



ISSN 2073-7599

Сельскохозяйственные МАШИНЫ и ТЕХНОЛОГИИ

№ 6 2016

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЖУРНАЛ

МОНИТОРИНГ УПРАВЛЕНИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ ОБЪЕКТАМИ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО
УРОВНЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН



Селекционный комбайн Classic с новой жаткой ВНИИ МК для уборки подсолнечника



Уважаемые читатели!

От всей души поздравляю вас с Новым 2017 годом!

Пусть этот год будет удачным в каждой семье!

*Желаю в Новом году крепкого здоровья, благополучия вам
и вашим близким, большого человеческого счастья,
уверенности в завтрашнем дне, дальнейших
творческих успехов на благо нашей великой Родины.*

Директор Центра ВИМ,

академик РАН

А. Ю. Измайлов



Сельскохозяйственные МАШИНЫ и ТЕХНОЛОГИИ

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства» Российской академии наук

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ
И ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЖУРНАЛ

Журнал зарегистрирован Федеральной службой
по надзору за соблюдением законодательства
в сфере массовых коммуникаций и охране
культурного наследия

Свидетельство ПИ № ФС77-27860
от 12 апреля 2007 г.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

В.А. Колесникова,

канд. техн. наук, заслуженный
работник сельского хозяйства РФ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ:

В.В. Альт, академик РАН,
СибФТИ, Новосибирск

А.А. Ежевский, почетный академик
РАСХН, ГОСНИТИ, Москва

М.Н. Ерохин, академик РАН,
РГАУ-МСХА, Москва

Ю.А. Иванов, академик РАН,
ВНИИМЖ, Москва

А.Ю. Измаилов, академик РАН,
ВИМ, Москва

И.М. Куликов, академик РАН,
ВСТИСП, Москва

Ю.Ф. Лачуга, академик РАН,
Москва

Э.И. Липкович, академик РАН,
АЧИИ ДГАУ, зерноград

Я.П. Лобачевский, член-корр. РАН,
д.т.н., проф., ВИМ, Москва

В.Д. Попов, академик РАН,
ИАЭП, Санкт-Петербург

Б.А. Рунов, академик РАН,
ЦНСХБ, Москва

Д.С. Стребков, академик РАН,
ВИЭСХ, Москва

В.И. Черноиванов, академик РАН,
ГОСНИТИ, Москва

ИНОСТРАННЫЕ ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ:

В.И. Кравчук, член-корр. НААН
Украины, Киев

Ж.С. Садыков, д.т.н., проф.,
НИИ АИПИИТ, КазНАУ,

Казахстан, Алматы

С.Г. Яковчик, к.с.-х.н., НПЦ НАН
Беларуси, Минск

НАД НОМЕРОМ РАБОТАЛИ:

В.В. Бижаев

С.В. Гришуткина

Р.М. Нурбагандова

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

109428, Москва,

1-й Институтский проезд, 5

Телефоны: (499) 174-88-11

(499) 174-89-01

E-mail: smit@vim.ru

**Журнал включен в перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ
для публикации трудов соискателей ученых степеней кандидата и доктора наук**

СОДЕРЖАНИЕ

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

Измаилов А.Ю., Макаров В.А.

К вопросу обоснования технико-экономического уровня
сельскохозяйственных машин и оборудования 3

Жук А.Ф.

Способ противэрозионной обработки почвы 10

Руденко Н.Е., Кайванов С.Д., Завялик Ф.Н.

Инновационная стрельчатая почвообрабатывающая лапа 16

Сидоров С.А., Поткин С.Н., Миронов Д.А., Лискин И.В.

Комбинированные лабораторные исследования материалов
рабочих органов на абразивный износ 21

**Гончаров Н.Т., Колесникова В.А., Афонина И.И., Хорошенков В.К.,
Алексеев И.С., Лонин С.Э., Лужнова Е.С.**

Мониторинг управления сельскохозяйственными мобильными и
стационарными объектами 27

Коротченя В.М.

Техническая эффективность использования сельскохозяйственных
ресурсов в России 33

Шафоростов В.Д., Макаров С.С., Елизаров П.А.

Инновационная жатка к селекционному комбайну для уборки опыт-
ных делянок подсолнечника 40

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

Спеваков Р.И.

Усовершенствованная технология уборки хлопка-сырца 45

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). Полные тексты
статей размещены на сайте электронной научной библиотеки: elibrary.ru



Founder and publisher:
Federal State Budgetary
Scientific Institution
"Federal Scientific
Agroengineering Center VIM"
of Russian Academy of Science

SCIENTIFIC-PRODUCTION AND
INFORMATION JOURNAL

The journal is registered by Federal Agency
of supervision of legislation observance
of mass communications sphere and cultural
heritage protection

Certificate ПИ № ФС77-27860
from April, 12th, 2007

EDITOR-IN-CHIEF
Kolesnikova V.A.

EDITORIAL BOARD:

Al't V.V. – D.Sc.(Eng), m. of RAS
Ezhevskiy A.A. – honorary m. of RAAS
Erokhin M.N. – D.Sc.(Eng), m. of RAS
Ivanov Yu.A. – D.Sc.(Agr.), m. of RAS
Izmaylov A.Yu. – D.Sc.(Eng), m. of RAS
Lachuga Yu.F. – D.Sc.(Eng), m. of RAS
Lipkovich E.I. – D.Sc.(Eng), m. of RAS
Lobachevskiy Ya.P. – corr.m. of RAS,
D.Sc.(Eng), prof.
Popov V.D. – D.Sc.(Eng), m. of RAS
Runov B.A. – D.Sc.(Eng), m. of RAS
Strebkov D.S. – D.Sc.(Eng), m. of RAS
Chernoivanov V.I. – D.Sc.(Eng), m. of RAS

EDITORIAL BOARD
FOREIGN MEMBERS:

Kravchuk V.I. – D.Sc.(Eng), corr.m. of NAAS
of Ukraine
Sadykov Zh.S. – D.Sc.(Eng), prof.
of Kazakhstan
Yakovchik S.G. – C.Sc.(Agr.), SPC of NAS
of Belarus

THEY WORKED
WITH JOURNAL ISSUE:

Bizhaev V.V.
Grishutkina S.V.
Nurbagandova R.M.

EDITORS OFFICE'S ADDRESS

109428, Moscow,
1st Institutskiy proezd, 5
Tel.: +7 (499) 174-88-11
+7 (499) 174-89-01
E-mail: smit@vim.ru

Printed by FSAC VIM
Russian Academy of Science

The journal is included in the Russian
Index of Scientific Citation (RISC).
Full texts of articles are placed on the
website of electronic library: elibrary.ru

The format is 205 × 290 mm
Passed for printing 15.11.2016
The circulation is 500 copies

[SEL'SKOKHOZYAYSTVENNYE MASHINY I TEKHNologii]

CONTENTS

NEW TECHNICS AND TECHNOLOGIES

A.Yu. Izmailov, V.A. Makarov

Revisiting justification of techno-economic level of agricultural machines
and equipment 3

A.F. Zhuk

Conservation tillage method 10

N.E. Rudenko, S.D. Kayvanov, F.N. Zavyalik

Innovative V-shaped cultivating tine 16

S.A. Sidorov, S.N. Potkin, D.A. Mironov, I.V. Liskin

Combined laboratory abrasion test of working tools materials 21

**N.T. Goncharov, V.A. Kolesnikova, I.I. Afonina, V.K. Khoroshenkov,
I.S. Alekseev, S.E. Lonin, E.S. Luzhnova**

Monitoring control of agricultural mobile and stationary objects 27

V.M. Korotchenya

Technical efficiency of agricultural resources use in Russia 33

V.D. Shaforostov, S.S. Makarov, P.A. Elizarov

Innovative sunflower plot trial header for a plot combine 40

FOREING EXPERIENCE

R.I. Spevakov

Improved technology of row cotton harvesting 45

*The journal is included in the periodical editions list
for the International data base AGRIS*

*Журнал включен в список периодических изданий
для Международной базы данных AGRIS*

Редакция журнала не несет ответственности за информацию, содержащуюся в статье.
Перепечатка материалов, опубликованных в журнале, допускается только с разрешения редакции.

УДК 631.3:658.011.46

DOI 10.22314.2073-7599-2016.6.3-9

К ВОПРОСУ ОБОСНОВАНИЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО УРОВНЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

Измайлов А.Ю.¹, докт. техн. наук, академик РАН; Макаров В.А.^{2*}, докт. техн. наук, профессор

¹Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, 1-й Институтский проезд, 5, Москва, 109428, Российская Федерация

²Всероссийский научно-исследовательский институт механизации и информатизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства, ул. Щорса, 38/11, Рязань, 390025, Российская Федерация, *e-mail: gnu@vnims.ryazan.ru

В последние годы на российский рынок поступает много сельскохозяйственной техники и оборудования как отечественного, так и зарубежного производства. Однако методикам обоснования технико-экономического уровня (ТЭУ) применяемых машин и оборудования не уделяется должного внимания. Намечены пути повышения эффективности производства сельскохозяйственной продукции с использованием системы технико-экономических показателей, направленных на совершенствование техники. Отмечено, что под технико-экономическим уровнем понимается относительная количественная характеристика машин и степень совершенствования их технико-эксплуатационных и экономических показателей по сравнению с базовым вариантом. При проведении исследований применен программно-целевой принцип, а также байесовский подход в условиях использования выборок малого объема. Разработана и теоретически обоснована методика оценки технического уровня машин и оборудования для сельскохозяйственного производства. Установлено, что при отсутствии параметрической характеристики для разрабатываемых машин и оборудования показателем технико-экономического уровня служит коэффициент полноты информации. Его определяют исходя из перечня показателей, их значимости (весомости), интерпретации и анализа ТЭУ, что необходимо для рекомендаций для принятия решений. Использование методики предполагает, что значимость единичных показателей относительно одной характеристики одинакова и равна единице. Поскольку показатели носят вероятностный характер, исследователь должен учитывать значения, полученные в различных условиях. Теоретически установлено, что ТЭУ представляет обобщенный показатель степени совершенствования оцениваемой машины или оборудования и вычисляется по соответствующим формулам и критериям. Методика позволяет объективно определить ТЭУ выпускаемых и разрабатываемых машин и оборудования, а анализ составляющих дает возможность выявить резервы повышения эффективности различных технологических средств.

Ключевые слова: сельскохозяйственные машины и оборудование, технико-экономический уровень, эффективность технологических средств, программно-целевой принцип, байесовский подход.

■ **Для цитирования:** Измайлов А.Ю., Макаров В.А. К вопросу обоснования технико-экономического уровня сельскохозяйственных машин и оборудования // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2016. №6. С. 3-9 DOI 10.22314.2073-7599-2016.6.3-9

REVISITING JUSTIFICATION OF TECHNO-ECONOMIC LEVEL OF AGRICULTURAL MACHINES AND EQUIPMENT

A.Yu. Izmailov¹, Dr.Sci.(Eng.), RAS full member, V.A. Makarov^{2*}, Dr.Sci.(Eng.), professor

¹Federal Scientific Agroengineering Center VIM, 1st Institutskiy proezd, 5, Moscow, 109428, Russian Federation

²All-Russia Research Institute of Mechanization and Informatization of Agrochemical Service of Agriculture, Nakhimov St., 38/11, Ryazan, 390025, Russian Federation, *e-mail: gnu@vnims.ryazan.ru

In recent years, a large amount of technology and equipment of both domestic and foreign production for agriculture comes in Russia. However, neglected domestic printing techniques justification technical-and-economic level (TEL) used machinery and equipment is not given. The authors outline ways to improve efficiency of agricultural production with use of techno-economic indicators system aimed at machinery improving. TEL means the relative quantitative characteristic of the machines and the degree of improvement of its performance and economic indicators compared to the characteristics of the basic option. When carrying out researches the program and target principle, and also Bayesian approach in the

conditions of use of small samples were applied. Absent the parametrical characteristic for the developed machines and equipment, as an indicator of technical and economic level serves the coefficient of completeness of information. It is determined taking account the list of indicators, their importance (ponderability), interpretation and the analysis of TEL that is necessary for development of recommendations for decision making. Use of a technique hypothesizes that the importance of single indicators relative to one characteristic is the same and is equal to one. As indicators have probabilistic character, the researcher should consider the values received in various conditions. TEL is the overall index of enhancement of the estimated machine or equipment and is calculated on the corresponding formulas and criteria. The technique allows to determine objectively TEL of the current and future machines and equipment, and the analysis of components gives the chance to reveal allowances of increase in efficiency of various technological means.

Keywords: Agricultural machinery and equipment, Technical and economic level; Efficiency of technological means; Program and target principle; Bayesian approach.

■ **For citations:** Izmailov A.Yu., Makarov V.A. Revisiting justification of techno-economic level of agricultural machines and equipment. *Sel'skokhozyaystvennye mashinyi tekhnologii*. 2016; 6: 00 DOI 10.22314.2073-7599-2016.6.3-9 (In Russian)

В последнее время в научных публикациях не уделяется должного внимания вопросам эффективного выбора и использования сельскохозяйственных машин и оборудования в аграрном производстве.

Повышение эффективности отрасли во многом зависит от системы мероприятий и технического уровня применяемых машин и оборудования. Чтобы эффективно управлять научно-техническим прогрессом, необходимо обосновывать направления совершенствования техники. Из этого следует, что технико-экономический уровень машин нужно определять на всех стадиях их разработки и эксплуатации.

Цель исследований – выявление недостатков существующих методик оценки технического уровня применяемых машин (техническое, конструктивное решение, совершенствование и новизна), разработка экономических критериев, теоретическое обоснование методики оценки технического уровня выпускаемых и перспективных машин и оборудования для сельскохозяйственного производства.

Материалы и методы. Под технико-экономическим уровнем мы понимаем относительную количественную характеристику степени совершенства машины и оборудования, основанную на сопоставлении ее технико-эксплуатационных и экономических показателей с этими же характеристиками базового варианта. При исследованиях применяется программно-целевой принцип с байесовским подходом в условиях использования выборок малого объема.

Результаты и обсуждение. Применительно к сельскохозяйственным машинам необходимо руководствоваться общей методикой оценки технического уровня, отраслевыми стандартами для комплексной оценки, применяемыми в растениеводстве.

Вместе с тем, как общие, так и частные методики оценки технического уровня сельскохозяйствен-

ных машин имеют существенные недостатки:

- понятие качества машин разделяется на технический уровень (техническое, прежде всего конструктивное совершенство) и новизну;

- при оценке качества эксплуатации в перечень показателей, по которым определяется технический уровень, не входят экономические критерии;

- весомость групп показателей для всех видов техники принята одинаковой, что противоречит определению технико-экономического уровня в нормативных документах;

- так как показатели, по которым оценивается технико-экономический уровень машин (ТЭУ), носят вероятностный характер, то и ТЭУ также должен выражаться вероятностной величиной (доверительным интервалом);

- в методиках не отражены принципы принятия решений по показателям технического уровня, поэтому полученные результаты нельзя использовать для составления окончательного заключения по итогам испытаний.

С позиций понятия ТЭУ для машин и оборудования можно выделить две стадии их разработки и использования технического решения, выполненного на уровне идеи, и технического задания или лабораторного образца. Если достоверные показатели отсутствуют, то на этом этапе задача состоит в том, чтобы дать объективное заключение о необходимости проведения дальнейших исследований. Если же имеется информация о технико-эксплуатационных и экономических показателях машины, полученная в результате проведения производственных, ведомственных или государственных испытаний, то задача состоит в том, чтобы дать объективное заключение для принятия решения о выпуске машины и указать направления повышения ее качества.

Для разрабатываемых машин, по которым отсутствует параметрическая информация, показателем ТЭУ служит коэффициент полноты [1]. Он

Table 1 ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПОКАЗАТЕЛИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО УРОВНЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ PARAMETERS OF TECHNICAL-AND-ECONOMIC LEVEL OF AGRICULTURAL MACHINES AND EQUIPMENT	
Характеристики / Performance	Показатели / Indicators
Снижение затрат труда Reduction in labor input	Удельные затраты труда. Число высвобожденных работников / Labor content per unit of output
Улучшение качества работы Quality improving	Показатели качества выполнения технологического процесса / Indicators of quality of technological process performance
Снижение затрат средств Cost saving	Удельные капиталовложения. Удельные эксплуатационные расходы / Specific capital investments. Specific operating costs
Повышение надежности Reliability improvement	Коэффициенты готовности, надежности технологического процесса / Availability factor of technological process
Улучшение условий труда Improvement of working conditions	Уровень запыленности, шума, концентрации вредных веществ / Level of dust, noise, hazardous substances concentration
Повышение уровня унификации Increase of unification level	Коэффициент применяемости / Coefficient of applicability
Снижение энергоемкости Energy intensity reduction	Энергоемкость / Energy intensity
Повышение эксплуатационной технологичности Increase of maintainability	Монтажепригодность / Maintainability
Снижение материалоемкости Materials-output ratio reduction	Материалоемкость / Materials-output ratio
Повышение патентоспособности Increase of patentability	Патентоспособность / Patentability

характеризует потенциальный ТЭУ разрабатываемой машины и определяется при сопоставлении технического решения с генеральной определительной таблицей (ГОТ).

ГОТ – это система взвешенных характеристик объекта прогнозирования, позволяющая преобразовывать его качественное описание в обобщенную количественную оценку.

Рассмотрим процесс определения ТЭУ машин, по которым имеется параметрическая информация. Он состоит из следующих этапов:

- выявление перечня показателей;
- определение их значимости (весомости);
- получение исходных данных о показателях оцениваемой машины;
- выбор базового образца и сбор исходной информации о нем;
- интерпретация и анализ ТЭУ и подготовка рекомендаций для принятия решения.

В известных нормативных документах предусмотрен перечень показателей, по которым определяется ТЭУ, там же указаны и способы определения их значимости. Однако отсутствие системного подхода не позволяет достаточно объективно объединить в группы все показатели и выявить значимость этих групп. Кроме того, как отмечалось выше, в этих перечнях отсутствуют экономические показатели.

В связи с этим предложен программно-целевой принцип объединения показателей в группы и обоснования значимости групп. Сущность этого принципа состоит в построении дерева целей. На верхнем его уровне главная цель – разработать и наладить выпуск машин и оборудования, обеспечивающих дальнейшее ускорение технического прогресса в сельскохозяйственном производстве. Эта цель подвергается декомпозиции на характеристики второго уровня по видам техники. Наконец, характеристики подвергаются декомпозиции на показатели машин (цель третьего уровня).

Опыт показывает, что характеристики (цели второго уровня) машин для технологических решений могут быть представлены одним перечнем (табл. 1). Пересчет же показателей (цели третьего уровня) изменяется в зависимости от вида оцениваемой техники по таким характеристикам, как качество работы и условия труда.

Зависимость характеристик устанавливается с помощью экспертов по известным методикам, причем оценки от экспертов получают в абсолютных (ненормированных) величинах, так как даже опытные специалисты не смогут разложить единицу на $m=10$ величин, экспоненциально учитываемых в соответствии с их рангами. Такое разложение можно осуществить при $m \geq 5$.

Использование данной методики предполагает,

что значимость единичных показателей относительно одной характеристики одинакова и равна единице.

Однако допускается, что степень влияния показателей на характеристику может быть различной, тогда это различие необходимо выявить и учесть.

При определении ТЭУ учитывается, что его значение характеризует степень совершенствования машины и оборудования с точки зрения требований, сформулированных к настоящему времени, то есть в момент оценки. Но так как требования со временем меняются, то характеристики и их значимость периодически пересматриваются.

Далее определяют численные значения показателей оцениваемой машины и оборудования. При этом необходимо учитывать две особенности полученных исходных данных.

Во-первых, значения показателей носят вероятностный характер, поэтому и значения ТЭУ имеют ту же особенность.

Во-вторых, исследователь может располагать значениями показателей, которые получены в различных условиях и организациях и также различаются между собой.

Первую особенность учитывают следующим образом. По каждому показателю определяют среднее значение и доверительный интервал с заданной вероятностью, например по ГОСТу. Затем вычисляют ТЭУ и его доверительный интервал.

Вторая особенность требует использования байесовского подхода. Рассмотрим его применительно к нашей задаче.

