

3. Калинин А.Б., Теплинский И.З., Теймуров Т.Ш. Совершенствование методов и средств снижения технологических рисков при функционировании машин для возделывания картофеля // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1 (62). – С. 178–190.

4. Kalinin A., Teplinsky I., Ustroeв A. Substantiation of tillage methods aimed at rational usage of water resources // Proceeding Engineering for Rural Development. 17-th International Scientific Conference. – 2018. – pp. 392-399.

5. Kalinin A.B., Teplinsky I.Z., Ustroeв A.A., Kudryavtsev P.P. Selection and substantiation of cultivator adjustment parameters for differential soil treatment on potato based on the rheology state of soil horizons // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – pp. 012–025.

6. Лурье А.Б. Статистическая динамика сельскохозяйственных агрегатов. – М.: Колос, 1981. – 382 с.

7. Керимов М.А. Функционирование технических систем в агробизнесе: учебное пособие. – СПб: СПбГАУ, 2021 – 160 с.

8. Панов И.М., Ветохин В.И. Физические основы механики почв. К.: Феникс, 2008. – 266 с.

9. Garner T.H., Reynolds W.R., Muzen H.L. and etc. Energy requirement for subsoiling coastal plain soil ASAE paper. ASAE, St. Joseph, MI 49085, 1984. No. 84-1025.

10. Stafford J.V., Hendrick J.G. Dynamic Sensing of Soil Pans. Transaction of the ASAE 1988, Vol 31 (1). – pp. 9-13. DOI: 10.13031/2013.30656.

11. Валге А.М., Джабборов Н.И., Эвиев В.А. Основы статистической обработки экспериментальных данных при проведении исследований по механизации сельскохозяйственного производства с примерами на STATGRAPHICS и EXCEL. Санкт-Петербург – Элиста. 2015. – 140 с.

12. Керимов М.А., Валге А.М. Оптимизация и принятие решений в агроинженерии: учебник. – М.: ИКЦ Колос-с, 2021. – 460 с.

УДК 631.171

В.А. Смелик, д-р техн. наук, профессор,

*О.Н. Теплинская, соискатель, И.С. Немцев, аспирант,
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный
университет», Санкт-Петербург*

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ДОЗИРУЮЩИХ СИСТЕМ МАШИН ХИМИЗАЦИИ

Ключевые слова: дозирующая система, машина химизации, контроль качества, технологическая надежность.

Key words: dosing system, chemicalization machine, quality control, technological reliability.

Аннотация. Агрохимикаты и пестициды в сельскохозяйственной производственной среде являются носителями опасных и вредных химических факторов. Для снижения влияния этих факторов на загрязнение окружающей среды и продуктов питания требуется обеспечить мониторинг технологических процессов применения агрохимикатов. Снижение рисков химического загрязнения агроландшафтов при интенсивном применении удобрений в процессе их внесения мобильными технологическими машинами является актуальной задачей. Решение ее позволит обеспечить оптимальную техногенную нагрузку на сельскохозяйственную производственную среду за счет организации оперативной корректировки настроечных параметров. Такая корректировка возможна с помощью средств автоматизированного активного контроля качества, которыми оснащают машины химизации.

Abstract. Agrochemicals and pesticides in the agricultural production environment are carriers of dangerous and harmful chemical factors. To reduce the impact of these factors on environmental and food pollution, it is necessary to ensure monitoring of technological processes for the use of agrochemicals. Reducing the risks of chemical pollution of agricultural landscapes with intensive use of fertilizers in the process of their application by mobile technological machines is an urgent task. Its solution will ensure the optimal technogenic load on the agricultural production environment through the organization of operational adjustment of the tuning parameters. Such an adjustment is possible with the help of automated active quality control tools that are equipped with chemicalization machines.

Одной из перспективных проблем, решаемых при цифровизации отраслей сельского хозяйства, а также успешно проводимой модернизации растениеводства является комплексная автоматизация производственных процессов, базирующаяся на использовании достижений в области глобальных навигационных спутниковых систем, геоинформационных технологий и интеллектуальной с.-х. техники. Такой подход позволит осуществить переход к высокоинтенсивным технологиям производства растениеводческой продукции, обеспечивающим минимальные технологические и экологические риски за счет точного выполнения рабочих процессов, улучшения условий труда человека-оператора МТА, а также управления производственным процессом в период вегетации растений.

Это в свою очередь будет способствовать повышению урожайности и качества производимой продукции, ее безопасности для потребителя вследствие контролируемого в режиме реального времени применения

средств химизации, являющихся в с.-х. производственной среде носителями опасных и вредных факторов. Для снижения влияния этих факторов на загрязнение окружающей среды и продуктов питания требуется обеспечить мониторинг технологических процессов применения агрохимикатов. Эффективным методом в решении этой задачи является создание комплексных автоматизированных производственных систем, обеспечивающих оперативный контроль и управление качеством функционирования технологических процессов применения средств химизации. Работа таких систем совместно с применением геоинформационных технологий, используемых в точном земледелии, позволит оперативно управлять ходом технологического процесса применяемых машин химизации с учетом изменчивости внешних условий их эксплуатации.

