



Техника и оборудование для села

Machinery and Equipment for Rural Area

Сельхозпроизводство • Агротехсервис • Агробизнес

TORUM 785

МОЩНЫЙ, РОТОРНЫЙ

ЭФФЕКТИВНЫЙ
ЗЕРНОУБОРОЧНЫЙ
КОМБАЙН

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ



Подробные ТТХ по ссылке:



РОСТСЕЛЬМАШ
Агротехника Профессионалов

№ 7 | июль 2020



Федеральному научному
агроинженерному центру ВИМ –
90 лет!



ИТОСХ –
филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ –
55 лет!



ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА

MACHINERY AND EQUIPMENT FOR RURAL AREA

В НОМЕРЕ

Техническая политика в АПК

Дорохов А.С., Новиков Н.Н., Митрофанов С.В. Интеллектуальная технология формирования системы удобрения 2

Технико-технологическое оснащение АПК: проблемы и решения

Класс превосходства 6

Инновационные технологии и оборудование

Гапеева Н.Н., Гайбарян М.А., Сидоркин В.И. Исследование системы очистки технологической линии по производству гуминовых удобрений 8

Митрофанов С.В., Богатов А.В., Яблоков М.Ю. К вопросу разработки методики организации поточной работы комплексов машин 12

Дорохов А.С., Панферов Н.С., Тетерин В.С., Пестряков Е.В. Картофеле-сажалка для клонового семеноводства с автоматизированной системой обработки клубней 16

Тетерин В.С., Гапеева Н.Н. Машина для аэрозольной обработки пропашных культур 22

Панферов Н.С., Тетерин В.С., Пехнов С.А., Сухоруков Д.Г. Разработка лабораторного стенда для исследования рабочих органов распределителей удобрений центробежного типа 26

Благов Д.А., Панферов Н.С., Пестряков Е.В. Современные технологии и технические средства в переработке кормов 30

Агротехсервис

Костенко М.Ю., Рембалович Г.К., Жбанов Н.С., Новиков Н.Н., Тетерин В.С., Мельничук Д.С. Влияние элементов сепарирующего элеватора картофеле-уборочных машин на его надежность 34

Аграрная экономика

Белых С.А., Никитин В.С., Личман Г.И., Марченко А.Н. Вероятностный прогноз дополнительной прибыли 38

Белых С.А., Митрофанов С.В., Личман Г.И., Марченко А.Н. Экономически прибыльный прием расчета доз для дифференцированного внесения удобрений 45

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Входит в ядро РИНЦ и базу данных RSCI

Полные тексты статей размещаются на сайте электронной научной библиотеки eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru>

Журнал включен в международную базу данных AGRIS ФАО ООН, в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

Научные специальности и соответствующие им отрасли науки, по которым издание включено в Перечень ВАК:

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки);

05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве (технические науки);

05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве (технические науки);

08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности) (экономические науки).

Редакция журнала:

141261, г.п. Правдинский Московской обл., ул. Лесная, 60. Тел. (495) 993-44-04

fgnu@rosinformagrotech.ru; r_technica@mail.ru <https://rosinformagrotech.ru>

© «Техника и оборудование для села», 2020

Отпечатано в ФГБНУ «Росинформагротех»

Подписано в печать 22.07.2020 Заказ 196



УДК 004.021/631.81

DOI: 10.33267/2072-9642-2020-7-2-5

Интеллектуальная технология формирования системы удобрения

А.С. Дорохов,

д-р техн. наук, проф.,

чл.-корр. РАН, зам. директора,

dorokhov@rgau-msha.ru

(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

Н.Н. Новиков,

канд. с.-х. наук, доц.,

врио директора,

novikov-nn.vnims@yandex.ru

С.В. Митрофанов,

канд. с.-х. наук,

зам. директора,

f-mitrofanoff2015@yandex.ru

(ИТОСХ – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Аннотация. Рассмотрена интеллектуальная технология формирования системы удобрения, представляющая собой облачный сервис. В ее создании использованы язык программирования C/C++ совместно с фреймворком Wt для создания web-интерфейса, технологии AJAX, а также язык запросов SQL совместно с СУБД MariaDB.

Ключевые слова: интеллектуальная технология, программный комплекс, питание растений, математические модели, расчеты доз удобрений, программный комплекс, комплекс технических средств, экологическая безопасность.

Постановка проблемы

Главным отличием современных агротехнологий является системное и точное выполнение технологических операций с целью получения продукции запланированного количества и качества, что достигается высокой наукоемкостью внедряемых технологий.

Высокая эффективность удобрений отмечена только при их применении в определенной научно обоснованной системе с учетом конкретных почвенно-климатических и ландшафтных условий, особенностей питания отдельных культур и их чередования в севооборотах, агротехники, свойств удобрений и многих других факторов. По существу система удобрения является неотъемлемой частью реализуемой в хозяйствах системы земледелия.

Традиционно под системой удобрения понимают комплекс научно обоснованных агротехнических и организационных мероприятий по рациональному их применению под сельскохозяйственные культуры с учетом биологических особенностей растений, почвенно-климатических, ландшафтных и агротехнических условий, состава и свойств удобрений [1].

Систему удобрения в процессе ее применения подразделяют на два этапа.

Первый этап включает в себя разработку и выполнение организационно-хозяйственных и экономических мероприятий, связанных с производством, заготовкой, закупкой, перевозкой и хранением удобрений. Сюда входят выявление всех ресурсов по производству местных удобрений, их заготовке, правильному хранению; планирование мелиоративных мероприятий для известкования кислых и гипсования солонцовых почв; определение потребности в промышленных минеральных удобрениях; организация их доставки, правильное хранение и внесение в почву. При планировании этих мероприятий необходимо максимально предусмотреть комплексную механизацию всех технологических процессов по использованию как органических, так и минеральных удобрений.

Второй этап системы удобрения – рациональное распределение удобрений по севооборотам и внутри них под различные культуры, а также расчет оптимальных доз, сроков и способов внесения удобрений. Эту часть системы удобрения разрабатывают с учетом местных почвенно-климатических условий, экономики хозяйства и наличия удобрительных ресурсов [2].

Однако традиционный подход к проектированию системы удобрения не позволяет эффективно использовать имеющиеся в сельскохозяйственных предприятиях экономические и природные ресурсы, получать потенциально возможную урожайность сельскохозяйственных культур, сохранять плодородие почв, а также оказывает негативное влияние на окружающую среду, так как не учитывает пространственную неоднородность почвенных, агрофизических, агрохимических, агрометеорологических и других факторов в пределах одного поля, тем самым не позволяя реализовать дифференциацию агротехнологий [3].

В отличие от традиционного земледелия, цифровое сельское хозяйство строится на количественных закономерностях и предусматривает широкую дифференциацию агротехнических приемов во времени и пространстве.

Даже в странах с развитым сельским хозяйством масштабное внедрение технологий точного земледелия сдерживается из-за отсутствия на рынке интеллектуальных систем поддержки принятия агротехнологических решений, созданных на основе разнородных данных и проблемно-ориентированных знаний. Реализация инновационной стратегии развития России должна изменить роль науки и технологий в экономической политике государства и, в частности, обеспечить переход к высокопродуктивному, ресурсосберегающему и экологически чистому производству в сельском хозяйстве. Инновационный вариант производства сельскохозяйственной про-



дукции должен базироваться на внедрении отечественных цифровых технологий и платформенных решений.

Наиболее соответствующей принципам «умного сельского хозяйства» является цифровая технология точного земледелия, в основе научной концепции которой лежит представление о практически повсеместном существовании в пределах каждого сельскохозяйственного поля природной и (или) антропогенной пространственно-временной неоднородности, которую необходимо количественно учитывать при планировании и выполнении различных агроприемов. Как показывает международный и отечественный опыт, применение технологий точного земледелия без создания интеллектуальных систем поддержки принятия агротехнологических решений не позволяет эффективно использовать весь потенциал данного инновационного направления аграрной науки [4].

Цель исследований – повышение эффективности применения твердых минеральных удобрений путем разработки интеллектуальных технологий, обеспечивающих энергоресурсосбережение и экологическую безопасность.

Материалы и методы исследования

При разработке структуры и алгоритмов функционирования интеллектуальной технологии формирования системы удобрения в цифровом земледелии на основе облачных технологий использовался анализ эмпирико-статистических моделей взаимосвязи почвенно-климатических условий и урожайности или определенного хозяйственно-экономического эффекта, получаемого при выбранной стратегии формирования системы удобрения.

Для создания облачного сервиса были использованы язык программирования C/C++ совместно с фреймворком Wt для создания web-интерфейса, технологии AJAX, а также язык запросов SQL совместно с СУБД MariaDB.

Выполнение работы проводилось в среде Visual Studio 2019 Community, к которой дополнительно подключена библиотека Boost версии 1.72.0. Применение разрабатываемой интеллектуальной технологии позволит реализовать генетический потенциал растений через оптимальный режим питания, повысить производительность труда за счет сокращения затрат труда

на формирование и расчет комплекса технических средств для проведения агрохимических работ, сформировать рациональный комплекс технических средств для проведения агрохимических работ, оценить эффективность скомплектованных машинно-тракторных агрегатов, обосновать принятые управленческие решения по охране окружающей среды, что приведет к улучшению экологической обстановки, условий труда работников сельского хозяйства, снижению профзаболеваемости [5-8].

Результаты исследований и обсуждение

Разрабатываемая интеллектуальная технология включает в себя четыре программных комплекса (ПК).

1. Информационная технология почвенного питания сельскохозяйственных культур. Программа предназначена для расчета доз минеральных, органических, известковых и микроудобрений (рис. 1).

Для обеспечения ее работы собран массив данных агрохимических полевых опытов данных Географической сети ФГБНУ «ВНИИ Агрохимии им. Д.Н. Прянишникова» на разных типах (подтипах) почв, состоящий из 59 опытов, продолжительностью от 7 до 60 лет с числом наблюдений более 450. Для построения математических моделей использован метод покоординатного спуска с оптимизацией длины шага (метод Гаусса-Зейделя).

В качестве математической модели было выбрано аппроксимирующее уравнение вида [9]

$$Y = \frac{A_1 X_1 (1 + X_2)}{1 + A_2 X_2 + A_3 X_1 X_2}, \quad (1)$$

где Y – планируемая урожайность i -культуры на j -м поле (k -м участке), ц/га;

X_1 – содержание гумуса в почве на j -м поле (k -м участке) (из данных агрохимического обследования), %;

X_2 – общая потребность в элементе питания под планируемую урожайность i -культуры на j -м поле (k -м участке), кг д.в./га;

A_1, A_2, A_3 – коэффициенты уравнения, полученные в процессе оценки параметров аппроксимирующей функции.

Данное уравнение легло в основу построения интеллектуальной технологии формирования системы удобрения.

Рис. 1.
Интерфейс ПК
«Информационная
технология
почвенного
питания
сельскохозяйственных
культур»

Расчет потребности в минеральных удобрениях																									
		Азот				Удобрения				Фосфор				Калий											
		Аммонийная селитра, N=34,6%				34,60				Суперфосфат двойной, P2O5=43-50%				43,00				Калий хлористый (K), K2O=62%				62,00			
		%				%				%				%											
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							
		г/га				г/га				г/га				г/га				г/га							



Рис. 2. Интерфейс ПК по формированию комплексов технических средств для проведения агрохимических работ

Технология реализует алгоритм построения аппроксимирующей функции (2) с оцениванием параметров по методу Гаусса-Зейделя:

$$y_{ij} = f_i(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}), \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}, \quad (2)$$

где m – количество культур, для которых строится аппроксимирующая функция;

n – количество факторов, от которых зависит урожайность сельскохозяйственных культур.

Программа позволяет исследовать урожайность в схеме с интегральным фактором X_2 (1) и находить оценки доз внесения минеральных удобрений (P_2O_5 , K_2O , N).

Программный комплекс состоит из головной программы (ZEIDEL) и подпрограмм: REGR, DFB, TABL 1, TABL 2.

Подпрограмма REGR является вспомогательной и обеспечивает построение линейной регрессии по методу наименьших квадратов:

$$x_{ki} = \hat{d}_0 + \hat{d}_1 y_i, \quad k \in \{1, 2, 3\}, \quad i = \overline{1, N}. \quad (3)$$

Программа ZEIDEL является основной в комплексе программ и реализует алгоритм Гаусса-Зейделя.

Подпрограмма TABL 1 формирует таблицу с исходными данными, TABL 2 – шапку таблицы с результатами работы.

2. Формирование комплексов технических средств для химизации сельского хозяйства. Программа предназначена для подбора техники и комплектования агрегатов

по заданным техническим и экономическим критериям (рис. 2).

Работа программы предусматривает поэтапное решение следующих задач: комплектование сельскохозяйственных машин и агрегатов для доставки и внесения средств химизации на конкретное поле, расчет эксплуатационных затрат по вариантам комплектования и сравнительная оценка их эффективности, выбор сельскохозяйственных машин и агрегатов, расчет годовой потребности хозяйства в оптимальном составе техники для внесения средств химизации, выбор и расчет агрегатов по требуемым критериям.

На этапе комплектования оптимального состава сельскохозяйственных машин и агрегатов проводятся расчеты на их соответствие по техническим показателям для выполнения агрохимических операций с учетом производственных и почвенно-климатических условий предприятия, соответствия друг другу по техническим требованиям машины и агрегата. В основу алгоритма комплектования технических

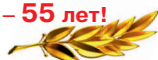
средств положены методические указания по комплектованию агрегатов с указанием установленных норм выработки на механизированные работы. На количество вариантов, выбираемое пользователем, ограничения не накладываются.

На втором этапе выполняется расчет затрат по каждому из рассматриваемых вариантов. По заложенным критериям на основе метода многомерного сравнительного анализа проводится оценка комплектуемых сельскохозяйственных машин и агрегатов. За критерий оценки приняты максимальная производительность при минимальных затратах, выбор наиболее эффективных сельскохозяйственных машин и агрегатов и расчет их количества, требуемого для проведения конкретных агрохимических работ.

На последующих этапах определяются потребность хозяйства в технике по конкретным маркам с учетом календарных сроков проведения работ по возделываемым культурам и недостающее количество машин в имеющейся парке сельскохозяйственного предприятия.

За основополагающие критерии расчета были взяты минимальные затраты на производство работ при максимальной эффективности машинно-тракторного агрегата или машины.

3. Цифровая технология комплексной оценки экологической опасности и охраны труда в сельском хозяйстве (рис. 3). На основе многолетних исследований по данному



направлению разработаны методология, методика и модель комплексной оценки экологической опасности и охраны труда в сельскохозяйственном производстве, которые явились основой для создания пакета программ, включающего в себя следующие блоки: оценка загрязнения почв и продукции пестицидами; оценка загрязнения почв и продукции тяжелыми металлами; оценка класса опасности отходов и побочных продуктов; оценка условий труда на рабочем месте; оценка экологической культуры и культуры охраны труда работников и населения; оценка уровня инвестиций в охрану труда, окружающей среды и экологически безопасной продукции; оценка влияния применения минеральных удобрений на экологию окружающей среды; оценка нагрузки скота на пастбищные угодья и соотношения стабилизирующих и дестабилизирующих факторов.

4. Программный комплекс для технико-экономической оценки агрохимических работ. Данная разработка позволяет установить взаимосвязанные и взаимосогласованные нормы выработки и расход топлива каждому исполнителю как при автономной работе агрегатов, так и при любом количественном составе одно- и разномарочных машин в технологических звеньях и комплексах; оценить и выявить экономически эффективные технологические схемы проведения работ, комплексы и звенья машин оптимального количественного состава, а также обосновать применение новых машин; рассчитать экономическую эффективность проводимых работ.

Выводы

1. Разработан комплексный подход в решении задач по применению средств химизации, объединив работу нескольких специалистов: агронома, агрохимика, агронома по защите растений, экономиста, инженера, эколога.

2. Подходы, предлагаемые в разрабатываемой интеллектуальной технологии, позволяют оптимизировать питание растений, повысить производительность труда за счет сокращения затрат труда на формирование и расчет комплекса технических средств для проведения агрохимических работ, сформировать рациональный комплекс технических средств для проведения агрохимических работ, проверить эффективность скомплектованных машинно-тракторных агрегатов, наиболее рационально использовать технику для проведения агрохимических работ.

3. Предлагаемая технология позволяет научно обосновать управленческие решения по охране окружающей среды и снижению заболеваемости работников, что способствует улучшению экологической обстановки, условий труда работников сельского хозяйства и снижению профзаболеваемости.

Рис. 3. Интерфейс ПК «Цифровая технология комплексной оценки экологической опасности и охраны труда в сельском хозяйстве»

Список использованных источников

1. Система применения удобрений: учеб. пособ. для студентов учреждений высшего образования по специальностям «Агрохимия и почвоведение», «Защита растений и карантин» / В.В. Лапа [и др.]. Гродно: ГГАУ, 2011. 418 с.
2. Система удобрений: учеб. пособ. / А.А. Корчагин [и др.]. Владимир: ВлГУ им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, 2018. 116 с.
3. Интеллектуальные системы поддержки технологических решений в точном земледелии / В.П. Якушев [и др.] // Земледелие. 2020. № 1. С. 33-37.
4. Научные основы построения интеллектуальных систем для точного земледелия / В.П. Якушев [и др.] // Вестник защиты растений. 2020. № 1. С. 25-36.
5. Сычев В.Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования. М.: РАН, 2019. 325 с.
6. Минеев В.Г. Агрохимия: классический университетский учебник для стран СНГ. М.: ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, 2017. 854 с.
7. Державин Л.М., Афанасьев Р.А., Мерзлая Г.Е. Методология комплексного применения удобрений и пестицидов в интенсивном земледелии. М.: ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, 2016. 344 с.
8. Державин Л.М. Методология проектирования применения удобрений и других средств химизации в ресурсосберегающих агротехнологиях при модернизации земледелия // Агрохимия. 2013. № 8. С. 18-29.
9. Цифровые технологии в проектировании систем удобрения в сельскохозяйственных предприятиях / С.В. Митрофанов [и др.] // Техника и оборуд. для села. 2019. № 7. С. 14-17.

Intelligent Fertilizer System Technology

A.S. Dorokhov

(Federal Scientific Agroengineering Center VIM)

N.N. Novikov, S.V. Mitrofanov

(Institute of Agricultural Technical Support, a branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM)

Summary. Intelligent technology for the formation of a fertilizer system, which is a cloud service, is described. To develop the system, the C / C ++ programming language was used in conjunction with the Wt framework in order to create a web interface, AJAX technology, as well as the SQL query language in conjunction with the MariaDB DBMS.

Keywords: intelligent technology, software package, plant nutrition, mathematical models, fertilizer rate calculations, hardware, environmental safety.



Самый мощный и высокопроизводительный комбайн в линейке Ростсельмаш TORUM 785 отличается от своих предшественников даже внешне. Это более современная и удобная машина, относящаяся к восьмому классу агротехники.

Класс

Производители систематизируют класс машины по мощности двигателя. К восьмому классу относят агрегаты с мощностью двигателя свыше 450 л.с.

Ежегодная потребность в комбайнах мощностью более 500 л.с. в нашей стране постепенно увеличивается – такова современная тенденция развития сельского хозяйства. Растет урожайность полей (изменились культура производства, агротехнологии, появились новые сорта и высокоурожайные морозостойкие гибриды и т.д.), все сильнее ощущается нехватка кадров в отдельных регионах. На сегодняшний день потребность в агромашинах такого класса оценивается аналитиками уже не в десятки, а в сотни штук в год.

Как отмечают эксперты рынка сельхозмашин, необходимость в комбайнах, обладающих высокой производительностью, за последние годы существенно увеличилась. В некоторых областях, к примеру в средней полосе России, среднегодовые урожаи выросли за последние 5-6 лет более чем на 1 т. В 2000-е годы, когда российский агробизнес стал возрождаться, он был нацелен на более высокие урожаи. Тогда же и возникла потребность в высокомоощных машинах. Правда, вначале эту нишу стали стремительно заполнять импортные производители.

Со временем конструкторы предприятия Ростсельмаш смогли переломить эту ситуацию. Используя инновационные разработки, в 2008 г. они создали первый российский комбайн седьмого класса – TORUM. С этого момента импорт стал заметно сокращаться. Падение стоимости рубля только ускорило процесс замещения иностранных машин.

Приобретать мощные машины участники рынка советуют предприятиям, средняя урожайность которых превышает 40-50 ц/га. Особенно это касается роторных машин, так как для эффективного и качественного обмолота им нужна большая масса, поступающая в ротор (иначе не будет эффекта вытирания зерна из колоса, и качество вымолота снизится).

На сегодняшний момент бесспорным лидером продаж на отечественном рынке является Ростсельмаш с комбайном TORUM в различных модификациях. Модель TORUM 785 – топовая в линейке этих мощных агромашин. Приобретают ее крупные агрохолдинги, имеющие высокую урожайность, которым важны высокие показатели производительности: уборка зерна на TORUM происходит со скоростью 45 т/ч, т.е. свыше 360 т за 8-часовую смену.



превосходства

Как правило, при работе на влажных и засоренных хлебах эффективность роторных машин снижается из-за забивания деки в верхней части (в так называемой мертвой зоне). У большинства машин реализована конструкция со стационарно закрепленной декой. На TORUM эта проблема решена благодаря инновационной системе обмолота зерна Advanced Rotor System. В конструкции дека вращается в противоход ротору, благодаря чему исключается появление мертвых зон, а также зависание массы и забивание ротора. Это решение позволяет снизить потери зерна и времени, которое уходило бы на прочистку устройства.

Еще одной особенностью TORUM 785 является наклонная камера с возможностью изменения угла атаки для увеличения производительности и удобства работы на всех культурах без переоборудования, с быстрым подсоединением адаптеров (жатки массой до 4 500 кг). Мощность, передаваемая на привод жатки, увеличена почти в 2 раза для того, чтобы работать с 12-рядными кукурузными жатками.

«В 785-й модели уже изжиты все «детские болезни». Машина позволяет держать хорошую скорость при обмолоте, — говорит технический директор ООО «Агрогارد-

Орел» Дмитрий Разинков, представитель одного из крупнейших хозяйств Черноземья. — Это комфортный комбайн для механизатора с отличной эргономикой кабины и улучшенной шумоизоляцией. Это однозначно шаг вперед. Он полностью соответствует современным требованиям».

Стоит отметить, что на TORUM 785 применяется прод-винутая информационно-голосовая система управления Adviser III, которая «закрывает» на себя процесс обмолота. Она в автоматическом режиме контролирует все техпроцессы и предотвращает поломки агрегатов. Ее основные составляющие – рулевая колонка, многофункциональный джойстик, пульт управления (расположен в подлокотнике кресла), сенсорный монитор. Контроль за процессом работы комбайна выполняется и с помощью аудиосредств – информационно-голосовой системы.

TORUM 785 воплощает в себе все последние достижения комбайностроения и полностью соответствует тенденциям современного сельского хозяйства, суть которого сводится к сокращению количества низкопроизводительной техники и потерь, а также к постоянно растущей урожайности.



УДК 631.17:631.87

DOI: 10.33267/2072-9642-2020-7-8-11

Исследование системы очистки технологической линии по производству гуминовых удобрений

Н.Н. Гапеева,*канд. биол. наук,
вед. науч. сотр.,
gapreevann@mail.ru***М.А. Гайбарян,***канд. техн. наук,
вед. науч. сотр.,***В.И. Сидоркин,***специалист**(ИТОСХ – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)*

Аннотация. Исследованы различные системы очистки органо-минеральных удобрений от балластных примесей в процессе их производства. Предложена эффективная многоступенчатая система очистки, позволяющая получать безбалластные удобрения. Установлено, что содержание балластной части в конечном продукте, полученном с применением данной системы очистки, составляет не более 1%, а размерность частиц примесей не превышает 10 мкм. Применение данной очистки органо-минеральных удобрений позволит использовать их во всех современных агротехнологиях.

Ключевые слова: органо-минеральные удобрения, гуматы, подготовка сырья, система очистки, технологическая линия.

Постановка проблемы

Одним из приемов устойчивого повышения урожайности культур, улучшения качества получаемой продукции, повышения эффективности использования питательных веществ из удобрений и почвы, а также устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды является использование в сельскохозяйственном производстве экологически безопасных, недорогих и эффективных органо-минеральных удобрений [1-3].

Имеются многочисленные данные отечественных и зарубежных ученых о том, что гуминовые вещества проявляют защитные свойства (радиозащита, защита от фитотоксичного действия гербицидов, адсорбционные свойства по отношению к вредным примесям и пестицидам в почве). Поэтому в последнее время гуматы все чаще применяют в составе баковых смесей с пестицидами и другими агрохимикатами для снижения стрессовой нагрузки на растения и увеличения скорости разложения токсинов в клетках самого растения [4, 5].

Таким образом, удобрения на основе гуминовых веществ получили широкое применение в современном сельскохозяйственном производстве.

Эффективность использования органо-минеральных удобрений во многом зависит от их качества, которое

определяется технологией производства [6, 7]. Несмотря на многочисленные теоретические исследования и наличие подтвержденных положительных результатов, промышленные технологии производства гуминовых удобрений еще недостаточно развиты. Получаемый разными производителями продукт часто имеет низкие потребительские качества: отмечаются наличие балласта (остаточный торф или вспомогательные вещества), невозможность точного дозирования микроэлементов при производстве органо-минеральных удобрений на основе гуминовых, низкая концентрация действующих веществ и др.

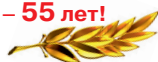
В связи с вышесказанным разработка эффективных инновационных технологий переработки органического сырья (торф, биогумус, сапропель и бурый уголь) в органо-минеральные удобрения остается весьма актуальной задачей современной сельскохозяйственной науки.

Цель исследований – получение безбалластных органо-минеральных удобрений путем многоступенчатой системы очистки.

Материалы и методы исследования

Наличие в сырьевых источниках твердых механических включений, особенно песка, представляет собой серьезную проблему при производстве гуминовых удобрений. Попадая в рабочие органы узлов и агрегатов, он вызывает абразивный износ технологического оборудования, что приводит к его изнашиванию и поломке. Кроме того, при высоком содержании песка в сырье увеличивается расход щелочи для экстрагирования гуминовых кислот.