Пусть по результатам испытаний машины получены исходные данные о некоторых показателях. При обработке результатов исследований выявлена функция плотности распределения F вероятностей $p(x/\theta)$ для вектора случайных наблюдений и вектора параметров θ . Под параметрами θ понимают параметры распределения, например, математическое ожидание m и дисперсию σ^2 .

Вместе с тем известна информация о данном показателе, полученная из других источников, например протоколов испытаний. Такую информацию называют априорной, функцию плотности распределения вероятности – тоже априорной и обозначают $p(\theta)$. В теореме Байеса известно, что совместная функция плотности параметров θ при условии заданной выборочной информации x может быть представлена в виде:

$$(\theta) = p(\theta)p(x/\theta) \sim \theta p(x/10), \quad (1)$$

где $\sim$ – символ пропорциональности, а нормирующая постоянная определяется из выражения:

$$p(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} p(\theta)p(x/\theta)d\theta.$$

Если функция априорная и правдоподобие име-

ет нормальное распределение, то ее записывают как априорную функцию для математического ожидания m :

$$p(m) = \sqrt{2\pi\delta_a^{-1}} \exp\left[-\frac{1}{2\delta_a^2}(m-m_a)^2\right] \quad (2)$$

где δ_a^2 – априорная дисперсия;

m_a – априорное математическое ожидание.

Функцию правдоподобия для неизвестного параметра m можно представить в виде:

$$p(x/m\delta_n^2) = (2\pi\delta_n^2)^{n/2} \exp\left[-\frac{1}{2\delta_n^2} \sum_{i=1}^n (x_i - m)^2\right], \quad (3)$$

где δ_n^2 – известная дисперсия по заданной выборке.

Тогда в соответствии с (1) получим апостериорную функцию для получения параметра m , которую можно записать в виде:

$$p(m/\delta_n^2) = \exp\left[-\frac{1}{2\delta_n^2} \cdot \frac{m - m_a}{\delta_n^2} + \frac{n}{\delta_n^2} (m - x)^2\right] \quad (4)$$

Из выражения (4) видно, что параметр m также нормально распределен с математическим ожиданием:

$$M_{(m)} = \frac{x\delta_n^2 + m_a\delta_n^2/n}{\delta_n^2 + \delta_n^2/n} \quad (5)$$

и дисперсией:

$$D_{(m)} = \frac{\delta_n^2 \cdot \delta_n^2/n}{\delta_n^2 + \delta_n^2/n}. \quad (6)$$

Используя выражения (5) и (6), вычисляем доверительный интервал для показателя:

$$m = M_{(m)} \pm t_a \sqrt{D(M)}/\sqrt{n} \quad (7)$$

где t_a – критерий Стьюдента с уровнем значимости a (обычно $a < 0,10$).

По мере поступления новой информации о показателях машины вычисляем новые апостериорные математическое ожидание и дисперсию, используя байесовский подход [2, 3]. Для этого по новым данным определяем функцию правдоподобия, а вычисленную ранее апостериорную функцию используем как априорную [4-9].

Таким образом, применение байесовского подхода, особенно в условиях использования выборок малого объема, позволяет получить более точные оценки данного показателя и использовать всю имеющуюся информацию о машине или оборудовании.

ТЭУ представляет собой обобщенный показатель степени совершенства оцениваемой машины и вычисляется по формуле:

$$K = \sum_{i=1}^m g_i \varphi_i / \sum_{i=1}^m \varphi_i, \quad (8)$$

где g_i – обобщенный показатель, относительное из-

менение группы показателей оцениваемой машины по сравнению с базой по i -й характеристике;

φ_i – значимость i -й характеристики;

k – общее число характеристик.

Определяем относительное изменение группы:

$$g_i = \sqrt{\prod_{k=1}^i g_{ki}}, \quad k = 1 \dots i, \quad (9)$$

где i – число показателей данной группы, соответствующих i -й характеристике;

g_{ki} – относительное изменение единичного k -го показателя.

Величина g_{ki} определяется по формуле:

$$(s_\delta - \beta)/(s - \beta), \text{ при } s \rightarrow \beta \neq 0, \\ g_{ki} = s / s_\delta, s \rightarrow \max, s_\delta / s, s \rightarrow \min, \quad (10)$$

где s_δ и s – значения показателя соответствия базовой и оцениваемой машины;

β – известный обоснованный предел изменения показателя (индексы k и i опущены).

В зависимости от того, как должен в соответствии с техническим прогрессом изменяться показатель, применяют ту или иную формулу. Если по-

Случайные величины в числителе формулы (9) суммируют следующим образом. Учитывая, что случайные величины неизвестны, а следовательно, и произведения $g_i \varphi_i$ также независимы, в соответствии с теоремой сложения математических ожиданий получим:

$$M \left[\sum_{i=1}^m \Delta g_i \varphi_i \right] = \sum_i^m [g_i \varphi_i]. \quad (11)$$

Для нахождения доверительного отклонения от K при вычислении числителя по (9) достаточно иметь дисперсию $D(g)$, по всем характеристикам или вероятные отклонения

$$\Delta g_i \varphi_i = \varphi_i t_a \sqrt{D_{g_i}} / \sqrt{n}, \quad (12)$$

которые пропорциональны корню квадратному из величины дисперсии. Так как дисперсия суммы корреляционных случайных величин равна сумме дисперсий слагаемых, то сумма отклонений (12) их величин равна сумме отклонений слагаемых:

$$E \left[\sum_{i=1}^m \Delta g_i \varphi_i \right] = \sum_i^m [g_i \varphi_i]. \quad (13)$$

Table 2		КРИТЕРИИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО УРОВНЯ CRITERIA FOR TECHNICAL-AND-ECONOMIC LEVEL	
Значения Amount	Критерии Criteria	Оценка ТЭУ машины, если за базовый вариант принят образец Machine TEL assessment if the sample is taken for basic option	
		отечественный domestic	лучший зарубежный best foreign
Менее / less than 1,00	5	неперспективна unpromising	неперспективна unpromising
1,00...1,19	4	неперспективна unpromising	перспективна promising
1,20...1,39	3	мало перспективна little promising	весьма перспективна considerably promising
1,40...1,59	2	перспективна promising	весьма перспективна considerably promising
1,60 и более / and more	1	весьма перспективна considerably promising	весьма перспективна considerably promising

казатель должен увеличиться и известен обоснованный его предел (например, коэффициент готовности для которого $\beta=1$), причем этот предел пока не достигнут ни для базовой, ни для оцениваемой машины, то применяют формулу (9). Если же предел изменения показателя не известен или стремится к нулю, или достигнут известный предел, отличный от нуля, то используют формулы (10).

При определении удельных показателей машин в соответствии с выбранным перечнем (табл. 1), а также при вычислении относительных изменений единичных показателей по формулам (9)-(10) выполняют деление случайных величин [10-14]. Для вычисления математического ожидания и дисперсии используют методы численного интегрирования функций распределения [4-6].

Таким образом, по выражению (9) находят среднее значение ТЭУ, а пределы его изменения вычисляют по соотношению:

$$K_n = (\sum_{i=1}^m g_i \varphi_i - \sum_{i=1}^m \Delta g_i \varphi_i) / \sum_{i=1}^m \varphi_i. \quad (14)$$

Вычисленный по (7)-(14) ТЭУ сопоставляют со шкалой категорий технико-экономического уровня (табл. 2).

При этом поступают следующим образом. Выбирают ту шкалу ТЭУ, в которой интервал по таблице 2 пересекается с вычисленным верхним доверительным пределом K .

Такой подход обоснован известными статистическими методами оценки: если доверительные интервалы двух величин M и N содержат такие зна-

чения, что $M - N = 0$, то разница между этими величинами на заданном уровне значимости несущественна.

Шкала для оценки ТЭУ определена в соответствии со средними сроками внедрения новых машин и требованиями научно-технического прогресса.

Независимо от величины K оцениваемую машину относят к категории неперспективных в тех случаях, если по качеству работы, условиям труда и надежности она имеет хотя бы один показатель, не соответствующий агропотребованиям.

Таким образом, описанный метод позволяет объективно выявить ТЭУ выпускаемых и разрабатываемых машин, а анализ составляющих ТЭУ дает возможность определить резервы повышения эффективности различных технологических средств.

Выводы

1. Существующие методики оценки технического уровня сельскохозяйственных машин имеют существенные недостатки:

- уровень качества не предусматривает экономических критериев;
- в методиках не отражены принципы принятия решений по показателям технического уровня.

2. В разработанной методике для определения ТЭУ машин, по которым имеется параметрическая информация, предложен программно-целевой прин-

цип объединения показателей в группы и обоснования значимости групп, при этом по каждому показателю определяют среднее значение и доверительный интервал с заданной вероятностью.

3. По мере поступления новой информации о показателях машины используется байесовский подход, который позволяет получить более точные оценки данного показателя и использовать всю имеющуюся информацию о машине или оборудовании.

4. Если на разрабатываемые машины отсутствует параметрическая информация, то показателем ТЭУ служит коэффициент полноты, который характеризует потенциальный ТЭУ разрабатываемой машины и определяется при сопоставлении технического решения с генеральной определительной таблицей.

5. Оцениваемую машину относят к категории неперспективных в тех случаях, если по качеству работы, условиям труда и надежности она имеет хотя бы один показатель, не соответствующий агропотребованиям.

6. Предложенный метод позволяет объективно выявить ТЭУ выпускаемых и разрабатываемых машин, а анализ составляющих ТЭУ дает возможность определить резервы повышения эффективности различных технологических средств.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гмошинский В.Г., Флиорент Г.И. Теоретические основы инженерного прогнозирования. М.: Наука, 1993. 237 с.
2. Рабочая книга по прогнозированию / под ред. И.В. Бестужева-Лады. М.: Мысль, 1982. 198 с.
3. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике. М.: Физматгиз, 1963. 870 с.
4. Розкокоха В.П. Анализ инновационных стратегий промышленного предприятия. URL: <http://www.be5.biz/ekonomika/r2012/2448.htm> (Дата обращения 11.19.2016).
5. Гатаулин А.М., Гаврилов Г.В., Сорокина Т.М. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве. СПб.: Гранит, 2006. 432 с.
6. Parish R.L. The effect of spreader fill level on delivery rate. *Applied Engineering in Agriculture*. 1999; 15(6): 647-648.
7. Fröhlich G., Bröcker K.-H., Link H., Rödel G., Wendling F., Wendl G. Parzellendungerstreuer mit Computersteuerung für Exaktversuche. *Landtechnik*. 2007. Vol. 62; 3: 150-151.
8. Ostendorf M., Theuerkauf J., and Schwedes J. Measurement of the dynamic behaviour in discharging silos using optical flow analysis. *Conveying and Handling of Particulate Solids. The 3rd Israeli Conference for Conveying and Handling of Particulate Solids*. 2000. Vol. II: 15.41-15.46.
9. Palma G., Calil Junior C. Propriedades físicas de alguns produtos armazenados. *Rev. brasil. Armazenamento*. 2005. Vol. 30; 1: 62-72.
10. Фёрстер Э., Рёнци Б. Методы корреляционного и регрессионного анализа. М.: Финансы и статистика, 1993. 302 с.
11. Кулешов М.С., Макаров В.А., Марченко Н.М. Распределение воздушно-минеральной смеси по каналам штанговой машины для внесения удобрений // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2015. N3. С. 17-19.
12. Кулешов М.С., Макаров В.А. Оптимизация основных параметров высевающего катушечного аппарата машины для внесения минеральных удобрений // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. 2015. N12. С. 27-29.
13. Измайлов А.Ю. О машинно-технологическом обеспечении интеллектуального сельскохозяйственного производства // *Инновационное развитие АПК России на базе интеллектуальных машинных технологий: Сборник научных докладов Международной научно-практической конференции 17-18 сентября 2014 г. М.: ВИМ, 2014. С.12-16.*
14. Лотов А.В. Введение в экономико-математическое моделирование. М.: Наука, 1994. 392 с.

REFERENCES

1. Gmshinskiy V.G., Fliorent G.I. Teoreticheskie osnovy inzhenernogo prognozirovaniya [Theoretical bases of engineering forecasting]. Moscow: Nauka, 1993: 237. (In Russian)
2. Rabochaya kniga po prognozirovaniyu [workbook on forecasting]. Edited by I.V. Bestuzhev-Lada. Moscow: Mysl', 1982: 198. (In Russian)
3. Vygodskiy M.Ya. Spravochnik po vysshey matematike [Higher mathematics handbook]. Moscow: Fizmatgiz, 1963: 870. (In Russian)
4. Rozkokokha V.P. Analiz innovatsionnykh strategiy promyshlennogo predpriyatiya [Analysis of innovative strategies of the industrial enterprise]. URL: <http://www.be5.biz/ekonomika/r2012/2448.htm> (Accessed 11.19.2016). (In Russian)
5. Gataulin A.M., Gavrilov G.V., Sorokina T.M. Matematicheskoe modelirovanie ekonomicheskikh protsessov v sel'skom khozyaystve [Mathematical modeling of economic processes in agricultural industry]. SPb.: Granit, 2006: 432. (In Russian)
6. Parish R.L. The effect of spreader fill level on delivery rate. *Applied Engineering in Agriculture*. 1999; 15(6): 647-648. (In English)
7. Fröhlich G., Bröker K.-H., Link H., Rödel G., Wendling F., Wendl G. Parzellendungerstreuer mit Computersteuerung für Exaktversuche. *Landtechnik*. 2007. Vol. 62; 3: 150-151. (In German)
8. Ostendorf M., Theuerkauf J., and Schwedes J. Measurement of the dynamic behaviour in discharging silos using optical flow analysis. *Conveying and Handling of Particulate Solids. The 3rd Israeli Conference for Conveying and Handling of Particulate Solids*. 2000. Vol. II: 15.41–15.46. (In English)
9. Palma G., Calil Junior C. Propriedades fisicas de alguns produtos armazenados. *Rev. brasil. Armazenamento*. 2005. Vol. 30; 1: 62-72. (In Portuguese)
10. Förster E., Röntz B. Metody korrelyatsionnogo i regressionnogo analiza [Methoden der Korrelation und Regressiolynsanalyse]. Moscow: Finansy i statistika, 1993. 302. (In Russian)
11. Kuleshov M.S., Makarov V.A., Marchenko N.M. Distribution of air and mineral mixture by means of the channels of a boom applicator for fertilizers application. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii*. 2015; 3: 17-19. (In Russian)
12. Kuleshov M.S., Makarov V.A. Optimization of key parameters of the wheel seeder unit of the machine for introduction of mineral fertilizers. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva*. 2015; 12: 27-29. (In Russian)
13. Izmaylov A.Yu. O mashinno-tekhnologicheskoy obespechenii intellektual'nogo sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva [About machine technological support of intellectual agricultural production]. *Innovatsionnoye razvitiye APK Rossii na baze intellektual'nykh mashinnykh tekhnologiy: Sbornik nauchnykh dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii 17-18 September 2014*. Moscow: VIM, 2014: 12-16. (In Russian)
14. Lotov A.V. Vvedenie v ekonomiko-matematicheskoe modelirovanie [Introduction to economic-mathematical modeling]. Moscow: Nauka, 1994: 392. (In Russian)

Критерии авторства. Все авторы несут ответственность за представленные в статье сведения и плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution. The authors are responsible for information and plagiarism avoiding.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.



УДК 631.313.6+631.5
DOI 10.22314.2073-7599-2016.6.10-15

СПОСОБ ПРОТИВОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Жук А.Ф., канд. техн. наук

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, 1-й Институтский проезд, 5, Москва, 109428, Российская Федерация, e-mail: combimash@mail.ru

Водоудерживающие неровности (лунки, прерывистые борозды, микролиманы), созданные на поверхности поля при его обработке, предотвращают сток, проявления эрозии на склоновых землях и улучшают влагообеспеченность почвы. Однако в последние десятилетия такие приемы почвообработки не применяют и технику для них не производят. Предложили новый способ обработки почвы с чередованием полос (безотвально разрыхленных и с заделанными в почву растительными остатками), в которых сферическими дисками с вырезом формируют водоудерживающие прерывистые борозды. Для выполнения этого способа разработали бороны с двухдисковыми и трехдисковыми секциями. Двухдисковые секции переднего ряда содержат игольчатые диски и один сферический, а заднего – игольчатый и сферический с вырезом, формирующий перемычку в борозде. Трехдисковые секции переднего ряда содержат игольчатые диски, а заднего ряда – два игольчатых и сферический с вырезом. Участок борозды, ограниченный ее перемычками, в 4-5 раз длиннее перемычки. Безотвально разрыхленная полоса шире полосы с заделанными растительными остатками и прерывистой бороздой. Однако общая ширина не превышает 0,4 м. При противоэрозионной обработке бороной с двухдисковыми секциями с интервалами между дисками 180 и 250 мм и заглублением сферических дисков на 10 см прерывистые борозды могут накопить 216 и 155 куб. м воды на 1 га, а с трехдисковыми при таких же интервалах – 144 и 103,7 куб. м соответственно. При угле атаки 20 градусов и заглублении дисков на 14 см вместимость борозд увеличивается в 1,6 раза.

Ключевые слова: склоновые земли, эрозия почвы, влагонакопление, обработка почвы, дисковая борона, дисковая секция, игольчатый диск, сферический диск.

■ **Для цитирования:** Жук А.Ф. Способ противоэрозионной обработки почвы // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2016. №6. С. 10-15. DOI 10.22314.2073-7599-2016.6.10-15

CONSERVATION TILLAGE METHOD

A.F. Zhuk, Cand.Sci.(Eng.)

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, 1st Institutskiy proezd, 5, Moscow, 109428, Russian Federation, e-mail: combimash@mail.ru

Water-retaining roughnesses (holes, non-continuous furrows, micro-lagoons) come into being on the field surface at its tillage. They prevent a backflow, an erosion on slope lands and improve moisture content the soil. However, in the last decades such methods of a soil tillage are not used and the equipment for them are not manufactured. The author offered a new method of soil tillage with strips interchange (subsoil tilled and with the vegetable remains which are covered by the soil) in which cutout spherical disks form water-retaining non-continuous furrows. For this purpose harrows with two-disk and three-disk sections were developed. Two-disk sections in a front row contain needle disks and one spherical, and in a back row – needle and cutout spherical ones, forming a stank in a furrow. Three-disk sections in a front row contain needle disks, and in a back row – two needle and cutout spherical ones. A furrow part limited to its stanks is 4-5 times longer than a stank. A nonmoldboard loosened strip is wider than a strip with the covered vegetable remains and a non-continuous furrow. However, the general width does not exceed 0.4 m. In case of conservation tillage by a harrow with two-disk sections with spaces between disks 180 and 250 mm and 10 cm deep spherical disk non-continuous furrows can save up 216 and 155 cub. m of water per 1 hectare, and with three-disk at the same spaces – 144 and 103.7 cub. m respectively. At a disk approach angle of 20 degrees and 14 cm deep disks the capacity of furrows increases by 1.6 times.

Keywords: Slope lands; Soil erosion; Water retention; Soil cultivation; Disk harrow; Disk section; Needle disk; Spherical disk.

■ **For citation:** Zhuk A.F. Conservation tillage method. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2016; 6: 10-15 DOI 10.22314.2073-7599-2016.6.10-15 (In Russian)

Площадь эрозионноопасных и подверженных эрозии сельскохозяйственных земель в России составляет 124 млн га (56%), в том числе 87,3 млн га пашни, из них совместному воздействию водной и ветровой эрозии подвержены 7,9 млн га. В результате роста оврагов ежегодно теряется 25-30 тыс. га черноземов. Потери плодородного слоя составляют более 10 млрд т в год, а гумуса – 81,4 млн т. Из-за потерь влаги на десятках миллионов гектаров отмечается ее дефицит в вегетационный период, недобор урожая и гибель посевов [1-5]. Все это свидетельствует об актуальности более широкого применения противоэрозионных и влагосберегающих обработок почвы.

В последние годы не создают водоудерживающих лунок, прерывистых борозд, микролиманов [6-8]. Вместимость лунок недостаточна для эффективного водозадержания на склонах. Прерывистые борозды сохраняют больше влаги, однако для их нарезки требуется энергоемкая отвальная вспашка, а при последующей обработке – усложненная заделка борозд. Формирование микролиманов энергозатратно, а их разравниватель в серийном производстве не был освоен. Выпуск лункователей и прерывистых бороздочных машин прекращен десятилетия назад, и его возобновление не предусмотрено.