Объектами исследования в настоящей работе приняты наиболее распространенные в настоящее время конструкции дозирующих систем мобильных машин для применения твердых минеральных и органических удобрений [1, 2]. Так для сплошного внесения агрохимикатов исследовались системы, выполненные на базе транспортерных дозаторов, а для локального – на базе катушечных и дисково-скребковых устройств. Анализ работы исследуемых машин химизации показал, что несмотря на имеющиеся в них конструктивные и технологические отличия, модели функционирования их дозирующих систем, как объектов активного контроля качества можно представить в виде обобщенной функциональной схемы, состоящей из четырех звеньев [3]. Блок-схема ее приведена на рисунке 1. Приводной механизм 1 преобразует управляющее входное воздействие в виде случайного процесса, характеризующего поступательную скорость агрегата $V(l)$ в частоту вращения приводного вала $n(l)$. В качестве аргумента случайной функции принят путь l . Возмущением $E(l)$ на это звено при синхронном приводе опорно-приводных колес машины будет их скольжение, а при несинхронном – буксование. С помощью звена 2, являющегося передаточным механизмом, параметр $n(l)$ преобразуется в скорость механизма $V_3(l)$, подающего рабочий материал непосредственно к дозатору 3. У транспортерных дозирующих систем это скорость перемещения транспортера-питателя, а у катушечных и дисковых устройств – частота вращения рабочих элементов. На выходе звена 3 имеем случайный процесс в виде дозированного расхода рабочего материала $q(l)$. Возмущениями, действующими на это звено, приняты уровень рабочего материала в бункере машины $H(l)$ и его объемная масса $\rho(l)$. Перемещаясь по полю, машина звеном 4 распределяет поступающий от дозатора рабочий материал по ширине захвата в виде расхода удобрений на единицу площади $Q(l)$. Настройными параметрами являются воздействие U_1 , U_2 , U_3 , действующие соответственно на звенья 2, 3 и 4, и представляющие собой установочные значения передаточного механизма, собственно дозатора и распределительного звена, соответствующие заданной дозе расхода удобрений Q_H .

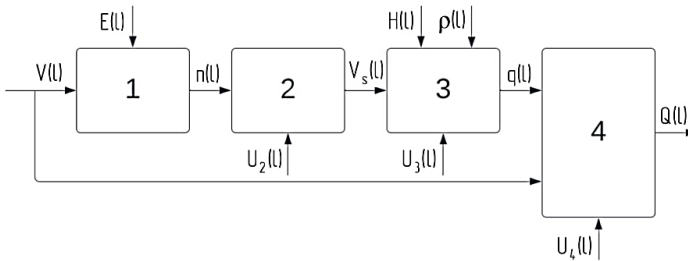


Рисунок 1. Блок-схема обобщенной функциональной схемы дозирующей системы мобильной машины химизации

Исследования рассматриваемых дозирующих систем в условиях нормального функционирования показали, что критерий, характеризующий их технологическую надежность, в виде вероятности $P\Delta$ пребывания выходного параметра $Q(l)$ в поле двухстороннего симметричного допуска, регламентируемого агротребованиями, во всех случаях не превышает значения равного 0,4 при допустимом его уровне 0,7 [4, 5].

Изменения условий функционирования машины химизации сказываются, в основном, на средних значениях реализации процесса $q_c(l)$, представляющих собой его информационную составляющую. Характер же случайных колебаний относительно средней функции объясняется наличием помех и ошибок измерений. В качестве примера на рисунке 2 показаны отрезки реализаций процесса $q_c(l)$ для машины химизации с дозирующей системой транспортерного типа, полученные при его синхронной регистрации измерителем и при раскладке удобрений по ходу движения в ячейки специального улавливателя. Характер кривой 1 показывает наличие высокочастотной составляющей в структуре процесса $q_c(l)$, полученного с помощью измерителя. Кривая 2 характеризует изменение средней функции $m_q(l)$ этого процесса, полученной в результате сглаживания ординат реализации случайного процесса $q_c(l)$. Кривая 3 на рисунке 2 характеризует отрезок реализации процесса расхода удобрений $q_{vc}(l)$, распределенных по ходу движения машины в ячейки улавливателей. Полученный высокий коэффициент взаимной корреляции процессов $m_q(l)$ и $q_{vc}(l)$, равный 0,62...0,86, показал, что процесс $q_c(l)$ при активном контроле следует оценивать по его средней функции $m_q(l)$. Поэтому используемый массив данных при контроле, получаемый от измерителя, должен подвергаться сглаживанию. Для этого используется метод скользящего среднего, при котором сглаживание массива данных происходит заменой его первоначальных N значений средними величинами, вычисленными за интервал контроля L . Таким образом, первоначальный массив данных формируется за интервал контроля L из N измеренных с шагом Δl значений q_i процесса $q_c(l)$. Затем вычисляется среднее значение процесса $m_{1q}(l)$.