Для проведения предварительной очистки продукта от посторонних включений предложена технологическая операция, заключающаяся в гидратации сырья – торфа, биогумуса или сапропеля, которая осуществляется в гидромеханическом узле предварительной подготовки сырья. В процессе гидратации суспензия торфа, биогумуса или сапропеля не только очищается от песка и других нерастворимых включений, но и подвергается интенсивному барботированию под влиянием различных гидродинамических и механических воздействий, создавая при этом элементы кавитационных процессов. Под действием этих процессов происходят предварительное интенсивное измельчение частиц торфа, обеспечивающее равномерность суспензии, и отделение нерастворимых включений, которые оседают на дно. Внедрение данной операции оказывает положительное влияние на дальнейшее протекание процесса диспергирования суспензии в дисмембраторе, а также значительно уменьшает абразивный износ рабочих органов, узлов и агрегатов технологического комплекса [8].



После очистки суспензии торфа, биогумуса или сапропеля от песка и других примесей она подается в реактор, где происходят основные процессы, связанные с экстрагированием солей гуминовых кислот, после чего готовый продукт подвергается финальной очистке.

Результаты исследований и обсуждение

Одним из наиболее важных показателей качества органоминеральных удобрений является отсутствие или наличие балластных остатков в конечном продукте. Так как в большинстве случаев гуминовые удобрения используются в баковых смесях совместно со средствами защиты растений и вносятся с помощью опрыскивателей, то при большой доле балластных остатков в гуматах могут возникнуть проблемы, связанные с забиванием фильтров, форсунок, повышением давления в гидравлической системе, что может привести к различного рода неполадкам. Поэтому при разработке способа производства органоминеральных и комплексных удобрений особое внимание уделено степени очистки получаемого продукта. Разработанная технология включает в себя многоступенчатую систему очистки гуматов [9]. Одним из этапов получения гуминовых удобрений является предварительная подготовка сырья. На данном этапе производится очистка органического сырья от посторонних включений: неперегнивших растительных остатков, песка, гравия, золы и др.

С целью определения наиболее оптимальной системы очистки были проведены исследования следующих наиболее распространенных технологий: кассетные фильтры, гидроциклон, центрифугирование.

Для апробации работы системы фильтрации и определения степени очистки органоминеральных удобрений от балластной части на технологической линии, разработанной и изготовленной ФГБНУ ВНИМС, была получена партия удобрения, которая прошла очистку с помощью кассетных фильтров фильтрующей ячейкой размером 70 мкм. Из полученной партии были отобраны пробы.

Полученные удобрения подвергались очистке с помощью гидроциклона. Для этого по результатам инженерных расчетов, проведенных согласно общепринятым методам расчетов гидроциклонов и ГОСТ 10718-81 «Гидроциклоны и технические условия», была разработана конструкторская документация, на основе которой совместно с сотрудниками ФГБНУ ФНАЦ ВИМ на 3D-принтере из полимерных материалов был изготовлен гидроциклон малой

производительности с характеристиками, приведенными в таблице.

Характеристика гидроциклона малой производительности

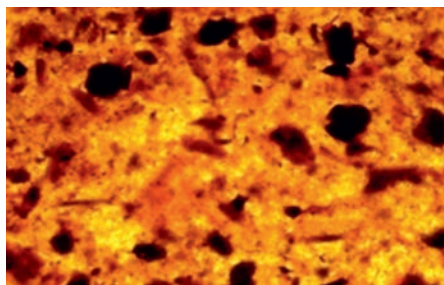
Наименование	Численное значение
Диаметр, мм:	
песковой насадки	8
питающего патрубка	15
сливного патрубка	22
цилиндрической части	70
Высота цилиндрической части, мм	100
Общая высота гидроциклона, мм	500
Конусность, град.	10

Гидроциклон вмонтирован в лабораторную установку после ресивера. Данная мера позволяет поддерживать минимальное рабочее давление 1,5- 2 МПа, что необходимо для правильной работы гидроциклона.

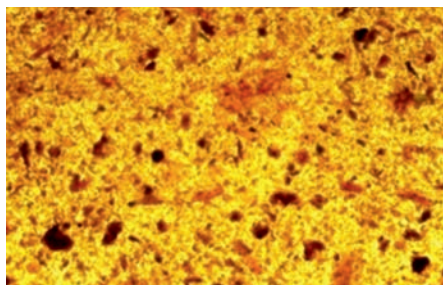
Гуматы заливались в емкость для удобрений, после чего на персональном компьютере (ПК) с помощью разработанного программного обеспечения (ПО) выполнялась перекачка раствора через гидроциклон. После включения насоса и подачи сигнала на открытие электромеханического крана ресивер наполнялся, в нем нагнеталось давление, необходимое для работы гидроциклона. Затем, не отключая насос, открывался электромеханический кран, установленный перед гидроциклоном, и происходила перекачка раствора. После перекачивания система выключалась, а из емкости, в которую перекачивался отфильтрованный продукт, отбирались пробы.

С целью проверки системы очистки получаемых гуминовых удобрений с помощью центрифугирования был использован сепаратор центробежного типа А1-ОЦМ-10 производительностью 10 тыс. л/ч и частотой вращения барабана 6500 мин⁻¹. В данный сепаратор отфильтрованные на гидроциклоне удобрения поступали самотеком, после чего также проводился отбор проб отфильтрованного гумата.

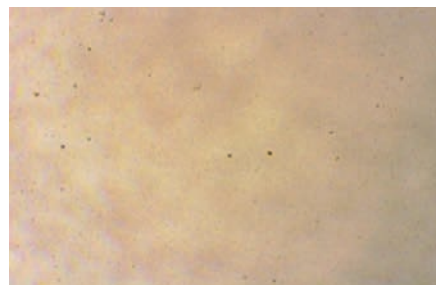
В ходе исследований все отобранные пробы подвергались анализу с помощью оптического микроскопа «Микромед С1 LED». Также был проведен анализ определения количества балластного остатка с помощью ситового метода. Результаты микроскопирования проб представлены на рисунке.



а



б



в

Результаты микроскопирования исследуемых проб органоминеральных удобрений после очистки:

а – кассетный фильтр; б – гидроциклон; в – сепаратор

Данные визуального контроля и результаты ситового анализа показали, что при использовании кассетных фильтров размерность частиц достигала 1000 мкм, а содержание балластной части составляло 13%, что связано с несовершенством конструкции используемых фильтров, неравномерностью геометрических размеров и форм частиц балластной части.

Полученные результаты не соответствуют современным требованиям сельскохозяйственного и технологического оборудования.

При очистке гидроциклоном максимальный размер частиц балластной части не превышал 100 мкм при содержании балластной части 8%. Данные показатели значительно лучше, чем у проб после кассетных фильтров, однако для использования полученных удобрений в современных агротехнологиях требуется их доочистка.

Применение сепаратора для очистки гуматов позволило значительно снизить долю балластной части – до 1% при размерности частиц менее 10 мкм.

Выводы

1. Результаты проведенных исследований, в том числе с использованием микроскопии проб органоминеральных удобрений, позволили достоверно установить, что использование многоступенчатой системы очистки в технологической линии обеспечивает получение наиболее качественного продукта с содержанием балластной части до 1% и размерностью частиц менее 10 мкм, что позволяет считать полученные удобрения безбалластными.

2. Полученные по многоступенчатой системе очистки безбалластные удобрения можно рекомендовать к использованию во всех современных агротехнологиях.

Список

использованных источников

1. Сорокин К.Н., Гайбарян М.А., Смышляев Э.И. Гуминовые препараты как факторы повышения плодородия почв и эффективности сельскохозяйственного производства // Владоаккумулирующие технологии, техника

для обработки почв и использование минеральных удобрений в экстремальных условиях. Рязань: ГНУ ВНИМС, 2014. С. 89-108.

2. Тетерин В.С., Тетерина О.А., Костенко М.Ю. Аэрозольная обработка семенного зерна стимуляторами на основе гуматов // Матер. 67-й Междунар. науч.-практ. конф. «Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона». Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ им. П.А. Костычева, 2016. С. 88-91.

3. Тетерин В.С. Эффективность предпосадочной обработки семян картофеля гуминовыми препаратами // Матер. 52-й Междунар. науч. конф. молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов, посвящ. 200-летию со дня рождения проф. Я.А. Линовского «Агроэкологические и экономические аспекты применения средств химизации в условиях биологизации и экологизации сельскохозяйственного производства». 2018. С. 189-191.

4. Чердакова А.С., Сорокин Н.Т., Гальченко С.В. Гуминовые препараты как перспективные мелиораторы серых лесных почв, загрязненных изотопом цезия-137 // Проблемы механизации агрохимического обслуж. сельского хоз-ва: сб. науч. тр. по матер. Междунар. науч.-практ. конф. Рязань: ФГБУ ВНИМС, 2014. С. 172-182.

5. Тетерина О.А., Костенко М.Ю., Тетерин В.С. Аэрозольная обработка семян стимуляторами роста // Вестн. Совета молодых ученых РГАТУ им. П.А. Костычева. 2016. № 2. С. 6-10.

6. Properties of vermicompost aqueous extracts prepared under different conditions / A. Hanc, J. Boucek, P. Svehla, M. Dreslova, P. Tlustos // Environmental Technology, 2017. Vol. 38. P. 1428-1434.

7. Preparative Yield and Properties of Humic Acids Obtained by Sequential Alkaline Extractions / V.A. Kholodov, N.V. Yaroslavlseva, A.I. Konstantinov, I.V. Perminova // Eurasian Soil Science, 2015. Vol. 48. № 10. P. 1101-1109.

8. Гидромеханический многофункциональный очиститель торфа, биогумуса, сапропеля: пат. 197206 Рос. Федерация: МПК C05F 11/02 C10F 7/02 / Сидоркин В.И., Гайбарян М.А., Тетерин В.С., Гапеева Н.Н., Мельничук Д.С.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ ФНАЦ ВИМ. № 2019143693; заявл. 25.12.2019; опубл. 13.04.2020, Бюл. № 11. 12 с.

9. Способ производства комплексных органоминеральных удобрений и технологическая линия для его осуществления / В.С. Тетерин [и др.] // Вестн. Рязанского гос. агротехнологического ун-та им. П.А. Костычева. 2019. № 4. С. 114-119.

Study of a Fertilizer Production Line Purification System

N.N. Gapeeva, M.A. Gaybaryan, V.I. Sidorkin

(Institute of Agricultural Technical Support, a branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM)

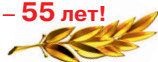
Summary. Different systems for removing ballast fractions from organic-mineral fertilizers at the stage of production have been examined. An efficient multistage purification system which allows for obtaining ballast-free fertilizers has been proposed. It has been established, that in case of using this purification system, the content of ballast fractions in the end-product is equal to 1% or less, and the size of the particles does not exceed 10 micron. Organic-mineral fertilizers, manufactured with the use of this purification system, will be suitable for using in all up-to-date agricultural technologies.

Keywords: organic-mineral fertilizers, humates, preparation of raw materials, purification system, production line.

Реферат

Цель исследований – получение безбалластных органоминеральных удобрений путем многоступенчатой системы очистки. При разработке способа производства органоминеральных и комплексных удобрений, уделено внимание степени очистки получаемого продукта. Разработанная технология включает в себя многоступенчатую систему очистки гуматов. Одним из этапов получения гуминовых удобрений является предварительная подготовка сырья – его очистка от посторонних включений: неперегнивших растительных остатков, песка, гравия, золы и др. С целью определения оптимальной системы очистки проведены исследования с использованием кассетных фильтров, гидроциклона и центрифугирования. Для апробации системы фильтрации и определения степени очистки органоминеральных удобрений от балластной части на технологической линии была получена партия удобрения, которая прошла очистку с помощью кассетных фильтров с фильтрующими ячейками размером 70 мкм. Из полученной партии были отобраны пробы. Полученные удобрения подвергались очистке с помощью гидроциклона. Для этого по результатам инженерных расчетов, проведенных согласно общепринятым методикам расчетов гидроциклонов и ГОСТ 10718-81 «Гидроциклоны и технические условия», была разработана конструкторская документация, на основе которой на 3D-принтере из полимерных материалов был изготовлен гидроциклон малой производительности. Все отобранные пробы анализировались с помощью микроскопа марки «Микромед C1 LED».

Данные проведенного анализа показали, что при использовании кассетных фильтров размерность частиц составила 1000 мкм,



а содержание балластной части – 13%, что связано с несовершенством конструкции фильтров и неравномерностью геометрических размеров и форм частиц балластной части.

Результаты проведенных исследований с использованием микроскопии проб органоминеральных удобрений позволили достоверно установить, что применение многоступенчатой системы очистки в технологической линии обеспечивает получение наиболее качественного продукта с содержанием балластной части до 1% и размерностью частиц менее 10 мкм, что позволяет считать полученные удобрения безбалластными и рекомендовать их к использованию во всех современных агротехнологиях.

Abstract

The purpose of the research is to obtain ballast-free organic and mineral fertilizers using a multistage purification system. When developing a method for the production of organic and compound fertilizers, attention is paid to the degree of purification of the resulting product. The developed technology includes a multistage humate purification system. One of the stages of obtaining humic fertilizers is the preliminary preparation of raw materials, namely, their cleaning from impurities: non-rotten plant residues, sand, gravel, ash, etc. In order to determine an optimal purification system, studies were carried out using cassette filters, hydrocyclone and centrifugation. To test the filtration system and determine the degree of purification of organic mineral fertilizers regarding removal of the ballast part, the production line outputted a fertilizer batch, which was purified using cassette filters having a 70 micron mesh. Samples were taken from the batch produced. The resulting fertilizers were purified using a hydrocyclone. To do this, according to the results of engineering calculations carried out according to the generally accepted calculation methods for hydrocyclones and GOST 10718-81 "Hydrocyclones and specifications", design documentation was developed, based on which a low-performance hydrocyclone was made from polymer materials on a 3D printer. All selected samples were analyzed using a Micromed C1 LED microscope.

The data of the analysis showed that when using cassette filters, the particle size was 1,000 microns, and the content of the ballast part was 13%, which was associated with the imperfect design of the filters and the unevenness of the geometric sizes and shapes of the particles of the ballast part.

The results of the performed studies using microscopy of samples of organic and mineral fertilizers made it possible to reliably establish that the use of a multistage purification system in the production line ensures the production of the highest quality product with a ballast content of up to 1% and a particle size of less than 10 microns, which made it possible to consider the obtained fertilizers as ballastless and recommend them to use in all current agricultural technologies.



ПротеинТек
Форум и экспо

Специализированный
форум и выставка
по кормовым протеинам и
глубокой переработке
высокобелковых культур

Москва,
отель Холидей Инн Лесная
23 сентября 2020

+7 (495) 585-5167 | info@proteintek.org | www.proteintek.org



ПроПротеин
Форум и экспо

Специализированный
форум и выставка
по новым пищевым протеинам

Растительное мясо, насекомые и
культивируемое "мясо из пробирки"

Москва,
отель Холидей Инн Лесная
24 сентября 2020

+7 (495) 585-5167 | info@proprotein.org | www.proprotein.org

ТЕМЫ ФОРУМА:

- Технологии и рынки растительных и животных протеинов.
- Глубокая переработка растительного сырья.
- Технологии производства и применения протеинов в питании и кормлении животных.
- Растительные заменители мяса.
- Перспективные протеины, в том числе из насекомых.
- Биотехнологическое производство кормового белка из метана и другого сырья.
- Технологии производства искусственного мяса.

ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ РЕКЛАМЫ:

- ✓ Форум и выставка "ПротеинТек" и "ПроПротеин" привлекут в качестве участников владельцев и топ-менеджеров компаний, что обеспечит Вам, как спонсору, уникальные возможности для встречи с новыми клиентами;
- ✓ Большой выставочный зал будет удобным местом для размещения стенда Вашей компании;
- ✓ Выбор одного из спонсорских пакетов позволит Вам заявить о своей компании, продукции и услугах, и стать лидером быстрорастущего рынка



УДК 330.47/004.021

DOI: 10.33267/2072-9642-2020-7-12-15

К вопросу разработки методики организации поточной работы комплексов машин

С.В. Митрофанов,

канд. с.-х. наук,
зам. директора,
f-mitrofanoff2015@yandex.ru

А.В. Богатов,

специалист,
ovallaknucc@rambler.ru

М.Ю. Яблоков,

специалист,
mishaapple@mail.ru
(ИТОСХ – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Аннотация. Представлены данные методики нормирования и проектирования взаимосвязанных поточных процессов в области агрохимического обеспечения сельского хозяйства. Применена теория массового обслуживания и статистического моделирования, в частности для расчета времени ожидания обслуживания и включения его в цикловое время работы агрегатов. Для осуществления предлагаемого подхода разрабатывается программный комплекс, представляющий собой облачный сервис.

Ключевые слова: поточные процессы, теория массового обслуживания, нормы выработки, экономическая эффективность, машины.

Постановка проблемы

При выполнении большинства сельскохозяйственных работ, в том числе агрохимических, получила распространение бригадно-звеньевая организация труда, при которой рабочие процессы выполняются поточным методом комплексами машинно-тракторных агрегатов. Особенно это стало актуальным ввиду увеличения числа агрохолдингов.

Внедрение подобной формы организации труда на предприятии требует научного обоснования проектирования состава звеньев машин и установления взаимосвязанных комплексных норм выработки и расхода топлива на все виды агрегатов, выполняющих общий производственный процесс, поскольку звеньевой организации работ не соответствуют нормы на единичные агрегаты, выполняющие отдельные технологические операции.

Отсутствие методики нормирования и проектирования взаимосвязанных поточных процессов в области агрохимического обеспечения сельского хозяйства затрудняет оценку и выбор рациональной в данных условиях технологии и организации работ, планирование и управление комплексами машин, что ведет к недоиспользованию техники, увеличению сроков выполнения работ и затрат на их проведение [1-5].

Цель исследований – разработка методики организации поточной работы комплексов машин.

Материалы и методы исследования

При разработке методики нормирования и проектирования взаимосвязанных поточных процессов в области агрохимического обеспечения сельского хозяйства применена теория массового обслуживания (ТМО) и статистического моделирования, в частности для расчета времени ожидания обслуживания и включения его в цикловое время работы агрегатов.

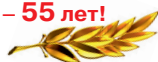
Разрабатываемая программа представляет собой облачный сервис. Для ее создания использован язык программирования C/C++ совместно с СУБД MS Access (для хранения полученных результатов). Вся работа выполняется в среде Visual Studio 2019 Community, к которой подключены базовые библиотеки среды.

Результаты исследований и обсуждение

Анализ существующих методов в области организации сельскохозяйственных работ [1-4] показывает, что в них не учтены взаимосвязь и согласованность агрегатов при выполнении единого производственного процесса. Используемые нормы выработки и расхода горюче-смазочных материалов не учитывают потери времени на обслуживание, перебазировку машин, возможности совмещения отдыха исполнителей со временем ожидания обслуживания и др. [5, 6].

При этом большинство составляющих времени цикла работы агрегатов для проведения агрохимических работ являются переменными, носят вероятностный характер и зависят от многих факторов, таких как:

- время транспортировки удобрений и пестицидов до обрабатываемого участка и обратно, зависящее от расстояния, состояния дорог, допустимой транспортной скорости;
- чистое время работы на участке, которое зависит от длины гона, доз вносимых удобрений и пестицидов, рабочей скорости агрегата, определяемой условиями работы и конструктивными особенностями используемой машины;
- время обслуживания (загрузки), зависящее от формы удобрений и пестицидов, навыков рабочих и др.;
- время поворотов, зависящее от продолжительности одного поворота и их количества за цикл;
- время холостого хода машины, зависящее от объема ее бункера или резервуара, доз вносимых удобрений или пестицидов, удаленности мест загрузки, а также скорости переезда;



- время перебазирования комплексов машин с одного участка на другой, зависящее от площадей участков, производительности машин и их количества в звене, расстояния между участками, транспортной скорости агрегатов, а также времени подготовки к перебазированию и работе после нее;

- время остановок агрегатов для технического и технологического обслуживания машин, кратковременные перерывы на личные надобности механизатора;

- время простоев агрегата из-за неблагоприятных метеорологических условий (дождь, ветер и др.), нарушений механизатором трудовой дисциплины, выполнения им непредвиденных работ и др.;

- время ожидания обслуживания в месте загрузки удобрениями или пестицидами, зависящее от соотношения циклового времени машин и их количества в звеньях.

Время цикла транспортных средств также складывается из ряда технологических элементов, времени простоев и времени ожидания обслуживания в очереди на загрузку и разгрузку. Технологически необходимое время при этом находится в прямой зависимости от расстояния транспортировки, транспортной скорости агрегатов, дорожных условий [7–12].

Случайность воздействия многих неуправляемых факторов в течение отдельных циклов, к которым в первую очередь относятся метеорологические и почвенные условия проведения работ, отказы машин и механизмов, перерывы на отдых и др., приводит к тому, что рабочий процесс каждой машины протекает стохастически. Ввиду этого процесс управления взаимосвязанной поточной работы комплексов машин представляется возможным с использованием методов, основанных на вероятностном характере протеканий операций, включающих в себя установление соответствующих законов распределения случайных величин, в частности теории массового обслуживания.

Методы ТМО применяются для решения различных инженерных и экономических прикладных задач. Общим для этих задач является необходимость количественного анализа процесса. В целях получения количественных характеристик эффективности систем массового обслуживания (СМО) – среднего времени ожидания обслуживания требований; среднего количества требований, находящихся в очереди; среднего времени ожидания обслуживания каналом и др. – разработаны соответствующие аналитические аппараты. Обоснование выбора того или иного аппарата производится в зависимости от типа производственных линий (однофазные, многофазные и др.), типа СМО (открытые системы с отказами или неограниченным ожиданием требований в очереди; замкнутые системы с приоритетами; системы без взаимопомощи, с частичной или полной взаимопомощью между каналами; одноканальные; многоканальные и др.), законов распределения входящих потоков (пуассоновский, эрланговский, произвольные потоки и др.) и потоков интенсивности обслуживания требований.

В ранее проведенных исследованиях поточных процессов в сельскохозяйственном производстве взаимодействие машин на вывозке органических удобрений, навозно-торфяных компостов, а также внесении минеральных удобрений рассматривается как открытые пуассоновские СМО с ожиданием, так как на данных видах работ потоки требований и потоки обслуживаний близки к пуассоновским.

Однако использовать расчетные формулы открытых СМО по определению нормативов затрат времени в ожидании обслуживания и других характеристик производственного процесса для целей проектирования производственного процесса и технического нормирования взаимосвязанной поточной работы комплексов машин не представляется возможным. Это обусловлено тем, что данный аппарат требует установления по каждому из сочетаний нормообразующих факторов, одного из основных исходных параметров рассматриваемых систем – плотности входного потока λ , определяемой количеством требований, поступающих в систему за единицу времени и изменяющейся в зависимости от количественного сочетания машин в производственной линии, а также от многообразия природно-производственных условий выполнения работы, что влечет за собой необходимость проведения многочисленных экспериментов в производственных условиях.

Большой интерес для рассматриваемой работы представляют математические зависимости замкнутых одно- и многоканальных СМО для случаев простейших пуассоновских потоков (марковских процессов), предложенных в работах Л.А. Овчарова и Е.С. Вентцеля [5, 6].

К достоинствам данных аппаратов относится возможность установления характеристик эффективности СМО в зависимости от количественного сочетания требований и каналов обслуживания в системах, а также от приведенной интенсивности потока.

В нормах выработки на взаимосвязанные поточные процессы необходимо учитывать неизбежные затраты времени агрегатами разных звеньев в ожидании обслуживания в местах их «стыковки», затраты времени, связанные с перебазированием комплекса машин, и другие факторы.

Поскольку математические аппараты теории массового обслуживания позволяют определять абсолютные значения затрат времени в ожидании обслуживания на цикл работы машин (норматив времени ожидания), то представляется возможным при нормировании данных процессов использовать нормативный метод ГОСНИТИ [3, 4], рассматривая в качестве объекта исследования производственную линию в целом.

Ввиду того, что исходными данными для аппаратов ТМО служат значения известных составляющих циклового времени (время оборота обслуживаемых машин и время обслуживания), а в результате расчетов получают затраты времени в ожидании обслуживания, дополняющие принятые исходные данные до полного цикла агрегатов каждого звена производственной линии, расчет норм вы-

работки на рассматриваемые процессы целесообразно вести цикловым методом.

Наивысшая эффективность комплексов машин определяется наилучшим использованием технических возможностей агрегатов различных звеньев и оптимальным их взаимодействием на всех операциях процесса.

Проектирование комплексов машин для выполнения заданного технологического процесса в конкретных природных, производственных и агротехнических условиях при имеющемся наборе техники может быть успешно осуществлено в хозяйствах при наличии комплексных норм на возможные технологические схемы производства поточных работ. Поэтому в типовых нормах, кроме комплексных норм, следует указывать оптимальные составы звеньев машин для нескольких технически и экономически рациональных технологических схем по типичным сочетаниям природно-производственных и агротехнических факторов. Указанные обстоятельства должны быть учтены также при оптимизации использования комплексов машин.

При решении поставленной задачи следует исходить из детерминированного уровня информации о системе, когда условия, в которых принимаются решения, известны полностью.

Если считать, что наиболее приемлемыми показателями для оптимизации комплексов и количества агрегатов в звеньях являются приведенные затраты и затраты труда на единицу выполненной работы, а также суммарные потери времени обслуживающими и обслуживаемыми машинами в системе, то задачу можно сформулировать следующим образом.

Минимизировать показатели по оценке эффективности использования комплексов машин, т.е.:

$$\begin{aligned} \partial_m &= f(T) \rightarrow \min, \\ \partial_n &= f(\Pi) \rightarrow \min, \\ \partial_\varphi &= f(\varphi) \rightarrow \min, \end{aligned} \quad (1)$$

где T – затраты труда, чел.-ч/га;

Π – удельные приведенные затраты, руб/га;

φ – потери времени в ожидании обслуживания (на один агрегат), мин.

Затраты труда на единицу выполненной работы определяются по формуле

$$T = \frac{T_{см} \cdot (\sum Z_{осн} + \sum Z_{всп})}{W_{сум}}, \text{ чел.-ч/га}, \quad (2)$$

где $\sum Z_{осн}$ – суммарное количество основных рабочих, занятых в производственном процессе;

$\sum Z_{всп}$ – суммарное количество вспомогательных рабочих;

$W_{сум}$ – суммарная выработка основных (опрыскивающих) агрегатов за смену, га.