Указанные агроприемы выполняли при вспашке или на отвальных агрофонах, которые подвержены дефляции. При рыхлении почвы безотвальными орудиями, в том числе игольчатыми боронами, сохраненные на поверхности поля стерня и мульча не только предотвращают дефляцию, но и способствуют накоплению снега, снижению потерь влаги на испарение [2, 4, 9]. Однако такие орудия не создают водоудерживающих неровностей и при снеготаянии и ливнях не предотвращают поверхностного стока и возможной эрозии на склонах. Способ обработки почвы с сохранением стерневой кулисы снижает дефляцию и снос снега, а щели, нарезанные возле кулис, предотвращают сток при снеготаянии, улучшают водопоглощение [10-13]. Но для его выполнения требуются комбинированный агрегат и энергоемкое щелевание почвы. При этом в щели может образоваться ледяная пробка, препятствующая прониканию воды в нижние слои почвы.

Цель исследования – обоснование способа, типа и параметров рабочих органов дисковых борон для противоэрозионной обработки почвы, предотвращающей ее эрозию и дефляцию.

Материалы и методы. Провели анализ приемов обработки почвы с созданием на поверхности поля водоудерживающих неровностей, предложили способ предотвращения эрозии и дефляции при их совместном проявлении и разработали конструкции борон, создающих водоудерживающий рельеф и сохраняющих ветроустойчивость поверхности

поля. Дали оценку их эффективности для влагонакопления, предотвращения стока и эрозии.

Согласно предложенному способу противоэрозионной обработки почвы, ее рыхлят с чередованием полос с растительными остатками, сохраненными на поверхности поля и заделанными в почву. В полосах формируют прерывистые борозды глубиной не меньше 10 см. При этом участок борозды, ограниченный ее перемычками, в 4-5 раз длиннее перемычки, а безотвально разрыхленные полосы шире полос с заделанными растительными остатками и прерывистой бороздой [14].

Для выполнения нового способа разработаны два типа дисковых борон (рис. 1). В первом случае предусмотрены ряд правых и ряд левых двухдисковых секций с игольчатым ($\varnothing$ 550 мм) и сферическим ($\varnothing$ 560 или 610 мм) дисками. Во втором – секции трехдисковые, с такими же игольчатыми дисками в переднем ряду и двумя игольчатыми и сферическим – в заднем [15]. Режущая часть сферических дисков выполнена зубчатой, диски заднего ряда имеют вырез глубиной 0,4-0,6 радиуса R диска в секторе 60-90°. Между дисками секций размещен подшипниковый узел с поворотной стойкой (С-образной пружинной, жесткой или подпружиненной)

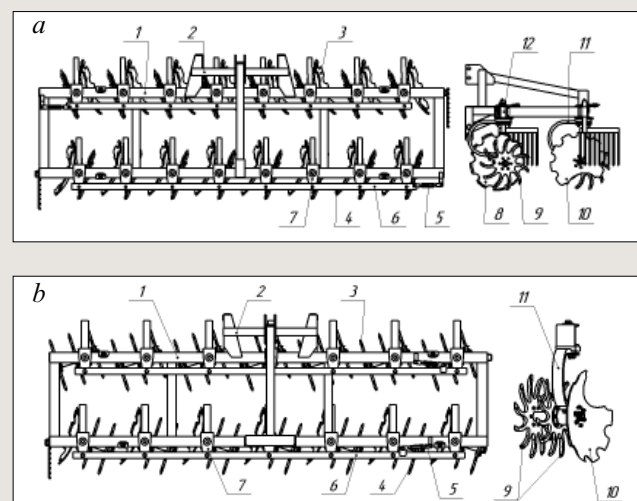


Рис. 1. Бороны для противоэрозионной обработки почвы, вид сверху: а – с двухдисковыми секциями; б – с трехдисковыми секциями; трехдисковая секция с вырезным и игольчатыми дисками:

1 – рама; 2 – навесное устройство; 3 – секция передняя; 4 – секция задняя; 5 – талреп; 6 – тяга; 7 – поводок; 8 – диск сферический; 9 – диск игольчатый; 10 – диск сферический с вырезом; 11 – стойка; 12 – ось поворота секции

Fig. 1. Harrows for conservation tillage, the top view: a – with two-disk sections; b – with three-disk sections; three-disk section with cutout and needle-shaped disks:

1 – frame; 2 – draft hitche; 3 – front section; 4 – back section; 5 – stretching screw; 6 – hitch draft arm; 7 – dragbar; 8 – spherical disk; 9 – needle-shaped disk; 10 – cutout spherical disk; 11 – stilt; 12 – rotation axis of section

и устройством для ее крепления на раме. Ряды секций снабжены механизмами групповой регулировки их угла атаки, выполненными в виде тяги, шарнирно сопряженной с талрепом и поводками на стойках секций. Вертикальная ось поворота секции и ось вала с дисками лежат в одной плоскости, что позволяет при изменении угла атаки сохранить заданное перекрытие обрабатываемых полос.

Сферические диски в переднем и заднем рядах двухдисковых секций обращены вогнутостью сферы наружу.

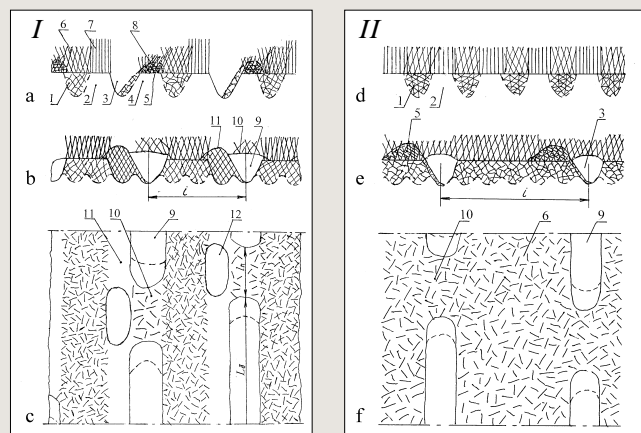


Рис. 2. Схема выполнения способа противоэрозионной обработки почвы боронами с двухдисковыми (I) и трехдисковыми (II) секциями:

сечение полос, обработанных секциями переднего ряда – а, d, заднего ряда – б, е; вид сверху фрагмента обработанного поля – в, f: 1 – полосы, обработанные игольчатыми дисками; 2, 4 – необработанная полоска междуследия; 3 – борозда непрерывная; 5 – почвенный гребень; 6 – стерня на обработанной полоске; 7 – стерня; 8 – присыпанная стерня; 9 – борозда прерывистая; 10 – перемычка; 11 – засыпанная борозда; 12 – лунка на засыпанной борозде

Fig. 2. Scheme of performance of a way of soil conservation tillage by harrows with two-disk (I) and three-disk (II) sections: the sectional view of strips tilled by sections of a forward row – а, d, of a back row – б, е; the top view of a fragment of the cultivated field – в, f: 1 – strips tilled by needle disks; 2, 4 – untilled strip in intertrack space; 3 – non-continuous furrow; 5 – soil ridge; 6 – stubble on the tilled strip; 7 – stubble; 8 – covered stubble; 9 – non-continuous furrow; 10 – stank; 11 – the filled-up furrow; 12 – лунка на засыпанной борозде

Допустимо использовать сферические диски диаметром D , который больше диаметра d игольчатых. В качестве игольчатых рекомендованы диски бороны-мотыги БМШ [9]. Секции собраны так, что игольчатые диски входят в почву выпуклой стороной дуги. По ширине захвата бороны секции заднего ряда смещены относительно смежных передних сферических дисков в сторону их вогнутости на величину, не превышающую ширину захвата вырезного диска при установке секции с максималь-

ным углом атаки. Такое смещение секций обеспечивает возможность заделки борозд от передних сферических дисков и перекрытие обработанных полосок. Сбоку крайних сферических дисков на раме установлены щитки, ограничивающие отброс почвы за пределы обрабатываемого гона.

Результаты и обсуждение. При выполнении способа бороной с двухдисковыми секциями их передний ряд рыхлит поле с чередованием полосок: безотвально разрыхленной игольчатыми дисками; необработанной; с бороздами, созданными сферическими дисками; неразрыхленной почвы с гребнем земли, выброшенной из борозды на необработанную полоску (рис. 2а).

Далее по ширине гона повторяется указанное чередование. После переднего ряда секций на полосках, обработанных игольчатыми дисками, сохраняется мульча или стерня, на одних необработанных – стоячая стерня или другие растительные остатки, а на других – гребни из почвы.

Игольчатые диски секций второго ряда рыхлят одни необработанные полоски, а в других сферическими дисками нарезают прерывистые борозды с перемычками, созданными участком выреза диска. Почву из гребней, образованных дисками переднего ряда, и борозд, нарезаемых на полосках, содержащих эти гребни, задние сферические диски перемещают в борозды от первого ряда секций, в которых формируют гребни, прерываемые лунками, расположенными сбоку перемычки, образованной вырезом диска (рис. 2б).

Стерневая полоса, состоящая из размещенных рядом двух полосок, разрыхленных игольчатыми дисками, шире борозды и не уже 0,3 м (рис. 2с). Общая ширина полосы с заделанными растительными остатками (с прерывистой бороздой и лункой) – меньше 0,4 м.

Таким образом, безотвально разрыхленные полосы с растительными остатками на поверхности поля предотвращают проявление дефляции, снижают скорость ветра в приземном слое. Прерывистые борозды и лунки, размещенные на полосках с заделанными в почву растительными остатками, собирают воду при снеготаянии и ливнях, улучшают ее поглощение нижними слоями почвы, предотвращают поверхностный сток и эрозию.

При работе бороны с трехдисковыми секциями передний ряд игольчатых дисков рыхлит поле, сохраняя почвозащитную стерню на его поверхности (рис. 2д). Игольчатые диски заднего ряда секций рыхлят междуследия дисков переднего ряда, а диски с вырезом нарезают прерывистые борозды и создают гребни из почвы, выброшенной из борозд (рис. 2е, ф).

Первый вариант выполнения способа рекомендуется для обработки подверженных дефляции

склонов до 6°. Второй вариант предпочтительнее для районов с более активным проявлением дефляции и склонами до 2-3°. При выполнении обоих вариантов почву необходимо обрабатывать по контурам или поперек склона, а затем, например перед посевом яровых, – в диагональном направлении.

Интервал между бороздами $i = s_d \cos \alpha$, где s_d – междуследие дисков, α – угол атаки дисков. При расстоянии между дисками 180 и 250 мм по оси секции, установленной с углом атаки α , например 20°, и работе бороны с двухдисковыми секциями интервал между бороздами составляет 338 и 470 мм, а с трехдисковыми секциями – 507 и 705 мм соответственно. Длина l_6 каждого участка борозды в 4-5 раз больше длины перемины, разделяющей ее участки. При диаметре D сферических дисков 560 и 610 мм l_6 составляет, соответственно, 1,3-1,45 м и 1,5-1,7 м, а шаг борозд $L \approx 1,8$ и 2 м. Вместимость борозд или общее количество воды W , л/га (л/104 м²), которое за один раз может быть накоплено в бороздах, определяем по формуле:

$$W = \frac{S}{Li} v l_6, \quad (1)$$

где S – площадь учитываемого участка, м²;

i – расстояние по ширине гона (интервал) между бороздами, м;

v – вместимость борозды, л/м.

Угол OAB сектора заглубленной части диска, согласно рисунку 3, равен:

$$2\beta = 2 \arccos \frac{R-h}{R}. \quad (2)$$

Так как площадь сегмента S_s заглубленной части диска равна разности площадей сектора, в котором расположен сегмент, и треугольника OAB , то площадь сечения борозды, нарезаемой диском, составляет:

$$S_6 = \left[\frac{2\pi R^2 \beta}{360^\circ} - R(R-h) \sin \beta \right] \sin \alpha, \quad (3)$$

а ширина BD борозды сверху равна (рис. 3):

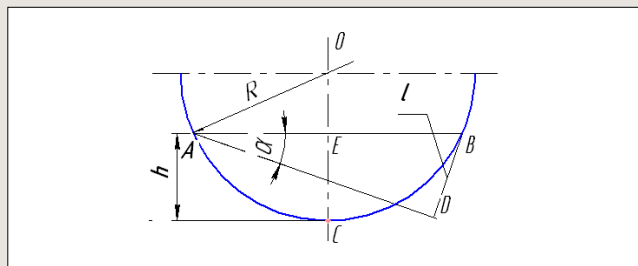


Рис. 3. К определению ширины борозды, вырезаемой диском при его заглублении h

Fig. 3. Towards determination of furrow width at h deep disk tilling

$$l = 2\sqrt{h(2R-h)} \sin \alpha, \quad (4)$$

где h – заглубление диска, R – радиус диска.

Для вместимости 10 л/м при минимальной глубине борозды 10 см ее ширина l должна составлять около 15 см, а угол атаки диска вычисляем по формуле:

$$\alpha = \arcsin \frac{l}{2\sqrt{h(2R-h)}}. \quad (5)$$

То есть для дисков диаметром 560 и 610 мм, соответственно, угол $\alpha \approx 20,5^\circ$ и $19,4^\circ$.

При работе секций с дисками $\varnothing 0,56$ м и интервале между бороздами $i = 0,338$ и $0,470$ м (между дисками по оси секции – 180 и 250 мм) количество их участков n составляет около 16,4 и 11,8 тыс. шт./га, а их общая длина – 22 960 и 16 520 м/га.

При вместимости борозды $w = 10$ л/м общая вместимость борозд достигает 229,6 и 165 м³/га, что при одном их наполнении позволяет увеличить влагосодержание в почве на 23,0 и 16,5 мм.

При работе секций с дисками $\varnothing 0,61$ м и интервале между бороздами $i = 0,338$ и $0,470$ м количество участков равно, соответственно, 14,7 тыс. и 10,6 тыс. шт./га, а общая длина борозд – 24250 и 17490 м/га, что обеспечивает их вместимость 242 и 174,9 м³ (рис. 4). С учетом инфильтрации в период наполнения борозд они могут за один раз задержать сток и аккумулировать, соответственно, до 30 и 25 мм ливневых осадков.

Борона с трехдисковыми секциями и расстоянием между дисками по ее оси 180 и 250 мм при угле атаки 20° нарезает борозды с интервалом, соответ-

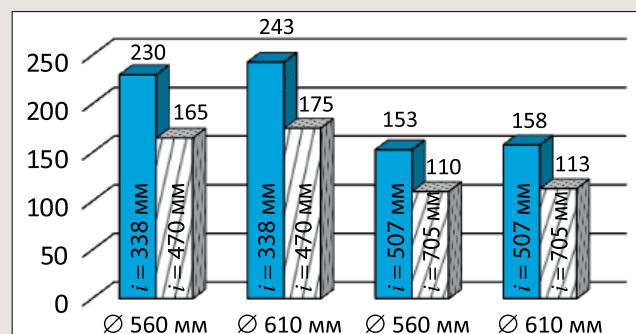


Рис. 4. Вместимость борозд глубиной 10 см при их нарезке дисками, м³/га

Fig. 4. Water-holding capacity of furrows 10 cm deep at tillage by disks, м³/ha

ственно, 507 и 705 мм. При работе секций с дисками $\varnothing 560$ мм длина борозд составит 15340 и 11030 м/га, а их вместимость – 153,4 и 110,3 м³/га, а с дисками $\varnothing 610$ мм – длина борозд при указанных интервалах – 15760 и 11340 м, что позволит накопить в бороздах воды 157,6 и 113,4 м³/га или повысить влагосодержание в почве (с учетом инфильтрации при заполнении

борозд) на 20 и 15 мм. При большей (до 14 см) глубине борозд и угле атаки дисков около 20° вместимость увеличивается в 1,6 раза, а при уменьшении угла атаки до 15° этот показатель уменьшается на четверть. При повторных заполнениях вместимость борозд также сокращается.

Так как полосы со стерней предотвращают дефляцию почвы, снос мелкого снега, а прерывистые борозды аккумулируют влагу, сдерживают сток и эрозию, то после обработки по новому способу поле устойчиво к водной эрозии и дефляции, при этом влагообеспеченность почвы существенно улучшается. При рациональном использовании лишь части этой влаги в условиях, когда она является лимитирующим фактором урожайности, можно дополнительно получить 0,2-0,3 т/га зерна пшеницы. При цене на пшеницу третьего класса на российском рынке 11 000 руб./т это обеспечит дополнительный доход 2200-3300 руб./га. Выполнение предложенных способов противоэрозионной обработки на 1 млн га пашни, размещенной на склонах влагодефицитных регионов, обеспечит дополнительный доход 2,2-3,3 млрд руб. Кроме того, будут предотвращены проявления эрозии при ливневых осадках, сохранено плодородие почв.

Выводы

1. Для защиты почвы от эрозии и дефляции предложен способ обработки, выполняемый с чередо-

ванием разрыхленных полос с сохраненными на поверхности поля и заделанными в почву растительными остатками. В этих полосах нарезают прерывистые борозды глубиной не меньше 10 см. При этом участок борозды, ограниченный перемычками, длиннее перемычки, по крайней мере, в 4-5 раз, безотвально разрыхленная полоса шире борозды, а общая ширина полосы с заделанными растительными остатками и размещенной на ней прерывистой бороздой не превышает 0,4 м.

2. Для выполнения нового способа разработаны дисковые бороны:

- с двухдисковыми секциями, содержащими игольчатый (Ø 550 мм) и сферический (Ø 560-610 мм) диски в переднем ряду и такой же игольчатый и сферический с вырезом – в заднем ряду;

- с трехдисковыми секциями с игольчатыми дисками в переднем ряду и двумя игольчатыми и сферическим с вырезом – в заднем ряду.

3. При выполнении способа противоэрозионной бороны с двухдисковыми секциями с интервалом между дисками 180 и 250 мм и при их заглублении 10 см прерывистые борозды за один раз могут накопить 230 и 165 м³/га воды, а с трехдисковыми при таком же интервале – 153 и 110 м³/га соответственно. При заглублении дисков на 14 см вместимость борозд увеличивается в 1,6 раза.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жук А.Ф. Рекомендации по применению комбинированных агрегатов для выполнения влагосберегающих технологических процессов. М.: АгроНИИТЭИТО, 1989. С. 13.
2. Жук А.Ф. Почвовлагосберегающие агроприемы, технологии и комбинированные машины. М.: Росинформротех, 2012. 144 с.
3. Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика. М.: МСХА, 2000. 473 с.
4. Спирин А.П. Противодефляционная обработка почвы. М.: ВИМ, 2006. 246 с.
5. Лачуга Ю.Ф., Измайлов А.Ю., Сорокин Н.Т., Мазитов Н.К., Кравчук В.И., Жук А.Ф. и др. Влагоаккумулирующие технологии, техника для обработки почв и использование минеральных удобрений в экстремальных условиях. М.: ВИМ; Рязань: ВНИИМС, 2014. С. 24-77.
6. Стрельбицкий В.Ф. Дисковые почвообрабатывающие машины. М.: Машиностроение, 1978. С. 46-49.
7. Уфиркин Н.А. Исследование процесса прерывистого бороздования на склонах // Труды ВИМ. 1975. Т. 70. С. 128-141.
8. Уфиркин Н.А., Алиев И.С. О водоудерживающей способности микролиманов // Труды ВИМ. 1975. Т. 70. С. 141-153.
9. Грибановский А.П. и др. Комплекс противоэрозионных машин. М.: Агропромиздат, 1989. С. 50-53.
10. Булгаков В.М. Танчик С.П., Надикто В.Т. Теория і практика обробітку ґрунту в сучасних умовах. Збірник «Механізація та електрифікація сільського господарства». Вип. №2 (101). Глевах: ННЦ ІМЕСГ, 2015. С. 30-38.
11. Кушнарєв А.С., Кравчук В.И. Биосфера и агротехнологии: противоречия, проблемы, задачи науки, их решение. Збірник «Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки, технологій для сільського господарства України». Дослідницьке: УкрНДІПВТ, 2012. Вип. 16(30). Книга 2. С. 4-22.
12. Смильский В.В. Сидорчук А.В. Математическое моделирование внутреннего строения почв. Системный подход: Материалы Международной научно-практической конференции «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве». Минск, 2011. Т. 1. С. 99-105.
13. Пат. N2100918 РФ, МПК A01B 21/08. Способ обработки почвы / Жук А.Ф. // Бюл. 1998. N1.
14. Пат. N2567008 РФ, МПК A01B 79/00, 21/08, 13/16. Способ обработки почвы и дисковая борона для его осуществления / Жук А.Ф. // Бюл. 2015. N30.
15. Пат. N2567015 РФ, МПК A01B 21/08. Почвообрабатывающая дисковая секция / Жук А.Ф. // Бюл. 2015. N30.