Далее интервал наблюдения обновляется по принципу вытеснения самого первого значения из массива данных N , сдвига второго значения на место первого и добавления к массиву данных следующего наблюдения q_i . При этом периоды определения среднего значения остаются постоянными. Это позволяет на каждом шаге измерения Δl иметь среднее значение m_{iq} случайного процесса $q_c(l)$. Таким образом формируется случайный процесс $m_q(l)$, используемый для расчета оценок показателей технологической надежности дозирующей системы [6]. Выбор и обоснование рациональных параметров контроля Δl , L и N проводился с использованием имитационного моделирования [7].

Предложенная методика оценивания качества функционирования дозирующей системы машины химизации использовалась в устройстве активного контроля, позволяющего в режиме онлайн вычислять показатель качества $PД$ и оперативно корректировать настройку машины с целью поддержания его на допустимом уровне.

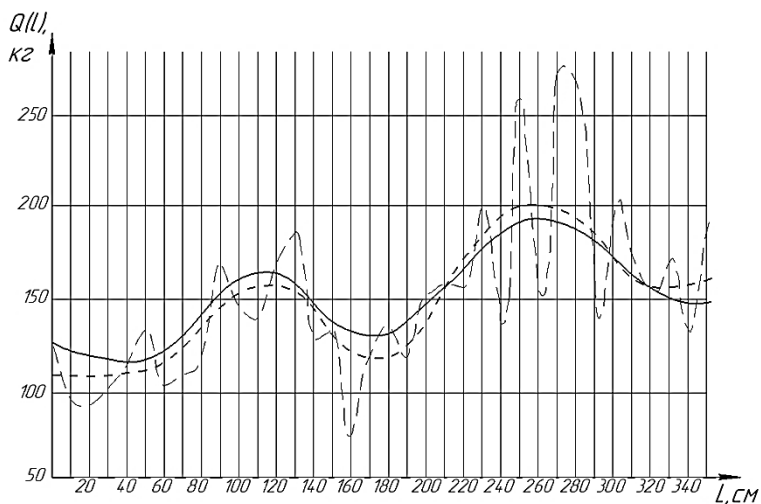


Рисунок 2. Отрезки реализаций процесса расхода удобрений

Применение предлагаемой методологии оценки качества работы дозирующих систем машин химизации, оборудованных устройствами активного контроля, совместно с использованием геоинформационных ресурсов позволяет снизить до 30% затраты на приобретение необходимых агрохимикатов за счет рационального применения минеральных и органических удобрений с учетом изменчивости внешних условий и мелкокомасштабной неоднородности агроландшафтов по содержанию элементов питания. Это исключает риски химического загрязнения почв и

формирует экологически безопасное антропогенное воздействие на сельскохозяйственную производственную среду.

Список использованной литературы

1. Бердышев В.Е. Сельскохозяйственные машины. Практикум: учебное пособие / В.Е. Бердышев, [и др.]; под редакцией М.А. Новикова. – СПб: Проспект Науки, 2022. – 316 с.

2. Калинин А.Б., Теплинский И.З., Теймуров Т.Ш.О. Совершенствование методов и средств снижения технологических рисков при функционировании машин для возделывания картофеля // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1 (62). – С. 178–190.

3. Теплинский И.З. Контроль и управление мобильными машинами химизации // Сельский механизатор. – 2004. – № 11. – С. 6–8.

4. Смелик В.А. Технологическая надежность сельскохозяйственных агрегатов и средств ее обеспечения. – Ярославль, 1999. – 230 с.

5. Керимов М.А., Валге А.М. Оптимизация и принятие решений в агроинженерии: учебник. – М.: ИКЦ Колос-с, 2021. – 460 с.

6. Смелик В.А., Теплинский И.З., Первухина О.Н., Теплинский О.И. Методология оперативной оценки состояния технологической системы при выполнении работ по химизации в сельскохозяйственной производственной среде // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 40. – С. 274–280.

7. Еникеев В.Г., Абелев Е.А., Теплинский И.З., Михайлова М. С. Моделирование на ЭВМ технологических процессов мобильных – с.-х. агрегатов // Контроль и управление технологическими процессами сельскохозяйственных машин: сборник научных трудов. Ленинградский сельскохозяйственный институт. – Л., 1988. – С. 10–14.

УДК 338.439.053

Н.В. Кириенко, *д-р экон. наук, профессор,*

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск

РЫНОЧНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ УПРЕЖДЕНИЯ УГРОЗ ДЕФИЦИТА ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ РЕСУРСОВ ГОСУДАРСТВ – ЧЛЕНОВ ЕАЭ С В УСЛОВИЯХ ВЛИЯНИЯ ВНУТРЕННЕЙ И ВНЕШНЕЙ КОНЪЮНКТУРЫ РЫНКА

Ключевые слова: продовольственная безопасность, рыночные инструменты, упреждение угроз, дефицит продовольственных ресурсов, Евразийский экономический союз, конъюнктура рынка.