Затраты времени в ожидании обслуживания комплексом машин, приходящиеся на один агрегат, находятся из выражения

$$\varphi = \frac{T_{ож.тр_i} \cdot Z_{тр_i} + T_{ож.тр_2} \cdot Z_{тр_2} + T_{ож.н_1} \cdot Z_{н_1} + T_{ож.н_2} \cdot Z_{н_2}}{\sum Z_{тр} + \sum Z_n}, \quad (3)$$

где $T_{ож.тр_i}$ и $T_{ож.н_1}$ – затраты времени в ожидании обслуживания за смену соответственно по обслуживаемой и обслуживающей машине в первой фазе производственного процесса, мин;

$T_{ож.тр_2}$ и $T_{ож.н_2}$ – затраты времени в ожидании обслуживания за смену соответственно по обслуживаемой и обслуживающей машине во второй фазе производственного процесса, мин;

$Z_{тр_i}$ и $Z_{н_1}$ – количество обслуживаемых и обслуживающих машин в первой фазе производственного процесса;

$Z_{тр_2}$ и $Z_{н_2}$ – количество обслуживаемых и обслуживающих машин во второй фазе производственного процесса.

Удельные приведенные затраты определяются по формуле

$$\Pi = C + E_n \cdot K, \quad (4)$$

где C – себестоимость обработки, руб/га;

E_n – нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности;

K – удельные капиталовложения, руб/га.

Покажем структуру приведенных затрат при работе комплексов машин и установим показатели, влияющие на их величину.

Себестоимость обработки 1 га без стоимости удобрений и пестицидов, а также затрат на их доставку к месту производства работ (руб/га) согласно [7, 8] равна:

$$C = \frac{\sum Z + \Phi_1 + \frac{h}{100} \cdot (\sum Z + \Phi_1 + \Phi_2) + \sum \Pi_m}{W_{сум}} + \Phi_2, \quad (3)$$

где $\sum Z$ – суммарная заработная плата механизаторов и вспомогательных рабочих с начислениями за смену, руб.;

Φ_1 – отчисления на амортизацию тракторов, сельскохозяйственных машин и средств водоснабжения за смену, руб.;

Φ_2 – отчисления на текущий ремонт и техническое обслуживание тракторов, сельскохозяйственных машин и средств водоснабжения за смену, руб.;

h – отчисления на накладные расходы, %;

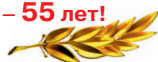
$\sum \Pi_m$ – суммарная стоимость израсходованного топлива комплексом машин за смену, руб.

Формула по определению суммарной сменной заработной платы рабочих, занятых в выполнении производственного процесса, с начислениями:

$$\begin{aligned} \sum Z = & \left\{ \left[Z_1 \cdot C_{m_1} \cdot \left(1 + \frac{u_1}{100} \right) \right] \cdot \left(1 + \frac{u_2}{100} \right) \right\} \cdot \left(1 + \frac{u_3}{100} \right) \cdot \left(1 + \frac{u_4}{100} \right) + \\ & + \left\{ \left[Z_i \cdot C_{m_i} \cdot \left(1 + \frac{u_1}{100} \right) \right] \cdot \left(1 + \frac{u_2}{100} \right) \right\} \cdot \left(1 + \frac{u_3}{100} \right) \cdot \left(1 + \frac{u_4}{100} \right), \end{aligned}$$

где Z_1 – количество рабочих на первой технологической операции производственного процесса;

Z_i – количество рабочих на i -й операции производственного процесса;



C_{m1} – тарифная ставка рабочего на первой операции производственного процесса, руб.;

C_{mi} – тарифная ставка рабочего на i -й операции производственного процесса, руб.;

u_1 – начисления на зарплату за классность, вредные условия труда, своевременное и качественное выполнение работы, %;

u_2 – начисления на зарплату за стаж работы, %;

u_3 – начисления на зарплату за отпуск, %;

u_4 – начисления на зарплату по соцстраху, %.

Отчисления на амортизацию трактора, сельскохозяйственных машин и оборудования, занятых в выполнении производственного процесса, определяются по формуле

$$\Phi_1 = T_{cm} \cdot \left(\frac{\sum \Pi_{\delta 1} \cdot \alpha_1}{100 \cdot O_1} + \dots + \frac{\sum \Pi_{\delta i} \cdot \alpha_i}{100 \cdot O_i} \right), \quad (7)$$

где $\sum \Pi_{\delta 1}$ – суммарная балансовая стоимость машин первой марки, руб.;

α_1 – годовые отчисления на амортизацию машин первой марки, %;

O_1 – годовая (сезонная) загрузка машин первой марки, ч;

$\sum \Pi_{\delta 2}$ – суммарная балансовая стоимость машин i -й марки, руб.;

α_i – годовые отчисления на амортизацию машин i -й марки, %;

O_i – годовая (сезонная) загрузка машин i -й марки, ч.

Отчисления на текущий ремонт и техническое обслуживание тракторов, сельскохозяйственных машин и средств водоснабжения равны

$$\Phi_2 = \sum_{i=1}^n (C_{mi} + C_{\mu i}) \cdot W_i, \quad (8)$$

где C_{mi} – норматив расхода денежных средств на ремонт и техническое обслуживание трактора i -й марки, руб. на 1 усл. эт. га;

$C_{\mu i}$ – норматив расхода денежных средств на ремонт и техническое обслуживание сельскохозяйственной машины i -й марки, руб. на 1 усл. эт. га;

W_i – выработка i -го агрегата за смену, усл. эт. га.

Удельные капиталовложения (руб/га) находятся из выражения

$$K = \frac{T_{cm}}{W_{сум}} \cdot \left(\frac{\sum \Pi_{\delta 1}}{O_1} + \dots + \frac{\sum \Pi_{\delta i}}{O_i} \right). \quad (9)$$

Выводы

1. Рассматриваемые показатели эффективности описываются формулами, которые не могут быть аппроксимированы дифференцируемыми функциями, поэтому определение значений их минимумов необходимо выполнять методом перебора вариантов. В связи с этим для осуществления предлагаемого подхода разрабатывается программа, представляющая собой облачный сервис.

2. Для создания программы использован язык программирования C/C++ совместно с СУБД MS Access (для хранения полученных результатов). Вся работа выполняется в среде Visual Studio 2019 Community, к которой подключены базовые библиотеки среды.

Список использованных источников

1. **Алекперов Д.К.** Совершенствование методов оптимизации состава и использования машинно-тракторного парка колхозов и совхозов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.03. Кировабад, 1982. 41 с.
2. **Антышев Н.М., Дворцов Е.Ф.** Рекомендации по формированию машинно-тракторного парка хозяйств тракторами // Российская инж. акад. менеджмента и агробизнеса. 2011. № 3. 18 с.
3. **Барам Х.Г.** Методика разработки нормативных материалов на механизированные полевые работы. М.: ГОСНИТИ, 1971. 48 с.
4. **Барам Х.Г.** Научные основы технического нормирования механизированных работ. М.: Колос, 1984. 654 с.
5. **Вентцель Е.С.** Исследование операций: задачи, принципы, методология. М.: КНОРУС, 2013. 203 с.
6. **Вентцель Е.С.** Теория вероятностей и ее инженерные приложения. М., 2007. 490 с.
7. **Власов Н.С.** Методика экономической оценки сельскохозяйственной техники. М., 1979. С. 208-283.
8. **Дорофеева Н.А., Драгайцев В.И.** Экономика использования сельскохозяйственных машин. М.: Россельхозиздат, 1976. 168 с.
9. Научная организация и нормирование труда в сельскохозяйственных предприятиях / А.И. Здоровцов [и др.]. М.: Колос, 1979. 344 с.
10. **Зубина В.А.** Обзор и анализ методов оптимизации и компьютерных программ для повышения эффективности МТП // Вестн. аграрной науки Дона. 2018. № 1. С. 26-32.
11. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники. МСХП РФ. 2008. 219 с.
12. **Ходакова Т.А.** Информатизация процесса формирования рационального состава машинно-тракторного парка для проведения агрохимических работ в растениеводстве // Инновационное развитие АПК России на базе интеллектуальных машинных технологий: сб. науч. докл. междунар. науч.-техн. конф. М.: ФГБНУ ВИМ, 2014. С. 482-486.

On the Issue of Developing a Procedure for Organizing a Flow Operation of Integrated Machine systems

S.V. Mitrofanov, A.V. Bogatov, M.Yu. Yablokov

(Institute of Agricultural Technical Support, a branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM)

Summary. Procedures for standardization and design of interconnected flow processes in the field of agrochemical support of agriculture are discussed. The theory of queuing and statistical modeling is applied, in particular, to calculate the waiting time for the service and its inclusion in the cyclic operating time of the units. To implement the approach proposed, a software package is being developed, which is a cloud service.

Keywords: flow processes, queuing theory, production rates, economic efficiency, machines.



УДК 631.334: 631.332.719: 631.348.455

DOI: 10.33267/2072-9642-2020-7-16-20

Картофелесажалка для клонового семеноводства с автоматизированной системой обработки клубней

А.С. Дорохов,

д-р техн. наук, проф. РАН,
чл.-корр. РАН,
зам. директора,
dorokhov@rgau-msha.ru
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Н.С. Панферов,

канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,
зам. директора,
nikolaj-panfyorov@yandex.ru

В.С. Тетерин,

канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,
зав. отделом,
Labio-giant@mail.ru

Е.В. Пестряков,

науч. сотр.,
unlimetl@mail.ru
(ИТОСХ – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Аннотация. Рассматривается высаживающий аппарат карусельно-ложечного (револьверного) типа клоновой картофелесажалки с ложечками, выполненными с бортами, которые позволяют минимизировать травмирующие воздействия на клубень и ростки картофеля. Представлена кинематическая схема картофелесажалки. Предлагается автоматизированная система обработки клубней защитно-стимулирующими препаратами, основанная на микроконтроллерном оборудовании. Приведены алгоритм ее работы и схема подключения средств автоматизации, используемых в предлагаемой системе.

Ключевые слова: картофелесажалка, семеноводство, клоны, защитно-стимулирующий препарат, автоматизация, опрыскивание.

Постановка проблемы

Селекция и семеноводство являются неотъемлемой частью сельскохозяйственного производства. Правительство России уделяет большое внимание не только развитию сельского хозяйства в целом, но и селекции отечественных сортов

сельскохозяйственных культур в частности. В целях реализации Указа Президента Российской Федерации от 21 июля 2016 г. № 350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства» (собрание законодательства Российской Федерации, 2016, № 30, ст. 4904) принято постановление Правительства Российской Федерации от 25.08.2017 № 996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы», в рамках которого 6 мая 2019 г. внесена подпрограмма «Развитие селекции и семеноводства картофеля в Российской Федерации» [1].

Особое место в семеноводстве и селекции занимает картофель. По данным статистики, потребление картофеля в России постоянно растет, а в условиях политики импортозамещения и продовольственной безопасности страны возрастает интерес к сортам и гибридам, выведенным в России. В настоящее время из десяти самых распространенных в производстве сортов картофеля более двух третей – иностранного происхождения [2]. Связано это прежде всего с отставанием отечественной селекции и семеноводства от европейских конкурентов, которые не только производят новые сорта картофеля, устойчивые к болезням и имеющие высокие показатели урожайности, а также вкусовые и прочие качества, но и уделяют внимание рекламе, маркетингу и распространению своей продукции. Это не означает, что отечественные селекционеры не могут конкурировать с европейскими: за последние годы в реестр селекционных достижений, допущенных для использования, внесено порядка 400 сортов картофеля, более 200 из кото-

рых отечественного производства и отвечают мировым требованиям, а в некоторых случаях превосходят их [2].

В настоящее время большие объемы работ в оригинальном семеноводстве картофеля включают в себя ручной труд. Отдельной проблемой в развитии картофелеводства является недостаток технических средств для ведения клонового семеноводства, и, в частности, клоновых картофелесажалок.

Цель исследований – обеспечение стабильного роста объемов производства и реализации высококачественного семенного картофеля современных конкурентоспособных отечественных сортов.

Материалы и методы исследования

На рынке сельскохозяйственной техники для клонового картофелеводства представлены польские, белорусские, итальянские и российские модели картофелесажалок. Представлены они как в полуавтоматическом, так и автоматическом исполнении. Однако в большей степени применяются полуавтоматические картофелесажалки с использованием ручного труда. Основным рабочим органом любой клоновой картофелесажалки является высаживающий аппарат. Полуавтоматические картофелесажалки по конструкции высаживающего аппарата в целом можно разделить на два типа:

первый – элеваторная конструкция высаживающего аппарата, когда ложечки закреплены на цепи, проходящей через бункер с картофелем, и передвигаются в вертикальной плоскости перпендикулярно движению картофелесажалки. Каждый клубень закрепляется на ложечке и фиксируется на ней пружинным фикс-

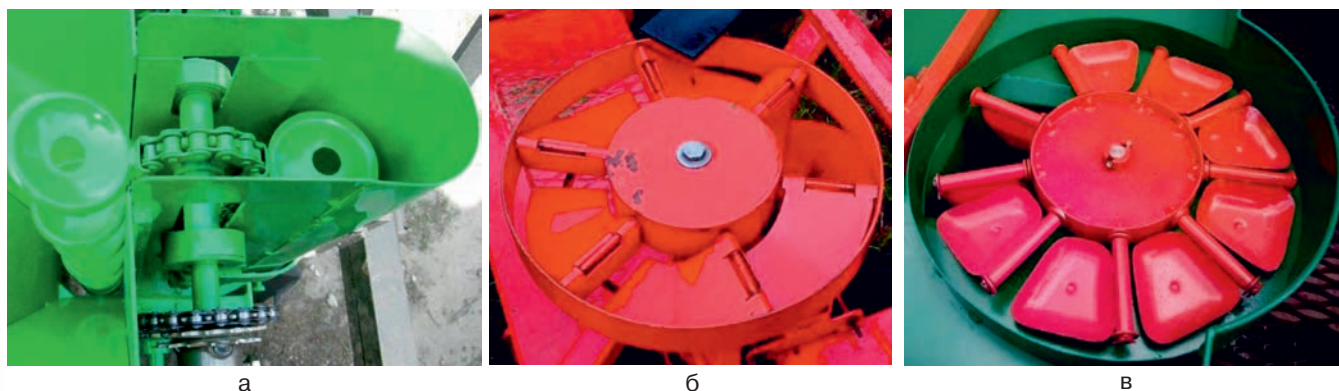


Рис. 1. Конструкции высаживающего аппарата полуавтоматических картофелесажалок для клонового семеноводства:

а – элеваторный; б – карусельно-ложечный; в – модернизированный

сатором, когда элеватор идет вверх, и выпадает из фиксации в нижнем положении, попадая в ложе борозды. Картофелесажалки с данным типом высаживающего аппарата чаще всего используются в картофелеводческих хозяйствах (рис. 1а);

второй – револьверный (карусельно-ложечный), когда семена картофеля передвигаются на плоской круглой платформе, которая разделена на секции, имеющие откидывающиеся пластинки в виде дна секций (рис. 1б). При этом картофель укладывается на ложечки карусельного высаживающего аппарата вручную.

В Институте технического обеспечения сельского хозяйства разрабатываются картофелесажалки клоновых клубнеплодов и сопутствующая техника для картофелеводства. В разрабатываемых картофелесажалках используется модернизированный высаживающий аппарат револьверного типа (карусельно-ложечного типа) с ложечками, выполненными с бортами и шарнирно закрепленными на неподвижных горизонтальных валах карусели, которые крепятся к вертикальному (вращающемуся) валу (барабану) карусельно-ложечного высаживающего аппарата. Данная конструкция позволяет бережнее воздействовать на клубни клонового семенного картофеля, которые чаще всего являются «супер элитой», минимизирует обрыв ростков, деформацию клубней о борта карусельно-ложечного механизма из-за отсутствия контакта клубня во время движения по «карусели» с ее бортами и дном, что очень важно в клоновом

семеноводстве. При этом узел «карусели» с ложечками, барабаном и валами может меняться в зависимости от размера высаживаемых клубней и требуемой частоты их высадки (рис. 1в).

Результаты исследований и обсуждение

Отличительными особенностями рассматриваемой картофелесажалки, кроме высаживающего аппарата, являются система регулировок глубины посадки клубней, а также система цепей, натяжных устройств и угловых редукторов с системой передач (трансмиссия) в виде набора

из трех-шести звездочек с разным количеством зубьев, позволяющих регулировать шаг посадки семенного картофеля в более широком диапазоне в соответствии с требованиями технологии. При движении картофелесажалки вращение на высаживающий аппарат карусельно-ложечного типа передается от опорно-приводных колес через систему цепей, звездочек и редукторов, что обеспечивает надежную бесперебойную работу на протяжении всего периода эксплуатации картофелесажалки. Кинематическая схема работы предлагаемой картофелесажалки представлена на рис. 2.

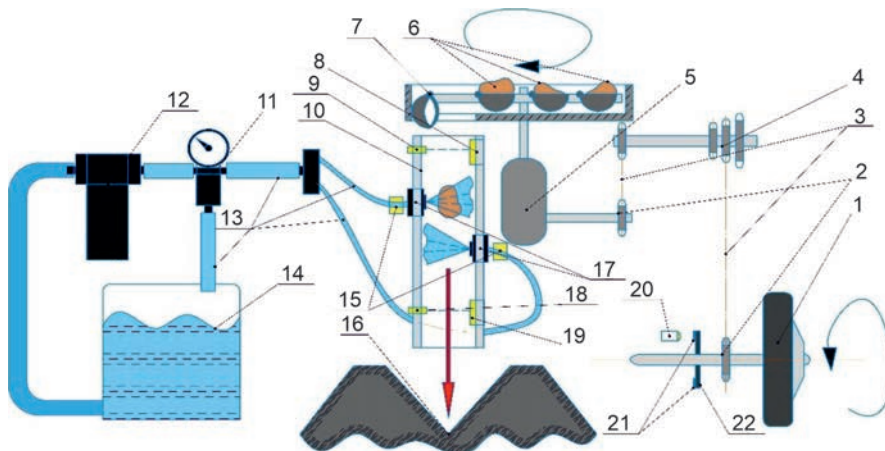


Рис. 2. Кинематическая схема работы одной секции картофелесажалки КСКН-4:

- 1 – опорно-приводное колесо; 2 – звездочки; 3 – цепь;
- 4 – система звездочек регулировки частоты высадки клубней;
- 5 – угловой редуктор; 6 – клубни картофеля;
- 7 – высаживающий аппарат карусельно-ложечного типа;
- 8, 19, 20 – датчики-приемники; 9, 18 – датчики-излучатели; 10 – клубнепровод;
- 11 – регулятор давления; 12 – диафрагменный насос; 13 – шланги;
- 14 – емкость с раствором; 15 – электромагнитные клапаны;
- 16 – ложе борозды; 17 – форсунки; 21 – магниты; 22 – диск с магнитами



Сохранение высаживаемого материала – одна из главных проблем селекции и семеноводства картофеля. Вирусные болезни данной культуры снижают урожай на 20-60%, причем, чем выше уровень агротехники, тем значительнее потери. Средняя урожайность картофеля в России составляет около 15-20 т/га при расчетной потенциальной продуктивности сортов 50 т/га.

Одной из причин такой низкой урожайности является широкое распространение болезней, вредителей и сорняков. В России насчитывается около 30 наиболее распространенных болезней, ежегодные потери урожая от которых составляют 10-60%. Богатые углеводами и водой ботва и клубни представляют собой благоприятную среду для развития самых разных возбудителей заболеваний и вредителей [3]. Поэтому для выращивания качественного картофеля, стойкого к болезням и вредителям на протяжении всего периода вегетации необходимо использовать различные защитные или стимулирующие препараты.

Сложность данной операции заключается в невозможности качественной предпосадочной обработки или протравливания, не прибегая к отдельной технологической операции. В картофелеводстве используются технологии протравливания картофеля на стадии сортировки или погрузки в машины. В случае с селекционным картофелем данные операции нецелесообразны, так как при погрузке, транспортировке и автоматической сортировке клубней семенного материала происходят деформация и травмирование посадочного материала, обрыв ростков, что негативно сказывается на всхожести и урожайности. Поэтому одним из возможных вариантов обработки клубней картофеля защитно-стимулирующим раствором является обработка непосредственно во время посадки клубней. Для этих целей на рынке широко представлено дополнительное оборудование, включающее в себя наборы из диафрагменных насосов, регуляторов давления, баков для защитно-стимулирующих растворов, форсунок и шлангов. Данные наборы универсальны и пригодны к установке

на любые картофелесажалки, однако имеют существенные недостатки, основные из них: невозможность регулировки и дозирования препаратов, постоянный впрыск препаратов на протяжении всего времени работы насоса, отсутствие гарантии обработки клубней препаратами со всех сторон.

Данные недостатки чреваты перерасходом рабочих растворов защитно-стимулирующих препаратов, высокая стоимость которых негативно влияет на себестоимость проведения данной операции и стоимость конечного продукта в целом. Безконтрольный расход рабочих жидкостей отрицательно влияет также на экологическую обстановку в поле и здоровье операторов, так как в полуавтоматических картофелесажалках они вручную подают картофель из бункеров на высаживающий аппарат, и высокая концентрация защитно-стимулирующих растворов в их рабочей зоне недопустима. По данным исследований, обработке клубней инсектицидами и фунгицидами в рабочей зоне погрузчика-загрузчика картофеля ТЗК-30 и картофелесажалках создается во много раз превышающая ПДК концентрация пестицидов [4]. Поэтому актуален поиск экологически безопасных технологий защиты растений. Это возможно при биологизации земледелия: использовании сидератов в качестве «зеленого удобрения», отказе от химических фунгицидов и применении вместо них биопрепаратов, проведении особых агротехнических мероприятий и др. [5].

В рамках программы «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденной Распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-Р, актуальной становится задача автоматизации процессов дозированной (дифференцированной) подачи защитно-стимулирующего раствора непосредственно на клубень картофеля на основе современного цифрового оборудования, что существенно снизит расход рабочих растворов и минимизирует негативное влияние на окружающую среду, почву и человека, повышая при этом рентабельность проводимых операций.

В рамках работы над государственным заданием на 2019-2022 гг. ведется работа по автоматизации технологических процессов, происходящих на сельскохозяйственных машинах. Разработан проект системы автоматизации процессов дозированного внесения жидких органоминеральных удобрений и средств защиты растений на клубень картофеля. По структуре и агрегатному составу данные удобрения применяются в жидком состоянии, поэтому систему можно считать универсальной как для органоминеральных удобрений, так и для средств защиты растений и стимуляторов роста, которые в ряде случаев применяются совместно.

Предлагаемая система состоит (см. рис. 2) из комплекта гидравлического оборудования, включающего в себя диафрагменный насос 12, емкость 14, регулятор давления 11, шланги 13, форсунки 17, установленные диагонально относительно друг друга на противоположных стенках клубнепровода 10, источника питания (не показан: аккумулятор или электро-система трактора), электромагнитных (нормально закрытых) клапанов, установленных перед форсунками 17, датчика-излучателя 9 и датчика-приемника 8, размещенных в крайне возможном верхнем положении клубнепровода 10.

Работает она следующим образом. Оператор включает гидравлическую систему в работу, подключая питание к диафрагменному насосу 12, который нагнетает давление в системе до заданного регулятором давления. Начинается движение трактора с картофелесажалкой, а соответственно и вращение опорно-приводного колеса 1, от которого вращение через систему звездочек 2, 4, цепей 3 и углового редуктора 5 передается на высаживающий аппарат 7. В это время оператор выкладывает клубни картофеля в ложечки высаживающего аппарата. Как только ложечка оказывается над клубнепроводом, срабатывает шарнирный механизм, ложечка откидывается под действием силы тяжести и массы клубня картофеля, который выпадает в клубнепровод и прерывает сигнал, исходящий от излучателя 9 и получаемый приемником 8.

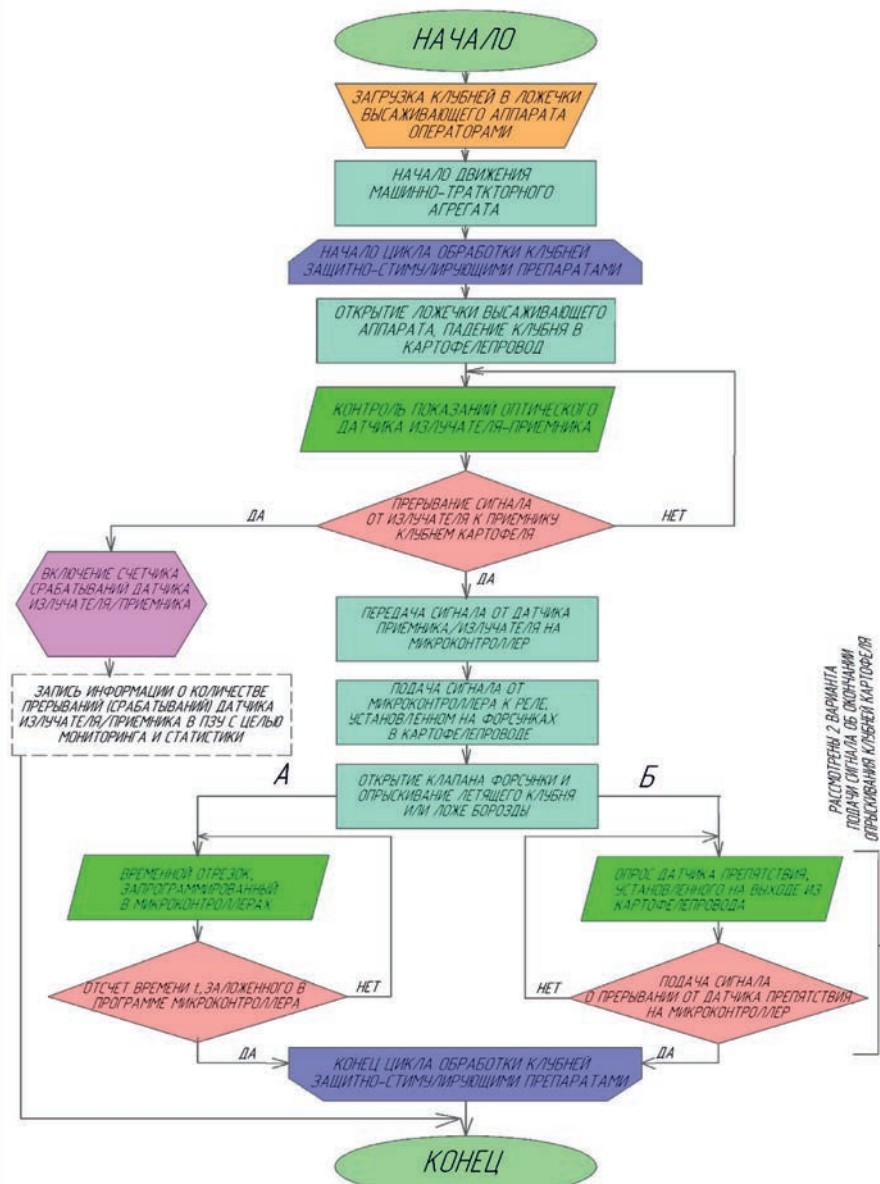
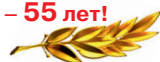
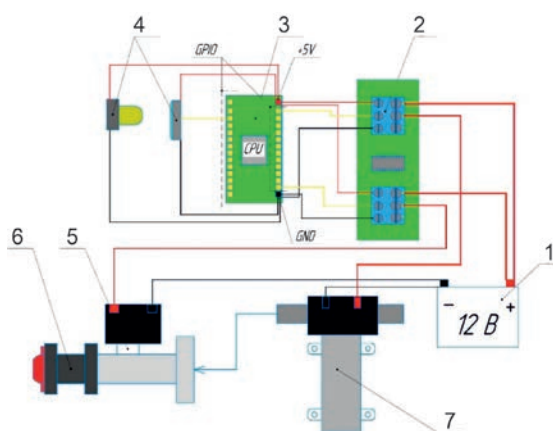


Рис. 3. Алгоритм работы системы автоматизации

Рис. 4. Схема средств автоматизации картофелесажалки КСКН-4:

- 1 – источник питания;
- 2 – реле;
- 3 – микроконтроллер (головное управляющее устройство);
- 4 – оптический датчик (оптопара);
- 5 – электромагнитный нормально закрытый клапан;
- 6 – форсунки;
- 7 – диафрагменный насос



В этот момент сигнал от датчиков 8 и 9 передается на микроконтроллер (не показан), который обрабатывает его и передает обратный сигнал через реле (не показано) на электромагнитные клапаны 15 открывая их и пуская раствор рабочей жидкости из гидросистемы в форсунки, через которые осуществляется опрыскивание пролетающего клубня. Окончание цикла опрыскивания может контролироваться по таймерам микроконтроллера или по датчику препятствия, установленному в конце клубнепровода. В последнее время также актуальна обработка ложа клубня, что позволяет обезопасить клубень и окружающую его зону земли от вредителей и заболеваний. Предлагаемая система опрыскивания также может применяться путем добавления дополнительной форсунки внизу клубнепровода с направлением факела распыла на землю в борозду с учетом опережения движения самой картофелесажалки, а также путем перемещения форсунок в крайнее нижнее положение клубнепровода. Алгоритм работы системы автоматизации представлен на рис. 3.