REFERENCES

1. Zhuk A.F. Rekomendatsii po primeneniyu kombinirovannykh agregatov dlya vypolneniya vlagosberegayushchikh tekhnologicheskikh protsessov [Recommendations for combined units use to perform water retention technological processes]. Moscow: AgroNIITEITO, 1989: 13. (In Russian)
2. Zhuk A.F. Pochvovlagosberegayushchie agropriemy, tekhnologii i kombinirovannye mashiny [Soil moisture retention agro-methods, technologies and combined machines]. Moscow: Rosinformagrotekh, 2012: 144. (In Russian)
3. Kiryushin V.I. Ekologizatsiya zemledeliya i tekhnologicheskaya politika [Soil management ecologization and technology policy]. Moscow: MSKhA, 2000: 473. (In Russian)
4. Spirin A.P. Protivodeflyatsionnaya obrabotka pochvy [Anti-deflationary soil cultivation]. Moscow: VIM, 2006. 246 s. (In Russian)
5. Lachuga Yu.F., Izmaylov A.Yu., Sorokin N.T., Mazitov N.K., Kravchuk V.I., Zhuk A.F., et al. Vlogoakkumuliruyushchie tekhnologii, tekhnika dlya obrabotki pochvy i ispol'zovanie mineral'nykh udobreniy v ekstremal'nykh usloviyakh [Water-retention technologies, machinery for soil cultivation and mineral fertilization under exterme conditions]. Moscow: VIM; Ryazan': VNIIMS, 2014: 24-77. (In Russian)
6. Strel'bitskiy V.F. Diskovye pochvoobrabatyvayushchie mashiny [Disk tilling machinery] Moscow: Mashinostroenie, 1978: 46-49. (In Russian)
7. Ufirkin N.A. Research of process of non-continuous furrowing on slopes. Trudy VIM. 1975. Vol. 70: 128-141. (In Russian)
8. Ufirkin N.A., Aliev I.S. About water-holding capacity of micro-lagoons. Trudy VIM. 1975. Vol. 70: 141-153. (In Russian)
9. Gribanovskiy A.P., et al. Kompleks protivooerozionnykh mashin [Complex of anti-erosion machines]. Moscow: Agropromizdat, 1989: 50-53. (In Russian)
10. Bulgakov V.M. Tanchik S.P. Nadikto V.T. Teoriya i praktika obrobтку gruntu v suchasnikh umovakh [Theory and practice of tillage in modern context]. Zbirnik «Mekhanizatsiya ta elektrifikatsiya sil'skogo gospodarstva». Vyp. 2 (101). Glevakha: NNTs IMESG, 2015: 30-38. (In Ukrainian)
11. Kushnarev A.S., Kravchuk V.I. Biosfera i agrotekhnologii: protivorechiya, problemy, zadachi nauki, ikh reshenie [Biosphere and agrotechnologies: contradictions, problems, tasks of science, their decision]. Zbirnik «Tekhniko-tekhnologichni aspekti rozvitku ta viprobuvannya novoi tekhniki, tekhnologiy dlya sil'skogo gospodarstva Ukraini». Doslidnits'ke: UkrNDIPVT, 2012. Vip. 16(30). Vol. 2: 4-22. (In Russian)
12. Smil'skiy V.V. Sidorchuk A.V. Matematicheskoe modelirovanie vnutrennego stroeniya pochv. Sistemnyy podkhod [Mathematical modeling of an internal structure of soils. System concept]: Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Nauchno-tekhnicheskii progress v sel'skokhozyaystvennom proizvodstve». Minsk, 2011. Vol. 1: 99-105. (In Russian)
13. Pat. N2100918 RF, MPK A01V 21/08. Sposob obrabotki pochvy [Soil tillage method]. Zhuk A.F. Byul. 1998. N1. (In Russian)
14. Pat. N2567008 RF, MPK A01V 79/00, 21/08, 13/16. Sposob obrabotki pochvy i diskovaya borona dlya ego osushchestvleniya [Soil tillage method and disk tiller for its performance] Zhuk A.F. Byul. 2015. N30. (In Russian)
15. Pat. N2567015 RF, MPK A01V 21/08. Pochvoobrabatyvayushchaya diskovaya sektsiya [Soil tilling disk section]. Zhuk A.F. Byul. 2015. N30. (In Russian)

Критерии авторства. Автор несет ответственность за представленные в статье сведения и плагиат.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Contribution. The author is responsible for information and plagiarism avoiding.

Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.



УДК 631.51.01/631.517
DOI 10.22314.2073-7599-2016.6.16-20

ИННОВАЦИОННАЯ СТРЕЛЬЧАТАЯ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩАЯ ЛАПА

Руденко Н.Е.*, докт. с.-х. наук,

Кайванов С.Д.,

Завялик Ф.Н.

Ставропольский государственный аграрный университет, Зоотехнический переулок, 12, г. Ставрополь, 355017, Российская Федерация, *e-mail: kajwanov@yandex.ru

Основная задача предпосевной обработки почвы – обеспечение высокой стабильности глубины хода рабочего органа, мелкокомковатой структуры верхнего слоя и выровненной поверхности с отсутствием бороздок и выноса влажной почвы. Необходимы рабочие органы, позволяющие машине работать на повышенных скоростях, чтобы увеличить ее производительность на 30-40 процентов. Требуется решение системы копирования, упрощающая конструкцию и снижающая вариабельность глубины обработки. Применяемые для предпосевной обработки культиваторы типа КПС-4 оснащены стрельчатыми лапами шириной захвата 270-330 мм. Они имеют угол крошения 18 градусов. Глубина обработки поддерживается копирующими колесами. Однако ввиду того, что они отдалены от рабочих органов, добиться высокой стабильности их хода невозможно. Наличие угла крошения и стоек, разрезающих верхний слой почвы, приводит к раздвиганию, выносу влажной почвы за стойками, образованию бороздок. Глубина и ширина их увеличивается с ростом скорости движения культиватора. Создается нетехнологичный фон для посева. Поставлена задача – исключить эти негативные явления при работе современных культиваторов типа КПС-4. Ее можно решить, установив на культиваторе двухъярусные стрельчатые лапы, которые включают нижний и верхний лемехи, закрепленные на одной стойке. Оба лемеха заточены. Они позволяют отказаться от копирующих колес и повысить скорость рабочего движения культиватора до 16-18 км в час. Верхний лемех служит копирующим элементом. Стабильность глубины обработки определяется тем, что верхний лемех как копирующий элемент и нижний, подрезающий сорняки, перемещаются в одной плоскости. Установленный над верхним лемехом наральник обеспечивает сход подрезанных верхним лемехом сорняков. Этому способствует его форма в виде поверхности Мёбиуса. Инновационная стрельчатая лапа качественно выполняет технологический процесс. В ходе полевых испытаний установлено, что степень крошения почвы достигла 87-91 процентов. Если коэффициент технологичности для стандартных лап равен 0,4, то для предложенной он достигает 1,0. Исключается применение зубовых борон в агрегате с культиватором, не требуются отдельные копирующие элементы, что существенно упрощает конструкцию культиватора.

Ключевые слова: обработка почвы, культиватор, стрельчатая лапа, лемех, наральник, глубина обработки.

■ **Для цитирования:** Руденко Н.Е., Кайванов С.Д., Завялик Ф.Н. Инновационная стрельчатая почвообрабатывающая лапа // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2016. №6. С. 16-20. DOI 10.22314.2073-7599-2016.6.16-20

INNOVATIVE V-SHAPED CULTIVATING TINE

N.E. Rudenko*, Dr. Sci. (Eng.),

S.D. Kayvanov,
F.N. Zavyalik

Stavropol State Agrarian University, Zootekhnicheskii pereulok, 12, Stavropol, 355017, Russian Federation, *e-mail: kajwanov@yandex.ru

The main problem of soil secondary tillage is support of a tillage depth uniformity at the workingtools operation, fine-grained structure of a high layer and the smoothing without furrows and removal of the wet soil. The working tools allowing the machine to operate at the increased speeds are necessary, that will increasing its efficiency by 30-40 percent. The system of copying simplifying desingn and reducing variability of tillage depth requires the solution. The preseeding cultivators of the KPS-4 type are equipped with the 270-330 mm wide V-shaped tines and the 18 degrees crumbling angle. Tillage depth supported by the copying wheels. However, because they are distanced from working tools, it is impossible to achieve high uniformity of their course. Due to a crumbling angle and the shankes cutting a high layer the soil is opened out and wat layers remove up to the surface behind the shankes, that causes forrows formation. Their depth and width buildup with cultivator speed increase. The non-technological background for crops is created. The task is to exclude these negative phenomena by operation of the modern cultivators of the KPS-4 type. It can be solved due to mounting two-level V-shaped tines on the cultivator. The lower and upper ploughshares fixed on one shank. Both ploughshares are sharpened. They allow to refuse the copying wheels and to increase the cultivator operation speed to 16-18 km per hour. The upper

ploughshare serves as the copying element. The tillage depth is stabilized because of the upper ploughshare as the copying element, and the lower ploughshare cutting weeds move in one plane. The tine point fixed over the upper ploughshare provides escape of the weeds cut with the upper ploughshare. It is promoted by its Moebius band surface. The innovative V-shaped tine executes technological process qualitatively. During field tests it is determined that the rate of soil crumbling reached 87-91 percent. If the technological effectiveness coefficient for ordinary tines is equal 0.4, then for offered it reaches 1.0. Application the spike-tooth harrow in the aggregate with a cultivator is excluded, the separate copying elements are not required that simplifies cultivator design significantly.

Keywords: Soil tillage; Cultivator; V-shaped tine; Ploughshare; Tine point; Tillage depth.

■ **For citation:** Rudenko N.E., Kayvanov S.D., Zavyalik F.N. Innovative V-shaped cultivating tine // *Sel'skookhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2016; 6: 16-20. DOI 10.22314.2073-7599-2016.6.16-20 (In Russian)

Применяемые стрелчатые почвообрабатывающие лапы не обеспечивают качественного выполнения технологического процесса: отбрасывают почву, образуют бороздки, создают невыровненную поверхность с крупнокомковатой структурой почвы. Это сдерживает рост скорости рабочего движения культиватора. Наличие колесных копирующих элементов увеличивает вариабельность глубины обработки почвы. Необходимо разработка инновационных стрелчатых почвообрабатывающих лап, исключающая указанные недостатки.

Цель исследований – обосновать расчетным путем основные параметры двухъярусной стрелчатой лапы.

Материалы и методы. Параметры стрелчатых лап определяют исходя из известных значений углов трения растительности и почвы с поверхностью рабочего органа, закономерностей продольной и поперечной деформации почвы, усилия воздействия на почву и ее реакцию, размерных характеристик культиватора для предпосевной обработки почвы [1-3].

Результаты и обсуждение. Двухъярусная почвообрабатывающая стрелчатая лапа включает лемех верхний 1, выполненный в виде равнобедренного треугольника. В верхнем лемехе выполнен вырез 2, отогнутые пластины 3 и 4 которого закреплены на стойке 5 (рис. 1). Перед верхним лемехом установлен криволинейный наральник 6, а под ним расположен нижний лемех 7, закрепленный к торцевой части стойки.

Расстояние между верхним и нижним лемехами зависит от глубины обработки почвы h . Эту величину можно менять, поднимая или опуская верхний лемех. Оба лемеха заточены.

Определим необходимые параметры.

Ширину захвата лемехов вычисляют, используя следующую зависимость [4]:

$$B = n b_{\text{л}} - (n - 1) b_{\text{п}}, \quad (1)$$

где B – ширина захвата культиватора, м;

n – число лап на машине, шт.;

$b_{\text{л}}$ – ширина захвата лемеха, м;

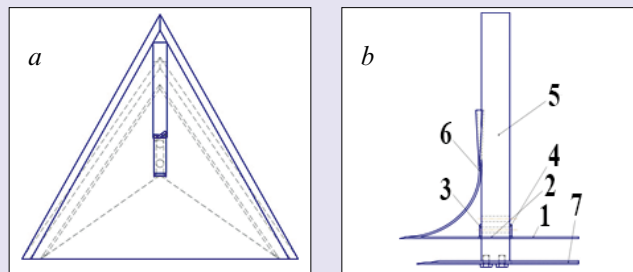


Рис. 1. Схема двухъярусной стрелчатой почвообрабатывающей лапы:

a – вид сверху; b – вид сбоку

Fig. 1. Double-level V-shaped cultivator tine. Scheme:

a – top view; b – side view

$b_{\text{п}}$ – перекрытие между лемехами, м.

Отсюда:

$$b_{\text{л}} = [B + (n - 1) b_{\text{п}}] / n. \quad (2)$$

При $B = 6,0$ м; $n = 18$; $b_{\text{п}} = 0,03$ м :

$$b_{\text{л}} = [6 + (18 - 1) \cdot 0,03] / 18 = 0,36 \text{ м.}$$

Чтобы растительность и почва передвигались по лемеху, угол раствора лезвий лемехов должен отвечать следующему условию [5]:

$$\gamma \leq [(\pi / 2) - (\varphi_{\text{р}}, \varphi_{\text{п}})] / 2, \quad (3)$$

где $\varphi_{\text{р}}$ и $\varphi_{\text{п}}$ – углы трения растительности и почвы со стальной поверхностью, град.

Верхний лемех срезает растительность, следовательно:

$$\gamma_{\text{в}} \leq [(\pi / 2) - \varphi_{\text{р}}] / 2.$$

При $\varphi_{\text{р}} = 26^\circ$; $\gamma_{\text{в}} \leq (90 - 26) / 2$, то есть $\gamma_{\text{в}} \leq 32^\circ$.

Принимаем $\gamma_{\text{в}} = 30^\circ$; $2\gamma_{\text{в}} = 60^\circ$.

Нижний лемех взаимодействует с почвой, $\varphi_{\text{п}} = 20^\circ$:

$$\gamma_{\text{н}} \leq (90 - 20) / 2 = 35^\circ.$$

Принимаем $\gamma_{\text{н}} = 35^\circ$; $2\gamma_{\text{н}} = 70^\circ$.

Смещение по горизонтали носка нижнего лемеха относительно носка верхнего должно быть таким, чтобы продольная деформация от него не вышла вперед за пределы верхнего лемеха [6].

Исходя из этого: $l \geq h_{\max} \operatorname{tg} \varphi_{\text{в}}$, (4)
где $h_{\max}$ – максимально возможная глубина хода
нижнего лемеха (глубина обработки почвы) м;

$\varphi_{\text{в}}$ – угол внутреннего трения почвы, град.

При $\varphi_{\text{в}} = 25^\circ$ величина $h_{\max} = 60$ мм:

$l \geq 60 \operatorname{tg} 25^\circ$, то есть $60 \cdot 0,46 \geq 27,6$ мм.

Принимаем $l = 30$ мм.

Исходя из конструктивных решений толщина
верхнего лемеха, работающего с растительностью,
составляет 3-4 мм [7]. Нижний лемех выполнен рав-
нопрочным, его сечение увеличивается от 3 мм в
зоне заточки до 6 мм в тыльной части [8].

Определим удерживающую способность верхне-
го лемеха, которая зависит от реакции почвы [9]:

$$F_{\text{п}} = k_{\text{в}} \cdot S, \quad (5)$$

где $k_{\text{в}}$ – удельное сопротивление верхнего слоя по-
чвы, Н/м²;

S – площадь верхнего лемеха, м².

Площадь верхнего лемеха определяют по фор-
муле:

$$S = b_{\text{л}}^2 / (4 \operatorname{tg} \gamma_{\text{в}}). \quad (6)$$

При $b_{\text{л}} = 0,36$ м величина $\gamma_{\text{в}} = 30^\circ$.

$S = 0,36^2 / (4 \cdot 0,58) = 0,056$ м².

Тогда: $F_{\text{п}} = 20\,000 \cdot 0,56 = 1120$ Н.

Усилие, с которым верхний лемех давит на поч-
ву, составит:

$$F_{\text{д}} = mg + b_{\text{н}} \cdot h \cdot k_{\text{н}} + (S / 2) \cdot h \cdot \rho \cdot g, \quad (7)$$

где m – масса стрелчатой лапы и части секции, кг;

$b_{\text{н}}$ – ширина наральника, м;

$k_{\text{н}}$ – удельное сопротивление нижнего слоя по-
чвы, Н/м²;

ρ – насыпная плотность почвы, кг/м³.

При $m = 28$ кг; $b_{\text{н}} = 0,02$ м; $h = 0,06$ м; $k_{\text{н}} = 30000$ Н/м²;
 $\rho = 1000$ кг/м³; $S = 0,056$ м²:

$$F_{\text{д}} = 28 \cdot 9,8 + 0,02 \cdot 0,06 \cdot 30000 + (0,056 \cdot 0,06 \cdot 1000 \cdot 9,8) / 2 = \\ = 274,4 + 36 + 16,6 = 327 \text{ Н.}$$

Следовательно, $F_{\text{д}} < F_{\text{п}}$, и верхний лемех будет
свободно перемещаться по поверхности почвы, не
заглубляясь в нее.

Обоснование параметров наральника. Угол уста-
новки нижней части наральника к горизонтальной
плоскости определяется углом трения раститель-
ности со стальной поверхностью $\varphi_{\text{р}}$:

$$\beta \leq \varphi_{\text{р}}.$$

При $\varphi_{\text{р}} = 26^\circ$ угол $\beta = 26^\circ$.

Нижняя часть наральника до крепления его к
стойке выполнена криволинейной: заход под 26° к
горизонтали, выход к стойке – под 90° . Далее на-
ральник выполнен в виде поверхности Мёбиуса [10].
Это обеспечивает сброс со стойки поднятой расти-

тельности. Лента Мёбиуса используется потому,
что она плоская, без кривизны и впадин, что по-
зволяет растительности свободно перемещаться по
ней. Высоту наральника a можно определить исхо-
дя из равенства кинетической и потенциальной
энергии при подъеме растительной массы:

$$[(m(V \cdot \cos \beta)^2 / 2)] = m \cdot g \cdot a \cdot (1 + \operatorname{tg} \varphi_{\text{р}}), \quad (8)$$

где V – скорость рабочего движения культиватора,
м/с.

Отсюда:

$$a = (V \cdot \cos \beta)^2 / 2g (1 + \operatorname{tg} \varphi_{\text{р}}). \quad (9)$$

При $V = 3$ м/с:

$$a = [(3 \cdot \cos 26^\circ)^2 / 2 \cdot 9,8 \cdot (1 + \operatorname{tg} 26^\circ)] = 0,23$$

Принимаем $a = 0,23$ м.

Технологический процесс работы двухъярусной
почвообрабатывающей стрелчатой лапы осущест-
вляется следующим образом (рис. 2).

