

## **МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОПУСТИМОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ДОЖДЕВАНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИМИ СТОКАМИ**

**А.С. Анженков**, кандидат технических наук  
РУП «Институт мелиорации»

*Ключевые слова:* дождевание, животноводческие стоки, дождевание

### **Введение**

Аграрный сектор экономики является одним из приоритетных для Республики Беларусь [1, 4, 9]. Животноводство – главная отрасль сельского хозяйства, позволяющая формировать основные объемы производства валовой продукции и экспорта. В стране построены и функционируют множество крупных животноводческих комплексов: 107 по выращиванию и откорму свиней и 94 – крупного рогатого скота [7].

Животноводческие комплексы являются крупными антропогенными объектами, оказывающими существенное влияние на состояние окружающей среды. Химическое и биологическое загрязнение в районе расположения таких комплексов во много раз превышает естественный фон. Перевод животноводства на промышленную основу выдвинул серьезную экологическую проблему, связанную с утилизацией больших объемов навозных стоков, т.к. высокая концентрация животных на комплексах требует повышенного расхода воды на их физиологические нужды. Прежде всего, это относится к технологии уборки помещений от навоза [2, 6, 8, 11].

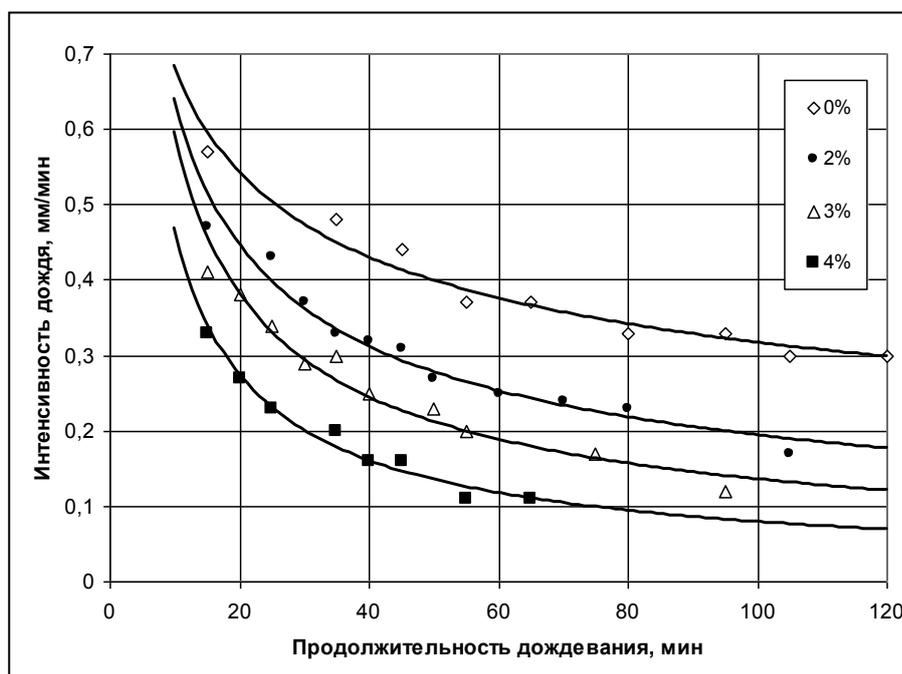
Производство мясо-молочной продукции в основном сконцентрировано на крупных производственных комплексах. Численность поголовья на комплексах по выращиванию и откорму свиней на начало 2006 года по республике составляет 2518 тыс. голов [1], крупного рогатого скота – 3532 тыс. голов [1]. В процессе производства мясо-молочной продукции образуются порядка 40 млн. м<sup>3</sup> животноводческих стоков [5], являющихся биологически и химически насыщенными материалами, требующими рациональной и экологически безопасной утилизации. На сегодняшний день в Республике Беларусь основным способом утилизации стоков крупных животноводческих комплексов с расчетной мощностью 54 тыс. голов и более является орошение дождеванием на земледельческих полях орошения [5, 10].

### **Допустимая интенсивность дождевания животноводческими стоками**

Известно, что на величину допустимой интенсивности дождевания оказывают влияние влажность и гранулометрический состав почвы, растительный покров, состояние поверхности почвы и ее уклон, а также структура искусственного дождя и физико-

механические характеристики поливной жидкости. По причине многообразия факторов, влияющих на допустимую интенсивность дождевания, попытка установить теоретическую зависимость допустимой интенсивности от определяющих ее величину факторов не представляется возможной. Поэтому достаточно обоснованные ее параметры чаще всего устанавливаются экспериментальным путем при помощи опытного дождевания.

На основании проведенных полевых исследований получены значения допустимой интенсивности прерывистого дождевания суглинистых почв при орошении стоками свинофермы, приведенные на рис. 1 [3].



**Рисунок 1 — Интенсивность дождевания суглинистых одернованных почв чистой водой и стоками с содержанием сухого вещества 2 %, 3 %, 4 % до образования луж и поверхностного стока**

Анализ полученных экспериментальных данных показывает, что допустимая интенсивность дождевания стоками свинокомплекса имеет меньшие абсолютные значения по сравнению с природной водой. Причем с увеличением концентрации сухого вещества в стоках она снижается, а одновременно с этим уменьшается и продолжительность полива до образования стока.

Для кривых интенсивности дождя получены следующие эмпирические зависимости допустимой интенсивности дождевания:

при орошении чистой водой

$$i_0 = 1,475 t^{-0,334}; \quad (1)$$

при орошении стоками с содержанием сухого вещества 2 %

$$i_{2\%} = 2,108 t^{-0,518}; \quad (2)$$

при орошении стоками с содержанием сухого вещества 3 %

$$i_{3\%} = 2,619 t^{-0,643}; \quad (3)$$

при орошении стоками с содержанием сухого вещества 4 %

$$i_{4\%} = 2,7683 t^{-0,772}, \quad (4)$$

где  $t$  – время полива, мин;  $i_0, i_{2\%}, i_{3\%}, i_{4\%}$  – максимально допустимая интенсивность дождевания, мм/мин.

Проведение в полном объеме многофакторного эксперимента для получения зависимости времени полива до начала стока от интенсивности создаваемого дождя и содержания сухого вещества представляет собой длительную и трудоемкую процедуру. С учетом сложности получения необходимых для опыта значений содержания сухого вещества в поливной жидкости продолжительность интенсивных экспериментальных исследований может занять более месяца.

#### **Методика разностного определения допустимой продолжительности дождевания**

Для сокращения затрат на получение искомых зависимостей предлагается методика разностного определения допустимой продолжительности дождевания.

Разница между интенсивностями дождевания чистой водой и с содержанием  $k$  % сухого вещества при одинаковой продолжительности полива до начала образования луж и стока определяется по зависимости

$$\Delta i_{k\%} = i_0(t) - i_{k\%}(t) \quad (5)$$

Эта величина непостоянна и зависит от продолжительности полива. Графически зависимость разницы допустимой интенсивности для проведенных опытов приведена на рис. 2. Для диапазона наиболее часто используемых продолжительностей полива животноводческими стоками от 30 до 120 мин разница описывается линейными функциями.

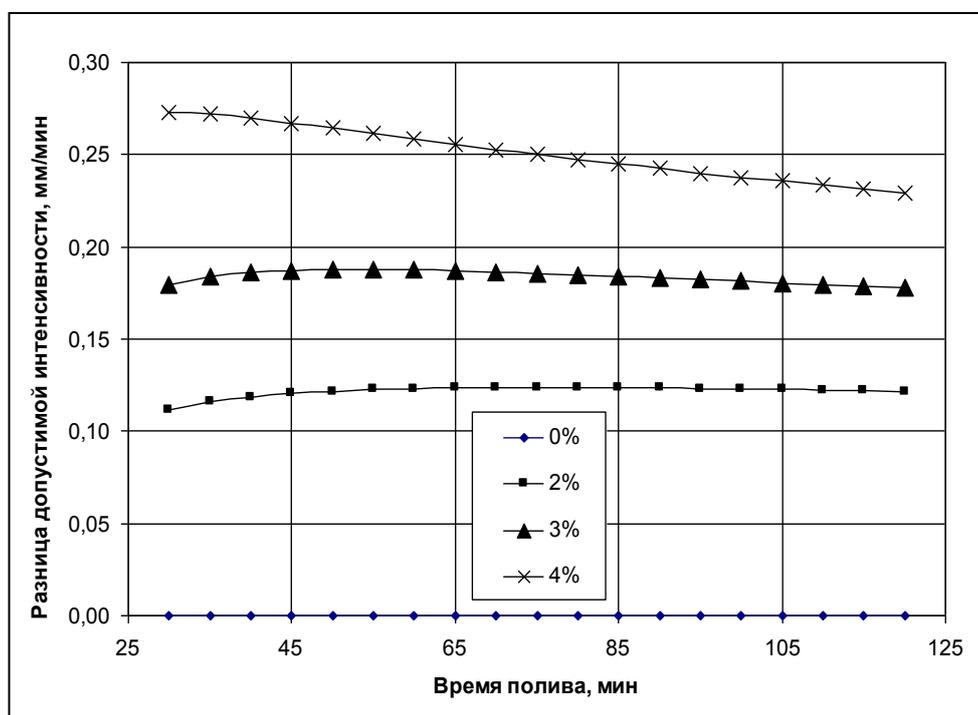


Рисунок 2 – Разница допустимой интенсивности дождевания суглинистых одернованных почв стоками с содержанием сухого вещества 2 %, 3 %, 4 % и чистой водой

Разница интенсивности в зависимости от содержания сухого вещества при поливе 30–120 мин составляет:

$$\text{для } 2 \% \quad \Delta i_2 \% = 7 \cdot 10^{-5} \cdot t + 0,1165 \quad (6)$$

$$\text{для } 3 \% \quad \Delta i_3 \% = -8 \cdot 10^{-5} \cdot t + 0,1894 \quad (7)$$

$$\text{для } 4 \% \quad \Delta i_4 \% = -5 \cdot 10^{-4} \cdot t + 0,2891 \quad (8)$$

Полученные уравнения позволяют приблизительно определить допустимую интенсивность дождевания поливной жидкостью с содержанием сухого вещества  $k$  %, зная такую же для полива чистой водой, по формуле

$$Ik \% = i_0(t) - \Delta i_k \% \quad (9)$$

Например, для 60-й минуты полива стоками с содержанием сухого вещества 2 %, при известной допустимой интенсивности дождевания чистой водой  $i_0(60) = 0,38$  мм/мин,

допустимая интенсивность составит  $i_2 \% = i_0(60) - \Delta i_2 \% = 0,38 - (7 \cdot 10^{-5} \cdot 60 + 0,1165) = 0,26$  мм/мин. Полученное значение соответствует экспериментальному и может быть использовано при утилизации стоков свиноводческих комплексов дождеванием.

#### **Заключение**

Предложенная методика позволяет значительно сократить объем полевых опытов, упростить получение необходимых для утилизации животноводческих стоков значений допустимой интенсивности дождевания, позволяет избежать контакта исследователя с биологически и химически опасными стоками и дает удовлетворительные результаты, применимые на практике.

#### **Литература**

1. Агропромышленный комплекс (сельское хозяйство): информ. сб. – 7-е. изд. / РУП «БелНИИ внедрения новых форм хозяйствования в АПК» Минсельхозпрода РБ. – Минск, 2006. – Т. 1. – 186 с.
2. Алексеев, Л.С. Водные ресурсы в сельском хозяйстве европейских стран – членов СЭВ / Л.С. Алексеев, С.И. Бойко. – М., 1981. – 47 с.
3. Анженков, А.С. Повышение качества дождевания при орошении животноводческими стоками: автореф. дис. ... канд. техн. наук / А.С. Анженков. – Минск, 2010. – 26 с.
4. Государственная программа возрождения и развития села на 2005–2010 годы. – Минск: Беларусь, 2005. – 96 с.
5. Желязко, В.И. Эколого-мелиоративные основы орошения земель стоками свиноводческих комплексов: монография / В.И. Желязко; БГСХА. – Горки, 2003. – 168 с.
6. Оросительные системы с использованием сточных вод и животноводческих стоков. ВНТП (взамен ВСН 33-2.2.02-85, ВСН 33-2.2.02-86). – М.: Минсельхозпрод РФ, 1998. – 73 с.
7. Полнее использовать резервы ферм. Итоги работы в животноводстве за январь – июнь 2009 года / Минсельхозпрод и «БН» // Белорусская нива. – 2009. – 11 августа – С. 4–5.
8. РД-АПК 1.10.15.02-08 Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета. – М.: Минсельхоз РФ, 2008 (взамен НТП 17-99).
9. Резервы экономической эффективности развития животноводства на основе интенсификации / Центр аграрной экономики Института экономики НАН Беларуси; сост. Гусаков В.Г. [и др.]. – Минск, 2006. – 88 с.
10. Состояние и концепция использования животноводческих стоков / П.Ф. Тиво, В.С. Брезгунов, Л.А. Саскевич [и др.] // Мелиорация переувлажненных земель: сб. науч. работ / БелНИИМил. – Минск, 2001. – Т. XLVIII. – С. 257–269.
11. Технология орошения животноводческими стоками / А.М. Буцыкин, В.Г. Луцкий, А.Г. Пономарев, Л.П. Рева. – М.: Агропромиздат, 1987. – 160 с.

#### **Summary**

**Anzhenkov A.**

#### **METHOD OF DETERMINING OF ALLOWABLE INTENSITY OF SPRINKLING BY LIVESTOCK OUTLET**

The article proposes method of different determining of allowable intensity of sprinkling when irrigated by livestock outlets, based on difference of allowable intensity of sprinkling by outlets with a dry matter content of 2 %, 3 %, 4 %, and clean water. The method can significantly reduce the amount of field experiments, as well as to avoid contact of researcher with biologically and chemically hazardous wastes.

*Поступила 31 июля 2012*