Для этих целей на оси опорно-приводного колеса устанавливается диск 22 с магнитами 21, а на расстоянии до 50 мм – датчик-приемник 20, который реагирует на магнитное поле магнитов 21. Благодаря данной конструкции можно определить скорость движения машинно-тракторного агрегата, сигнализировать трактористу о ее превышении или недостаточности, измерять расстояния, пройденные картофелесажалкой, рассчитывать засаженную площадь и расход семенного материала на ее единицу.

Схема подключения компонентов автоматизации картофелесажалки представлена на рис. 4.

Выводы

1. Представленная конструкция высаживающего аппарата клоновой картофелесажалки позволяет с меньшим травмирующим эффектом высаживать клубни семенного картофеля, снижая их деформацию и обрыв ростков.



Список

использованных источников

1. Проект постановления Правительства Российской Федерации «Об утверждении подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства картофеля в Российской Федерации» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы» (подготовлен Минсельхозом России 05.09.2017).
2. Селекции и семеноводству картофеля необходима механизация / А.Г. Пономарев [и др.] // Картофель и овощи. 2017. № 3. С. 22-24.
3. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / Б.В. Анисимов [и др.] // Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков. М.: Картофелевод, 2009. 272 с.
4. Мартынов А.В., Шкрабак Р.В. Анализ воздуха рабочей зоны при протравливании семенного картофеля по требованиям охраны труда // Матер. тематических конф. и круглых столов деловой программы. Агрорусь-2017. СПб: Экспофорум-2017. С. 306-307.
5. Биологизация земледелия в основных земледельческих регионах России / В.А. Семькин [и др.]. М.: КолосС, 2012. 470 с.

2. Автоматизированная система обработки клубней защитно-стимулирующими препаратами позволит уменьшить расход рабочего раствора, полностью обрабатывать поверхность клубня картофеля или его ложе, уменьшить антропогенное воздействие на окружающую среду и экологическую нагрузку на поле, а также действие защитно-стимулирующих растворов на операторов во время работы картофелесажалки.

3. Предлагаемая система позволит считать количество срабатываний форсунок, а следовательно, контролировать и регулировать временем включения форсунок и давлением расход рабочей жидкости, считать количество высаженных клубней на конкретном поле или его участке с целью сбора и контроля статистической информации. Система универсальна, поэтому ее можно устанавливать на все виды картофелесажалок с незначительными доработками.

A potato Planter Fitted With an Automated Tuber Processing System Intended for Clone Seed Production

A.S. Dorokhov

(Federal Scientific Agroengineering Center VIM)

N.S. Panferov, V.S. Teterin,
E.V. Pestryakov

(Institute of Agricultural Technical Support, a branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM)

Summary. A carousel-spoon (revolving) planting unit for a clone potato planter fitted with spoons made with flanges, which minimize the traumatic effects on the tuber and potato sprouts, is described. A kinematic diagram of the potato planter is presented. An automated system for treating tubers using protective and stimulating preparations based on microcontroller equipment is proposed. An algorithm of its operation and a connection diagram of automation tools used in the proposed system are described.

Keywords: potato planter, seed production, clones, protective and stimulating preparation, automation, spraying.

КОНГРЕСС И ВЫСТАВКА ПО ПРОИЗВОДСТВУ И ПРИМЕНЕНИЮ АВТОМОБИЛЬНЫХ И КОТЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ ИЗ ВОЗОБНОВЛЯЕМОГО СЫРЬЯ (биобутанол, биоэтанол, бионефть, пеллеты, брикеты и другие биотоплива)

Би масса
топливо и энергия
Конгресс & экспо

6-7 октября 2020

ОТЕЛЬ Холидей Инн Лесная, Москва

+7 (495) 585-5167

congress@biotoplivo.ru

www.biotoplivo.com

Темы конгресса:

- Состояние отрасли: развитие технологий и рынка первого и второго поколения биотоплив
- Биозаводы (biorefinery) : компоновка, производимые продукты, экономика, капитальные вложения
- Гранты и другие финансовые возможности для разработки технологий биотоплива
- Конверсия заводов пищевого спирта на производство биотоплива
- Целлюлозный биобутанол: технологии производства и возможность коммерциализации
- Топливный биоэтанол, бутанол и другие транспортные биотоплива
- Пиролиз и газификация: бионефть и сингаз
- Биодизель и биокеросин. Биотоплива для авиации
- Твердые биотоплива: пеллеты и брикеты
- Другие вопросы биотопливной отрасли



Российская
Биотопливная
Ассоциация™



АГРОРУСЬ

29-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ
ВЫСТАВКА

2-5 СЕНТЯБРЯ 2020



КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ЭКСПОФОРУМ
ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1

0+

ОРИГАНИЗАТОР

EXPOFORUM

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
МЕДИАПАРТНЕР



ПАРТНЕР



ГАЗПРОМБАНК
Кредитная организация

СПОНСОР



РоссельхозБанк

AGRORUS.EXPOFORUM.RU
ТЕЛ. +7 (812) 240 40 40
ДОБ. 2221, 2235
AGRORUS@EXPOFORUM.RU

УДК 631.348.455

DOI: 10.33267/2072-9642-2020-7-22-24

Машина для аэрозольной обработки пропашных культур

В.С. Тетерин,

канд. техн. наук,
ст. науч. сотр.,
зав. отделом,
labio-giant@mail.ru

Н.Н. Гапеева,

канд. биол. наук,
вед. науч. сотр.,
gapееvann@mail.ru
(ИТОСХ – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Аннотация. Представлена новая машина для аэрозольной обработки пропашных культур, позволяющая добиться равномерного покрытия растения защитно-стимулирующими препаратами, повысить их усвояемость культурами, улучшив качество обработки, а также проводить одновременную обработку междурядий гербицидами, минимизируя их вредное воздействие на культурные растения.

Ключевые слова: химическая обработка растений, машина, аэрозоль, пропашные культуры, растения.

Постановка проблемы

Большие потери урожая сельскохозяйственных культур, причиняемые вредными организмами, вызывают необходимость систематического проведения разнообразных мероприятий, направленных на его сохранение. Защита посевов сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков является важнейшим резервом повышения их урожайности, увеличения валовых сборов растениеводческой продукции и рентабельности сельскохозяйственного производства в целом [1].

Известно множество способов защиты растений: химический, агротехнологический, физический, биологический, механический. Но несмотря на имеющиеся недостатки, наиболее распространенным среди них

по-прежнему остается химический. Современный интенсивный способ ведения сельскохозяйственного производства предъявляет повышенные требования к технологиям защиты растений и средствам механизации этих процессов. Основные из них – повышение качества обработки культур и снижение расхода рабочей жидкости [2].

Всем этим требованиям отвечает аэрозольный способ обработки сельскохозяйственных культур. По сравнению с опрыскиванием он позволяет в десятки раз снизить расход препарата, обеспечить экологичность процесса внесения пестицидов и качество обработки растений за счет улучшения равномерности покрытия обрабатываемых поверхностей и тем самым повысить производительность процесса обработки [3, 4].

Аэрозольный способ обработки заключается в том, что концентрированный раствор ядохимиката превращается в туман (аэрозоль) с помощью специальных машин – аэрозольных генераторов различных типов. После выхода из аэрозольного генератора частицы аэрозоля, имеющие размерность от 1-50 мкм, теряют скорость и оседают на поверхности обрабатываемых растений. При этом мелкие частицы аэрозоля, взвешенные в газовой среде, вместе с воздушным потоком огибают препятствие и оседают на оборотной его стороне. Таким образом, аэрозольный способ позволяет обрабатывать не только верхнюю, но и нижнюю поверхности листьев растений, что также повышает качество обработки.

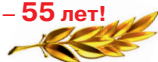
Внедрение аэрозольной обработки в сельское хозяйство сопряжено с рядом трудностей, одна из которых – создание специальных машин для проведения данной операции. Машина для аэрозольной обработки

может быть наземной (тракторной, автомобильной) или авиационной (действует с летящего самолета или вертолета).

Цель исследований – повышение эффективности химической обработки сельскохозяйственных растений путем разработки машины для аэрозольной обработки пропашных культур.

Материалы и методы исследования

Анализ наличия на отечественном рынке техники для аэрозольной обработки сельскохозяйственных культур показал почти полное отсутствие разработок в данной отрасли. Машины подобного типа в основном используются для обработки садов и лесонасаждений. Имеющиеся образцы такой техники не лишены существенных недостатков. Например, известно устройство для химической обработки растений, которое содержит агрегат с закрепленными на нем резервуарами для препаратов, компрессор, трубопроводы для подвода жидкостных препаратов во внутреннее пространство тоннельных укрытий над рядами растений и укрытия над междурядьями. Тоннельные укрытия выполнены в едином блоке цельнометаллического каркаса, установлены с возможностью изменения расстояния между собой и соединены с торцевых сторон передвижными перегородками, а сверху – съемной крышкой с образованием изолированных от рядков растений укрытий над междурядьями. Форсунки для опрыскивания рядков растений препаратами расположены сверху по центру во внутреннем пространстве тоннельных укрытий и снабжены снизу свободно установленными на осях вращения ротационными распылителями лопастного типа, приводимыми



во вращение под действием направленных на них жидкостных потоков препаратов [5].

Недостатки данного устройства: образуемые турбулентные потоки, создаваемые ротационным распылителем, не способствуют полноценной обработке нижней части листьев, а образуемый форсунками аэрозоль обладает дисперсностью более 50 мкм, что может снижать его проникновение через устьица растений и, как следствие, его усвояемость ими.

Известен также генератор аэрозольный регулируемой дисперсности (ГАРД). Устанавливается он на автомобиле КамАЗ повышенной проходимости и включает в себя следующие основные узлы: дизельный двигатель ЯМЗ-238 со сцеплением и коробкой перемены передач, центробежный нагнетатель со степенью повышения давления до 2,2 атм, заимствованный от системы наддува дизеля, вихревой самовсасывающий насос, пневматический диспергатор регулируемой дисперсности, гидравлическую и пневматическую системы. Описанное устройство позволяет осуществлять диспергирование рабочей жидкости и получать в атмосфере аэрозольное облако физиологически активного препарата со стабильными параметрами в заданном диапазоне дисперсности.

К недостаткам данного устройства можно отнести высокий расход препарата вследствие его сноса ветром,

большую зону отчуждения и низкое качество обработки растений [6].

Результаты исследований и обсуждение

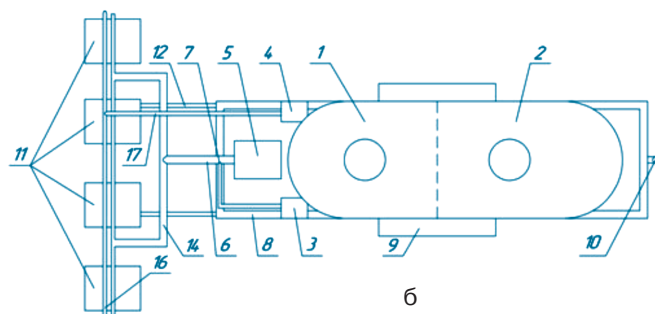
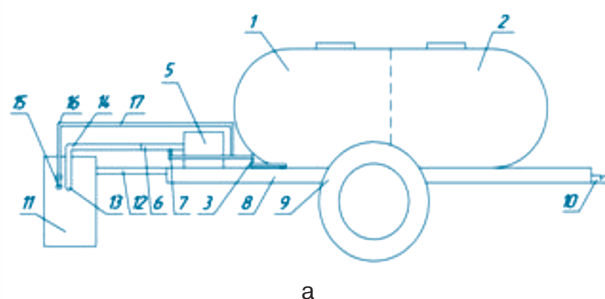
Для повышения эффективности обработки пропашных культур разработана машина для их аэрозольной обработки, представляющая собой прицепной аэрозольный опрыскиватель пропашных культур, содержащий резервуары, компрессоры, трубопроводы, форсунки, тоннельные укрытия на цельнометаллическом каркасе с возможностью изменения расстояния между собой. Резервуары выполнены в едином корпусе, предусмотрено их объединение в один резервуар повышенной емкости, установленный на несущей раме с транспортировочными колесами. Подача рабочего раствора защитно-стимулирующих препаратов осуществляется с помощью компрессора-дозатора рабочего раствора через эжектор в жаровую трубу парогенератора, где он преобразуется в аэрозоль и через систему трубопроводов поступает в тоннельные укрытия через сопла.

Прицепной аэрозольный опрыскиватель пропашных культур представлен на рисунке.

Машина содержит резервуары для рабочего раствора защитно-стимулирующих препаратов и раствора гербицидов, выполненные в едином корпусе; компрессор-дозатор рабочего раствора; компрессор подачи гербицидов; парогенератор

с жаровой трубой и эжектором, установленные на несущей раме, снабженной транспортировочными колесами и прицепным устройством. Тоннельные укрытия закреплены на цельнометаллическом каркасе с возможностью их регулировки по ширине междурядий, для чего на нем через каждые 5 см имеются ответные отверстия под крепления тоннельных укрытий. Это позволяет также устанавливать тоннельные укрытия разной высоты. Внутреннее пространство тоннельных укрытий снабжены соплами, соединенными по системе гибких трубопроводов с жаровой трубой парогенератора. Над междурядьями размещены форсунки, закрепленные на штанге и соединенные с насосом подачи гербицидов по системе трубопроводов.

Предлагаемый прицепной аэрозольный опрыскиватель пропашных культур работает следующим образом. При его движении в сцепке с трактором тоннельные укрытия надвигаются на рядки растений, а междурядья остаются в пространстве между ними. Одновременно с этим рабочая смесь из резервуара для рабочего раствора с помощью компрессора-дозатора рабочего раствора поступает через эжектор в жаровую трубу парогенератора. В ней рабочий раствор преобразуется в аэрозоль дисперсностью менее 50 мкм, который по системе гибких трубопроводов поступает в тоннельные укрытия через сопла и заполняет



Прицепной аэрозольный опрыскиватель пропашных культур:

а – вид сбоку; б – вид сверху;

- 1 – резервуар для рабочего раствора защитно-стимулирующих препаратов; 2 – резервуар для раствора гербицидов;
- 3 – компрессор-дозатор рабочего раствора; 4 – компрессор подачи гербицидов; 5 – парогенератор;
- 6 – жаровая труба; 7 – эжектор; 8 – несущая рама; 9 – транспортировочные колеса; 10 – прицепное устройство;
- 11 – тоннельные укрытия; 12 – цельнометаллический каркас; 13 – сопла; 14 – система гибких трубопроводов;
- 15 – форсунки; 16 – штанга; 17 – система трубопроводов



их. В результате образуется облако аэрозоля защитно-стимулирующих препаратов, которое полностью покрывает растения, находящиеся в тоннельном укрытии.

Одновременно с обработкой растений аэрозолем защитно-стимулирующих препаратов в тоннельных укрытиях производится обработка междурядий от сорной растительности. Для этого раствор гербицидов подается из резервуара с помощью компрессора и по системе трубопроводов поступает к форсункам, с помощью которых и происходит распыление гербицидов над междурядьями.

Выводы

1. Использование разработанного прицепного аэрозольного опрыскивателя пропашных культур позволит повысить качество обработки растений за счет увеличения равномерности их покрытия защитно-стимулирующими препаратами. Результаты лабораторных исследований аэрозольной обработки в тоннельных укрытиях показали, что равномерность покрытия обрабатываемых растений благодаря применению аэрозоля дисперсностью не более 50 мкм составила 96-99% [7]. Кроме того, тоннельные укрытия минимизируют потери препаратов от сноса их ветром.

2. К достоинствам предлагаемой машины можно также отнести возможность одновременного проведения обработки растений в рядах защитно-стимулирующими препаратами и обработки междурядий гербицидами от сорной растительности. Тем самым минимизируется вредное воздействие гербицидов на культурные растения, а также снижается расход ГСМ и общая энергоемкость обработки за счет совмещения операций.

Список

использованных источников

1. Спиридонов Ю.Я., Жемчужин С.Г. Современное состояние проблемы применения пестицидов //Агрохимия. 2011. № 9. С. 82-94.
2. Зинченко В.А. Химическая защита растений: средства, технологии и экологическая безопасность. М.: Колосс, 2012. 127 с.
3. Удалцева О.В. Оценка экологичности процесса аэрозольного распыления пестицидов с использованием информационно-программного комплекса // Изв. Алтайского гос. ун-та. 2014. № 1. С. 127-129.
4. Тетерин В.С., Тетерина О.А., Костенко М.Ю. Аэрозольная обработка семенного зерна стимуляторами на основе гуматов // Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона: матер. 67-ой Междунар. науч.-практ. конф. Рязань: РГАТУ, 2016. С. 88-91.

5. Способ химической обработки растений и устройство для его осуществления: пат. 2297140 Рос. Федерация: МПК А01М7/00 / Габдуллин А.Г.; опубл. 20.04.2007, Бюл. 11. 10 с.

6. Генератор аэрозольный регулируемой дисперсности: пат. 37300 U1 Рос. Федерация: МПК А01М7/00 / Акульшин М.Д., Абдраязов О.Н., Пинегина А.Н.; опубл. 20.04.2004, Бюл. № 11. 16 с.

7. Тетерин В.С., Гапеева Н.Н., Панферов Н.С. Способ аэрозольной обработки пропашных культур // Вестн. Рязанского гос. агротехнологического ун-та им. П.А. Костычева. 2020. № 1. С. 100-106.

A row crop spraying machine

V.S. Teterin, N.N. Gapeeva

(Institute of Agricultural Technical Support, a branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM)

Summary. A new machine for spraying row crops, which allows achieving uniform coating of plants with protective stimulating preparations, increasing their digestibility by crops, improving the quality of processing, as well as simultaneously processing row-spacing with herbicides while minimizing their harmful effects on cultivated plants is described.

Keywords: chemical treatment of plants, machine, spray, row crops, plants.

Информация

АГРОСАЛОН: все запреты сняты!

«Посетители и участники выставки АГРОСАЛОН могут смело планировать поездку в Москву», – сообщили организаторы мероприятия.

Указом мэра Москвы Сергея Собянина был снят ряд ограничений, установленных в связи с введением режима повышенной готовности. С 1 августа в городе будет возобновлена работа большинства организаций при условии соблюдения санитарно-эпидемиологических требований.

Кроме того, изменения коснутся и Московской области, где фактически расположен МВЦ «Крокус Экспо» и проходит АГРОСАЛОН. С началом последнего летнего месяца в области возобновится выставочная и конгрессная деятельность.

В связи с этим был демонтирован госпиталь в выставочном центре и восстановлена работа залов и служб. Несмотря на отмену ограничений, в регионе продолжается масочный режим.

Официальные постановления позволили подтвердить проведение выставки АГРОСАЛОН с 6 по 9 октября в МВЦ «Крокус Экспо» в полном формате.

Так как дирекция выставки продолжала работу в дистанционном режиме, экспозиция не претерпела существенных изменений и представит весь спектр техники для работы в поле.

Гости АГРОСАЛОН увидят последние тенденции сельхозмашиностроения: инновационные концепты и популярные модели высокоэффективной сельхозтехники, оборудования и комплектующих.

Посетители могут уже сейчас запланировать поездку и получить бесплатный билет на сайте мероприятия.

Кроме того, продолжит работу программа групповых поездок из регионов Российской Федерации, по которой сельхозтоваропроизводителям будет выделен бесплатный автобус из региона до Москвы и обратно.

По прибытии на выставку каждую группу встретит и сопроводит персональный гид. Для этого необходимо написать на электронную почту 7813727@agrosalon.ru или позвонить в дирекцию АГРОСАЛОН по номеру +7 (495) 781 37 08.



Сроки проведения выставки уточняйте на сайте мероприятия

XX АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА ЗОЛОТАЯ НИВА

«Золотая Нива» – крупнейшая в России агропромышленная выставка с демонстрацией техники в поле.

В рамках выставки впервые проводится «День Поля Юга России», где будут продемонстрированы новейшие сорта и гибриды подсолнечника, сои, кукурузы и сорго.



Статическая экспозиция

общая площадь 100 000 м²



Статистика

**свыше 20 000 посетителей,
370 экспонентов (в 2019 году)**



При поддержке

**Министерства сельского хозяйства
и перерабатывающей промышленности
Краснодарского края,
Администрации Усть-Лабинского
района**



Краснодарский край,
Усть-Лабинский район,
ст. Воронежская,
ул. Садовая, 325



+7 (86135) 4-09-09
+7 (918) 456-11-12 Юлия
+7 (918) 403-82-28 Елена
+7 (918) 933-46-63 Сергей



www.niva-expo.ru



[niva_expo](#)



[niva_expo](#)

Генеральный спонсор
РОСТСЕЛЬМАШ
Агротехника Профессионалов



УДК 631.333.5: 629.3.018.2

DOI: 10.33267/2072-9642-2020-7-26-29

Разработка лабораторного стенда для исследования рабочих органов распределителей удобрений центробежного типа

Н.С. Панферов,

канд. техн. наук,
ст. науч. сотр.,
зам. директора,
nikolaj-panfyorov@yandex.ru

В.С. Тетерин,

канд. техн. наук,
ст. науч. сотр.,
зав. отделом,
Labio-giant@mail.ru

С.А. Пехнов,

ст. науч. сотр.,
pehnov@mail.ru

Д.Г. Сухоруков,

науч. сотр.,
logicd@mail.ru
(ИТОСХ – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Аннотация. Рассмотрена конструкция лабораторного стенда для исследований центробежных рабочих органов, систем дозирования и интеллектуальных систем управления технологическими процессами внесения удобрений. Описаны основные узлы и порядок работы с лабораторным стендом, преимущества и сферы использования предлагаемого оборудования.

Ключевые слова: лабораторный стенд, минеральные удобрения, испытания, центробежные рабочие органы, оборудование.

Постановка проблемы

Ввиду расширения и укрупнения сельскохозяйственных предприятий, увеличения посевных площадей, почвы которых имеют различную плодородность, разнообразие возделываемых культур, и высокой стоимости удобрений от аграриев требуются современные подходы к питанию растений [1, 2]. В связи с этим всё более востребованными становятся высокопроизводительные интел-

лектуальные системы для дифференцированного внесения твердых минеральных удобрений, большую часть которых вносят распределителями удобрений центробежного типа. Широкое их использование связано с рядом имеющихся преимуществ, таких как простота конструкции, высокая производительность, широкий диапазон норм внесения и возможность использования различных видов твердых минеральных удобрений [3, 4].

Большинство представленных на рынке распределителей разработаны и производятся за рубежом. Наиболее известными представителями данного сегмента являются фирмы «Amazone», «Kverneland», «Kuhn» и др. Эти фирмы имеют собственные разработанные современные, интеллектуально насыщенные технологии, которые разрабатываются и проверяются в собственных исследовательских центрах. Данные центры позволяют проектировать и испытывать в лабораторных условиях новые цифровые, технические и технологические решения.

Таким образом, в перспективе развития отечественного сельхозмашиностроения возникает потребность в исследовании и доработке существующих конструкций центробежных рабочих органов, систем дозирования и интеллектуальных систем управления технологическим процессом внесения удобрений [3, 5].

Цель исследований – разработка конструкции лабораторного стенда для исследования центробежных рабочих органов, систем дозирования и интеллектуальных систем управления технологическими процессами внесения удобрений.

Материалы и методы исследования

Анализ литературных источников показывает, что создание и производство новых образцов сельскохозяйственной техники, соответствующих современным требованиям агропромышленного комплекса, в частности распределителей минеральных удобрений, невозможны без проведения полноценных исследований и испытаний. Для данных целей учеными ИТОСХ – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ – разработана и предложена конструкция лабораторного стенда для исследования рабочих органов разбрасывателей центробежного типа.

Результаты исследований и обсуждение

Конструкция лабораторного стенда представлена на рисунке.