В процессе движения нижний лемех заглубляет-
ся в почву на установленную глубину h . Верхний ле-



Рис. 2. 3D-модель двухъярусной почвообрабатывающей лапы
Fig. 2. Double-level V-shaped cultivator tine. 3D model



Рис. 3. Поверхность почвы после обработок лапами:
 a – стандартной стрелчатой; b – двухъярусной
Fig. 3. The soil surface after cultivation by tines:
 a – ordinary; b – double-level

Технологические операции, выполняемые стрелчатými лапами TECHNOLOGICAL OPERATIONS OF V-SHAPED TINES								
Стрелчатые лапы V-shaped tines	Рыхление почвы Loosening	Крошение почвенных элементов Soil clods crumbling	Подрезание сорняков Weed roots cutting	Выравнивание поверхности Surface smoothing	Стабилизация глубины обработки Tillage depth uniformity	n_0	n_c	Коэффициент технологичности $K_T = n_c/n_0$ Coefficient of processability $K_T = n_c/n_0$
Стандартная Ordinary	+	–	+	–	–	5	2	0,4
Двухъярусная Double-level	+	+	+	+	+	5	5	1,0

Примечание: + – операция выполняется в соответствии с агротребованиями;
– – агротребования не выдерживаются
Note: + – operation is performed in accordance with agrotechnical requirements;
– – agrotechnical requirements are without regard

мех реакцией почвы удерживается на поверхности. Он срезает надземную часть сорняков, которая, попадая на криволинейный наральник, сбрасывается им со стойки. Нижний лемех подрезает корневую систему сорняков. Подпочвенная часть стойки воздействует на почву и во взаимодействии с верхним лемехом крошит ее, образуя мелкокомковатый слой. Осуществляется разнонаправленное воздействие на почву. Это подтвердили полевые испытания двухъярусной стрелчатой лапы при скоростях движения культиватора до 16-18 км/ч (рис. 3).

Определим критерий технологичности лап K_T . Критерий технологичности рабочих органов, устройств и машин оценивает долю операций, которые выполняются в соответствии с агротехническими требованиями (таблица):

$$K_T = n_c / n_0,$$

где n_c – число операций, выполняемых в соответствии с агротехническими требованиями;

n_0 – общее число операций, выполняемых рабочим органом (машиной).

Как видно из таблицы, предлагаемая почвообрабатывающая стрелчатая лапа обеспечивает коэффициент технологичности $K_T = 1,0$, что в 2,5 раза выше, чем при обработке стандартной лапой.

Выводы. Двухъярусная почвообрабатывающая стрелчатая лапа с двумя лемехами не образует бороздки после стойки, создается выровненная поверхность, обеспечивается стабильная глубина обработки, осуществляется разнонаправленное воздействие на почву, формирующее мелкокомковатую структуру верхнего слоя. Появляется возможность повысить рабочую скорость культиватора до 16-18 км/ч.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Несмиян А.Ю., Должиков В.В. Обзор культиваторов для сплошной обработки почвы и тенденции их производства // Тракторы и сельхозмашины. 2013. N4. С. 6-9.
2. Киреев И.М., Коваль З.М., Скорляков В.И. Совершенствование измерительных средств глубины обработки почвы // Техника и оборудование для села. 2012. N2. С. 20-22.
3. Industrienhof Scherenbostel. Catalogue. Vol. 4. URL: <https://www.industriehof.com/PDF/G4.pdf> (Revisited 14.11.2016).
4. Руденко Н.Е., Кулаев Е.В., Руденко В.Н. Механизация растениеводства. Ставрополь: СтГАУ, «АГРУС», 2014. 236 с.
5. Исходные требования на базовые машинные технологические операции в растениеводстве. М.: Росинформагротех, 2005. 271 с.
6. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. М.: КолосС, 2005. 464 с.
7. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. Т.1. М.: Машиностроение, 1957. С. 171.
8. Пат. N156067 РФ, A01B35/26. Стрелчатая почвообрабатывающая лапа / Руденко Н.Е., Горбачев С.П., Калугин Д.С., Носов И.А. 2015. Бюл. N30.
9. Кудзаев А.Б., Цгоев А.Э., Коробейник И.А., Цгоев Д.В., Уртаев Т.А. Машина для исследования тягового сопротивления почвообрабатывающих рабочих органов // Известия Горского ГАУ. 2010. Т. 47. Ч. 1. С. 172-178.

REFERENCES

1. Nesmiyan A.Yu., Dolzhikov V.V. Review of cultivators for overall tillage and trends of their production. *Traktory i sel'khoz mashiny*. 2013; 4: 6-9. (In Russian)
2. Kireev I.M., Koval' Z.M., Skorlyakov V.I. Improving of measuring instruments of tillage depth. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. 2012; 2: 20-22. (In Russian)
3. Industrienhof Scherenbostel. Catalogue. Vol. 4. URL: <https://www.industriehof.com/PDF/G4.pdf> (Accessed 14.11.2016).

14.11.2016). (In English)

4. Rudenko N.E., Kulaev E.V., Rudenko V.N. Mekhanizatsiya rastenievodstva [Crop industry mechanization]. Stavropol: StGAU, AGRUS, 2014: 236. (In Russian)

5. Iskhodnye trebovaniya na bazovye mashinnye tekhnologicheskie operatsii v rastenievodstve [Initial requirements imposed on base machine technological operations in crop industry]. Moscow: Rosinformagrotekh, 2005: 271. (In Russian)

6. Klenin N.I., Sakun V.A. Sel'skokhozyaystvennye i meliorativnye mashiny [Agricultural and land reclamation machines]. Moscow: KolosS, 2005: 464. (In Russian)

7. Spravochnik konstruktora sel'skokhozyaystvennykh mashin [Reference for agricultural machinery mechanic]. Vol.1. Moscow: Mashinostroenie, 1957: 171. (In Russian)

8. Pat. N156067 RF, A01V35/26. Strel'chataya pochvo-obrabatyvayushchaya lapa [V-shaped cultivating tine]. Rudenko N.E., Gorbachev S.P., Kalugin D.S., Nosov I.A. 2015. Byul. N30. (In Russian)

9. Kudzaev A.B., Tsgoev A.E., Korobeynik I.A., Tsgoev D.V. Urtaev T.A. Machine for study of traction resistance of soil tillage working tools. Izvestiya Gorskogo GAU. 2010. Vol. 47. Ch.1: 172-178. (In Russian)

Критерии авторства. Все авторы несут ответственность за представленные в статье сведения и плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution. The authors are responsible for information and plagiarism avoiding.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.



Сделано в РОССИИ



УДК 631.362.322

DOI 10.22314.2073-7599-2016.6.21-26

КОМБИНИРОВАННЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ РАБОЧИХ ОРГАНОВ НА АБРАЗИВНЫЙ ИЗНОС

Сидоров С.А.*, докт. техн. наук;
Поткин С.Н.;

Миронов Д.А.;
Лискин И.В.

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, 1-й Институтский проезд, 5, Москва, 109428, Российская Федерация, *e-mail: vim@vim.ru

Исследования изнашивания рабочих органов сельхозмашин, особенно почворежущих деталей, в полевых условиях усложнены из-за непостоянства свойств почвенной массы. Разработали метод исследования изнашивания материалов, включающий использование двух стендов. На стенде ИМ-01 испытывали плоские шлифованные образцы, где износ определяли по массе взвешиванием на аналитических весах. Второй стенд (КПС) представлял собой круговой почвенный канал, в который помещали абразивную массу, состоящую из частиц глины, песка и других компонентов, входящих в реальные почвы. Разработали приближенную оценку коэффициента относительной износостойкости для двухслойных фрагментов почворежущих лезвий. Отметим, что этот коэффициент на круговом почвенном стенде может быть определен напрямую только при сравнении монометаллических фрагментов изделий (по их линейному износу). На стенде ИМ-01 коэффициент рассчитали по сравнительным данным весовых износов практически для любых материалов. Установили, что «перенос» результатов лабораторных испытаний на реальные условия изнашивания возможен лишь с некоторым приближением: на практике разница в сравниваемых результатах составляет 30-35 процентов. Лабораторные испытания на стенде ИМ-01 проводили при нагрузке 4,85 Н в течение 0,5 ч для каждого образца. В качестве эталона использовали сталь 65Г твердостью 40 ± 2 HRC, абразивный материал – корунд фракции 0,2-0,4 мм. Испытания на круговом почвенном стенде проводили при скорости вращения приводного механизма 40 оборотов в минуту, что соответствовало скорости движения образцов 2,2 метра в секунду. Угол резания установки ко дну борозды аналогичен этому показателю для плужного лемеха и равен 30 градусам. Показали, что из выбранных материалов и твердых сплавов лучшие результаты имеет взятая за основу сталь 50ХФА с твердым сплавом ПР-ФБЮ-1-4. По сравнению с эталонным образцом, износостойкость увеличилась в 2,9 раза по массе и в 3,5 раза по линейному размеру. Установили, что использование в производстве новых материалов с улучшенными характеристиками по износостойкости может повысить ресурс рабочих деталей, в частности плужных лемехов, в 2,5-3 раза, при этом эффективность по принципу «цена – качество» увеличится в 2,1 раза.

Ключевые слова: плужный лемех, износостойкость, ресурс рабочих деталей, испытательный стенд.

■ **Для цитирования:** Сидоров С.А., Поткин С.Н., Миронов Д.А., Лискин И.В. Комбинированные лабораторные исследования материалов рабочих органов на абразивный износ // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2016. №6. С. 21-26. DOI 10.22314.2073-7599-2016.6.21-26

COMBINED LABORATORY ABRASION TEST OF WORKING TOOLS MATERIALS

S.A. Sidorov*, Dr. Sci. (Eng.),
S.N. Potkin,

D.A. Mironov,
I.V. Liskin

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, 1st Institutskiy proezd, 5, Moscow, 109428, Russian Federation, *e-mail: vim@vim.ru

Researches of wear of agricultural machines working tools, especially soil cutting elements, in field conditions are complicated because of inconstancy of properties of soil mass. The authors developed the method of a research of materials wear with use of two stands. At the IM-01 stand flat grinded samples were tested. Wear was determined by weighing on analytical scales. The second stand (KPS) represented the circular soil canal in which placed the abrasive weight consisting of the particles of clay, sand and other components existing in real soils. Approximate assessment of coefficient of relative wear resistance for two-layer fragments of soil cutting blades was developed. This coefficient can be determined at the rotary soil stand directly only when comparing monometallic fragments of products (by their linear wear). In case of IM-01 stand the coefficient was calculated according to comparative data of weight wear practically for any materials. «Transfer» of laboratory researches results to real conditions of wear is possible only approximately: in practice the difference in the

compared results equals 30-35 percent. Laboratory researches by the IM-01 stand were spent in case of loading 4.85 N during 0.5 h for each sample. steel 65G with the hardness of 40 ± 2 HRC was used as a standard, corundum of fraction of 0.2-0.4 mm was as abrasive material. Rotary soil stand testing was carried out at a speed of rotation of the driving mechanism 40 revolutions per minute that corresponded to the speed of movement of samples 2.2 meters per second. The cutting angle of installation to a furrow bottom is similar to this indicator for a ploughshare and equals to 30 degrees. From the chosen materials and hard alloys the best results has taken a basis steel 50KhFA with hard PR-FBYu-1-4 alloy. In comparison with a reference sample, weight wear resistance increased by 2.9 times, and linear one risen by 3.5 times. Use of new materials with the improved characteristics of wear resistance can raise a resource of working tools, in particular ploughshares, by 2.5-3 times, at the same time efficiency by the principle «price – quality» can increase by 2.1 times.

Keywords: Ploughshare; Wear resistance; Working elements life; Test stand.

For citation: Sidorov S.A., Potkin S.N., Mironov D.A., Liskin I.V. Combined laboratory abrasion test of working tools materials. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii*. 2016; 6: 21-26. DOI 10.22314.2073-7599-2016.6.21-26 (In Russian)

В полевых условиях исследования изнашивания рабочих органов сельскохозяйственных машин, почворежущих деталей усложнены из-за непостоянства свойств обрабатываемой почвенной массы вследствие ее неоднородности и изменения климатических условий [1]. В послеуборочный период большое влияние на эксплуатационные характеристики почворежущих деталей оказывают также корневые и пожнивные остатки [2].

Поэтому во многих случаях единственно возможным способом сравнительных испытаний остаются лабораторные методы с использованием различных стенов, обеспечивающих взаимодействие образцов или фрагментов рабочих деталей с абразивными частицами, присутствующими в почве.

Цель исследования – разработка и апробация метода лабораторных исследований образцов и моделей почворежущих рабочих органов на абразивное изнашивание с последующими рекомендациями по изготовлению опытной партии деталей для эксплуатационных полевых испытаний.

Материалы и методы. В ВИМ разработан метод исследования изнашивания материалов, включающий использование двух стенов (рис. 1 и 2).

На стенде ИМ-01 испытывают плоские шлифованные образцы, где износ определяют по массе путем взвешивания на аналитических весах [3]. Методика испытаний заключается в истирании образца, непосредственно контактирующего с подвижным резиновым роликом определенной пластичности. При этом в зону контакта непрерывно поступают из вращающегося барабана абразивные частицы (кварц или корунд, в зависимости от поставленной задачи), которые, проходя между роликом и поверхностью образца, воздействуют своими острыми краями на образец, неподвижно закрепленный в державке. Для обеспечения необходимой интенсивности изнашивания образца и ускорения испытаний предусмотрены грузы различной массы, которые через плечо державки передают усилие на подвижный ролик в зоне его контакта с

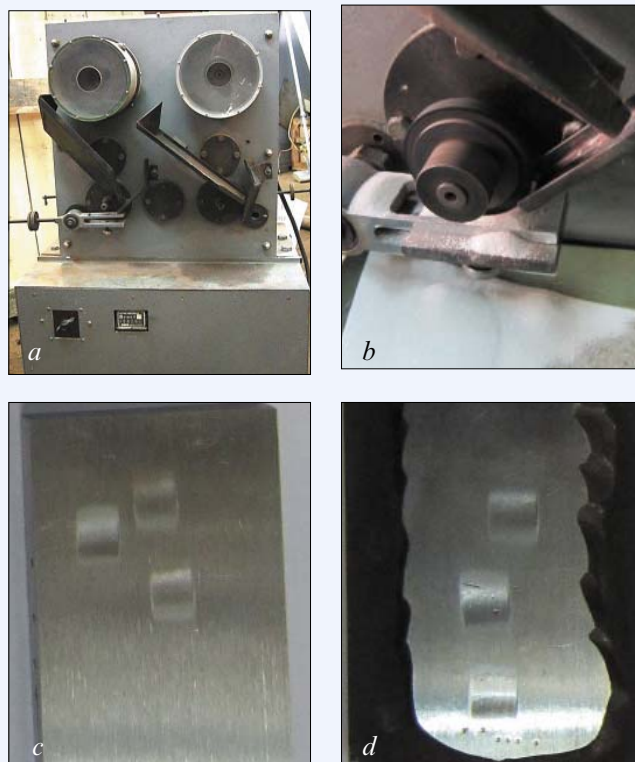


Рис. 1. Стенд ИМ-01:

a – общий вид; b – державка с образцом; c – монометаллический образец после трехкратного испытания; d – образец с упрочненным слоем после трехкратного испытания

Fig. 1. Stand IM-01:

a – general view; b – holder with the sample; c – monometallic sample after three times test; d – sample with hardened layer after three times test

образцом. По окончании опыта испытуемый образец взвешивают и сравнивают с эталоном, выполненным из стали 65Г, наиболее часто используемой в почвообрабатывающих деталях.

Второй стенд представляет собой круговой почвенный канал, в который помещена абразивная масса из частиц глины, песка и других компонентов, входящих в состав реальных почв (рис. 2) [4]. Абразивная масса уплотняется катками, которые

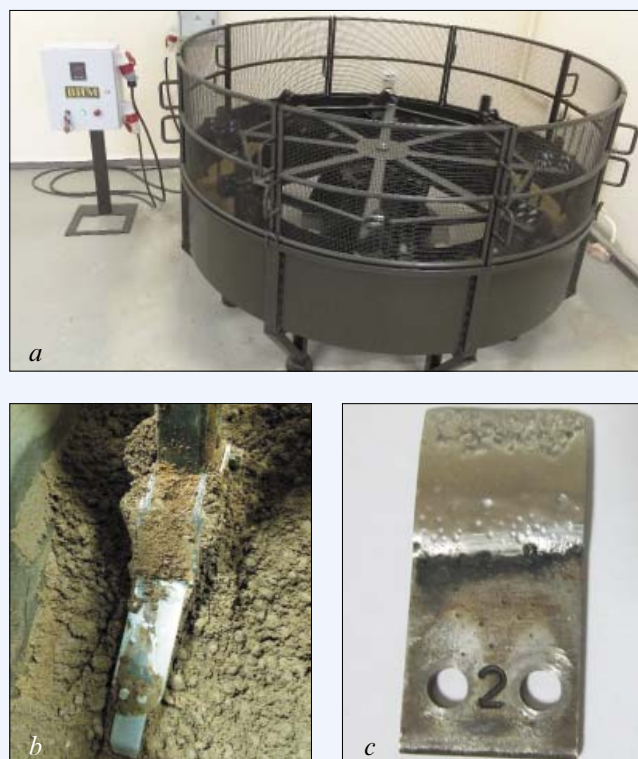


Рис. 2. Круговой почвенный стенд:

a – общий вид; *b* – фрагмент стойки с державкой и образцом; *c* – образец с упрочненным лезвием (вид с тыльной стороны)

Fig. 2. Rotary soil stand:

a – general view; *b* – fragment of shank with holder and sample; *c* – sample with the hardened blade (back side view)

приводятся в движение передачей, состоящей из мотор-редуктора и приводного вала. От этого же привода приходят в движение испытываемые образцы (модели или фрагменты рабочих органов) и рыхлители для устранения возникающей почвенной подошвы на дне борозды. Угол резания образцов и глубина обработки устанавливаются специальными приспособлениями. На стенде испытывают одновременно два образца: опытный и эталон из стали 65Г. Продолжительность испытаний определяют критериями предельных состояний моделированных рабочих органов [5]. Смена абразива осуществляется каждые 12 ч. Скорость вращения приводного вала изменяют с помощью потенциометра на электронном регулировочном устройстве. Твердость и относительная влажность абразивной массы определяют аналогично подобным измерениям в полевых условиях.

Сущность проведения лабораторных исследований на двух различных по схемам изнашивания стендах состоит в том, что на стенде ИМ-01 испытываются только образцы материалов. При этом износостойкость образцов зависит лишь от прикладываемой нагрузки и физико-механических свойств ролика и абразива. Тем самым повышается точность проведения эксперимента, поскольку на из-

нос влияет минимальное количество факторов [6].

Круговой почвенный стенд позволяет испытывать на износостойкость не только материалы, но и фрагменты или модели с геометрическими параметрами, сходными с реальными почворезущими деталями [7]. Так как главным рабочим элементом в этом случае служит лезвие, то можно придавать ему соответствующие геометрическую форму, установочные углы, глубину резания и, что не менее важно, исследовать не только моно-, но и биметаллические поверхности лезвий, какие часто применяют на производстве. Основным изнашивающим параметром на круговом стенде считается линейный размер, который в большинстве случаев определяет долговечность и работоспособность детали. Недостаток кругового стенда, по сравнению со стендами типа ИМ-01, заключается в увеличении количества факторов, влияющих на износ, например влажности и твердости абразивной среды. По этой причине комбинированное исследование одновременно на вышеназванных лабораторных стендах представляется наиболее удачным решением при подаче рекомендаций к использованию в разработке новых рабочих органов оптимальных материалов и конструкторских предложений.

Лабораторные испытания на стенде ИМ-01 проводили при нагрузке 4,85 Н в течение 0,5 ч для каждого образца. В качестве эталона использовали сталь 65Г твердостью 40 ± 2 HRC, абразивный материал – корунд фракции 0,2-0,4 мм.

Для испытаний выбрали сталь и твердые сплавы, в основном серийно выпускаемые металлургической промышленностью (табл. 1).

Результаты и обсуждение. Анализ результатов лабораторных испытаний материалов показал, что благодаря использованию новых отечественных материалов можно повысить износостойкость почворезущих рабочих органов сельхозмашин в 2,5-3,3 раза.

Следует отметить, что «перенос» результатов лабораторных испытаний на реальные условия изнашивания возможен лишь с некоторым приближением: разница достигает 30-35% [8]. Это объясняется как условиями лабораторных испытаний, так и реальным различием в свойствах почв. В частности, в данном лабораторном процессе изнашивания моделируется в основном процесс микрорезания [9]. А в эксплуатационных условиях возможны, наряду с микрорезанием, другие процессы изнашивания: полидеформационный, усталостного выкрашивания, химический [10].

