., 2016. – С. 53-58.
6. Кабелкайте, Ю. А. Экологические проблемы и международное сотрудничество в регионе Балтийского моря / Ю. А. Кабелкайте. – Режим доступа: <http://geo.1september.ru/article.php?ID=200303202>
7. Structural Transformation in the Pig Sector in an Adjusting Vietnam Market. [Electronic resource]. – Mode of access: <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/90619/2/WP%2050.pdf>