Лабораторный стенд для исследования рабочих органов разбрасывателей центробежного типа содержит станину 1 с направляющими пазами 2, регулировочным винтом 3, рукояткой винта 4, площадкой обслуживания 5. На регулировочном винте, имеющем возможность перемещения в вертикальном направлении, закреплена рама крепления разбрасывателя 6 с болтами 7, которые могут перемещаться в направляющих пазах 2 и служат для придания вертикального направления движения раме крепления разбрасывателя с последующей её фиксации к станине. Рама крепления разбрасывателя в верхней и центральной частях имеет шарнир крепления 8, а в нижней – пластины 9 с направляющими пазами 10, расположенными по радиусу относительно шарнира. Со стороны площадки обслуживания на раму крепления



разбрасывателя за одну из своих проушин прикреплен талреп 11.

На станине 1 закреплен шкаф управления 12 с персональным компьютером 13. На раму крепления разбрасывателя 6 с помощью шарнира крепления и направляющих 14, одна из которых соединена со второй проушиной талрепа, прикреплена подвеска 15, на которой неподвижно через тензодатчики (на фигуре не показаны) закреплён бункер 16, содержащий выгрузное окно 17 с шиберной заслонкой 18 и выгрузным патрубком 19. Бункер 16 выполнен с возможностью установки в нижней его части различных дозирующих систем, где также установлено шиберное окно 20 с актуатором 21. Дозирующая система 22 жестко смонтирована на бункере. На подвеске установлен стол 23 с возможностью перемещения в горизонтальной плоскости в направляющих пазах 24 подвески с помощью винтов 25 с их последующей фиксацией. Нижнюю часть подвески можно устанавливать на различной высоте по отношению к дозирующей системе. Для этого на нижней части подвески имеется система креплений 26. На столе смонтирована плита 27, имеющая возможность перемещаться в горизонтальной плоскости стола, на которой закреплён электропривод 28. На валу (на рисунке не показан) электропривода находится диск 29 разбрасывателя центробежного типа.

На подвеску смонтирована рейка 30 для крепления датчиков положения 31, ультразвуковых датчиков 32, высокоскоростной камеры 33, датчика объёма 34.

Работает лабораторный стенд следующим образом.

Перед началом работы проводится настройка стенда согласно программе испытаний. Для этого на обесточенном стенде устанавливается необходимое оборудование. К бункеру крепится исследуемая дозирующая система, после чего на вал (на рисунке не показан) электропривода монтируется исследуемый диск разбрасывателя центробежного типа. Затем производится регулировка стола по высоте относительно дозирующей системы.

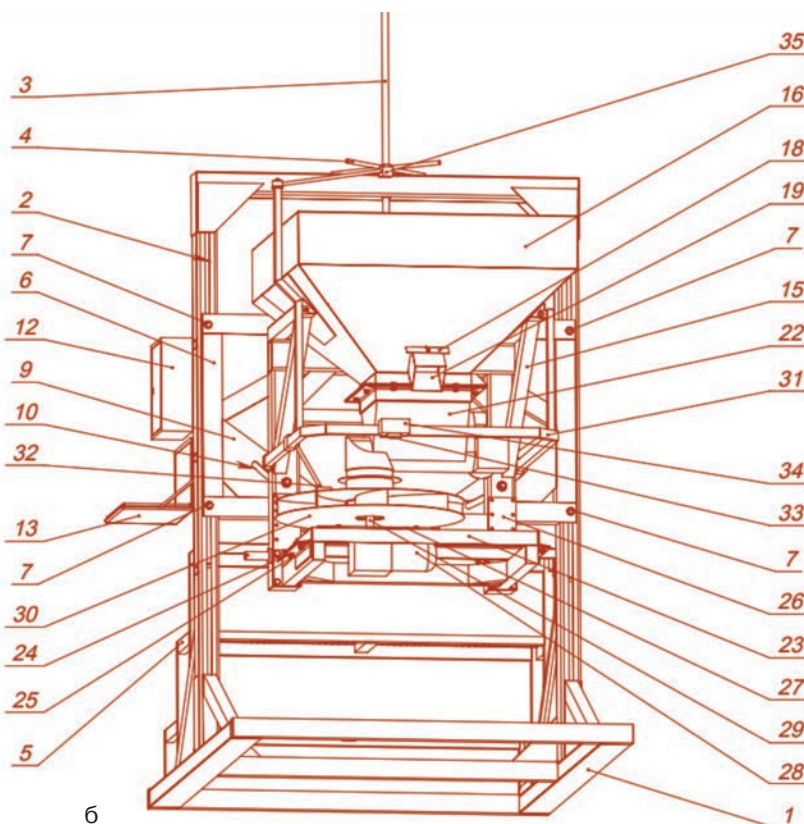
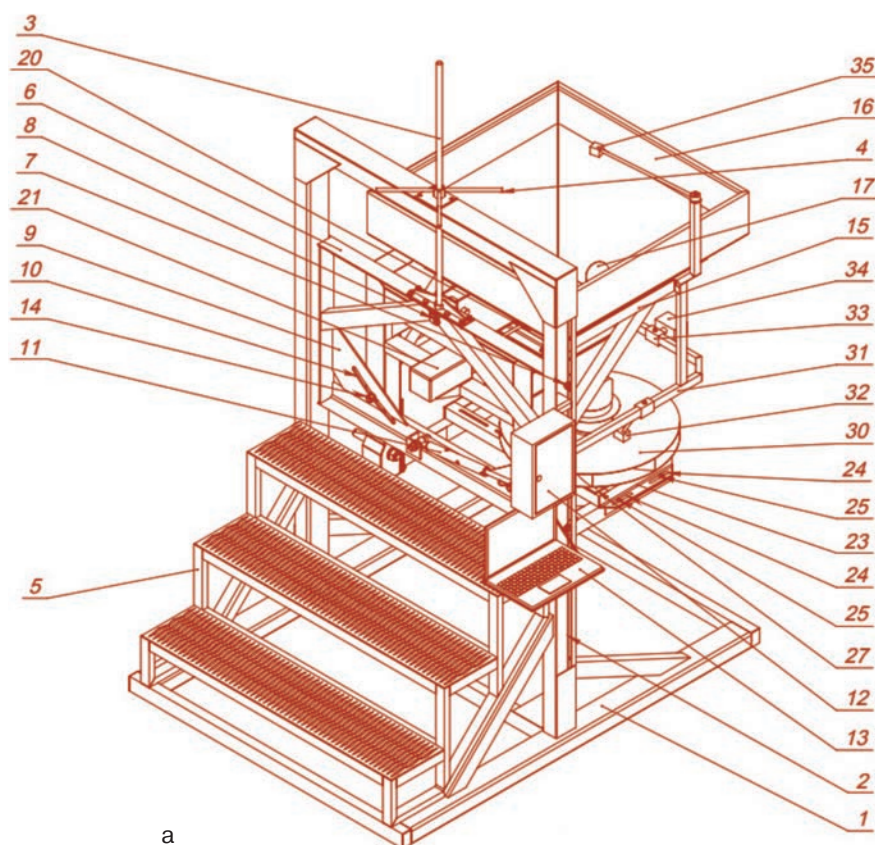


Схема лабораторного стенда:

а – вид 1; б – вид 2



Для этого нижняя часть подвески устанавливается на нужной высоте с помощью системы креплений. После регулировки стола по высоте выполняется регулировка диска по отношению к дозирующей системе, для чего проводится перемещение в горизонтальном направлении плиты, а также стола в пазах с последующей фиксацией винтами 25. После этого регулировочным винтом 3 регулируется высота разбрасывателя вращением рукоятки винта по часовой или против часовой стрелки, тем самым опуская или поднимая регулировочный винт 3 с закрепленной на нём рамой крепления разбрасывателя. Далее регулируется угол наклона разбрасывателя, для чего выполняется вращение корпуса талрепа, что приводит к изменению расстояния между его проушинами и перемещению направляющих в направляющих пазах. Затем проводится регулировка расположения датчика положения, ультразвукового датчика, высокоскоростной камеры, датчика объёма на рейке. Далее бункер загружается сыпучим материалом (предварительно проверен и зафиксирован его granulометрический состав).

По окончании подготовительных операций на лабораторный стенд подаётся напряжение, для чего в шкафу управления включается питающий автоматический выключатель (на рисунке не показан), запускается персональный компьютер, куда вносятся эксплуатационные параметры настроенного лабораторного стенда, и загружается программа эксперимента.

Для проведения испытаний рабочих органов разбрасывателя центробежного типа осуществляется запуск на персональном компьютере предустановленного программного обеспечения. После чего, согласно программе эксперимента, компьютер подаёт сигнал на электропривод, который начинает вращать вал (на фигуре не показан) с заданным количеством оборотов в секунду, приводя в движение диск. Если дозирующая система оборудована системой автоматической регулировки подачи сыпучего материала,

то персональный компьютер подаёт сигнал на дозирующую систему, которая устанавливается в необходимый режим работы. Если дозирующая система не оборудована системой автоматической регулировки подачи сыпучего материала, то установка необходимого режима работы проводится вручную. После установки режима работы дозирующей системы компьютер подаёт сигнал на актуатор, который выполняет полное открытие шибера окна, тем самым осуществляется поступление сыпучего материала в дозирующую систему, из которой согласно установленному режиму работы сыпучий материал поступает на диск и разбрасывается.

В процессе проведения испытаний на персональный компьютер поступают данные об изменении массы сыпучего материала в бункере с тензодатчиков (на рисунке не показаны) и с датчика объёма, о положении и скорости вращения диска с датчика положения, о движении частиц в момент схода с диска и полёте с ультразвукового датчика и высокоскоростной камеры 33. Полученные данные агрегируются и анализируются.

По завершении программы исследований персональный компьютер подаёт сигнал в актуатор, который закрывает шибера заслонку. При наличии системы автоматической регулировки подачи сыпучего материала подаётся сигнал на дозирующую систему, которая переходит в нерабочий режим. При отсутствии системы автоматической регулировки подачи сыпучего материала перевод дозирующей системы в нерабочий режим производится вручную. Затем персональный компьютер подаёт сигнал на электропривод, который прекращает вращение вала (на рисунке не показан), тем самым останавливая диск.

По окончании исследований персональный компьютер выключается, лабораторный стенд обесточивается (для этого в шкафу управления выключается питающий автоматический выключатель – на рисунке не показан), остатки сыпучего материала выгружаются из бункера через выгрузное окно, для чего на выгрузной патрубок крепится мешок (на рисунке на

показан) и открывается шибера заслонка. Затем проводятся снятие и очистка основных рабочих органов.

В состав лабораторного стенда будут входить современные цифровые электрокомпоненты, которые позволяют по интерфейсам RS-465 подключаться к персональному компьютеру или микроконтроллеру, отвечающему за данный процесс. Таким образом, для функционирования стенда также разрабатываются алгоритм и программное обеспечение.

Преимущество данной конструкции лабораторной установки – возможность модульной замены рабочих органов, систем дозирования с регулировкой и подстройкой высоты и их горизонтального положения.

Выводы

1. Использование лабораторного стенда позволит смоделировать режим работы распределителя в процессе дифференцированного внесения твердых минеральных удобрений, проверить работу интеллектуальных систем, оценивать качество работы основных рабочих органов разбрасывателей центробежных типов.

2. Предлагаемый стенд помогает определять траекторию полета и схода частиц и тем самым оценить корректность работы новых или модернизированных рабочих органов, дозирующих заслонок и, как следствие, определить их оптимальные параметры и режимы функционирования.

3. В перспективе стенд может использоваться в научных целях для разработки перспективных рабочих органов, а также как учебный стенд для студентов и аспирантов.

Список

использованных источников

1. **Андреев К.П.** Влияние неравномерности внесения удобрений на урожайность // Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве. Рязанский гос. агротехнологический ун-т им. П.А. Костычева. 2017. С. 13-17.

2. **Андреев К.П.** Направление совершенствования машин для поверх-



ностного внесения минеральных удобрений // Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве. Рязанский гос. агротехнологический ун-т им. П.А. Костычева. 2017. С. 17-21.

3. Совершенствование центробежных разбрасывателей для поверхностного внесения минеральных удобрений / Андреев К.П., Макаров В.А., Шемякин А.В., Костенко М.Ю. // Вестн. Рязанского гос. агротехнологического ун-та им. П.А. Костычева. 2017. № 1. С. 54-59.

4. **Тетерина О.А., Костенко Н.А.** Совершенствование машин для внесения минеральных удобрений // Юность и Знания – Гарантия Успеха – 2017. Сб. науч. тр. 4-й Междунар. молодежной науч. конф. В 2-х т. 2017. С. 202-205.

5. **Андреев К.П.** Исследование траектории полета частиц минеральных удобрений при работе центробежных разбрасывателей // Новая наука: Теоретический и практический взгляд. Стерлитамак, 2016. № 2 С. 105-108.

Development of a Laboratory Bench for the Study of the Working Bodies of Centrifugal Fertilizer Spreaders

**N.S. Panferov,
V.S. Teterin, S.A. Pekhnov,
D.G. Sukhorukov**

(Institute of Agricultural Technical Support, a branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM)

Summary. The design of a laboratory bench for the study of centrifugal working bodies, dispensers and intelligent control systems for fertilizer application processes is described. The main components and procedures for operating the laboratory bench, the advantages and areas of use of the proposed equipment are discussed.

Keywords: laboratory bench, mineral fertilizers, tests, centrifugal working bodies, equipment.

ЦЕНТР
ВЫСТАВОЧНАЯ ФИРМА

Тел./факс:
(473) **233-09-60**
E-mail: agro@vfcenter.ru

ОРГАНИЗАТОРЫ:
Департамент
аграрной политики
Воронежской области
Выставочная фирма
«Центр»

**ВОРОНЕЖСКАЯ ОБЛАСТЬ,
ЛИСКИНСКИЙ РАЙОН, ООО «ЭКОНИВА-АГРО»**

**13-14 АВГУСТА
2020**

www.dvp36.ru

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР: РОСТСЕЛЬМАШ
ОФИЦИАЛЬНЫЙ СПОНСОР: ВОРОНЕЖКОМПЛЕКТ
СПОНСОР РЕГИСТРАЦИИ: ГАНЗА
ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОСТАВЩИКА УДОБРЕНИЙ: ФОСАГРО РЕГИОН
ПАРТНЕРЫ ВЫСТАВКИ: АГРО-Лидер, ЭКОНИВА ЭКОНИВА ЧЕРНОЗЕМЬЕ, БМ Техника, АГРОЦЕНТР, АПК ЮГ, Бизнес Онлайн

УДК 636.084.7/ 631.363.28

DOI: 10.33267/2072-9642-2020-7-30-33

Современные технологии и технические средства в переработке кормов

Д.А. Благоев,

канд. биол. наук,
ст. науч. сотр.,
aspirantya2013@gmail.com

Н.С. Панферов,

канд. техн. наук,
ст. науч. сотр.,
зам. директора,
nikolaj-panfyorov@yandex.ru

Е.В. Пестряков,

науч. сотр.,
unlimet@mail.ru
(ИТОСХ – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Аннотация. Рассмотрены технология экструдирования кормов и применяемые для этого машины. Оценено влияние данного процесса на физико-химические показатели зерна разного вида после обработки. Установлено, что под баротермическим воздействием происходит гидролиз крахмала, протеина с образованием легкоперевариваемых компонентов. Даны оценка переваримости протеина, полученного в результате рассматриваемого процесса и краткие технико-технологические характеристики представленных машин.

Ключевые слова: зерно, грубые корма, питательность, технология, экструдирование, баротермическая обработка.

Постановка проблемы

Подготовка кормов к скармливанию является одним из важнейших факторов, влияющих на полноценность усвоения питательных веществ. Однако во многих хозяйствах России применяют устоявшиеся технологии (плющение или дробление зерновых кормов), которые улучшают перевариваемость питательных веществ, со-

держащихся в зерне, но оказывают недостаточное воздействие на структуру корма. Поэтому актуальным становится внедрение новых технологий подготовки кормов к скармливанию. Одно из перспективных направлений в области механизации кормления – применение экструзии в подготовке зерновых кормов [1-4]. Экструдирование является универсальной экологически безопасной и ресурсосберегающей технологией, позволяющей получать легкоперевариваемые кормовые смеси.

Цель исследований – анализ современных технологий и технических средств в переработке кормов.

Материалы и методы исследования

В работе применялись аналитические и сравнительные методы.

Экструдирование кормов, в частности зерновых, имеет важное практическое значение в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы. Экструзия основана на механическом и термобарическом воздействии на структуру зерна, оказывающем на него следующее влияние:

- нагревание кормовой массы до 120-150°C, что обеспечивает стерилизацию от патогенной микрофлоры;
- придание кормам целостной и пористой структуры, способствующей увеличению их в объеме в 3 раза, а благодаря пористой структуре кормового стренга – возможность применения его в качестве абсорбирующего материала при кормовых интоксикациях (рис. 1);
- разрыв цепи сложных, неусваиваемых полисахаридов в процессе экструдирования с образованием простых углеводов и сахаров, положительно влияющих на поедаемость экструдированного корма, расщепление крахмала до декстринов и сахаров, денатурация протеинов (рис. 2).

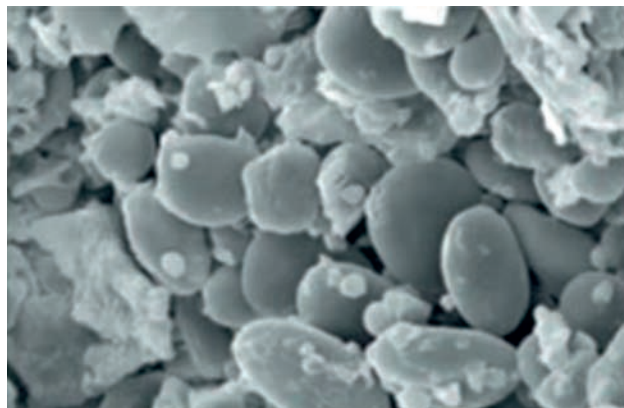
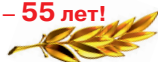


Зерно пшеницы до и после обработки

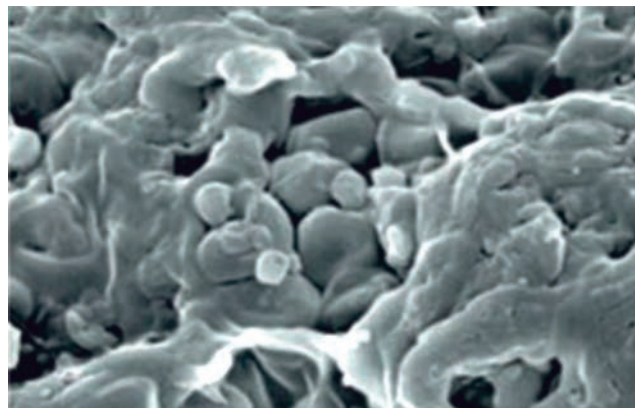


Зерно овса до и после обработки

Рис. 1. Примеры изменения структуры зерновых кормов после экструзии



Необработанные зерновые



Экструдированные зерновые

Рис. 2. Разрушение структуры зерна после экструдирования

В результате такой комплексной переработки получают корм с приятным хлебным вкусом и запахом, при этом его питательная ценность повышается почти в 2 раза. Полученный продукт может храниться четыре-шесть месяцев без потери вкусовых качеств [1].

Результаты исследований и обсуждение

Проводимые исследования по экструдированию грубых кормов, в том числе соломы, показали, что данная технология положительно влияет на их питательность и усвояемость. Благодаря экструзии солома осахаривается, происходит частичный гидролиз гемицеллюлоз полисахаридов соломы до моно-, ди- и олигосахаридов, при этом количество сахаров в соломе повышается с 0,3-0,6 до 10-15%, а содержащиеся в ней протеин, жир и другие питательные компоненты частично распадаются и переходят в более простые формы, благодаря чему улучшаются их усвояемость и выход органических кислот в виде растворимых гуминовых кислот. Гуминовые кислоты, выделяющиеся при экструдировании грубых кормов, усиливают метаболические процессы, ускоряют ферментацию благодаря развитию полезной микрофлоры желудочно-кишечного тракта. Таким образом, технология экструдирования является одной из перспективных в переработке растительного сырья и позволяет повысить переваримость питательных веществ корма за счет комбинированного физического воздействия на него [2].

Процесс экструдирования осуществляется с помощью экструдера (рис. 3). В целом процесс экструдирования выглядит следующим образом.

Зерно поступает в бункер. Далее посредством питающего шнека, приводимого в движение приводом, подает кормовой материал в приемную камеру, а из нее – в сборный корпус с нагнетающим шнеком. В ходе процессов работы нагнетающего шнека внутри корпуса сырье, проходя через места сужения, называемые компрессионными кольцами, прессуется и перетирается. При этом возникает переход механической энергии трения в тепловую, температура зерна внутри экструдера повышается до 110-180°C, а давление –

до 40 атм. Перед выбросом зерна через фильеру давление резко падает, вода, содержащаяся в клетках зерна, вскипает, превращаясь в пар и увеличиваясь в объеме в 1000 раз. В результате происходит взрыв внутри зерна, благодаря чему оно вспучивается, приобретая ранее описанную пористую структуру, и увеличивается в объеме [5].

Одним из перспективных направлений применения экструзии является переработка нетрадиционных кормовых средств с целью включения их в рацион животных. Например, рожь из-за высокой кислотности мало применяется в кормлении сельскохозяйственных животных (не более 10% от общего количества концентрированных кормов). Пропустив рожь через экструдер, можно

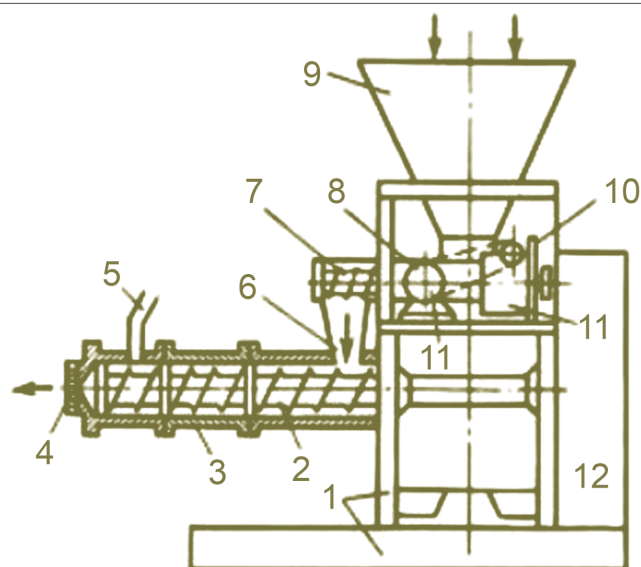


Рис. 3. Схема устройства экструдера:

- 1 – рама; 2 – нагнетающий шнек; 3 – сборный корпус;
- 4 – фильера (матрица); 5 – термометр;
- 6 – приемная камера; 7 – питающий шнек-дозатор;
- 8 – электродвигатель постоянного тока; 9 – бункер;
- 10 – привод питающего шнека; 11 – редуктор;
- 12 – основной привод



Таблица 1. Питательность зерновых кормов до и после экструдирования

Показатели	Ячмень		Овес		Пшеница	
	до	после	до	после	до	после
Влажность, %	14,50±0,29	6,50±0,13	12,40±0,25	4,30±0,09	13,50±0,27	5,20±0,12
Сырой протеин, г	116±2,90	122±3	100±2,50	116±2,60	120±3	128±3,10
Кальций, г	1,70±0,05	1,50±0,04	1,10±0,03	1±0,03	2,20±0,07	2,40±0,07
Фосфор, г	2,60±0,08	2,60±0,08	2,90±0,08	2,70 ±0,08	3±0,09	3±0,09
Наличие патогенных грибов	<i>Penicillium, Mukor racemosus</i>	Не обнаружено	<i>Penicillium, Mukor racemosus, Asperg Wentil</i>	Не обнаружено	<i>Cladosporium, Mukor rakemosus</i>	Не обнаружено

включать до 90% кормового стренга ржи в общую массу зерносмеси. Кроме этого, технология экструдирования обеззараживает зерновые корма и повышает их питательность (табл. 1).

Содержание сырого протеина в ячмене после экструзии увеличилось на 5,17%, в овсе – на 16 %, в пшенице – на 6,67%. Кроме того, представленные зерновые культуры были поражены микотоксинами. Однако после баротермической обработки в испытуемых образцах патогенные грибы обнаружены не были. Экструдирование оказало значительное влияние на содержание влаги в конечном продукте: влажность полученного корма уменьшилась в 2-2,5 раза по сравнению с исходными данными, что позволяет хранить его более длительное время [6].

Таким образом, с применением экструдера при подготовке зерна к скармливанию появляется возможность скармливать менее ценные по питательности концентраты, а также при необходимости проводить обеззараживание.

Как уже отмечалось, экструдер своим физическим воздействием разрушает структуру клетчатки и крахмала зерна, оказывая положительное влияние на содержание сахара в полученном корме (табл. 2). В представленных зерновых кормах после экструзии его содержание значительно увеличилось. Объясняется это тем, что после баротермической обработки произошел гидролиз крахмала, который повлиял на образование сахара в конечном продукте: содержание сахара в пшенице повысилось на 106,83%, ячмене – на 71,43, а в горохе – на 15,28% [1, 4].

В проводимых опытах *in sacco* Д.Г. Погосьяна по переваримости протеина было установлено, что под воздействием экструзии меняется усвоение белка (табл. 3).

Анализ полученных данных показал, что под воздействием баротермической обработки уменьшается распадаемость сырого протеина и увеличивается количество транзитного белка. Рост количества нерасщепляемого протеина положительно сказывается на повышении продуктивности полигастрических [3].

В России ряд предприятий выпускают экструдеры различной производительности и модификации. Например, в г. Волгограде фирмой «Жаско» налажен выпуск зерновых экструдеров производительностью от 130 до 2100 кг/ч (мод. ПЭ-110, ПЭ-180, ПЭ-300У, ПЭ-370УШ, ПЭ-1100УШК), а дополнительно – линейки экструдеров,

Таблица 2. Содержание сахаров в зерне до и после экструдирования

Показатели	Пшеница		Ячмень		Горох	
	до	после	до	после	до	после
Крахмал, г	465	181,8	505	118	258,1	158
Сахар, г	52,7	109	56	96	30,1	34,7

Таблица 3. Распадаемость в рубце сырого протеина

Корм	СП, г	Расщепляемость в рубце		НРП, г
		СВ, %	СП, %	
Овес	98	88,70±1,30	87,60±1,30	12,20
Овес экструдированный		81,80±1,50	65,50±1,30	33,80
Ячмень	105	88,20±2,40	85,80±1,40	14,90
Ячмень экструдированный		78±1,40	52,90±2,60	49,5
Рожь	108	82,50±2,40	79,50±1,40	22,10
Рожь экструдированная		70,50±2,30	46,40±0,40	57,80
Пшеница	115	85,90±2,50	78,90±1,40	24,20
Пшеница экструдированная		71,30±1,30	24,20±1,70	87,20

способных перерабатывать не только зерно, но и смеси отходов переработки мяса, птицы, рыбы с растительным компонентом (мод. ПЭ-1100УШ, ПЭ-900УШ). Это дает возможность обогащать зерновые корма полноценными белками животного происхождения, что положительно влияет на рост и развитие животных, их продуктивность.

В г. Ростове-на-Дону фирма «Агро-стимул» выпускает экструдеры зерновые (мод. ЭТР-100/11 КО, ЭТР-200/18 КО, ЭТР-700/55 КО и др.) производительностью 100-800 кг/ч и комбинированного типа (мод. ЭТР-20/18 КФСО, ЭТР-700/45 КФСО и др.) производительностью 150-700 кг/ч.

В г. Челябинске экструдеры, изготавливаемые предприятием «Агротехсервис», имеют скромные технические характеристики: их производительность от 20 (мод. ПЭ-20) до 400 кг/ч (мод. ПЭ-400). Данные модели ориентированы для малых или фермерских хозяйств с небольшим поголовьем.



В г. Новосибирске предприятие «Агро-инжиниринг» выпускает экструдеры различной производительности от 40 (мод. ES-40) до 1250 кг/ч (мод. ES-1250) и функциональности. Таким образом, рынок экструдеров отечественных производителей способен удовлетворить запросы фермера или специалиста в выборе оборудования конкретно для своего хозяйства.

Выводы

1. Физическое воздействие, происходящее в процессе экструдирования, оказывает значительное влияние на гидролиз основных компонентов корма и степень переваримости экструдированного зерна.

2. Анализ рынка экструдеров показал, что в ряде регионов России налажено производство данных машин. Фирмы, выпускающие экструдеры, имеют широкий ассортимент продукции с различной мощностью и комплектацией готовых изделий, позволяющей перерабатывать не только зерновые, грубые корма, но и отходы перерабатывающей промышленности.

3. Использование экструдеров в хозяйствах разных форм собственности и размеров является перспективным направлением, так как применение данной технологии является универсальным инструментом для решения повседневных задач повышения качества скормливаемых кормов.

Список использованных источников

1. Биоэнергия: Экструдирование – самая глубокая переработка зерновых [Электронный ресурс]. URL: <https://shmell174.ru/articles/22-ekstrudirovanie-samaya-glubokaya-erabotka-zernovykh> (дата обращения: 20.04.2020).

2. Матюшев В.В., Чаплыгина И.А., Чапаева В.В. Роль экструдированных кормов в рационе животных // Матер. Междунар. заочной науч. конф. «Проблемы современной аграрной науки». Красноярск. 2013. С. 178-180.

3. Пагосян Д.Г., Чудайкин В.В. Распадаемость протеина в рубце бычков при физических способах обработки кормов // Вестн. Алтайского ГАУ. 2011. № 6. С. 64-67.

4. Ситников В.А., Морозков Н.А. Использование зерна озимой ржи экструзионной обработки в кормлении коров. Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2016. 134 с.

5. Анализ состояния и перспективы развития производства комбикормов и кормовых добавок для животноводства / В.Ф. Федоренко, Н.П. Мишуров, С.А. Давыдова, А.Р. Лозовский // науч. аналит. обзор. М: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 88 с.

6. Янова М.А. Влияние экструдирования на пищевую и биологическую ценность зерна // Вестн. КрасГАУ. 2011. № 3. С. 167-170.

Current Technologies and Equipment in Feed Processing

D.A. Blagov, N.S. Panferov, E.V. Pestryakov

(Institute of Agricultural Technical Support, a branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM)

Summary. A process for feed extrusion and the machines used for this are described. The effect of this process on the physicochemical parameters of different types of grain after processing is evaluated. It was found that barothermic action causes hydrolysis of starch and protein with the formation of easily digestible components. The digestibility of the protein obtained as a result of the described process is evaluated, and brief performance specifications of the presented machines are given.

Keywords: grain, roughage, nutrition, process, extrusion, barothermic processing.

Уважаемые коллеги!

Ассоциация «Теплицы России» приглашает Вас принять участие в XVII специализированной выставке «Защищенный грунт России» - уникальной деловой среде для интеграции партнерских отношений и ознакомления с инновациями производства овощей, цветов и грибов в защищенном грунте России и за рубежом.

ЗАЩИЩЕННЫЙ ГРУНТ РОССИИ

18-20 ноября
2020 года

+7.499.178.01.59

info@rusteplika.ru

www.rusteplika.ru

Москва, ВДНХ

УДК 631.356.4

DOI: 10.33267/2072-9642-2020-7-34-37

Влияние элементов сепарирующего элеватора картофелеуборочных машин на его надежность

М.Ю. Костенко,

д-р техн. наук, проф.,
km340010@rambler.ru

Г.К. Ремболович,

д-р техн. наук, декан,
rgk.rgatu@yandex.ru

Н.С. Жбанов,

аспирант,
zbanovnikita25@gmail.com

(ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ им. П.А. Костычева);

Н.Н. Новиков,

канд. с.-х. наук, доц.,
врио директора,
novikov-nn.vnims@yandex.ru

В.С. Тетерин,

канд. техн. наук,
ст. науч. сотр., зав. отделом,
Labio-giant@mail.ru

Д.С. Мельничук,

мл. науч. сотр.,
melnichuckmitya@yandex.ru
(ИТОСХ – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

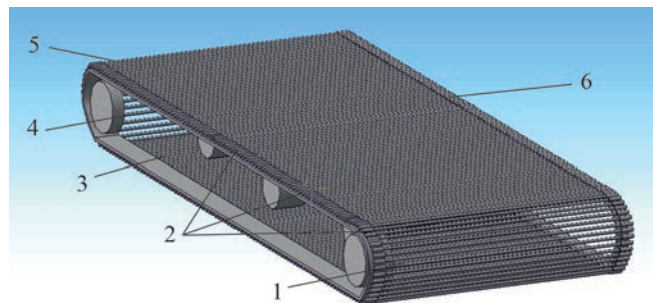


Рис. 1. Схема сепарирующего элеватора картофелеуборочных машин:

- 1 – передний вал; 2 – встряхиватели;
- 3 – гибкие тяговые элементы;
- 4 – приводной вал; 5 – замки;
- 6 – прутки

из стали марки 65Г (ГОСТ 14963-78). В результате термообработки прутки приобретают высокую стойкость к износу, обладают хорошей ударной вязкостью, что способствует сохранению их прямолинейной формы при механических воздействиях. В то же время они отличаются жесткостью, что повышает их склонность к резонансным колебаниям при воздействии почвенных комков, камней и работе встряхивателей [3].

Цель исследований – оценка влияния элементов сепарирующего элеватора картофелеуборочных машин на его надежность.

Материалы и методы исследования

Работу прутка в условиях соударения с компонентами картофельного вороха и при работе встряхивателей иллюстрирует рис. 2.

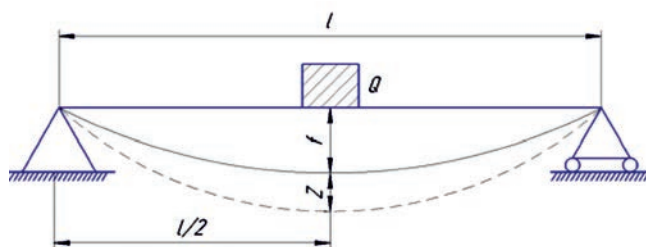


Рис. 2. Расчетная схема прутка сепарирующего элеватора с учетом свободных колебаний:

- l – длина прутка, м;
- Q – масса компонентов картофельного вороха, кг;
- f – прогиб прутка сепарирующего элеватора, м;
- z – дополнительный прогиб прутка при колебаниях, м

Аннотация. Проведена оценка надежности работы элеватора картофелеуборочных машин путем исследования влияния на него его элементов – прутков из композитного материала, применение которых в конструкции сепарирующего элеватора позволит не только уменьшить его массу, но и снизить вибрационное воздействие на подшипники встряхивателей.

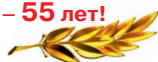
Ключевые слова: изгиб, колебания прутков, сепарирующий элеватор, композитные материалы, картофелеуборочная техника.

Постановка проблемы

Сепарирующий элеватор является наиболее распространенным рабочим органом и применяется на большинстве картофелеуборочных машин [1, 2]. Особенностью его конструкции является взаимодействие прутков с поддерживающими роликами и встряхивателями из-за чего часто выходят из строя их подшипники [3].

Представляет собой бесконечное прутковое полотно, образованное гибкими тяговыми элементами, на которых с помощью замков закреплены прутки [4-6]. Полотно устанавливается на переднем и приводном валах и удерживается поддерживающими роликами-встряхивателями (рис. 1).

Для исключения деформации прутков элеватора их изготавливают из пружинной проволоки, получаемой



Величина наибольшего прогиба прутка при воздействии нагрузки картофельного вороха определяется по формуле

$$f_{\max} = \frac{Ql^3}{48EJ}, \quad (1)$$

где E – модуль упругости прутка, кгс/м² (или МПа);

J – момент инерции сечения прутка, кг·м².

Далее необходимо определить переменный добавочный прогиб z среднего сечения прутка при колебаниях. Предположительно, что при свободных колебаниях добавочные прогибы прутка меняются по длине по тому же уравнению, что и при статической нагрузке Q согласно уравнению

$$y = \frac{Ql^3}{48EJ} \cdot \frac{3l^2x - 4x^3}{l^3} = \frac{f}{l^3} (3l^2x - 4x^3), \quad (2)$$

где x – текущая длина прутка, м.

Таким образом, при колебаниях среднее сечение прутка дополнительно перемещается на z от положения статического равновесия, в результате чего положение компонента картофельного вороха переместится на расстояние x от левого конца и будет характеризоваться уравнением

$$y = \frac{z}{l^3} (3l^2x - 4x^3). \quad (3)$$

Продифференцировав выражение (3), можно получить скорость перемещения прутка по вертикали, которая будет определяться выражением

$$V_y = \frac{z'}{l^3} (3l^2x - 4x^3). \quad (4)$$

Кинематическая энергия элемента прутка длиной dx определится выражением

$$dT_2 = \frac{\gamma F dx}{2g} z'^2 \left\{ \frac{(3l^2x - 4x^3)}{l^3} \right\}^2, \quad (5)$$

где F – площадь поперечного сечения прутка, м²;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

γ – объемный вес прутка, кг/м³.

Проинтегрировав выражение (5), получим выражение, характеризующее кинетическую энергию (Дж) всего прутка:

$$T_2 = 2 \frac{\gamma F}{2g} (z')^2 \frac{1}{l^6} \int_0^{l/2} (3l^2x - 4x^3)^2 dx = \frac{17}{35} \frac{\gamma Fl}{2g} (z')^2. \quad (6)$$

Кинетическая энергия компонента картофельного вороха равна:

$$T_1 = \frac{Q}{2g} (z')^2. \quad (7)$$

Потенциальная энергия при изгибе прутка определится выражением

$$U = \int_l \frac{EJ}{2} \left(\frac{d^2y}{dx^2} \right)^2 dx. \quad (8)$$

Но при перемещении среднего сечения прутка на расстояние z от положения статистического равновесия

$$\left(\frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{24}{l^3} zx \right)$$

потенциальная энергия будет определяться выражением:

$$U = \int_l \frac{EJ}{2} \left(\frac{d^2y}{dx^2} \right)^2 dx = 2 \cdot \frac{EJ l^2}{2} \int_0^{l/2} \left(\frac{24zx}{l^3} \right)^2 dx = \frac{24EJ}{l^3} z^2. \quad (9)$$

Подставив выражения потенциальной U и кинетической энергии $T = T_1 + T_2$ в уравнение $T + U = \text{const}$ и продифференцировав его по z , можно получить выражение

$$z'' + \frac{48EJ}{l^3} \cdot \frac{g}{(Q + \frac{17}{35} \gamma Fl)} z = z'' + \frac{g}{f_{np}} z = 0. \quad (10)$$

Анализ уравнения показывает, что при определении частоты и периода свободных колебаний прутка его следует считать невесомым, а его вес приводить к весу картофельного вороха. Таким образом, величина общей массы прутка будет иметь вид

$$\frac{17}{35} \frac{\gamma Fl}{g}$$

с учетом приводимой массы компонента картофельного вороха.

Свободные колебания прутка с компонентом вызываются начальными воздействиями. Например, можно медленно отодвинуть массу от положения равновесия и затем отпустить. При этом начальные условия будут иметь вид

$$t = 0; z = v_0; \frac{dz}{dt} = 0.$$

Кроме того, можно поступить иначе – толкнуть массу. При этом массе сообщается начальная скорость v_0 и начальные условия будут иметь вид

$$t = 0; z = 0; \frac{dz}{dt} = v_0.$$

Известно, что решение уравнения (10) можно рассматривать в двух формах:

$$z(t) = A \sin \omega t + B \cos \omega t, \quad (11)$$

$$z(t) = A \sin(\omega t + z). \quad (12)$$

В той и другой формуле участвуют две постоянные интегрирования, которые можно определить из начальных условий и их комбинаций.

Таким образом, собственные колебания совершаются по закону синусоиды с амплитудой A_1 и круговой частотой ω :

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{f_{np}}}. \quad (13)$$

Известно, что при колебаниях функция в выражении (12) имеет общий период около 2π . Периодом колебаний называется отрезок времени, через который система приходит в то же состояние, что и в начале отрезка:

$$A_1 \sin(\omega t + z) = A_1 \sin[\omega(t + T) + z]. \quad (14)$$

Высокая жесткость прутков приводит к увеличению частоты колебаний и возникновению резонансных явлений в прутках полотна элеватора. При контакте прутков с встряхивателями и поддерживающими роликами осуществляется внешнее воздействие на подшипники. Подшипник обычно является единственной естественной связью между вращающимися и неподвижными узлами машин и может рассматриваться как главное место передачи вибрации. Поэтому снижение жесткости прутков уменьшает интенсивность вибрационного воздействия на подшипники. Наиболее перспективными материалами, обладающими высокой прочностью и эластичностью, являются композитные [7, 8]. Применение прутков из композитного материала в конструкции сепарирующего элеватора позволит не только уменьшить его массу, но и снизить вибрационное воздействие на подшипники встряхивателей.

Для определения характеристик прутка, изготовленного из полимерного материала, проведены исследования по выявлению его жесткости при изгибе. В ходе исследований определялся уровень прогиба прутка под воздействием грузов различной массы: 1, 2, 3, 4 и 5 кг. Пруток закреплялся в установке для определения прогиба, после чего на штативе над местом подвешивания груза крепился индикатор часового типа ИЧ-2, который перед каждым навешиванием груза устанавливался на нулевую отметку.

Результаты исследований и обсуждение

Следует рассмотреть принцип действия сепарирующего элеватора с прутками из композитного материала. Клубеносный ворох поступает на прутковое полотно с гибкими композитными прутками. По мере продвижения вороха по прутковому элеватору происходит подъем гибких композитных прутков элеватора на встряхивателях, а за счет этого изгиб прутков под действием силы тяжести клубеносного вороха, что повышает качество сепарации. При дальнейшем движении изменяется конфигурация поверхности пруткового полотна, что способствует возникновению волнообразной, постоянно меняющейся поверхности, способствующей перегибам и разрывам клубеносного пласта, и появлению ускорений, воздействующих на клубеносный ворох. Поэтому необходимо установить параметры композитного прутка, которые обеспечат необходимую величину прогиба и позволят избежать передачи резонансных воздействий на подшипники сепарирующего элеватора [9].

В результате проведенных исследований по определению жесткости прутка при изгибе на установке для определения прогиба (рис. 3) была установлена зави-

симость между весом груза и прогибом прутка (рис. 4).

Исходя из полученных данных получено уравнение регрессии:

$$f = -0,2467 + 2386 \cdot m, \quad (15)$$

где f – прогиб прутка, мм;

m – вес груза (величина нагрузки), Н

С высокой вероятностью (коэффициент детерминации $R^2 = 0,9988$) существует прямая пропорциональная зависимость между прогибом композитного прутка и нагрузкой.

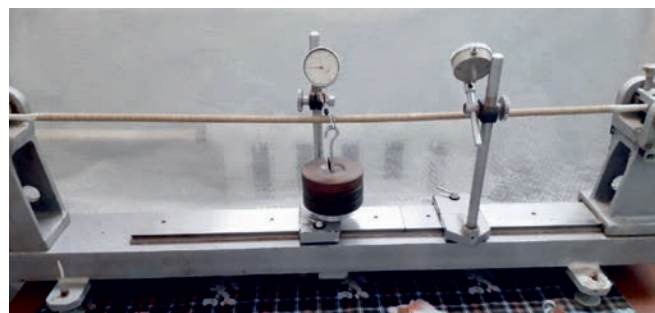


Рис. 3. Исследование жесткости прутка из композитных материалов

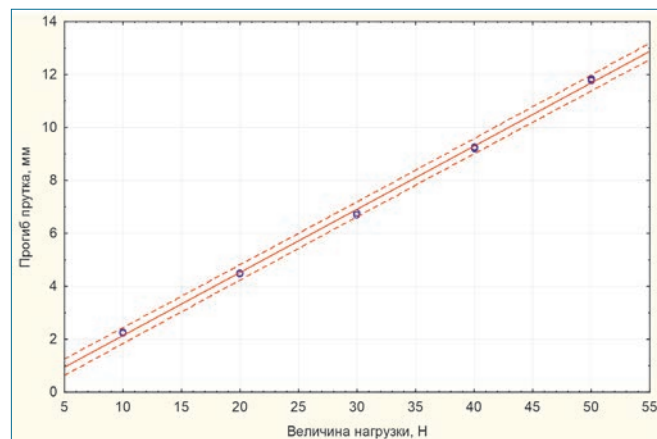


Рис. 4. Зависимость прогиба прутка от величины сосредоточенной нагрузки при изгибе прутка

Очевидно, что при максимальной нагрузке на пруток 50 Н соответствующая величина прогиба составляет около 0,012 м. При колебаниях, кроме статических деформаций, прибавляются динамические, зависящие от удара. Таким образом, упругая система прутка элеватора, выведенная из равновесия ударом компонента картофельного вороха, придет в колебательное движение. С учетом вышеизложенного расчет композитного прутка предполагает вычисление динамических составляющих на основе статических деформаций. В результате математического моделирования прогиба прутка, задавшись массой компонента картофельного вороха и с учетом свободных колебаний, установлено, что для исключения передачи резонансных воздействий на подшипники сепарирующего элеватора, прутки из композитного материала должны иметь следующие параметры: модуль упругости



$E = 55000$ МПа, диаметр композитного прутка $d = 0,012$ м, максимальная масса компонента картофельного вороха, приходящегося на один прут, не более $m = 5$ кг.

Выводы

1. Особенностью конструкции сепарирующего элеватора является взаимодействие прутков с поддерживающими роликами и встряхивателями, часто приводящее к выходу из строя их подшипников. При контакте прутков с встряхивателями и поддерживающими роликами осуществляется внешнее воздействие на подшипники.

2. Применение прутков из композитного материала в конструкции сепарирующего элеватора позволит не только уменьшить его массу, но и снизить вибрационное воздействие на подшипники встряхивателей. Благодаря эластичности таких прутков и применению встряхивателей возможно образование волнообразной, постоянно меняющейся поверхности сепарирующего элеватора.

Список использованных источников

1. Влияние конструктивно-технологической схемы на показатели работы картофелеуборочной машины / Н.С. Жбанов, [и др.] // Вестн. Рязанского гос. агротехнологического ун-та имени П.А. Костычева. 2019. № 1. С. 15-21.
2. Применение композитных материалов в сельскохозяйственном машиностроении / Н.С. Жбанов, [и др.] // Национальная науч.-практ. конф. Рязанского гос. агротехнологического ун-та имени П.А. Костычева. 2018. № 1. С. 221-226.
3. Сравнительная оценка эксплуатационной надежности картофелекопателей / Г.К. Рембалович [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 2. С. 46-47.
4. Картофелекопатель: пат. 135224 Рос. Федерация: МПК A01D13/00 / Первушин В.Ф., Левшин А.Г., Зверев Н.П., Салимзянов М.З., Фатыхов И.Ш., Корепанов Ю.Г., Касимов Н.Г., Арсланов Ф.Р.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. № 2013113202/13; заявл. 25.03.2013; опубл. 10.12.2013, Бюл. № 34. 3 с.

5. Картофелекопатель: пат. 158737 Рос. Федерация: МПК A01D 13/00 / Первушин В.Ф., Левшин А.Г., Салимзянов М.З., Фатыхов И.Ш., Касимов Н.Г., Шамаев Е.В., Лебедев И.Ю.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. № 2015119094/13; заявл. 20.05.2015, опубл. 20.01.2016, Бюл. № 2. 9 с.

6. Improvement of the working bodies of the harvesting machines by means of the use of composite materials / N.S. Zhdanov, N.V. Byshov, G.C. Rembalovich, M.Y. Kostenko / BIO Web of Conferences 17. 2020.

7. Повышение надежности технологического процесса и технических средств машинной уборки картофеля по параметрам качества продукции / Г.К. Рембалович [и др.] // Техника и оборуд. для села. 2012. № 3. С. 6-8.

8. Применение стеклопластиковых прутков на элеваторах картофелеуборочных машин / В.Ф. Первушин [и др.] // Вестн. Ижевской гос. с.-х. акад. 2015. № 3. С. 43-47.

9. Обоснование жесткости композиционных прутков элеватора картофелеуборочной машины / Н.С. Жбанов [и др.] // Политематический науч. журн. КубГАУ. 2020. № 4. С. 215-228.

The Influence of Potato Chain Components of Potato Harvesters on the Potato Chain Reliability

M.Yu. Kostenko, G.K. Rembalovich, N.S. Zhdanov

(P.A. Kostychev Ryazan State Technical University)

N.N. Novikov, V.S. Teterin, D.S. Melnichuk

(Institute of Agricultural Technical Support, a branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM)

Summary. The reliability of the potato chain of harvesters was assessed through examining the influence on the potato chain of its components, such as rods made of composite material, the use of which in the design of the potato chain will not only reduce its weight, but also reduce the vibration effect on the web agitator bearings.

Keywords: bending, rod vibrations, potato chain, composite materials, potato harvesting equipment.

Информация

Получи бесплатный билет на АГРОСАЛОН сейчас!

Выставка АГРОСАЛОН уверенно движется вперед и открывает регистрацию для посетителей!

Теперь все желающие могут получить билет на АГРОСАЛОН заранее, более того, посетить выставку совершенно бесплатно! Достаточно просто заполнить на сайте форму и распечатать билет.

Без предварительной регистрации стоимость билетов составит 500 руб. на один день, 700 руб. – на два дня и 1 000 руб. – на все дни выставки.

Предварительная регистрация сэкономит Ваше время и деньги!

Международная специализированная выставка сельхозтехники АГРОСАЛОН пройдет с 6 по 9 октября в Москве, в МВЦ «Крокус Экспо», где представит самые современные модели техники и оборудования для работы в поле.

Экспозиция охватит все направления сельхозмашиностроения: тракторы, машины для обработки почвы и посева, для внесения удобрений, орошения и водоотвода, уборки урожая, кормозаготовки и содержания животных, а также комплектующие и многое другое.

До встречи на выставке АГРОСАЛОН!

ФОРМА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ

<http://www.agrosalon.ru/Visitor/InvitationCard/>



УДК 631.165:631.421

DOI: 10.33267/2072-9642-2020-7-38-43

Вероятностный прогноз дополнительной прибыли

С.А. Белых,

канд. техн. наук, вед. спец.,
belyh.vnims@yandex.ru

В.С. Никитин,

спец.,
nikitin.vnims@yandex.ru
(ИТОСХ – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

Г.И. Личман,

д-р техн. наук, гл. спец.,
litchmangiv@yandex.ru

А.Н. Марченко,

спец.,
marchenko.vim@mail.ru
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Аннотация. Разработана методика расчета вероятностного прогноза дополнительной прибыли, реализованная в программе статистической обработки агрохимических показателей участков и определения основных показателей производства сельскохозяйственной продукции – валового сбора урожая, прибыли, доз. Методика расчета получена на примере элементарных участков хозяйств с данными агрохимического обследования Московской и Рязанской областей.

Ключевые слова: математическая статистика, показатели вариальности, дифференцированное внесение удобрений, планируемая урожайность, прибыль.

Постановка проблемы

Определяющими параметрами при дифференцированном внесении удобрений являются показатели вариальности плодородия участков. Не менее значим анализ разных способов внесения удобрений для получения экономического эффекта. Поиск коэффициента вариальности для вероятностного прогноза дополнительной прибыли является очень важным, поскольку позволит принимать оптимальные управленческие решения по дифференцированному внесению удобрений в системе точного земледелия [1-3].

Методика расчета вероятностного прогноза дополнительной прибыли при однородных данных имеет минимальную ошибку прогнозирования результата, при разнородных ошибках возрастает и может характеризовать разнородность показателей относительно среднего результата: чем он больше, тем разнороднее показатели. В общем плане, если значения коэффициентов вариальности выше среднего по хозяйствам, то можно уверенно рекомендовать использование дифференцированного внесения удобрений [4-5]. Предложенные к рассмотрению коэффициенты вариальности плодородия могут быть использованы как дополнительные критерии для принятия оптимальных управленческих решений по дифференцированному внесению удобрений в системе точного земледелия как наиболее обобщающие вариальность плодородия участков земли [6-8].

Цель исследований – определение коэффициента вариальности для вероятностного прогноза дополнительной прибыли, позволяющего принимать оптимальные управленческие решения по дифференцированному внесению удобрений в системе точного земледелия.

Материалы и методы исследования

Объектами исследования являются элементарные участки хозяйств Московской и Рязанской областей с данными агрохимического обследования.

Поиск коэффициента вариальности проводился среди основных статистических показателей – математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации, эксцесс, показатель асимметрии [2-6].

Математическое ожидание оценивается как среднее арифметическое наблюдаемых значений случайной величины:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} x_i. \quad (1)$$

Дисперсия случайной величины (σ^2) – мера разброса значений случайной величины относительно ее математического ожидания (упрощенная формула на практике):

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{x})^2}{n}. \quad (2)$$

Среднеквадратическое отклонение показывает разброс значений вокруг среднего значения:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{x})^2}{n}}. \quad (3)$$

Коэффициент вариации – чем больше его значение, тем больше разброс показателей вокруг средней величины, тем менее однородна совокупность по своему составу и тем менее представительна средняя величина, если вариация не превышает 10%, то совокупность однородна:

$$V = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100. \quad (4)$$

Показатель асимметрии – мера скошенности, смещения -1, 0, +1 вправо или влево, отрицательные значения свидетельствуют о преобладании в выборке коротких интервалов, положительные – длинных:

$$A_3 = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{x})^3}{ns^3}. \quad (5)$$

Коэффициент эксцесса – мера остроты пика в распределении случайной величины. Эксцесс характеризует распределения, в которых



значения величин либо сосредоточены близко к средней величине, либо наоборот распределены далеко от нее. Положительный эксцесс – острая вершина, когда пик выше, чем пик нормального распределения. Отрицательный эксцесс – тупая вершина, когда пик ниже пика нормального распределения:

$$E_k = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{x})^4}{ns^4} - 3. \quad (6)$$

Наиболее повторяющиеся элементы среди основных статистических показателей – разность и среднее и, таким образом, наиболее подходят для исследования коэффициента вариации и показатель квадратичной регрессии (односторонняя

стохастическая зависимость, устанавливающая соответствие между случайными переменными):

$$R = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{x})^2}{\bar{x}^2}. \quad (7)$$

Различия в функциях коэффициента вариации и показателя квадратичной регрессии показаны на рис. 1, 2 и представляют собой линейную и квадратичную регрессии.

В расчеты следует добавить коэффициент выравнивания средних показателей разбросов двух независимых событий для коэффициента вариации гумуса, кислотности, азота почвы, урожайности и дополнительной прибыли:

$$K_V = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} V_i}{\sum_{i=1}^{i=n} (\text{Добавочная прибыль})_i}. \quad (8)$$

Так же и для квадратичной регрессии гумуса, кислотности, азота почвы, урожайности и дополнительной прибыли:

$$K_R = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} R_i}{\sum_{i=1}^{i=n} (\text{Добавочная прибыль})_i}. \quad (9)$$

Коэффициент вариативности по коэффициенту вариации

$$B_V = K_V \cdot V. \quad (10)$$

Коэффициент вариативности по показателю квадратичной регрессии

$$B_R = K_R \cdot R. \quad (11)$$

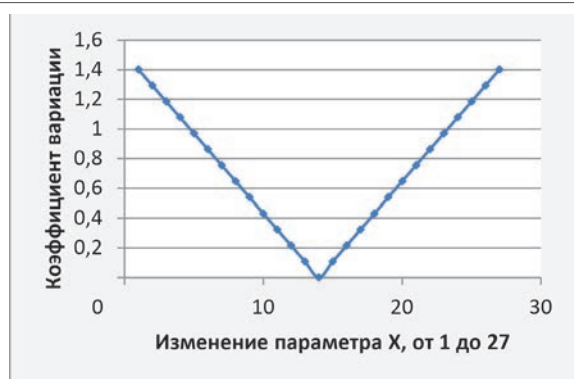


Рис. 1. Функция коэффициента вариации

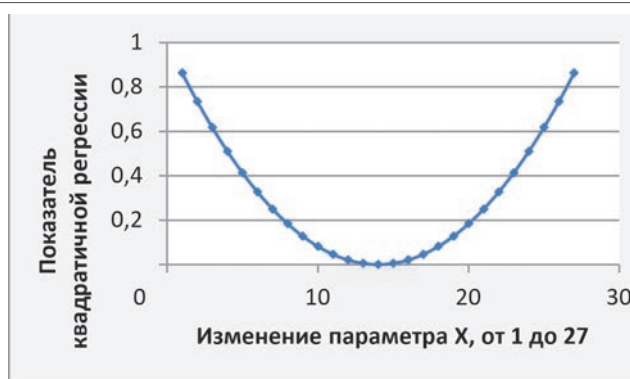


Рис. 2. Функция показателя квадратичной регрессии

Таблица 1. Средние показатели хозяйств

№ п/п	Хозяйство	Количество участков	Гумус, %	Кислотность, pH	Фосфор почвы, мг/100 г	Калий почвы, мг/100 г	Азот почвы, мг/100 г	Урожайность, ц/га		
								по азоту почвы	по фосфору почвы	по калию почвы
1	Поле 1, ЧВОсугл	120	5,05	5,36	9,91	11,78	6,65	8,68	11,07	14,08
2	Поле 2, ЧТОсугл	120	5,34	5,34	9,91	11,79	6,66	8,69	11,07	14,08
3	Поле 3, Псугл	120	3,75	5,5	10,36	12,35	8	11,24	11,68	14,91
4	Поле 4, ТСЛсугл	75	3,69	5,26	9,26	11,06	6,65	8,67	10	12,94
5	Поле 5, СЛсугл	119	2,66	5,24	9,82	11,62	6,63	8,64	10,91	13,79
6	Поле 6, ДПсугл	120	2,06	5,24	9,85	11,65	6,67	8,71	11,01	13,87
7	Поле 7, ССЛсугл	118	1,74	5,17	9,45	11,16	6,59	8,61	10,34	13,31
8	Поле 8, ДПсупесь	119	1,39	5,24	9,4	11,15	6,66	8,69	10,19	13,04
9	Продресурс	54	6,42	6,33	9,53	9,33	12,07	20,50	9,86	11,92
10	ЦОС ВИУА	400	1,95	5,96	18,28	14,53	9,35	14,51	29,78	19,09
11	Мурминское	268	1,11	5,57	19,2	8,18	7,73	12,12	34,13	8,89
12	Красная Заря	135	2,11	5,66	22,93	10,63	7,89	12,08	48,21	12,52
13	Долгинено	236	1,2	5,66	13,46	7,73	8,84	15,17	23,01	8,69
14	Жито	190	1,91	5,73	14,75	19,19	8,02	11,99	21,82	28,72
15	Пощупово	400	2,27	5,3	18,44	12,85	5,41	6,76	32,87	16,70
16	Возрождение	275	2,85	5,61	12,31	12,85	7,59	11,47	18,89	17,53
17	Азеево	322	2,41	5,6	14,44	14,13	7,39	10,80	23,48	19,84



В расчетах использованы данные агрохимических обследований 1990-2000 гг. участков хозяйств Московской и Рязанской областей с разными типами почв. Средние показатели хозяйств приведены в табл. 1: в строках 1-8 – опытные полигоны с определенным составом почвы, в строках 9-17 – разные почвы по естественным образованиям.

Программа статистической обработки агрохимических показателей участков и расчета прибыли написана в оболочке Visual Basic. Для сравнения получаемой прибыли по хозяйствам в программе установлены одинаковая площадь поля – 100 га, культура – озимая пшеница, вносимое удобрение – нитроаммофоска и гранулированный птичий помет, планируемая урожайность по средним показателям поля – 30 ц/га. В расчетах проигрываются решения, в которых прибыль положительна. По окончании расчета на экран выводятся значения лучшего результата по валовому сбору урожая и прибыли, а в базу выходных данных заносится расчет доз для органических и минеральных удобрений по участкам в действующем веществе азота. Прибыль от внесения

удобрений по средним показателям поля под планируемую урожайность принята за 100%. Дополнительная прибыль от внесения минеральных и органических удобрений определяется как разность от способа пропорционально дифференцированного внесения минеральных удобрений совместно с дифференцированным внесением органических удобрений под планируемую урожайность минус процент прибыли от внесения удобрений по средним показателям поля под планируемую урожайность [1-8].

Вероятностный прогноз дополнительной прибыли проводится, используя распределения гумуса, кислотности, азота почвы по участкам и урожайности без внесения удобрений по азоту почвы.

Результаты исследований и обсуждение

Результаты расчета вероятностного прогноза дополнительной прибыли с использованием коэффициентов вариации по коэффициенту вариации, квадратичной регрессии и совместно приведены в табл. 2-5.

Анализ табл. 2 показывает, что

среднее значение разброса вероятностного прогноза по коэффициенту вариации составляет 8,86, по показателю квадратичной регрессии – 15,49 и совместно – 10,66 и среднюю корреляцию для дополнительной прибыли.

Из табл. 3 видно, что среднее значение разброса вероятностного прогноза по коэффициенту вариации составляет 3,89, по показателю квадратичной регрессии – 10,13 и совместно – 6,09 и сильную корреляцию для дополнительной прибыли.

По результатам табл. 4 видно, что среднее значение разброса вероятностного прогноза по коэффициенту вариации составляет 5,7, по показателю квадратичной регрессии – 7,06 и совместно – 2,88 и очень сильную корреляцию для дополнительной прибыли.

Результаты табл. 5 показывают, что среднее значение разброса вероятностного прогноза по коэффициенту вариации составляет 5,73, по показателю квадратичной регрессии – 7,02 и совместно – 2,61 и очень сильную корреляцию для дополнительной прибыли. Это лучшие результаты.

Таблица 2. Показатели коэффициентов вариации для гумуса

№	Хозяйство	Гумус, %	Дополнительная прибыль, %	V, %	K _V	Прогноз, B _V , %	R	K _R	Прогноз, %	
									B _R	(B _V +B _R)/2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Поле 1, ЧВОСугл	5,05	10,72	9,801	0,879	8,616	1,152	0,989	1,139	4,878
2	Поле 2, ЧТОСугл	5,34	10,48	3,481	0,879	3,060	1,114	0,989	1,101	2,081
3	Поле 3, Псугл	3,75	4,215	10,125	0,879	8,901	1,23	0,989	1,216	5,059
4	Поле 4, ТСЛсугл	3,69	10,51	9,193	0,879	8,082	0,633	0,989	0,626	4,354
5	Поле 5, СЛсугл	2,66	10,69	12,608	0,879	11,084	1,891	0,989	1,870	6,477
6	Поле 6, ДПсугл	2,06	10,35	18,349	0,879	16,131	4,04	0,989	3,995	10,063
7	Поле 7, ССЛсугл	1,74	9,99	9,669	0,879	8,500	1,103	0,989	1,091	4,795
8	Поле 8, ДПсупесь	1,39	10,49	21,514	0,879	18,914	5,508	0,989	5,446	12,180
9	Продресурс	6,42	1,605	7,994	0,879	7,028	0,345	0,989	0,341	3,684
10	ЦОС ВИУА	1,95	9,165	18,606	0,879	16,357	13,847	0,989	13,691	15,024
11	Мурминское	1,11	43,58	33,442	0,879	29,400	29,972	0,989	29,635	29,518
12	Красная Заря	2,11	31,58	53,96	0,879	47,438	39,308	0,989	38,867	43,152
13	Долгинено	1,2	43,40	21,11	0,879	18,558	10,517	0,989	10,399	14,479
14	Жито	1,91	21,55	17,093	0,879	15,027	5,551	0,989	5,489	10,258
15	Пощупово	2,27	45,06	39,526	0,879	34,748	62,492	0,989	61,790	48,269
16	Возрождение	2,85	35,08	71,294	0,879	62,677	139,78	0,989	138,211	100,444
17	Азеево	2,41	29,93	27,167	0,879	23,883	23,765	0,989	23,498	23,691
Корреляция с колонкой 4		-0,537	-	0,698	-	0,698	0,600	-	0,600	0,642
Среднее значение разброса с колонкой 4		17,653	-	9,177	-	8,864	15,601	-	15,49	10,66

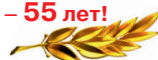


Таблица 3. Показатели коэффициентов вариальности для кислотности

№	Хозяйство	Кислотность, pH	Дополнительная прибыль, %	V, %	K _V	Прогноз, B _V , %	R	K _R	Прогноз, %	
									B _R	(B _V +B _R)/2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Поле 1, ЧВОсугл	5,36	10,72	3,223	2,655	8,558	0,124	10,275	1,274	4,916
2	Поле 2, ЧТОсугл	5,34	10,48	3,481	2,655	9,243	0,145	10,275	1,490	5,366
3	Поле 3, Псугл	5,5	4,215	0,234	2,655	0,621	0	10,275	0,000	0,311
4	Поле 4, ТСЛсугл	5,26	10,51	4,022	2,655	10,679	0,121	10,275	1,243	5,961
5	Поле 5, СЛсугл	5,24	10,69	4,389	2,655	11,653	0,229	10,275	2,353	7,003
6	Поле 6, ДПсугл	5,24	10,35	4,297	2,655	11,409	0,221	10,275	2,271	6,840
7	Поле 7, ССЛсугл	5,17	9,99	4,353	2,655	11,558	0,223	10,275	2,291	6,925
8	Поле 8, ДПсупесь	5,24	10,49	4,43	2,655	11,762	0,233	10,275	2,394	7,078
9	Продресурс	6,33	1,605	3,288	2,655	8,730	0,058	10,275	0,596	4,663
10	ЦОС ВИУА	5,96	9,165	7,745	2,655	20,564	2,399	10,275	24,649	22,607
11	Мурминское	5,57	43,58	14,858	2,655	39,450	5,916	10,275	60,785	50,117
12	Красная Заря	5,66	31,58	12,229	2,655	32,470	2,019	10,275	20,744	26,607
13	Долгинено	5,66	43,40	17,362	2,655	46,099	7,114	10,275	73,094	59,596
14	Жито	5,73	21,55	9,918	2,655	26,334	1,869	10,275	19,203	22,769
15	Пощупово	5,3	45,06	9,519	2,655	25,274	3,624	10,275	37,235	31,255
16	Возрождение	5,61	35,08	12,372	2,655	32,850	4,209	10,275	43,246	38,048
17	Азеево	5,6	29,93	11,732	2,655	31,150	4,432	10,275	45,537	38,344
Корреляция с колонкой 4		0,011	-	0,904	-	0,904	0,897	-	0,897	0,912
Среднее значение разброса с колонкой 4		15,096	-	12,606	-	3,899	17,968	-	10,135	6,097

Таблица 4. Показатели коэффициентов вариальности для азота

№	Хозяйство	Азот почвы, мг/100г	Дополнительная прибыль, %	V, %	K _V	Прогноз, B _V , %	R	K _R	Прогноз, %	
									B _R	(B _V +B _R)/2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Поле 1, ЧВОсугл	6,65	10,72	28,396	0,499	14,160	9,676	0,455	4,399	9,280
2	Поле 2, ЧТОсугл	6,66	10,48	28,284	0,499	14,104	9,6	0,455	4,364	9,234
3	Поле 3, Псугл	8	4,215	20,486	0,499	10,216	5,036	0,455	2,290	6,253
4	Поле 4, ТСЛсугл	6,65	10,51	28,463	0,499	14,193	6,076	0,455	2,762	8,478
5	Поле 5, СЛсугл	6,63	10,69	28,348	0,499	14,136	9,563	0,455	4,348	9,242
6	Поле 6, ДПсугл	6,67	10,35	28,171	0,499	14,048	9,523	0,455	4,329	9,189
7	Поле 7, ССЛсугл	6,59	9,99	27,895	0,499	13,910	9,182	0,455	4,174	9,042
8	Поле 8, ДПсупесь	6,66	10,49	28,411	0,499	14,168	9,605	0,455	4,367	9,267
9	Продресурс	12,07	1,605	16,535	0,499	8,245	1,476	0,455	0,671	4,458
10	ЦОС ВИУА	9,35	9,165	34,072	0,499	16,990	46,438	0,455	21,112	19,051
11	Мурминское	7,73	43,58	66,73	0,499	33,276	119,339	0,455	54,255	43,766
12	Красная Заря	7,89	31,58	57,479	0,499	28,663	44,603	0,455	20,278	24,470
13	Долгинено	8,84	43,40	72,782	0,499	36,294	125,016	0,455	56,836	46,565
14	Жито	8,02	21,55	48,311	0,499	24,091	44,346	0,455	20,161	22,126
15	Пощупово	5,41	45,06	51,654	0,499	25,758	106,729	0,455	48,523	37,140
16	Возрождение	7,59	35,08	59,805	0,499	29,823	98,358	0,455	44,717	37,270
17	Азеево	7,39	29,93	52,803	0,499	26,331	89,781	0,455	40,817	33,574
Корреляция с колонкой 4		-0,18	-	0,952	-	0,952	0,945	-	0,945	0,962
Среднее значение разброса с колонкой 4		14,027	-	20,013	-	5,704	25,071	-	7,063	2,886



Таблица 5. Показатели коэффициентов вариабельности для урожайности

№	Хозяйство	Урожайность по азоту почвы, ц/га	Дополнительная прибыль, %	$V, \%$	K_V	Прогноз, $B_V, \%$	R	K_R	Прогноз, %	
									B_R	$(B_V+B_R)/2$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Поле 1, ЧВОсугл	8,68	10,72	40,217	0,350	14,058	19,409	0,222	4,317	9,188
2	Поле 2, ЧТОсугл	8,69	10,48	40,044	0,350	13,998	19,242	0,222	4,280	9,139
3	Поле 3, Псугл	11,24	4,215	29,696	0,350	10,381	10,582	0,222	2,354	6,367
4	Поле 4, ТСЛсугл	8,67	10,51	40,322	0,350	14,095	12,193	0,222	2,712	8,404
5	Поле 5, СЛсугл	8,64	10,69	40,203	0,350	14,053	19,234	0,222	4,278	9,166
6	Поле 6, ДПсугл	8,71	10,35	39,869	0,350	13,937	19,075	0,222	4,243	9,090
7	Поле 7, ССЛсугл	8,61	9,99	39,536	0,350	13,820	18,444	0,222	4,102	8,961
8	Поле 8, ДПсупесь	8,69	10,49	40,225	0,350	14,061	19,254	0,222	4,283	9,172
9	Продресурс	20,50	1,605	24,549	0,350	8,581	3,254	0,222	0,724	4,653
10	ЦОС ВИУА	14,51	9,165	47,901	0,350	16,744	91,782	0,222	20,414	18,579
11	Мурминское	12,12	43,58	92,572	0,350	32,360	229,665	0,222	51,083	41,721
12	Красная Заря	12,08	31,58	81,693	0,350	28,557	90,096	0,222	20,039	24,298
13	Долгинено	15,17	43,40	99,087	0,350	34,637	231,71	0,222	51,538	43,087
14	Жито	11,99	21,55	70,781	0,350	24,742	95,191	0,222	21,173	22,958
15	Пощупово	6,76	45,06	79,984	0,350	27,959	255,9	0,222	56,918	42,439
16	Возрождение	11,47	35,08	87,499	0,350	30,586	210,546	0,222	46,830	38,708
17	Азеево	10,80	29,93	73,903	0,350	25,834	175,866	0,222	39,117	32,475
Корреляция с колонкой 4		-0,03	-	0,966	-	0,966	0,950	-	0,950	0,971
Среднее значение разброса с колонкой 4		12,564	-	37,04	-	5,729	69,591	-	7,021	2,61

Таблица 6. Показатели коэффициентов вариабельности для урожайности хозяйств первой группы

№	Хозяйство	Урожайность по азоту почвы, ц/га	Дополнительная прибыль, %	$V, \%$	K_V	Прогноз, $B_V, \%$	R	K_R	Прогноз, %	
									B_R	$(B_V+B_R)/2$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Поле 1, ЧВОсугл	8,68	10,72	40,217	0,250	10,043	19,409	0,564	10,937	10,490
2	Поле 2, ЧТОсугл	8,69	10,48	40,044	0,250	10,000	19,242	0,564	10,843	10,422
3	Поле 3, Псугл	11,24	4,215	29,696	0,250	7,416	10,582	0,564	5,963	6,690
4	Поле 4, ТСЛсугл	8,67	10,51	40,322	0,250	10,070	12,193	0,564	6,871	8,470
5	Поле 5, СЛсугл	8,64	10,69	40,203	0,250	10,040	19,234	0,564	10,839	10,439
6	Поле 6, ДПсугл	8,71	10,35	39,869	0,250	9,957	19,075	0,564	10,749	10,353
7	Поле 7, ССЛсугл	8,61	9,99	39,536	0,250	9,873	18,444	0,564	10,393	10,133
8	Поле 8, ДПсупесь	8,69	10,49	40,225	0,250	10,045	19,254	0,564	10,850	10,448
Корреляция с колонкой 4		-0,03	-	0,999	-	0,999	0,736	-	0,736	0,871
Среднее значение разброса с колонкой 4		2,445	-	29,083	-	0,8	7,498	-	0,909	0,655

Предположительно, что по мере окультуренности земель участков прогноз будет изменяться. Степень окультуренности почв (слабая, средняя или сильная) можно проверить на данных хозяйств первой, смешанной и второй групп на основе средних показателей урожайности по азоту почвы (табл. 6, 7).

По результатам табл. 6 можно заключить, что среднее значение разброса вероятностного прогноза по коэффициенту вариации составляет 0,8, по показателю квадратичной ре-

грессии – 0,909 и совместно – 0,655 и сильную корреляцию для дополнительной прибыли.

По результатам табл. 7 видно, что среднее значение разброса вероятностного прогноза по коэффициенту вариации составляет 5,624, по показателю квадратичной регрессии – 7,021 и совместно – 3,876 и очень сильную корреляцию для дополнительной прибыли.

Степень окультуренности почв по значениям разброса: слабая – 3,8, средняя – 2,6, сильная – 0,6.

Выводы

1. Проведенные исследования показали очень сильную корреляцию дополнительной прибыли по цепочке ее расчета, начиная от кислотности почвы к расчету азота почвы через ее кислотность и далее к расчету доз урожайности по азоту почвы, и выход на дополнительную прибыль. Минимальное среднее значение разброса в прогнозе дополнительной прибыли отличается по урожайности – 2,61%. По гумусу средняя корреляция

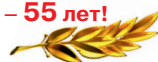


Таблица 7. Показатели коэффициентов вариальности для урожайности хозяйств второй группы

№	Хозяйство	Урожайность по азоту почвы, ц/га	Дополнительная прибыль, %	V, %	K _V	Прогноз, B _V , %	R	K _R	Прогноз. %	
									B _R	(B _V +B _R)/2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9	Продресурс	20,50	1,605	24,549	0,397	9,736	3,254	0,189	0,614	5,175
10	ЦОС ВИУА	14,51	9,165	47,901	0,397	18,998	91,782	0,189	17,306	18,152
11	Мурминское	12,12	43,58	92,572	0,397	36,715	229,665	0,189	43,304	40,010
12	Красная Заря	12,08	31,58	81,693	0,397	32,401	90,096	0,189	16,988	24,694
13	Долгинено	15,17	43,40	99,087	0,397	39,299	231,71	0,189	43,690	41,495
14	Жито	11,99	21,55	70,781	0,397	28,073	95,191	0,189	17,949	23,011
15	Пощупово	6,76	45,06	79,984	0,397	31,723	255,9	0,189	48,251	39,987
16	Возрождение	11,47	35,08	87,499	0,397	34,703	210,546	0,189	39,699	37,201
17	Азеево	10,80	29,93	73,903	0,397	29,311	175,866	0,189	33,160	31,236
Корреляция с колонкой 4		-0,697	-	0,940	-	0,940	0,919	-	0,919	0,964
Среднее значение разброса с колонкой 4		21,563	-	44,112	-	5,624	124,783	-	7,021	3,876

с дополнительной прибылью и наибольшее среднее значение разброса в прогнозе может достигать до 10,66%. В расчетах коэффициент вариации и показатель квадратичной регрессии имеют разные значения, а коэффициент выравнивания средних показателей для них является константой.

2. Метод при однородных данных имеет минимальную ошибку прогнозирования результата, при разнородных ошибка возрастает и может характеризовать разнородность показателей относительно среднего результата, и чем он больше, тем разнороднее показатели. В общем плане, если значения коэффициента вариальности выше среднего по хозяйствам, то можно уверенно рекомендовать использование дифференцированного внесения удобрений.

3. Предложенные к рассмотрению коэффициенты вариальности плодородия могут быть использованы как дополнительные критерии для принятия оптимальных управленческих решений по дифференцированному внесению удобрений в системе точного земледелия как наиболее обобщающие вариальность плодородия участков земли.

Список

использованных источников

1. Личман Г.И., Белых С.А. Разработка программного обеспечения и формирование электронных карт дифференцированного применения удобрений // Тр. 2-й Междунар. науч.-практ. конф. по

проблеме дифференцированного применения удобрений в системе координатного земледелия ГНУ ВНИИМС. Рязань, 2001. С. 31-37.

2. Информационное и программное обеспечение дифференцированного применения удобрений в системе точного земледелия / Г.И. Личман [и др.] // Сб. докл. IX Междунар. науч.-практ. конф. Углич, 2006. Т. 2. С. 101-109.

3. Методика получения информации о вариальности параметров плодородия поля для дифференцированного внесения удобрений в системе точного земледелия / С.А. Белых [и др.] // Зерно и зернопродукты. 2007. № 1. С. 22-29.

4. Белых С.А., Личман Г.И., Козлова А.И. Модель пропорционально-дифференцированного внесения минеральных удобрений // Сб. науч. докл. Междунар. науч.-техн. конф. «Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства». Ч. 2. М.: ФГБНУ ВИМ, 2015. С. 191-193.

5. Программа определения оптимальных доз внесения удобрений с учетом статистических показателей почвенного азота / Г.И. Личман [и др.] // Сб. науч. докл. Междунар. науч.-техн. конф. «Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства». Ч. 2. М.: ФГБНУ ВИМ, 2015. С. 156-161.

6. Личман, Г.И., Белых, С.А. Функции отзывчивости для планирования урожайности сельскохозяйственных культур при дифференцированном внесении удобрений // Сб. науч. докл. Междунар. науч.-

техн. конф. «Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства». Ч. 2. М.: ФГБНУ ВИМ, 2015. С. 186-190.

7. Белых С.А., Личман Г.И., Марченко А.Н. Метод составления карт-заданий для дифференцированного внесения органоминеральных удобрений // Международная агроинженерия. 2016. № 4. С. 14-19.

8. Личман Г.И., Белых С.А., Марченко А.Н. Способы внесения удобрений в системе точного земледелия // С.-х. машины и технологии. 2018. Т. 12. № 4. С. 4-9.

A probabilistic Forecast of Additional Profit

S.A. Belykh, V.S. Nikitin

(Institute of Agricultural Technical Support, a branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM)

G.I. Lichman, A.N. Marchenko

(Federal Scientific Agroengineering Center VIM)

Summary. A technique for calculating the probabilistic forecast of additional profits has been developed. This technique has been implemented in the program of statistical processing of agrochemical indicators of plots and determining the main indicators of agricultural production: gross harvest, profit, and rates. The calculation technique was obtained based on the elementary sectors of farms with data from an agrochemical survey of the Moscow and Ryazan regions.

Keywords: mathematical statistics, indicators of variability, differentiated fertilizer application, planned yield, profit.

ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ

XXVI МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА



МВС: ЗЕРНО-КОМБИКОРМА-ВЕТЕРИНАРИЯ - 2021



26 - 28 ЯНВАРЯ

МОСКВА, ВДНХ, ПАВИЛЬОН № 75

СПЕЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА:



INTERNATIONAL FEED INDUSTRY FEDERATION
МЕЖДУНАРОДНАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
КОРМОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



EUROPEAN FEED
MANUFACTURERS' FEDERATION
ЕВРОПЕЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КОМБИКОРМОВ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ СОЮЗ СВИНОВОДОВ



МИНСЕЛЬХОЗ РОССИИ



WORLD'S POULTRY SCIENCE ASSOCIATION
ВСЕМИРНАЯ НАУЧНАЯ АССОЦИАЦИЯ
ПО ПТИЦЕВОДСТВУ



СОЮЗ ПРЕДПРИЯТИЙ ЗООБИЗНЕСА



СОЮЗ КОМБИКОРМЩИКОВ



АССОЦИАЦИЯ ПТИЦЕВОДОВ
СТРАН ЕВРАЗИЙСКОГО
ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА



АССОЦИАЦИЯ «ВЕТБЕЗОПАСНОСТЬ»



РОССИЙСКИЙ ЗЕРНОВОЙ СОЮЗ



РОСПТИЦЕСОЮЗ



АССОЦИАЦИЯ «ВЕТБИОПРОМ»



НАЦИОНАЛЬНАЯ
ВЕТЕРИНАРНАЯ АССОЦИАЦИЯ



АССОЦИАЦИЯ «РОСРЫБХОЗ»



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР:

МОСКОВСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА



ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ:
ЦЕНТР МАРКЕТИНГА "ЭКСПОХЛЕБ"



(495) 755-50-35, 7755-50-38
INFO@EXPOKHLEB.COM
WWW.MVC-EXPOHLEB.RU



УДК 631.816.3

DOI: 10.33267/2072-9642-2020-7-45-48

Экономически прибыльный прием расчета доз для дифференцированного внесения удобрений

С.А. Белых,

канд. техн. наук,
вед. спец.,
belyh.vnims@yandex.ru

С.В. Митрофанов,

канд. с.-х. наук, зам. директора,
f-mitrofanoff2015@yandex.ru
(ИТОСХ – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

Г.И. Личман,

д-р техн. наук, гл. спец.,
litchmangiv@yandex.ru

А.Н. Марченко,

спец.,
marchenko.vim@mail.ru
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Аннотация. Представлен анализ получения прибыли от способа дифференцированного внесения удобрений: минеральных – пропорционально почвенному азоту и органических – под планируемую урожайность по сравнению с получаемой прибылью от внесения доз по средним показателям поля.

Ключевые слова: дифференцированное внесение удобрений, планируемая урожайность, валовой сбор урожая, расчет доз, прибыль.

Постановка проблемы

Реальное представление о действии агрохимических свойств почвы, доз удобрений на результат можно получить на основе математического моделирования с использованием системного подхода в оценке наиболее перспективных комбинаций свойств почвы и доз минеральных удобрений, которые обеспечивают возможность получения максимального прироста урожайности сельскохозяйственных культур при достаточно высокой окупаемости минеральных удобрений [1-4].

Совместное локальное внесение органических и твердых минеральных удобрений решает задачу эффективного использования ресурсо-

сберегающих элементов технологий точного земледелия с получением положительного экономического эффекта [5, 6].

Наиболее рационально внесение навоза вместе с минеральными удобрениями. При этом их действие заметно возрастает. Многочисленные опытные данные показывают, что при совместном внесении наполовину уменьшенных норм навоза и минеральных удобрений получают более высокие прибавки урожая (на 20-60%), чем при раздельном внесении полных норм этих удобрений. При этом вследствие снижения вдвое нормы минеральных удобрений исключается отрицательное действие на отдельные растения повышенной концентрации солей, особенно опасной в начальный период роста.

Цель исследований – анализ прибыли от способа дифференцированного внесения удобрений: минеральных – пропорционально почвенному азоту, органических – под планируемую урожайность по

сравнению с получаемой прибылью от внесения доз по средним показателям поля [7].

Материалы и методы исследования

В качестве объектов исследования выбраны элементарные участки посевных площадей следующих трех хозяйств: ООО «Продресурс», Агрополигон ЦОС ВИУА, ООО «Мурминское» с разными типами почв.

Разработана методика расчета, реализованная в компьютерной программе для определения основных показателей: валовой сбор урожая, прибыль, дозы [8].

Урожайность в программе вычисляется через азот почвы, а азот – через кислотность почвы [8, 9].

Алгоритм расчета доз дифференцированного внесения удобрений под планируемую урожайность по средним показателям поля для участков приведен на рис. 1.

Описание алгоритма. Планируемая урожайность по средним пока-



Рис. 1. Алгоритм расчета доз дифференцированного внесения удобрений под планируемую урожайность по средним показателям поля



зателям поля задается для каждого участка. Проводится расчет удобрений, урожая и прибыли на планируемую урожайность. Сравниваются объемы вносимых удобрений по полю и участкам, подсчитывается экономия удобрений.

Алгоритм расчета доз по участкам для пропорционально-дифференцированного внесения удобрений показан на рис. 2.

Описание алгоритма. В цикле изменения коэффициента увеличения урожайности от 1 до 4 с шагом 0,1 надо умножить урожайность без внесения удобрений на этот коэффициент и сделать расчеты по участкам доз, урожая, прибыли.

Этот же коэффициент передается в расчет планируемой урожайности по полю, определяются доза, урожай, прибыль. Далее сравнивается прибыль по полю и участкам. Если прибыль по участкам положительна, то делается запись решения. Решения продолжают до тех пор, пока коэффициент увеличения урожайности не достигнет 4. В условиях выбора решения есть ограничения расчета на его завершение по достигнутой урожайности и объему удобрений на внесение. Результатом расчета является увеличение валового сбора урожая при одном и том же внесении удобрений. Далее иллюстрируется для наглядности расчет доз в приведенных алгоритмах. На рис. 3 показано распределение азота почвы по участкам (участки отсортированы по возрастанию почвенного азота).

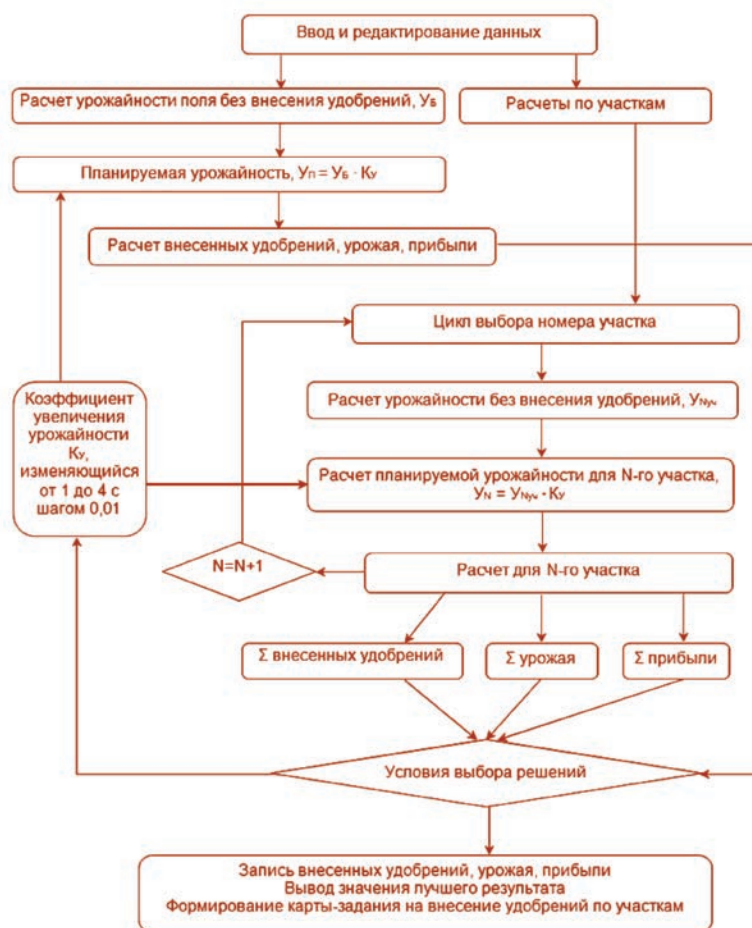


Рис. 2. Алгоритм расчета доз для пропорционально-дифференцированного внесения удобрений по участкам



Рис. 3. Распределение азота почвы по участкам

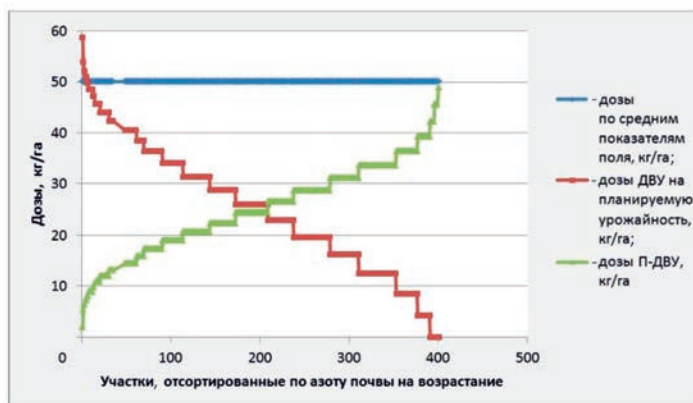


Рис. 4. Дозы внесения удобрений в действующем веществе азота

Хозяйство ЦОС ВИАУ. Минимальное значение азота в почве – 0,7 мг на 100 г, максимальное – 18,28.

На рис. 4 показано распределение доз удобрений под планируемую урожайность 30 ц/га по участкам в действующем веществе азота

по средним показателям поля, для дифференцированного внесения органических удобрений под планируемую урожайность, для пропорционально-дифференцированного внесения минеральных удобрений.

Программа расчета доз для дифференцированного внесения удобрений написана в оболочке VisualBasic. Для сравнения получаемой прибыли по хозяйствам в программе для них установлены одинаковая площадь поля – в 100 га, при этом количество



участков у хозяйств разное и каждый участок имеет свои агрохимические показатели. Одинаковы также вносимое удобрение – нитроаммофоска и гранулированный птичий помет, культура – озимая пшеница, планируемая урожайность по средним показателям поля – 30 ц/га. В расчетах проигрываются решения, в которых прибыль положительна. По окончании расчета на экран выводятся значения лучшего результата по валовому сбору урожая и прибыли, а в базу выходных данных заносится расчет доз для органических и минеральных удобрений по участкам в действующем веществе азота.

Результаты исследований и обсуждение

ООО «Продресурс». Почва – чернозем. Усредненные агрохимические показатели: гумус – 6,4%, pH – 6,3, фосфор – 9,5 мг на 100 г, калий – 9,3 мг на 100 г. Все участки имеют оптимальное и повышенное содержание почвенного азота. Расчет внесения удобрений производится под планируемую урожайность 30 ц/га, площадь поля 100 га, добавочная прибыль на 1 га – 1,51%. Форма расчета положительных решений по добавочной прибыли показана на рис. 5, результаты приведены в табл. 1.

Агрополигон ЦОС ВИАУ. Почва – дерново-подзолистая суглинистая. Усредненные агрохимические показатели: гумус – 1,95%, pH – 5,9, фосфор – 18,3 мг на 100 г; калий – 14,5 мг на 100 г. Участки по содержанию почвенного азота имеют низкие, оптимальные и повышенные показатели.

Расчет внесения удобрений производится под планируемую урожайность 30 ц/га, добавочная прибыль на 1 га составила 9,06%. Форма расчета положительных решений по добавочной прибыли показана на рис. 6, результаты приведены в табл. 2.

ООО «Мурминское». Почва – серо-подзолистая супесчаная, участков – 268. Усредненные агрохимические показатели: гумус – 1,1%, pH – 5,5, фосфор – 19,1 мг на 100 г, калий – 8,78 мг на 100 г. Половина участков с низким содержанием почвенного азота.

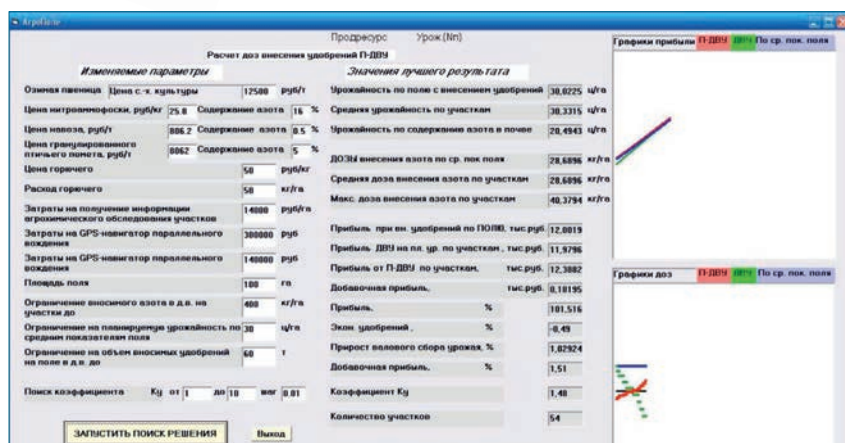


Рис. 5. Форма расчета положительных решений по добавочной прибыли (ООО «Продресурс»)

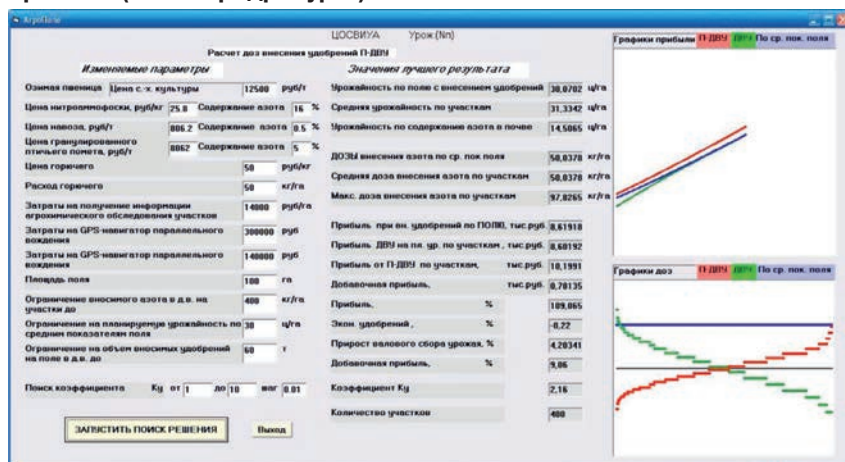


Рис. 6. Форма расчета положительных решений по добавочной прибыли (Агрополигон ЦОС ВИАУ)

Таблица 1. Результаты положительных решений по добавочной прибыли (ООО «Продресурс»)

Ку	Добавочная прибыль, %	Экономия удобрений, %	Увеличение валового сбора урожая, %	Урожайность, ц/га		Доза по полю, кг/га	Средняя доза по участкам, кг/га
				по полю	по участкам		
1,24	0,08	-11,52	0,51	25,15	25,41	14,79	16,72
1,28	0,55	-7,97	0,51	25,96	26,23	17,16	18,65
1,32	0,93	-5,12	0,51	26,77	27,05	19,51	20,56
1,36	1,14	-3,42	0,51	27,58	27,87	21,84	22,61
1,4	1,29	-2,27	0,51	28,39	28,69	24,14	24,7
1,44	1,4	-1,3	0,51	29,21	29,51	26,42	26,77
1,48	1,51	-0,49	0,51	30,02	30,33	28,68	28,82

Таблица 2. Результаты положительных решений по добавочной прибыли (Агрополигон ЦОС ВИАУ)

Ку	Добавочная прибыль, %	Экономия удобрений, %	Увеличение валового сбора урожая, %	Урожайность, ц/га		Доза по полю, кг/га	Средняя доза по участкам, кг/га
				по полю	по участкам		
1,5	25,12	-8,81	4,21	20,87	21,75	23,09	25,32
1,6	18,44	-5,2	4,21	22,27	23,21	27,38	28,88
1,7	15,14	-3,06	4,21	23,66	24,66	31,6	32,59
1,8	13	-1,83	4,21	25,05	26,11	35,73	36,39
1,9	11,5	-1,05	4,2	26,44	27,56	39,79	40,21
2	10,38	-0,6	4,2	27,84	29,01	43,78	44,04
2,1	9,49	-0,35	4,2	29,23	30,46	47,71	47,87
2,15	9,06	-0,22	4,2	30,07	31,33	50,03	50,14

Расчет внесения удобрений производится под планируемую урожайность 30 ц/га, добавочная прибыль на 1 га составила 41,48%. Форма расчета положительных решений по добавочной прибыли показана на рис. 7, результаты приведены в табл. 3.

Выводы

1. Расчеты показали, что наиболее эффективно внесение удобрений на супесчаных почвах: обеспечивает добавочную прибыль 41,48%, на дерново-подзолистых почвах – 9,06, на черноземах – 1,51% при одинаковой урожайности 30 ц/га. Процент увеличения валового сбора урожая в расчетах не меняется, он может служить параметром вариальности показателей почвенного азота по участкам.

2. Способ пропорционально-дифференцированного внесения минеральных удобрений совместно с дифференцированным внесением органических удобрений на планируемую урожайность для всех типов почв дает стабильное превышение прибыли по сравнению с внесением удобрений по средним показателям поля, позволяет вдвое уменьшить количество вносимых минеральных удобрений, увеличить валовой сбор урожая, получить положительный экономический эффект и решить задачу эффективного использования ресурсосберегающих элементов технологий точного земледелия.

Список

использованных источников

1. Сычев В.Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования. М.: РАН, 2019. 325 с.
2. Минеев В.Г. Агрохимия: классический университетский учебник для стран СНГ. М.: ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, 2017. 854 с.
3. Державин Л.М., Афанасьев Р.А., Мерзлая Г.Е. Методология комплексного применения удобрений и пестицидов в интенсивном земледелии. М.: ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, 2016. 344 с.
4. Державин Л.М. Методология проектирования применения удобрений и других средств химизации в ресурсосберегающих агротехнологиях при модернизации земледелия // Агрохимия. 2013. № 8. С. 18-29.
5. Белых С.А., Личман Г.И., Марченко А.Н. Метод составления карт-заданий

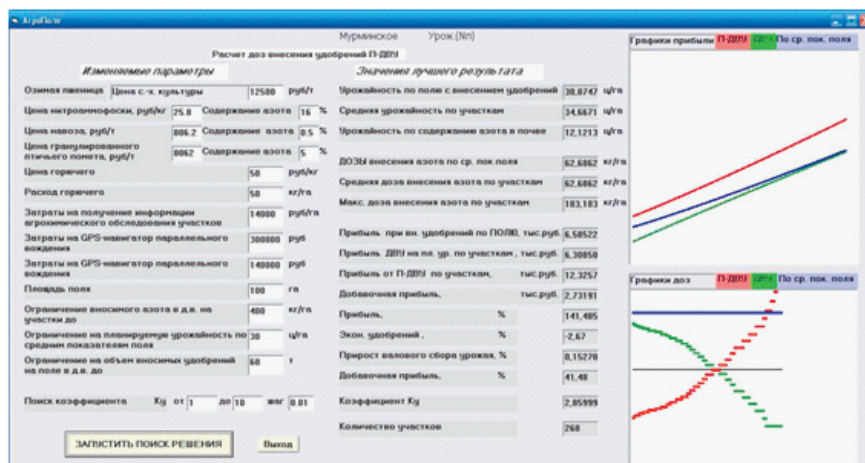


Рис. 7. Форма расчета положительных решений по добавочной прибыли (ООО «Мурминское»)

Таблица 3. Результаты положительных решений по добавочной прибыли (ООО «Мурминское»)

Ку	Добавочная прибыль, %	Экономия удобрений, %	Увеличение валового сбора урожая, %	Урожайность, ц/га		Доза по полю, кг/га	Средняя доза по участкам, кг/га
				по полю	по участкам		
2,2	164,12	-8,93	15,27	23,13	26,66	42,63	46,81
2,3	103,53	-7,36	15,27	24,18	27,87	45,78	49,42
2,4	77,76	-6,24	15,27	25,23	29,09	48,89	52,14
2,5	63,59	-5,25	15,27	26,28	30,3	51,96	54,83
2,6	54,59	-4,39	15,27	27,33	31,51	54,98	57,5
2,7	48,31	-3,67	15,27	28,39	32,72	57,97	60,18
2,8	43,7	-3,03	15,27	29,44	33,93	60,93	62,82
2,85	41,48	-2,67	15,27	30,07	34,66	62,68	64,4

для дифференцированного внесения органо-минеральных удобрений // Международная агроинженерия. 2016. № 4. С. 14-19.

6. Подходы к оценке эффективности дифференцированного применения удобрений / Г.И. Личман [и др.] // Система технологий и машин для инновационного развития АПК России: сб. науч. докл. Междунауч.-техн. конф., посвящ. 145-летию со дня рождения основоположника сельскохозяйственной механики академика В.П. Горячкина. Ч. 2. М. 2013. С. 312-317.

7. Личман Г.И., Белых С.А., Марченко А.Н. Способы внесения удобрений в системе точного земледелия // С.-х. машины и технологии. 2018. Т. 12. № 4. С. 4-9.

8. Личман Г.И., Белых С.А. Функции отзывчивости и использование их в точном земледелии // Сб. науч. докл. Международной науч.-техн. конф. «Инновационное развитие АПК России на базе интеллектуальных машинных технологий». М.: ФГБНУ ВИМ, 2014. С. 442-446.

9. Личман Г.И., Белых С.А. Функции отзывчивости для планирования урожайности сельскохозяйственных культур при дифференцированном внесении удобрений //

Сб. науч. докл. Междунауч.-техн. конф. «Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства». Ч. 2. М.: ФГБНУ ВИМ, 2015. С. 186-190.

Cost-effective Rate Calculation for Differential Fertilizer Application

S.A. Belykh, S.V. Mitrofanov

(Institute of Agricultural Technical Support, a branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM)

G.I. Lichman, A.N. Marchenko

(Federal Scientific Agroengineering Center VIM)

Summary. An analysis of profit to be obtained from the method of differential mineral fertilizer application in proportion to soil nitrogen and organic fertilizer application based on the planned yield in comparison with the profit to be obtained from the fertilizer application rate based on the average field performance is presented.

Keywords: differentiated fertilizer application, planned yield, gross yield, fertilizer rate calculation, profit.



ЮГАГРО

27-я Международная выставка

сельскохозяйственной техники,
оборудования и материалов
для производства и переработки
растениеводческой
сельхозпродукции

24-27 ноября 2020

Краснодар,
ул. Конгрессная, 1
ВКК «Экспоград Юг»



СЕЛЬСКО-
ХОЗЯЙСТВЕННАЯ
ТЕХНИКА
И ЗАПЧАСТИ



ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ПОЛИВА
И ТЕПЛИЦ



АГРО-
ХИМИЧЕСКАЯ
ПРОДУКЦИЯ
И СЕМЕНА



ХРАНЕНИЕ
И ПЕРЕРАБОТКА
СЕЛЬХОЗ-
ПРОДУКЦИИ

Бесплатный билет
YUGAGRO.ORG

Генеральный
партнер

РОСТСЕЛЬМАШ
Агротехника Профессионалов

Стратегический
спонсор

CLAAS

Генеральный
спонсор



Официальный
партнер

**ШЕЛКОВО
АГРОХИМ**

Официальный
спонсор



Спонсор
деловой
программы



Спонсор
информационных
стоек



Спонсоры
выставки

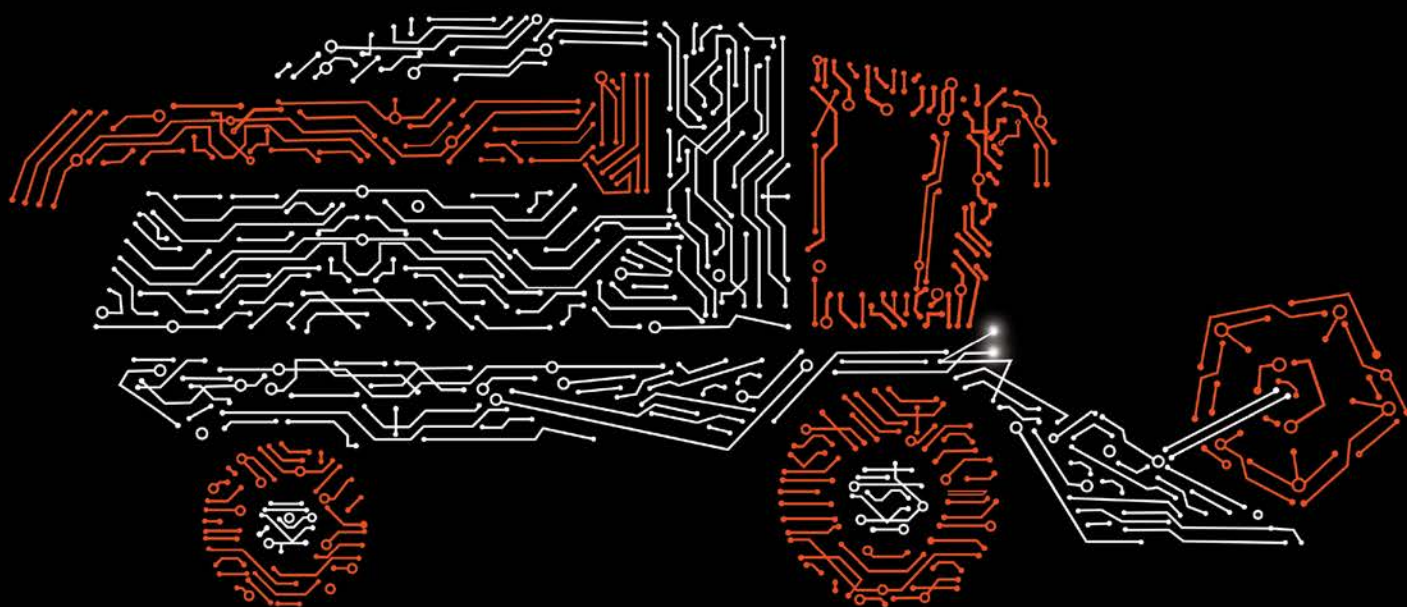
syngenta®



AGROSALON

МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ

6-9 OCTOBER
ОКТАБРЯ 2020



WWW.AGROSALON.RU