Испытания на установке типа ИМ-01 дают основание для выбора материалов, наилучших с позиции износостойкости и стоимости. В ходе окончательных лабораторных исследований на почвенном круговом стенде можно рекомендовать мате-

Table 1
Таблица 1
РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ СТАЛИ И ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ РАЗЛИЧНЫХ МАРОК НА СТЕНДЕ ИМ-01
RESULTS OF IM-01 STAND TEST OF DIFFERENT STEELS AND HARD ALLOY METALS

Материал Material	Твердость HRC Hardness HRC	Весовой износ, г Weight wear, g	Коэффициент относительной износостойкости Coefficient of relative wearability	Цена за 1 т, тыс. руб.* 1 t price, ths rubles
Сталь 65Г Steel 65G	38-41	0,0212	1,00	45
Сталь 30ХГСА Steel 30KhGSA	47-51	0,0198	1,07	55
Сталь 50ХФА Steel 50KhFA	49-53	0,0194	1,09	64
Твердый сплав ПГ-С27 Hard alloy metal PG-S27	49-53	0,0082	2,59	170
Твердый сплав ПГ-ФБХ-6-2 Hard alloy metal PG-FBKh-6-2	62-67	0,0068	3,12	200
Твердый сплав ПГ-ФБЮ-1-4 Hard alloy metal PG-GBU-1-4	54-61	0,0064	3,31	240

* в ценах 2015 г. / in 2015 prices

риалы для изготовления опытной партии рабочих органов, чтобы провести полевые эксплуатационные испытания.

Испытания на круговом почвенном стенде помогают определить износостойкость тех же материалов, что и на ИМ-01, только уже не по массе, а по линейному размеру, то есть по длине испытуемого образца. Чтобы сохранить подобие режущей части образца к реальной детали, методикой предусматривались комбинации, состоящие из различных марок сталей и наплавленных на них твердосплавных порошков. Наплавку проводили на плазменной установке [11].

Необходимо отметить, что такой важнейший показатель, характеризующий свойства материалов, как коэффициент относительной износостойкости $K_{ио}$, на круговом почвенном стенде может быть определен напрямую только при сравнении монометаллических фрагментов изделий (по их линейному износу). Для двухслойных (биметаллических, наплавленных) фрагментов определить его напрямую невозможно. На стенде ИМ-01 коэффициент $K_{ио}$ вычисляют по сравнительным данным весовых износов практически для любых материалов. Поэтому для кругового почвенного стенда разработали приближенную оценку коэффициента относительной износостойкости испытуемых материалов для двухслойных фрагментов почворежущих лезвий.

Сначала определяют коэффициент повышения линейной износостойкости двухслойного фрагмента в сравнении с однослойным, изготовленным из того же материала основы, что и биметаллический (наплавленный) образец, по формуле:

$$K_{ли} = \frac{I_{л.сер}}{I_{л.оп}},$$

где $K_{ли}$ – коэффициент линейной износостойкости;

$I_{л.сер}$ – линейный износ монометаллического фрагмента основы, мм;

$I_{л.оп}$ – линейный износ опытного двухслойного наплавленного фрагмента, мм.

Коэффициент относительной износостойкости покрытия (твердосплавного слоя) вычисляют приближенным методом по формуле:

$$K_{ио}^{пок} \approx \frac{\sqrt{h_{ос}}}{\sqrt{h_{пок}}} \cdot K_{ли},$$

где $K_{ио}^{пок}$ – относительная износостойкость материала покрытия;

$h_{ос}$ – толщина основы материала детали, мм;

$h_{пок}$ – толщина покрытия (твердого сплава), мм.

Данная приближенная методика основана на известном факте пропорциональности линейного износа толщине упрочняющего слоя, взятой в степени 0,5-0,6 [12].

Испытания на круговом почвенном стенде проводили при скорости вращения приводного механизма 40 об/мин, что соответствовало скорости движения образцов 2,2 м/с. Глубина резания равна 15 см, почвенная масса представлена 70% кварцевого песка и 30% глины, угол резания (установки ко дну борозды) – 30°, что соответствует углу резания плужного лемеха, время одного испытания – 20 ч. Относительная влажность во время проведения экспериментов находилась в пределах 12-14%, твердость почвенной массы – 1,4-1,6 МПа. Толщина основы испытуемых образцов после шлифовки составила $5 \pm 0,2$ мм, твердого сплава – около 2,5 мм. Результаты испытаний представлены в таблице 2.

Как показали испытания на круговом почвенном стенде, аналогичные результаты получены на всех образцах стали в сочетании с твердыми сплавами ПГ-ФБЮ-1-4 и ПГ-ФБХ-6-2.

Table 2

Таблица 2

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ МОНОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ И НАПЛАВЛЕННЫХ ОБРАЗЦОВ НА КРУГОВОМ ПОЧВЕННОМ СТЕНДЕ
RESULTS OF ROTARY SOIL STAND TEST OF MONOMETALLIC AND BUILT-UP SAMPLES

Материал Material	Твердость HRC Hardness HRC	Линейный износ, мм Linear wear, mm	Относительная износостойкость образца по линейному фактору Relative wear resistance of a sample on a linear factor
Основа: сталь 65Г / Base: steel 65G + сплав / alloy: ПГ-С27 / PG-S27 ПГ-ФБХ-6-2 / PG-FBKh-6-2 ПГ-ФБЮ-1-4 / PG-FBYu-1-4	40-42 51-53 58-62 59-61	5,0 2,7 2,3 2,2	1,00 2,60 3,11 3,16
Основа: сталь 30ХГСА / Base: steel 30KhGSA + сплав / alloy: ПГ-С27 / PG-S27 ПГ-ФБХ-6-2 / PG-FBKh-6-2 ПГ-ФБЮ-1-4 / PG-FBYu-1-4	47-49 51-53 58-62 59-61	4,2 2,6 2,2 2,2	1,19 2,65 3,16 3,16
Основа: сталь 50ХФА / Base: steel 50KhFA + сплав / alloy: ПГ-С27 / PG-S27 ПГ-ФБХ-6-2 / PG-FBKh-6-2 ПГ-ФБЮ-1-4 / PG-FBYu-1-4	46-50 51-53 58-62 59-61	4,1 2,6 2,2 2,2	1,21 2,65 3,16 3,16

По сравнению с эталонным образцом, износостойкость увеличилась в 2,9 раза по массе и в 3,5 раза по линейному размеру. При этом стоимость материалов и изготовления образца из стали 50ХФА возросла в 1,9 раза. Данные складывались из стоимости материала, приходящегося на деталь (в данном случае применительно к плужному лемеху) и на твердый сплав для его упрочнения. В совокупности эффективность по принципу «цена – качество» увеличилась в 1,6 раза.

В случае применения материалов из стали 30ХГСА и сплава ПГ-ФБХ-6-2 износостойкость, по сравнению с эталоном, возросла в 2,6 по массе и 3,1 по линейному размеру. При этом эффективность по принципу соотношения «цена – качество» выросла в 2,1 раза.

Подобная эффективность по износостойкости наблюдается и в случае применения стали 65Г со сплавом ПГ-ФБХ-6-2, однако по прочности она уступает стали 30ХГСА на 40-50% [13]. Прочность, как и износостойкость, является важнейшим фактором, влияющим на работоспособность и ресурс

почвообрабатывающих деталей. Временное сопротивление на разрыв у стали 65Г составляет 970-1080 МПа, у 30ХГСА – 1530-1610 МПа.

Для изготовления партии опытных плужных лемехов рекомендована сталь 30ХГСА с наплавкой твердым сплавом ПГ-ФБХ-6-2.

Выводы

Метод исследования изнашивания образцов и фрагментов почвообрабатывающих деталей на абразивный износ, включающий использование двух стендов, дает возможность изучить не только материалы, но и влияние их геометрических параметров на работоспособность детали в целом.

Для изготовления партии опытных плужных лемехов рекомендована сталь 30ХГСА с наплавкой твердым сплавом ПГ-ФБХ-6-2.

Использование в производстве новых материалов с улучшенными характеристиками по износостойкости повысит ресурс рабочих деталей, в частности плужных лемехов, в 2,5-3 раза, при этом эффективность соотношения «цена – качество» увеличится в 2,1 раза.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лискин И.В., Миронова А.В., Мионов Д.А., Поткин С.Н., Терновский А.А. Модель почвы для исследования износа лезвий // Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства: Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции. М.: ВИМ, 2015. С. 77-80.
2. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Сизов О.А., Волобуев В.А. Технологии технические средства для восстановления неиспользуемых и деградированных сельскохозяйственных машин и технологий // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2009. N4. С. 17-21.
3. Бернштейн Д.Б., Яшин А.В. Прибор для изнаши-

вания материалов полужакопленным абразивом // Заводская лаборатория. 1982. N5. С. 83-84.

4. Сидоров С.А. Методика расчета на износостойкость моно- и биметаллических почворезущих рабочих органов // Тракторы и сельхозмашины. 2003. N12. С. 35-39.

5. Бернштейн Д.Б., Лискин И.В. Моделирование абразивного износа почворезущего лезвия // Трение и износ. 1993. Т. 14. N6. С. 1025-1036.

6. Sprinkle L.W., Langston T.D., Weber J.A., Sharov N.M. A similitude study with static and dynamic parameters in an artificial soil. Transactions of the ASAE. 1970: 580-586.

7. Рабинович И.П., Розенбаум А.Н. Лабораторные испытания на изнашивание материалов для лемехов // По-

вышение износостойкости лемехов: Сборник научных трудов. М.: МАШГИЗ, 1956. С. 27-45.

8. Золотарев С.А. Аналитические зависимости силового воздействия рабочих поверхностей модуля «корпус-запужник» на пласт почвы // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2011. N1. С. 15-17.

9. Хрущев М.М., Бабичев М.А. Абразивное изнашивание. М.: Наука, 1970. 252 с.

10. Wingate-Hill R., Davis G., Bowditch H. Weer of hard facing treatments applied to shares of tined tillage implements // Transactions of the Institution of Engineers. Mechanical Engineering Transactions. Australia. 1979: 11-16.

11. Сидоров С.А. Применение плазменной наплавки в среде сжатого воздуха для повышения износостойкости почворежущих рабочих органов сельскохозяйственных машин // Сборник. Восстановление деталей сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей. М.: Экспресс-информация, ЦНИИТЭИ, 1986. Выпуск 4. С. 8-9.

12. Moeching B.W., Hoag D.L. Dinamic parameters of artificial soils Transactions of the ASAE. 1979: 3-10.

13. Сидоров С.А. Сельхозмашиностроению – качественные материалы // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2010. N2. С. 41.

REFERENCES

1. Liskin I.V., Mironova A.V., Mironov D.A., Potkin S.N., Ternovskiy A.A. Soil model for research of blades wear. Intellektual'nye mashinnye tekhnologii i tekhnika dlya realizatsii Gosudarstvennoy programmy razvitiya sel'skogo khozyaystva: Sbornik nauchnykh dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. Moscow: VIM, 2015: 77-80. (In Russian)

2. Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P., Sizov O.A., Volobuev V.A. Technologies and technical means for restoration of not used and degraded farmland. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2009; 4: 17-21. (In Russian)

3. Bernshteyn D.B., Yashin A.V. Apparatus for materials wearing by semi-fixed abrasive. *Zavodskaya laboratoriya*. 1982; 5: 83-84. (In Russian)

4. Sidorov S.A. Calculation procedure on wear resistance of mono - and bimetallic the earth cutters. *Traktory i sel'khoz mashiny*. 2003; 12: 35-39. (In Russian)

5. Bernshteyn D.B., Liskin I.V. Modeling of abrasive wear of soil cutting blade. *Trenie i iznos*. 1993. Vol. 14; 6: 1025-1036. (In Russian)

6. Sprinkle L.W., Langston T.D., Weber J.A., Sharov N.M. A similitude study with static and dynamic parameters in an artificial soil. Transactions of the ASAE. 1970: 580-586. (In English)

7. Rabinovich I.P., Rozenbaum A.N. Laboratory tests on wear of materials for ploughshares. *Povyshenie iznosostoykosti*

lemekhov: Sbornik nauchnykh trudov. Moscow: MASHGIZ, 1956: 27-45. (In Russian)

8. Zolotarev S.A. Analytical dependences of power impact of working surfaces of «plough body – secondary back plough» module on furrow slice. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2011; 1: 15-17. (In Russian)

9. Khrushchev M.M., Babichev M.A. Abrazivnoe iznashivanie [Abrasive wear]. Moscow: Nauka, 1970: 252. (In Russian)

10. Wingate-Hill R., Davis G., Bowditch H. Weer of hard facing treatments applied to shares of tined tillage implements. Transactions of the Institution of Engineers. Mechanical Engineering Transactions. Australia, 1979: 11-16. (In English)

11. Sidorov S.A. Plasma-jet hard-facing application in compressed air environment for increase in wear resistance of soil cutting working tools of agricultural machines. Sbornik. Vosstanovlenie detaley sel'skokhozyaystvennykh mashin, traktorov i avtomobiley. Moscow: Ekspres-informatsiya. TsNIITEI. 1986; 4: 8-9. (In Russian)

12. Moeching B.W., Hoag D.L. Dinamic parameters of artificial soils Transactions of the ASAE. 1979: 3-10. (In English)

13. Sidorov S.A. Agricultural machinery industry needs qualitative materials. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2010; 2: 41. (In Russian)

Критерии авторства. Все авторы несут ответственность за представленные в статье сведения и плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution. The authors are responsible for information and plagiarism avoiding.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.



УДК 631.171

DOI 10.22314.2073-7599-2016.6.27-32

МОНИТОРИНГ УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ МОБИЛЬНЫМИ И СТАЦИОНАРНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

Гончаров Н.Т.*;
Колесникова В.А., канд. техн. наук;
Афони́на И.И.;

Хорошенков В.К., канд. техн. наук;
Алексеев И.С.;
Лонин С.Э.;
Лужнова Е.С.

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, 1-й Институтский проезд, 5, Москва, 109428, Российская Федерация, *e-mail: vim@vim.ru

Высокие производственные издержки, с которыми сталкиваются сельскохозяйственные предприятия, стали одной из основных проблем аграрной отрасли. Отметим необходимость проведения исследований с целью минимизации затрат при внедрении информационной автоматизированной системы управления основными объектами сельскохозяйственного предприятия. Проанализировали результаты работы предприятий, которые внедряют новейшие технологии. Установили, что в новых экономических условиях увеличение производительности труда, сокращение времени простоя технических средств, повышение урожайности и качества выращиваемой продукции напрямую зависят от оперативного контроля производственной деятельности и принятия управленческих решений на основе комплексного анализа ситуаций, с использованием достоверной информации, поступающей в реальном времени. Определили содержание программно-технологического комплекса системы мониторинга работы мобильных и стационарных объектов сельскохозяйственного предприятия. Показали основные функции программного обеспечения интеграционной платформы системы. Предложен алгоритм создания централизованной автоматизированной информационной системы мониторинга технологических процессов сельхозпроизводства. Доказана возможность использования спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS для работы во всех технологических операциях сельскохозяйственного производства. Выяснили, что практическое использование синтезируемой системы минимизирует влияние человеческого фактора на управление сельхозпредприятием, способствует росту производства, повышает качество выполнения технологических процессов.

Ключевые слова: сельскохозяйственное производство, система мониторинга, программно-технологический комплекс, спутниковая навигационная система.

■ **Для цитирования:** Гончаров Н.Т., Колесникова В.А., Афони́на И.И., Хорошенков В.К., Алексеев И.С., Лонин С.Э., Лужнова Е.С. Мониторинг управления сельскохозяйственными мобильными и стационарными объектами // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2016. №6. С. 27-32. DOI 10.22314.2073-7599-2016.6.27-32

MONITORING CONTROL OF AGRICULTURAL MOBILE AND STATIONARY OBJECTS

N.T. Goncharov*,
V.A. Kolesnikova, Cand. Sci. (Eng.);
I.I. Afonina,

V.K. Khoroshenkov, Cand. Sci. (Eng.);
I.S. Alekseev,
S.E. Lonin,
E.S. Luzhnova

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, 1st Institutskiy proezd, 5, Moscow, 109428, Russian Federation, *e-mail: vim@vim.ru

High production costs of agricultural enterprises became one of the main problems of an agrarian industry. Special researches are necessary for minimization of costs due to implementation of information automated control system for the main objects of agricultural enterprise. Results of enterprises operation with new technologies were analysed. In new economic conditions work performance improvement, reducing downtime of technical means, increase in productivity and quality of the grown-up products directly depend on operating control in productive activity and management decisions on the basis of the complex analysis of situations, with use of the exact on-line information. A content of a program and technological complex was worked out for control system in sphere of operation of mobile and stationary objects at agricultural enterprise. The main functions of the integration software were specified. The authors offered an algorithm

of creation of the centralized automated information control system in agricultural technology processes. The navigation satellite systems GLONASS/GPS can be used in all technological operations of agricultural production. Practical use of synthesizable system as much as possible minimizes influence of a human factor on agricultural enterprise management, promotes increase in production, improves quality of engineering procedures accomplishment.

Keywords: Agricultural production; Monitoring system; Software and hardware complex; Satellite navigation system.

For citation: Goncharov N.T., Kolesnikova V.A., Afonina I.I., Khoroshenkov V.K., Alekseev I.S., Lonin S.E., Luzhnova E.S. Monitoring control of agricultural mobile and stationary objects *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii*. 2016; 6: 27-32. DOI 10.22314.2073-7599-2016.6.27-32 (In Russian)

Анализ мировых тенденций технического прогресса показывает, что в целях сведения к минимуму временных, энергетических и материальных затрат, а также уменьшения антропогенного воздействия на окружающую среду при эксплуатации объектов сельхозпроизводства необходимо привлечь информационные технологии.

На современном этапе развития сельскохозяйственного производства успеха достигают те агропредприятия, которые внедряют новейшие технологии, добиваясь снижения расходов и более эффективного управления. Как известно, аграрное производство характеризуется широким спектром технологических операций и мобильных средств для выполнения полевых работ. В новых экономических условиях увеличение производительности труда, сокращение времени простоя технических средств, рост энергоэффективности, повышение урожайности и качества выращиваемой продукции – ключевые проблемы, стоящие перед сельхозтоваропроизводителем. Сельскохозяйственные агрегаты и их комплексы, стационарные объекты, такие как пункты послеуборочной обработки зерна, овощехранилища, представляют собой сложные динамические системы, работающие в условиях изменяющихся внешних воздействий.

Цель исследований – разработка программно-технологического комплекса системы мониторинга управления сельскохозяйственными мобильными и стационарными объектами.

Материалы и методы. Осуществление оперативного контроля производственной деятельности, анализ текущей производственной ситуации и принятие управленческих решений необходимо вести на основе комплексного анализа ситуаций и прогнозирования их развития, опираясь на достоверную информацию, поступающую в реальном времени [1]. Поэтому оснащение сельхозпроизводителей новейшей высокопроизводительной техникой и информационное обеспечение современными автоматизированными технологиями, которые поддерживают и оптимизируют все технологические процессы в полеводстве, а также обеспечивают сохранность собранного урожая, стали актуальной задачей сегодняшнего дня.

Результаты и обсуждение. Решение этих проблем

может быть реализовано внедрением информационных технологий, поддерживающих и оптимизирующих все технологические процессы как в полеводстве, так и на пунктах послеуборочной обработки и хранения сельскохозяйственной продукции [2-6].

Создание централизованной автоматизированной информационной системы мониторинга технологических процессов сводится к следующим аспектам:

- автоматизация технологического процесса с увязкой определения местоположения мобильного агрегата на поле: будь то машинно-тракторный агрегат, комбайн или транспортное средство;
- передача всех технологических параметров на сервер диспетчерского центра, их обработка в удобный интерфейс для представления технологу, агроному, руководящему звену предприятия;
- передача управляющих команд по корректровке технологического процесса исполнителям.

Такая система мониторинга позволяет совершенствовать организационную модель предприятия, структуру производственных подразделений, функции обработки информации, выработки управленческих решений, доведения их до исполнителей, что в конечном счете повышает эффективность технологических процессов. Программно-технологический комплекс такой системы строится по трехуровневому иерархическому принципу – нижний, средний и верхний – с разделением как по функциям, так и по применяемым техническим средствам (*рисунок*) [7-9].

Нижний уровень включает комплекс датчиков позиционирования и состояния технологического процесса (обработанная площадь, остаток расходных материалов, время работы, положение агрегата на обрабатываемом поле и т.д.). Средний уровень включает контроллер (бортовой компьютер), который обеспечивает:

- сбор данных от системы позиционирования, диагностику и передачу всей информации с помощью GSM-модема, имеющего услугу интернета;
- вывод информации на видеотерминальное устройство в кабине водителя;
- реализацию алгоритма математической обработки сигналов с датчиков;

- буферизацию данных в процессе работы;
- обмен данными с сервером системы.

Верхний уровень включает сервер приложений системы и рабочую станцию диспетчера. Сервер предназначен для сбора, аналитической обработки и хранения информации. Рабочая станция – автоматизированное рабочее место (АРМ) диспетчера обеспечивает контроль и управление всеми технологическими процессами в хозяйстве в режиме реального времени.

Программное обеспечение (ПО) системы в комплексной комплектации представлено серверной интеграционной платформой и клиентским ПО, установленным на АРМ агронома, диспетчера. Интеграционная платформа технологических данных представляет собой программно-аппаратный комплекс, состоящий из сервера приложений и специализированного ПО.

Основные функции ПО интеграционной платформы:

- сбор данных от системы позиционирования и контроллеров управления мобильными агрегатами;
- аналитическая обработка данных: система определяет правильность выполнения задания по выполнению того или иного технологического процесса;
- протоколирование времени работы, перемещений, остановок и аварийных ситуаций;
- хранение данных в архивной базе данных (БД) и БД реального времени;
- взаимодействие верхнего и среднего уровня системы.

Большой сегмент в современном технологическом процессе сельхозпроизводства составляет позиционирование мобильного агрегата на оцифрованном поле [10-13]. Для этого зарубежные производители сельхозтехники используют спутниковые навигационные системы глобального позиционирования GPS [14]. Применять такую дорогостоящую аппаратуру на отечественной технике могут позволить себе далеко не все хозяйства, и к тому же в нашей стране нет ее сервисного обслуживания и ремонта. Тормозит внедрение отечественных навигационных технологий отсутствие полноценной отечественной системы дифференциальной коррекции и мониторинга. Сейчас используются только платные системы, которые не всегда доступны сельхозпроизводителям.

Отечественная система глобального позиционирования ГЛОНАСС по точности может обеспечить только метровый диапазон, в то время как для GPS дифференциальная поправка не превышает нескольких сантиметров. Поэтому на данном этапе имеет смысл использовать совмещенную навигационную систему ГЛОНАСС/GPS. Такой приемник имеет максимальную частоту обновлений показаний своего местоположения 10 Гц. При скоро-

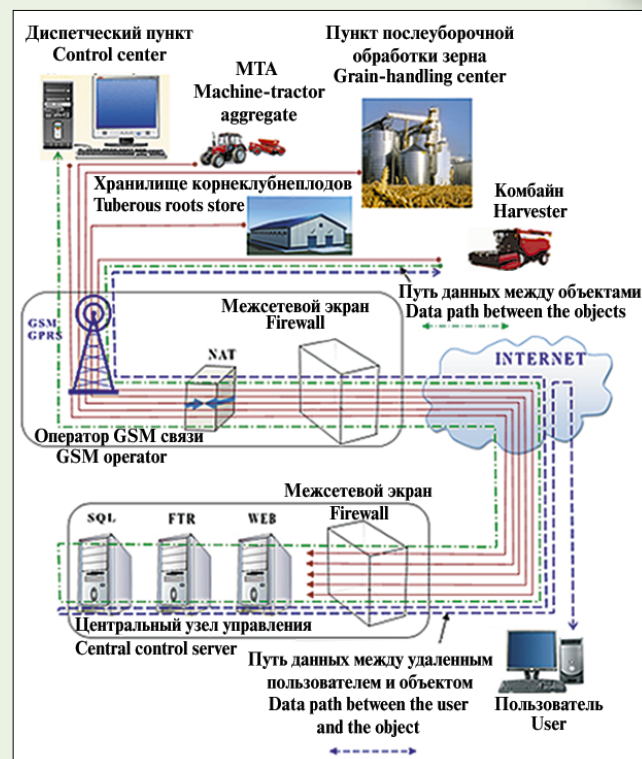


Рис. Мониторинг работы мобильных и стационарных объектов сельскохозяйственного назначения с помощью GSM/GPRS

Fig. GSM/GPRS monitoring of operation of agricultural mobile and stationary objects

сти движения мобильного агрегата 10 км/ч за 0,1 с агрегат переместится на расстояние ≈ 30 см. Это величина дискретности показаний местоположения агрегата. Если мобильный агрегат представить в виде инерционного звена, то при воздействии суммы помех на агрегат дисперсию на выходе инерционного звена определяют по формуле:

$$D_{\text{вых}} = \frac{S_0}{\pi} \int_0^{\infty} H^2(\omega) d\omega,$$

где $D_{\text{вых}}$ – дисперсия;

S_0 – спектральная плотность в полосе частот;

H – амплитуда частотной характеристики.

После преобразования получим:

$$D_{\text{вых}} = \frac{S_0}{2T},$$

где T – постоянная времени инерционного звена.

Откуда видно, что чем больше постоянная времени инерционного звена, тем качественнее фильтрующие свойства и тем меньше смещение положения агрегата относительно прямолинейного движения. Мобильный агрегат, обладающий большой массой, за 0,1 с не сможет изменить свое местоположение под действием возмущающих воздействий более чем на 2-3 см, даже при такой технологической операции, как вспашка почвы.

Внедрять систему необходимо, используя сетевые контроллеры, типовые сети, открытые SCADA-системы, датчики, исполнительные механизмы, типовые прикладные программы управления. Синтез готовых аппаратно-программных средств позволит существенно сократить расходы на разработку и отладку системы мониторинга мобильных средств и стационарных объектов сельскохозяйственных предприятий.

Основными вопросами в решении этой задачи являются:

- обеспечение единой среды разработки всех звеньев системы;
- стоимость инструментальной среды;
- стоимость разработки, отладки и сопровождения системы;
- средства и способы доставки информации потребителю (диспетчеру, агроному, инженерным службам и т.д.) в режиме реального времени.

Важнейшим сегментом системы мониторинга работы мобильных и стационарных объектов сельскохозяйственных предприятий служат коммуникационные средства. От выбора сетевого оборудования и средств связи между пунктами интегрированного управления и локальными объектами во многом зависит надежность и эффективность управления. Для этого можно использовать проводные RS-485, кабель-

ные Ethernet, опто-волоконные средства, а также беспроводные GSM/GPRS, Wi-Fi, Bluetooth, радиоканал и др.

Наибольший интерес представляет связь через систему GSM/GPRS, имеющую услугу интернета. На рисунке представлена реализация мониторинга работы мобильных и стационарных объектов сельскохозяйственного назначения с помощью GSM/GPRS. На практике возможна комбинация всех средств связи.

Выводы

Система мониторинга работы основных объектов сельскохозяйственного назначения должна иметь модульную структуру и открытую архитектуру с унификацией систем сбора данных, проектирования, программирования, а также коммуникаций.

Практическое использование синтезируемой системы минимизирует влияние человеческого фактора на управление сельхозпредприятием, обеспечивает увеличение производства сельскохозяйственной продукции и резко повысит качество выполнения технологических процессов.

Разработанная система мониторинга поддерживает информационное обеспечение, оптимизирует все технологические процессы в полеводстве, которые выполняются высокопроизводительной техникой по автоматизированным технологиям, гарантирующим сохранность собранного урожая.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Antonio Javier Garcia-Sanchez, Felipe Garcia-Sanchez, Joan Garcia-Haro. Wireless sensor network deployment for integrating video-surveillance and data-monitoring in precision agriculture over distributed crops. Computers and Electronics in Agriculture. 2011, Vol. 75; 2: 288-303.
2. Афонина И.И., Гончаров Н.Т. Принципы и алгоритмы контроля эффективности функционирования технологических процессов в полеводстве // Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства: Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции. Москва, 15-16 сентября 2015 г. М.: ВИМ, 2015. С. 117-124.
3. Хорошенков В.К., Гончаров Н.Т., Сизов О.А., Лужнова Е.С., Афонина И.И. Инновационные направления в использовании средств автоматического регулирования параметров технологических процессов почвообрабатывающих и посевных агрегатов // Система технологий и машин для инновационного развития АПК России: Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции. Ч. 2. М.: ВИМ, 2013. С. 327-330.
4. Гончаров Н.Т., Афонина И.И., Лужнова Е.С. Аспекты внедрения информационного комплекса для стационарных объектов сельскохозяйственного назначения // Модернизация сельскохозяйственного производства на базе инновационных машинных технологий и автоматизированных систем: Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции. Ч. 2. М.: ВИМ, 2012. С. 593-602.
5. Измайлов А.Ю., Артюшин А.А., Смирнов И.Г., Евтюшенков Н.Е., Колесникова В.А., Личман Г.И., Марченко Н.М., Марченко Л.А., Хорошенков В.К. Концепция развития системы оперативного управления автотранспортными и другими мобильными техническими средствами, применяемыми в сельском хозяйстве с использованием ГЛОНАСС/GPS. М.: ВИМ, 2014. 64 с.
6. Tokihiro Fukatsu, Teruaki Nanseki. Monitoring System for Farming Operations with Wearable Devices Utilized Sensor Networks. Sensors (Basel). 2009; 9(8): 6171-6184.
7. Мальцев Н.В., Гончаров Н.Т., Лужнова Е.С. Синтез микропроцессорной системы автоматического управления основными процессами в хранилище корнеклубнеплодов // Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства: Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции. Москва, 15-16 сентября 2015 г. М.: ВИМ. 2015. С. 198-202.
8. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П. Управление и информационное обеспечение инновационными технологическими процессами в растениеводстве // Автоматизация и информационное обеспечение производственных процессов в сельском хозяйстве: Сборник научных



докладов Международной научно-технической конференции. М.: ВИМ, 2010. С. 47-58.

9. Измайлов А.Ю., Гончаров Н.Т. Использование автоматизированных информационных систем для управления производственными процессами технологических операций в полеводстве // Автоматизация и информационное обеспечение производственных процессов в сельском хозяйстве: Сборник научных докладов XI Международной научно-технической конференции. Ч.1. М.: ВИМ, 2010. С. 331-340.

10. Измайлов А.Ю., Хорошенков В.К. Автоматизированные информационные технологии в производственных процессах растениеводства // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2010. N4. С. 3-9.

11. Гончаров Н.Т., Хорошенков В.К., Лужнова Е.С., Афонина И.И. Требования к автоматизированной информационной системе управления сельскохозяйственным растениеводческим предприятием // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: Сбор-

ник научных докладов VIII Международной научно-технической конференции. Т. 5. М.: ВИЭСХ, 2012. С. 206-214.

12. Хорошенков В.К., Гончаров Н.Т., Лужнова Е.С., Афонина И.И. Интегрированные информационные системы // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2008. N2. С. 32-36.

13. Гончаров Н.Т., Хорошенков В.К., Афонина И.И. Оптимизация управления сельскохозяйственным предприятием в растениеводстве // Инновационное развитие АПК России на базе интеллектуальных машинных технологий: Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции. М.: ВИМ, 2014. С. 68-71.

14. Lihua Zheng, Minzan Li, Caicong Wu, Haijian Ye, Ronghua Ji, Xiaolei Deng, Yanshuang Che, Cheng Fu, Wei Guo. Development of a smart mobile farming service system. Mathematical and Computer Modeling in Agriculture. 2011, Vol. 54; 3-04: 1194-1203.

REFERENCES

1. Antonio Javier Garcia-Sanchez, Felipe Garcia-Sanchez, Joan Garcia-Haro. Wireless sensor network deployment for integrating video-surveillance and data-monitoring in precision agriculture over distributed crops. Computers and Electronics in Agriculture. 2011, Vol. 75; 2: 288-303. (In English)

2. Afonina I.I., Goncharov N.T. Printsipy i algoritmy kontrolya effektivnosti funktsionirovaniya tekhnologicheskikh protsessov v polevodstve [Principles and algorithms of control of efficiency of functioning of technological processes in field management]. Intellektual'nye mashinnye tekhnologii i tekhnika dlya realizatsii Gosudarstvennoy programmy razvitiya sel'skogo khozyaystva: Sbornik nauchnykh dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. Moscow, 15-16 September 2015. Moscow: VIM, 2015: 117-124. (In Russian)

3. Khoroshenkov V.K., Goncharov N.T., Sizov O.A., Luzhnova E.S., Afonina I.I. Innovative directions in use of automatic control of parameters of technological processes of tillage and sowing machines. Sistema tekhnologiy i mashin dlya innovatsionnogo razvitiya APK Rossii: Sbornik nauchnykh dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. Ch. 2. Moscow: VIM, 2013: 327-330. (In Russian)

4. Goncharov N.T., Afonina I.I., Luzhnova E.S. Aspects of the implementation of informational complex for agricultural stationary objects. Modernizatsiya sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva na baze innovatsionnykh mashinnykh tekhnologiy i avtomatizirovannykh sistem: Sbornik nauchnykh dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. Ch. 2. Moscow: VIM, 2012: 593-602. (In Russian)

5. Izmaylov A.Yu., Artyushin A.A., Smirnov I.G., Evtyushenkov N.E., Kolesnikova V.A., Lichman G.I., Marchenko N.M., Marchenko L.A., Khoroshenkov V.K. Kontseptsiya razvitiya sistemy operativnogo upravleniya

avtotransportnymi i drugimi mobil'nymi tekhnicheskimi sredstvami, primenyaemymi v sel'skom khozyaystve s ispol'zovaniem GLONASS/GPS [Concept of development of system of operational management of vehicles and other mobile technical machines in agriculture with the use of GLONASS/GPS-receiver]. Moscow: VIM, 2014: 64. (In Russian)

6. Tokihiro Fukatsu, Teruaki Nanseki. Monitoring System for Farming Operations with Wearable Devices Utilized Sensor Networks. Sensors (Basel). 2009; 9(8): 6171-6184. (In English)

7. Mal'tsev N.V., Goncharov N.T., Luzhnova E.S. Synthesis of microprocessor system of automatic control of processes in root crops storage. Intellektual'nye mashinnye tekhnologii i tekhnika dlya realizatsii Gosudarstvennoy programmy razvitiya sel'skogo khozyaystva: Sbornik nauchnykh dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. Sept. 15-16, 2015. Moscow: VIM. 2015: 198-202. (In Russian)

8. Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P. Management and information support by innovative technological processes in plant industry. Avtomatizatsiya i informatsionnoe obespechenie proizvodstvennykh protsessov v sel'skom khozyaystve: Sbornik nauchnykh dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. Moscow: VIM, 2010: 47-58. (In Russian)

9. Izmaylov A.Yu., Goncharov N.T. Use of automated information systems for industrial control of technological operations in field management. Avtomatizatsiya i informatsionnoe obespechenie proizvodstvennykh protsessov v sel'skom khozyaystve: Sbornik nauchnykh dokladov XI Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. Ch.1. Moscow: VIM, 2010: 331-340. (In Russian)

10. Izmaylov A.Yu., Khoroshenkov V.K. Automated information technologies in processes of crop production.

Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii. 2010; 4: 3-9. (In Russian)

11. Goncharov N.T., Khoroshenkov V.K., Luzhnova E.S., Afonina I.I. Requirements for automated information management system for agricultural crop enterprise. *Energoobespechenie i energosberezhenie v sel'skom khozyaystve: Sbornik nauchnykh dokladov VIII Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii*. Vol. 5. Moscow: VIESKh, 2012: 206-214. (In Russian)

12. Khoroshenkov V.K., Goncharov N.T., Luzhnova E.S., Afonina I.I. Integrated information systems. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2008; 2: 32-

36. (In Russian)

13. Goncharov N.T., Khoroshenkov V.K., Afonina I.I. Optimization of agricultural enterprise management in crop production. *Innovatsionnoe razvitie APK Rossii na baze intellektual'nykh mashinnykh tekhnologiy: Sbornik nauchnykh dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii*. Moscow: VIM, 2014: 68-71. (In Russian)

14. Lihua Zheng, Minzan Li, Caicong Wu, Haijian Ye, Ronghua Ji, Xiaolei Deng, Yanshuang Che, Cheng Fu, Wei Guo. Development of a smart mobile farming service system. *Mathematical and Computer Modeling in Agriculture*. 2011, Vol. 54; 3-04: 1194-1203. (In English)

Критерии авторства. Все авторы несут ответственность за представленные в статье сведения и плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution. The authors are responsible for information and plagiarism avoiding.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Федеральное государственное бюджетное

научное учреждение

Федеральный научный

агроинженерный центр ВИМ

(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

объявляет набор

на 2017-2018 учебный год

в аспирантуру на бюджетные и внебюджетные места

По направлениям подготовки:

Электро- и теплотехника

Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование

в сельском, лесном и рыбном хозяйстве.

в магистратуру на внебюджетные места

По направлениям подготовки:

Электроэнергетика и электротехника

Агроинженерия

Адрес Центра: 109428, Москва, 1-й Институтский проезд, 5.

Телефон для справок: 8 (495) 709-33-68.

УДК 631.1

DOI 10.22314.2073-7599-2016.6.33-39

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РЕСУРСОВ В РОССИИ

Коротченя В.М., канд. экон. наук

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, 1-й Институтский проезд, 5, Москва, 109428, Российская Федерация, e-mail: valerkorot@gmail.com

Дана оценка технической эффективности использования сельскохозяйственных ресурсов в России. В качестве методологии для расчетов использовали *Data envelopment analysis (DEA)* – непараметрический метод, основанный на линейном программировании. Показали, что суть метода *DEA* состоит в оценке эффективности однородных единиц принятия решений исходя из построения на основе реальных данных (объемов ресурсов и объемов видов выпуска) общей границы производственных возможностей. В качестве конкретной разновидности модели *DEA* предложили так называемую *CCR-I* модель, то есть радиальную модель *DEA* с постоянной отдачей от масштаба и ориентацией на ресурсы. Группа включенных в исследование 54 стран состояла из государств СНГ, БРИК, ЕС, ОЭСР. Установили временные интервалы расчета: 1992-2007 гг. и 2008-2012 гг. (в силу отсутствия единообразных данных за весь временной промежуток). В качестве выпуска использовали объем сельскохозяйственной продукции. Сельскохозяйственные угодья, экономически активное население в области сельского хозяйства, сельскохозяйственные машины и оборудование, домашний скот, удобрения использовались в виде ресурсов. Основным источником статистических данных – *FAOSTAT*. Из 54 рассматриваемых стран лидерами по технической эффективности сельского хозяйства в 1992-2007 гг. стали Бельгия, Греция, Израиль, Мальта и Нидерланды. В результате проведенного исследования установили неэффективное использование в России сельскохозяйственных ресурсов, особенно земли. Расчеты показали, что в среднем эффективность использования сельскохозяйственных угодий в нашей стране можно повысить в 8 раз, труда – в 2-2,5 раза, машин – в 2-3 раза, домашнего скота и удобрений – в 1,5-2 раза. Установлено, что в 2008-2012 гг. наметились хорошие тенденции к росту эффективности сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: *data envelopment analysis (DEA)*, техническая эффективность, сельское хозяйство, сельскохозяйственные ресурсы.

■ **Для цитирования:** Коротченя В.М. Техническая эффективность использования сельскохозяйственных ресурсов в России // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2016. №6. С. 33-39. DOI 10.22314.2073-7599-2016.6.33-39

TECHNICAL EFFICIENCY OF AGRICULTURAL RESOURCES USE IN RUSSIA

V.M. Korotchenya, Cand. Sci. (Econ.)

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, 1st Institutskiy proezd, 5, Moscow, 109428, Russian Federation, e-mail: valerkorot@gmail.com

Technical efficiency of agricultural resources use in Russia is assessed. As methodology for calculations the author used *Data envelopment analysis (DEA)* which is the nonparametric method based on linear programming. The essence of the *DEA* method consists in an efficiency evaluation of homogeneous units of decision making proceeding from creation on the basis of real data (amounts of resources and amounts of types of output) of general border of production capabilities. *CCR-I* model was offered as a specific kind of the *DEA* model. It is the radial *DEA* model with continual returns to scale and orientation to resources. The group of 54 countries included in a research consisted of the states of the CIS, BRIC, the EU, OECD. The time frames of calculation were established: 1992-2007 and 2008-2012 (owing to lack of uniform data for all time interval). Amount of agricultural products was used as output. Agricultural lands, an economically active population in agriculture, farm machines and the equipment, a livestock, fertilizers were used in the form of resources. The main source of statistical data is *FAOSTAT*. From 54 countries under consideration Belgium, Greece, Israel, Malta and the Netherlands became leaders in technical efficiency of agricultural industry in 1992-2007. Inefficient use of agricultural resources, especially lands was established as a result of the conducted research in Russia. On average efficiency of use of agricultural lands in our country can be increased by 8 times, work – by 2-2.5 times, machines – by 2-3 times, a livestock

and fertilizers – by 1.5-2 times. Good tendencies to growth of efficiency of agricultural production are notice in 2008-2012.

Keywords: Data envelopment analysis (DEA); Technical efficiency; Agricultural industry; Agricultural resources.

■ **For citation:** Korotchenya V.M. Technical efficiency of agricultural resources use in Russia. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2016; 6: 33-39. DOI 10.22314.2073-7599-2016.6.33-39 (In Russian)

Данная статья написана в продолжение работы, в которой заложена основа для проведения целого ряда исследований с целью разработки методологии интегральной оценки эффективности машинно-тракторного парка [1]. Первым шагом на пути к указанной цели стала оценка технической эффективности сельского хозяйства и использования сельскохозяйственных ресурсов. Для этого в настоящем исследовании применяется *Data envelopment analysis (DEA)* – непараметрический метод, основанный на линейном математическом программировании [2-4]. Библиография опубликованной англоязычной научной литературы по методу *DEA* за 30 лет его существования содержит свыше 4000 единиц [5]. Изучение эффективности предприятий и целых отраслей экономики (банковской деятельности, сельского хозяйства, различных производств, медицины, образования и т.д.) весьма популярно в профессиональных и научных кругах. Вопросам сельского хозяйства посвящены работы [6-11].

Цель исследований – дать оценку технической эффективности использования сельскохозяйственных ресурсов в России с применением методологии *DEA*.

Материалы и методы. В качестве конкретной разновидности модели *DEA* для цели настоящего исследования используется так называемая *CCR-I* модель, то есть модель *DEA* с постоянной отдачей от масштаба и ориентацией на ресурсы (последняя означает, что техническая эффективность здесь рассматривается сквозь призму сравнения среди участников аналогичного производства потребленных ресурсов при фиксированном объеме выпуска) [12].

Выбор постоянной отдачи от масштаба обосновывается исходя из того, что используемые для модели данные агрегированы на уровне стран, и нет смысла говорить об экономии от масштаба. Граница производственных возможностей строится не для хозяйств, а для стран, которые суммируют в себе хозяйства разных масштабов [13].

Объем выпуска сельскохозяйственной продукции каждой из рассматриваемых в исследовании стран предполагается оптимальным, поскольку приняты во внимание те объемы выпуска, которые есть, а не могли бы быть. Мы также в большей степени заинтересованы в изучении эффективности использования ресурсов, а не в расширении объемов производства. Этим объясняется выбор ориентации модели.

Суть метода *DEA* состоит в оценке эффективности гомогенных единиц принятия решений исходя из построения на основе реальных данных (объемов ресурсов и объемов видов выпуска) общей границы производственных возможностей. При этом реальные точки на этой, как правило, гиперповерхности, представляющие собой конкретных производителей, дополняются точками, равными выпуклым комбинациям первых. Дополненные точки на границе производственных возможностей и все точки под ней считаются технологически достижимыми, формируя тем самым технологическое множество. В общем, производители, расположенные на границе производственных возможностей, считаются технически эффективными (Парето-эффективными; техническая эффективность равна единице, или 100%), а ниже этой границы – неэффективными. Расчет технической эффективности конкретного производителя осуществляется с помощью проекции его положения в координатах «ресурсы – выпуск» на границу производственных возможностей (при фиксации, например, объема его выпуска), где техническая эффективность равна единице, или 100%. Точка данной проекции представляет собой положение эталонного производителя по отношению конкретному. Эталонный производитель – это Парето-эффективная реальная или виртуальная¹ единица принятия решения, находящаяся на границе производственных возможностей, относительно которой измеряется техническая эффективность конкретного производителя.

В общем случае, в модели *DEA*, ориентированной на ресурсы, с постоянной отдачей от масштаба и несколькими видами ресурсов техническая эффективность θ (как доля единицы) будет означать, что при проекции текущего положения производителя в системе координат «ресурсы – выпуск» на границу производственных возможностей, где показатель технической эффективности равен единице, данный производитель может сократить при том же объеме выпуска расход каждого ресурса на $(1 - \theta) \cdot 100\%$.

Однако бывает так, что после данного пропорционального снижения всех ресурсов, остаются резервы сокращения некоторых отдельных видов ре-

¹ В данном случае ее положение на границе определяется выпуклой комбинацией положений Парето-эффективных реальных единиц.



сурсов (но не всех). Причина этого заключается в том, что имеющиеся у производителя ресурсы находятся в неправильной (согласно технологии) пропорции относительно производимой продукции. В силу этого проекция на границу производственных возможностей также будет отражать неверную пропорцию «ресурсы – выпуск». Такие точки на границе можно назвать условно эффективными: показатель технической эффективности здесь равен единице, или 100%, но условия Парето-эффективности не выполняются, поскольку имеются резервы для улучшения производительности (в общем случае – в ходе сокращения каких-либо отдельных, но не всех ресурсов или наращивания объема производства каких-либо отдельных, но не всех видов продукции). Технически эффективными считаются те производители, у которых показатель технической эффективности равен единице, или 100%, и все резервы улучшения производительности равны нулю.

Модель *CCR-I* рассчитывают для каждого периода (года) отдельно [12].

В исследование включены страны СНГ, БРИК, ЕС, ОЭСР, которые, на наш взгляд, наиболее важны или интересны для России с экономической точки зрения. Всего – 54 страны (включая Россию).

Временной интервал расчета технической эффективности: 1992-2007, 2008-2012 гг. В силу отсутствия единообразных данных за весь временной интервал в каждом из указанных периодов используется определенная модификация модели. Различие между этими двумя периодами в плане применения модели *CCR-I* следующее: в периоде 1992-2007 гг. сельскохозяйственные машины представлены единым показателем – объемом потребления основного капитала, тогда как в периоде 2008-2012 гг. для этого используют уже два показателя – количество тракторов и комбайнов. Ввиду того, что количество машин не отражает их качественные (технические) характеристики, основной моделью исследования будет *CCR-I*, рассчитанная для 1992-2007 гг. Для последующего периода (2008-2012 гг.) мы укажем только тенденции.

Основной источник данных – *FAOSTAT* (<http://faostat3.fao.org>).

В качестве выпуска используется объем сельскохозяйственной продукции на чистой основе, то есть без учета промежуточной продукции – семян и кормов; в постоянных международных долларах (база: 2004-2006 гг.).

Сельскохозяйственные угодья, экономически активное население в этой отрасли, сельскохозяйственные машины и оборудование, домашний скот, удобрения используются в виде ресурсов.

Показателем сельскохозяйственных угодий служит их площадь, куда ФАО относит пахотные зем-

ли, земли под многолетними культурами (многолетними насаждениями, которые не пересаживаются в течение нескольких лет), постоянные луга и пастбища.

В общее число экономически активного населения в области сельского хозяйства включен также критерий в области охоты, рыболовства, лесного хозяйства.

Источниками данных по количеству тракторов и комбайнов стали база данных ФАО (до 2009 г.) и компании *Marketline* (с 2010 г.; www.marketline.com). Данные по России и Беларуси о количестве машин были скорректированы согласно национальной статистике.

Домашний скот рассчитывается в условных головах крупного рогатого скота на основе следующих коэффициентов перевода: буйволы – 1,0; верблюды – 1,0; гуси и цесарки – 0,02; индейки – 0,02; козы – 0,1; кролики и зайцы – 0,05; крупный рогатый скот – 1,0; куры – 0,02; лошади – 1,0; мулы – 1,0; овцы – 0,1; ослы – 1,0; свиньи – 0,3; утки – 0,02. Коэффициенты перевода взяты из приказа Росстата № 516 от 05.10.2012 «Об утверждении Методических указаний по проведению годовых расчетов объема расхода кормов скоту и птице в хозяйствах всех категорий», а также Порядка выплаты дотаций и компенсаций для поддержки племенного дела в животноводстве (утв. Минсельхозпродом России – № 4-35/672 от 24.07.1995, Минфином России – № 09-03-01 от 26.07.1995) – в отношении кроликов и зайцев.

Удобрения представлены массой вносимого питательного вещества ($N + P_2O_5 + K_2O$). Основным источником данных по удобрениям – *FAOSTAT*. Некоторые показатели были взяты из баз данных или публикаций Международной ассоциации производителей удобрений *IFA*, Евростата (*Fertilizers Europe*); ОЭСР; Росстата и Белстата.

Данные по Чехии и Словакии за 1992 г. рассчитывали по данным Чехословакии пропорционально долям Чехии и Словакии в их совокупных показателях за 1993 год (1 января 1993 г. Чехословакия распалась на Чехию и Словакию; до этой даты нет данных по Чехии и Словакии).

Аналогично данные по Бельгии и Люксембургу за 1992-1999 гг. (за этот период есть только данные по Бельгийско-Люксембургскому экономическому союзу) получали путем разделения данных по Бельгии-Люксембургу за этот период пропорционально долям Бельгии и Люксембурга в их совокупных данных за 2000 г.

Все расчеты выполнены с использованием программ *OSDEA* (www.opensourcedea.org) и *MaxDEA Basic 6.4* (www.maxdea.cn)

Результаты и обсуждение. Из 54 рассматриваемых стран лидерами по технической эффективно-

сти сельского хозяйства в 1992-2007 гг. стали Бельгия, Греция, Израиль, Мальта и Нидерланды. Из года в год в этих странах эффективно используются все изучаемые сельскохозяйственные ресурсы: с учетом уровня технологии невозможно сократить

Table 1 Таблица 1							
ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА, 1992-2007 гг., % TECHNICAL EFFICIENCY OF AGRICULTURAL INDUSTRY, 1992-2007, %							
Страны Countries	1992	1995	1998	2001	2004	2007	В среднем Average
Австралия Australia	72,5	66,4	72,9	77,8	61,0	57,1	68,0
Австрия Austria	66,5	67,2	71,5	69,0	72,1	82,0	68,1
Азербайджан Azerbaijan	57,4	49,4	51,0	100,0	81,1	84,1	73,6
Армения Armenia	63,8	100,0	85,8	98,8	72,0	100,0	80,2
Беларусь Belarus	28,8	33,6	29,8	30,0	33,5	40,6	32,3
Бельгия Belgium	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Болгария Bulgaria	72,5	100,0	81,9	71,4	66,2	56,1	71,8
Бразилия Brazil	35,7	32,6	28,3	37,0	37,5	45,3	34,8
Великобритания Great Britain	70,7	67,8	66,3	58,2	54,8	54,5	62,4
Венгрия Hungary	100,0	74,1	84,1	84,8	80,8	74,1	78,9
Германия Germany	68,2	67,0	74,2	78,3	74,4	76,1	72,7
Греция Greece	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Дания Denmark	81,7	86,5	89,2	89,3	84,7	88,8	87,4
Израиль Israel	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Индия India	47,6	43,8	38,3	49,0	41,7	45,1	43,6
Ирландия Ireland	54,8	49,9	49,7	47,0	40,8	43,6	47,5
Исландия Iceland	21,7	20,8	21,5	20,0	21,0	23,9	21,3
Испания Spain	86,5	61,8	80,3	81,2	68,4	73,3	76,0
Италия Italy	92,7	85,6	94,1	97,5	87,4	91,2	90,4
Казахстан Kazakhstan	41,1	71,8	100,0	91,7	100,0	93,0	80,5
Канада Canada	86,8	88,3	94,1	86,2	87,2	88,0	89,1
Кипр Cyprus	81,4	83,0	83,0	87,0	79,1	80,2	80,2
Киргизия Kyrgyzstan	72,1	57,2	64,0	80,1	69,4	70,3	67,6
Китай China	70,5	70,5	67,5	81,6	76,4	70,7	72,5
Корея Korea	100,0	95,2	92,2	100,0	87,5	88,3	94,7

Латвия Latvia	37,9	78,6	52,1	41,2	43,2	52,2	49,2
Литва Lithuania	50,1	49,3	49,2	42,0	48,1	55,9	50,5
Люксембург Luxembourg	81,4	78,5	82,5	70,5	77,2	74,5	78,6
Мальта Malta	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Мексика Mexico	41,0	39,9	35,0	46,8	47,6	56,1	43,1
Молдова Moldova	65,0	67,6	100,0	96,6	100,0	88,9	89,4
Нидерланды Netherlands	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Новая Зеландия New Zealand	74,6	69,6	72,1	74,5	77,1	78,7	72,7
Норвегия Norway	46,2	42,9	44,6	41,9	37,7	43,4	42,8
Польша Poland	58,7	50,6	56,2	56,5	50,5	54,8	53,9
Португалия Portugal	70,2	69,6	61,3	66,4	54,4	58,8	63,0
Россия Russia	37,8	50,2	51,9	61,6	56,8	65,5	54,0
Румыния Romania	46,6	69,0	58,0	68,5	69,8	53,1	61,0
Словакия Slovakia	59,2	61,4	60,3	52,3	52,9	55,9	57,8
Словения Slovenia	45,9	60,6	72,7	77,2	83,7	84,6	72,5
США USA	99,2	93,6	100,0	100,0	99,4	100,0	98,3
Таджикистан Tajikistan	36,7	30,2	28,6	57,4	57,2	33,6	39,2
Турция Turkey	66,7	66,5	68,6	66,0	64,0	64,0	65,8
Узбекистан Uzbekistan	40,5	45,3	34,8	34,6	37,6	39,6	37,9
Украина Ukraine	39,8	54,0	56,0	81,4	68,2	59,7	60,5
Финляндия Finland	51,1	51,8	52,0	58,4	53,3	62,6	55,5
Франция France	93,9	88,3	97,2	91,5	90,4	87,8	91,7
Хорватия Croatia	95,4	87,0	91,4	100,0	80,2	96,2	88,4
Чехия Czech Republic	66,1	54,3	58,4	53,9	58,8	56,0	56,7
Чили Chile	59,9	58,2	53,6	54,1	47,0	54,0	54,1
Швейцария Switzerland	81,2	74,5	79,4	77,6	76,9	77,7	76,6
Швеция Sweden	51,3	52,3	58,9	59,3	53,1	57,5	56,3
Эстония Estonia	32,0	54,0	50,4	53,8	43,6	54,9	47,8
Япония Japan	93,9	89,0	82,3	83,7	72,6	74,4	83,1
Примечание. Выделенные ячейки отражают Парето-эффективность							

их потребление без снижения объема производства, при этом они находятся в идеальной пропорции.

В *таблице 1* приведены полученные данные технической эффективности 54 стран.

Показатели технической эффективности сельского хозяйства в *таблице 1* показывают, насколько можно одновременно сократить все используемые ресурсы при условии эффективного производства (из 100 нужно отнять показатель технической эффективности). Скажем, в 2007 г. техническая эффективность сельского хозяйства России составила 65,5%. Это означает, что если сельское хозяйство в России было бы эффективным в указанном году, для производства текущего объема сельскохозяйственной продукции (41 272 035 800 межд. долл.) потребление всех ресурсов можно было бы сократить на 34,5%. *Таблица 1* лишь частично отражает техническую эффективность сельского хозяйства, поскольку в ней не учтены дополнительные резервы улучшения производительности. В *таблице 2* приведены показатели технической эффективности использования ресурсов в сельском хозяйстве России в 1992-2007 гг. с учетом дополнительных резервов улучшения производительности. Данные расчеты сделаны по следующей формуле, рассчитываемой для каждого года отдельно:

$$TE_{it} = \frac{x_{it} \theta_t^* - s_{it}^-}{x_{it}},$$

где TE_{it} – техническая эффективность использования ресурса i в сельском хозяйстве страны t ;

x_{it} – объем ресурса i , затраченного страной t в сельскохозяйственном производстве;

θ_t^* – техническая эффективность сельского хозяйства страны t (безразмерная величина);

s_{it}^- – объем ресурса i , на который страна t может дополнительно сократить его потребление в сельскохозяйственном производстве после пропорционального сокращения потребления всех ресурсов согласно показателю технической эффективности сельского хозяйства данной страны. Величину s_{it}^- можно назвать дополнительным резервом сокращения ресурса i для сельского хозяйства страны t .

Таблица 2 подробно отражает эффективность сельского хозяйства России с точки зрения использования ресурсов. К примеру, расчетные данные 2007 г. показывают, что если бы сельское хозяйство в России было таким же эффективным, как в Бельгии, Нидерландах и других странах-лидерах, то для производства объема сельскохозяйственной продукции в данном году (41 272 035 800 межд. долл.) Россия бы затратила около 16% сельхозугодий, 46% занятого населения, 65% потребленного капитала по статье «Машины», 66% домашнего скота и 66% удобрений – от уровня ресурсов, использованных в 2007 г.

Table 2 Таблица 2

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ РОССИИ, 1992-2007 гг., %
TECHNICAL EFFICIENCY OF RESOURCES USE IN
RUSSIA AGRICULTURAL INDUSTRY, 1992-2007, %

Год Year	Земля Land	Труд Work	Машины Machines	Домаш- ний скот Livestock	Удобрения Fertilizers
1992	15,4	37,8	24,7	37,8	37,8
1993	13,7	38,3	15,2	45,8	45,8
1994	5,5	22,5	6,5	53,8	53,8
1995	14,8	29,6	13,1	50,2	50,2
1996	4,3	19,1	7,1	43,7	43,7
1997	12,7	55,8	19,5	55,8	55,8
1998	2,6	16,1	6,3	51,9	51,9
1999	5,3	21,9	12,3	50,4	50,4
2000	13,3	53,2	26,5	53,2	53,2
2001	3,3	14,3	16,6	61,6	61,6
2002	14,3	54,0	36,0	54,0	54,0
2003	15,8	57,7	40,6	57,7	57,7
2004	16,2	56,8	41,2	56,8	56,8
2005	17,6	59,3	47,1	59,3	59,3
2006	20,5	66,0	56,8	66,0	66,0
2007	16,0	45,8	64,5	65,5	65,5
В сред- нем Average	12,0	40,5	27,1	54,0	54,0

Приведем также полученные результаты по расчету технической эффективности сельского хозяйства России в 2008-2012 гг., исходя из другой методологии представления машинно-тракторного парка (см. выше). Они указывают на дальнейший рост эффективности сельскохозяйственного производства в России (*табл. 3*).

Table 3 Таблица 3

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИИ, 2008-2012 гг., %
TECHNICAL EFFICIENCY
OF AGRICULTURAL INDUSTRY IN RUSSIA, 2008-2012, %

2008	2009	2010	2011	2012
82,7	83,3	82,4	94,8	97,0

К выявленным за период 1992-2007 гг. странам-лидерам, которые сохранили свое лидерство в 2008-2012 гг., присоединились Азербайджан, Казахстан, Китай, США, Хорватия.

Однако следует дождаться выхода новых данных ФАО для проведения более точных расчетов по первой методологии учета вклада машинно-тракторного парка в сельскохозяйственное производство.

Полученные результаты могут также использоваться для оценки эффективности Системы машин. Возьмем, к примеру, за базу 2007 год. В данном случае потребленный капитал, скорректированный на рост производительности Системы машин (определяется экспертным образом), выступает как прокси Системы машин. Предполагая рост производительности Системы машин, скажем, на 10; 20 и 30% по сравнению с действующим машинно-трактор-

ным парком, скорректируем в применяемой модели *DEA* потребленный капитал в России за базовый год, соответственно, на коэффициент 0,9; 0,8 и 0,7 при сохранении остальных данных нетронутыми (уменьшаем затраченный ресурс). Рассчитаем данную модификацию модели для получения оценки технической эффективности сельского хозяйства исследуемых стран.

Далее возьмем за основу вышеприведенную формулу для расчета технической эффективности использования ресурсов в сельском хозяйстве. