

А.В. Кудина, канд. техн. наук, доцент,

Е.П. Франко, канд. техн. наук, доцент

*УО «Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники», г. Минск*

E-mail: a.kudina@bsuir.by

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КОНТРОЛЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ПРИМЕНЯЕМЫХ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Ключевые слова: Агропромышленный комплекс, моделирование, контроль качества, испытания, электронные системы.

Keywords: Agro-industrial complex, modeling, quality control, testing, electronic systems.

Аннотация: Моделирование процессов контроля показателей качества электронных систем является важным аспектом обеспечения надёжности и безопасности их работы, в том числе и в агропромышленном комплексе. Этот процесс включает создание и анализ моделей, прогнозирующих поведение электронных систем в разных условиях эксплуатации. Моделирование помогает улучшить качество сельскохозяйственной продукции, удовлетворить потребности потребителей, повысить конкурентоспособность предприятий и обеспечить соответствие международным стандартам.

Summary: Modeling the processes of quality control of electronic systems is an important aspect of ensuring the reliability and safety of their operation, including in the agro-industrial complex. This process includes the creation and analysis of models that predict the behavior of electronic systems in different operating conditions. Modeling helps to improve the quality of agricultural products, meet the needs of consumers, increase the competitiveness of enterprises and ensure compliance with international standards.

Введение. Развитие инновационных технологий и электронных систем играют важную роль в развитии агропромышленного комплекса (АПК) Республики Беларусь. Одной из важнейших областей применения инновационных технологий и применения современных электронных систем в сельском хозяйстве на сегодняшний день является точное земледелие. Эта область включает применение спутниковых и геодезических систем для определения оптимальных параметров обработки почвы и расхода удобрений, внесения пестицидов и гербицидов, полива и т.д.. Такой подход позволяет повысить эффективность использования этих ресурсов [1].

Еще одним инновационным методом в сельском хозяйстве является внедрение современных систем управления и мониторинга. Это включает использование современных датчиков и сенсоров для контроля состояния почвенных слоев, влажности, температуры и других важных агротехнических параметров. Такие электронные системы позволяют оперативно реагировать на изменения внешних условий и принимать экстренные меры, например, возможно точно корректировать дозы внесения удобрений или регулировать полив в зависимости от влажности почвы.

Стоит учитывать применение новых методов обработки почвы, таких как минимальная и достаточная обработка или no-till. Эти методы позволяют снизить негативное воздействие обработки почвы на почву и окружающую среду, сохранять плодородие и индивидуальный биологический компонент.

В области внесения удобрений современные технологии включают разработку и применение новых видов удобрений, таких как экологически безопасные удобрения на основе органики или биотехнологических продуктов.

Информационные технологии также играют важную роль в развитии сельского хозяйства. Они позволяют улучшить управление и координацию процессов в АПК, повысить эффективность современного производства и обеспечить более точное планирование и контроль качества.

Применение электронных систем позволяет повысить эффективность производства, улучшить управление и мониторинг, а также обеспечить более точное планирование и контроль [2]. В современном мире электронные системы играют важную роль во многих отраслях, таких как агропромышленный комплекс, сельскохозяйственная техника, ветеринария, медицина и образование и др. Это применение в таких инновационных решениях как:

- интернет вещей (IoT) и беспроводные датчики (IoTWS): сенсоры, установленные на полях, в животноводческих фермах, хранилищах, которые собирают данные о влажности, температуре, уровне питательных веществ в почвах и других параметрах, позволяют принимать обоснованные решения и оптимизировать сельскохозяйственные процессы.

- беспилотники летательные объекты и роботы: агророботы, способные выполнять различные сельскохозяйственные операции, например посев зерновых, обработка от вредителей и сорных культур, контролировать сбор урожая, проводить мониторинг состояния культур. Все это позволяет повысить эффективность труда и снизить объемы рабочей силы.

Однако для обеспечения надёжности и безопасности их работы необходимо контролировать показатели качества современных электронных систем и компонентов. Эта область всецело затрагивает сферу метрологического контроля и контроля качества продукции в процессе ее производства [4].

Метрологическое обеспечение (МО) – это установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений. Метрологическое обеспечение осуществляется в соответствии с требованиями, установленными государственными стандартами и другими обязательными к применению нормативно-техническими документами.

Контроль – это мероприятия, включающие проведение измерений, испытаний, проверку одной или нескольких характеристик изделия или услуги и их сравнение с установленными требованиями с целью установления соответствия.

Среди основных задач метрологического обеспечения выделяют:

- обеспечение точности измерений: необходимость точного контроля параметров компонентов и узлов электронных устройств. Это включает в себя калибровку измерительных приборов и проверку их соответствия установленным стандартам;

- стабильность измерительных систем: обеспечение долгосрочной стабильности измерений за счёт регулярной проверки и корректировки приборов;

- управление качеством: внедрение метрологического контроля на всех этапах производства для минимизации брака и повышения качества конечной продукции.

Современное производство характеризуется увеличением объема измерений, что существенно влияет на общие производственные затраты. В частности, в отрасли радиоэлектронных устройств эти затраты превышают половину от общего объема. В таких условиях метрологическое обеспечение становится критически важным элементом управления качеством, оказывая непосредственное воздействие на производственную эффективность и улучшение качества электронных систем и компонентов [6].

Стоит отметить, что метрологическое обеспечение реализуется на всех этапах жизненного цикла электронных систем.

На этапе исследования и проектирования, когда необходимо определить необходимые параметры качества продукции и выбрать оптимальные решения для достижения высоких конечных результатов, ключевую роль играет метрологическая экспертиза проектов, включая нормативно-техническую, конструкторскую и технологическую документацию. Это также включает организацию и выполнение работ по установлению рациональной номенклатуры измеряемых параметров и оптимальных норм точности измерений, а также разработку и внедрение современных методик измерений, средств испытаний и контроля.

На этапах производства и эксплуатации продукции для достижения систематического улучшения качества и обеспечения стабильности заданного уровня качества важно внедрение технических нормативных

правовых актов (ТНПА) и разработка стандартов организации. Эти документы регламентируют основные аспекты разработки, производства, испытаний и эксплуатации продукции, а также организацию поверки и метрологической аттестации используемых средств измерений и контроль за их производством, состоянием, эксплуатацией и ремонтом в соответствии с метрологическими правилами и нормами.

Метрологическое обеспечение при производстве современных электронных устройств имеет ряд особенностей, обусловленных новыми принципами организации производства. Эти особенности обусловлены четвертой промышленной революцией, так называемой Индустрией 4.0. Она связана с полной цифровизацией производства. Среди ее принципов: совместимость, прозрачность, техническая поддержка и децентрализация управленческих решений. Современные автоматизированные системы контроля качества интегрируются с производственными линиями, что позволяет в режиме реального времени контролировать параметры и оперативно вносить коррективы.

В настоящее время выделены основные проблемы цифровой трансформации производственных технологий:

- Устаревание базы метрологического обеспечения производственных технологий;
- Невозможность модернизации устоявшейся технологической инфраструктуры;
- Автоматизировано может быть лишь то, что стандартизировано.

Помимо прочего цифровизация и интеграция автоматизированных систем контроля качества требует решений в области обеспечения информационной безопасности.

Также существует ряд особенностей метрологического обеспечения связанный с миниатюризацией компонентов и увеличением плотности интеграции. Закон Мура гласит, что число транзисторов в ИС памяти удваивается каждые 24 месяца. В связи с данными особенностями производства современных электронных устройств необходимо использовать все более сложные измерительные системы и разрабатывать новые методы метрологического обеспечения. А отсюда вытекает еще одна особенность: постоянное усложнение измерительных приборов требует более частой и точной калибровки, что увеличивает затраты времени и ресурсов.

Следует отметить, что улучшение международных отношений и интеграция рынка приводит к необходимости унификации измерительных стандартов между различными производителями и странами, чтобы обеспечить совместимость и качество продукции.

Моделирование процессов контроля показателей качества электронных систем – это процесс создания и анализа моделей, которые описывают и прогнозируют поведение электронных систем и их компонентов в различных условиях эксплуатации. Моделирование процессов контроля

показателей качества электронных систем – это актуальная задача, связанная с повышением эффективности диагностирования и обеспечением контролепригодности при проектировании электронных систем.

Основные аспекты моделирования. Моделирование – это процесс создания и изучения моделей объектов, явлений или процессов с целью получения информации о них. В контексте контроля качества электронных систем моделирование позволяет прогнозировать поведение устройств в различных условиях эксплуатации, оценивать их надёжность и выявлять возможные дефекты [5].

Существует множество методов моделирования, которые можно использовать для контроля качества электронных систем.

Математическое моделирование использует математические формулы и уравнения для описания и анализа процессов, происходящих в электронных устройствах. Он позволяет проводить расчёты и прогнозирование поведения устройств в различных режимах работы.

Физическое моделирование основано на создании физических моделей электронных устройств, которые имитируют их работу в реальных условиях. Физическое моделирование позволяет проводить испытания и эксперименты с устройствами, что помогает выявить и устранить возможные дефекты.

Компьютерное моделирование использует компьютерные программы и алгоритмы для создания виртуальных моделей электронных устройств. Компьютерное моделирование позволяет быстро и точно проводить расчёты и анализ характеристик устройств, а также визуализировать результаты.

Этапы моделирования. Процесс моделирования контроля качества электронных систем включает следующие этапы:

1. Сбор и анализ исходных данных. На этом этапе собираются данные об устройстве, его компонентах и характеристиках. Также проводится анализ требований к качеству и безопасности работы устройства.

2. Создание модели. На этом этапе выбирается метод моделирования и создаётся модель устройства. Модель должна быть точной и соответствовать реальным условиям эксплуатации.

3. Проведение испытаний и экспериментов. На этом этапе модель подвергается различным воздействиям и испытаниям, чтобы проверить её работоспособность и надёжность.

4. Анализ результатов. После проведения испытаний и экспериментов анализируются полученные результаты. Выявляются возможные дефекты, слабые места и проблемы в работе устройства.

Применение моделирования. Моделирование контроля качества электронных средств применяется в различных отраслях и сферах деятельности:

– Производство электроники. Компании используют моделирование для контроля качества своей продукции, чтобы обеспечить надёжность и безопасность своих устройств.

– Сельскохозяйственная техника. Современные компании применяют моделирование для контроля качества электронных систем сельскохозяйственной техники и систем навигации, чтобы повысить их надёжность и безопасность.

Основные аспекты процессов контроля качества. Технический контроль – это проверка соответствия продукции или процесса, от которого зависит ее качество, установленным требованиям. На стадии разработки продукции технический контроль заключается в проверке соответствия опытного образца техническому заданию, технической документации, правилам оформления, изложенным в ЕСКД.

Контроль классифицируют по следующим признакам:

– Средствам контроля: измерительный контроль, регистрационный контроль, органолептический контроль, визуальный контроль, технический обзор, контроль по контрольному образцу;

– Влияние на изделие: разрушающий и неразрушающий контроль;

– Степень участия человека: ручной контроль, полуавтоматический контроль, автоматический контроль. Технический контроль включает три основных этапа:

– Периодичность во времени: непрерывный и периодический контроль;

1 Получение первичной информации о фактическом состоянии объекта контроля, его контролируемых признаках и показателях;

2 Получение вторичной информации – отклонений от заданных параметров – путем сопоставления первичной информации с запланированными критериями, нормами и требованиями;

3 Подготовка информации для выработки соответствующих управляющих воздействий на объект, подвергавшийся контролю.

Контроль осуществляется по контролируемому признаку.

Контролируемый признак это количественная или качественная характеристика свойств объекта, подвергаемого контролю. Комплекс организационно-технических мероприятий, направленных на обеспечение производства продукции с заданным уровнем качества, составляет предмет организации контроля.

Заключение. Моделирование процессов контроля качества электронных систем в агропромышленном комплексе является важным инструментом для обеспечения надёжности и безопасности работы электронных устройств. Использование различных методов моделирования позволяет проводить расчёты, испытания и эксперименты, что помогает выявлять и устранять возможные дефекты и проблемы в работе систем [6].

Список использованной литературы

1. Контроль качества электронных средств [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://studfile.net/preview/2619108/page/17/>.

2. Управление качеством электронных средств: учебное пособие / Т. П. Абомелик. – Ульяновск: УлГТУ, 2007. – 27 с.

3. Top Quality Control Methods in Electronics Manufacturing [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.vanti.ai/top-quality-control-methods-in-electronics-manufacturing/>.

4. Правиков Ю.М., Муслина Г.Р. Метрологическое обеспечение производства: учебное пособие. – М.: КНОРУС, 2009. – 240 с.

5. Рейх Н. Н., Тупиченков А. А., Цейтлин В.Г. Метрологическое обеспечение производства. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 248 с.

6. Липкин Е. Б. Индустрия 4.0: Умные технологии – ключевой элемент в промышленной конкуренции. – М.: Остек, 2017. – 24 с.

УДК 631.158, 631.171, 623.746

Г.Г. Рапаков, канд. техн. наук, доцент

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Вологодский государственный университет»,
г. Вологда*

grapakov@yandex.ru

А.Л. Бирюков, канд. техн. наук, доцент

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования*

*«Вологодская государственная молочнохозяйственная академия
имени Н.В. Верещагина», г. Вологда*

ВЕГЕТАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ПОСЕВОВ ОЗИМОГО РАПСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БПЛА

Ключевые слова: агроинженерия, мониторинг, беспилотный летательный аппарат, озимый рапс, нормализованный вегетационный индекс NDVI.

Keywords: agroengineering, monitoring, unmanned aerial vehicle, winter rape, normalized vegetation index NDVI.

Аннотация: в работе изложены результаты анализа нормализованного вегетационного индекса NDVI для посевов озимого рапса на основе данных беспилотного мониторинга.

Summary: The article presents the results of the normalized vegetation index NDVI analysis for winter rapeseed crops based on unmanned monitoring.

Одной из ведущих масличных сельскохозяйственных культур в РФ и Республике Беларусь является рапс. Посевные площади рапса (ППР) и его доля в производстве масличных демонстрируют ежегодный рост, в том числе за счет озимого рапса (ОР). Так в 2024 г. увеличение ППР в РФ составило 29%. Это обусловлено востребованностью культуры, как одного из главных источников растительного (рапсового) масла. Также рапс применяется на корм скоту, используется для производства биодизельного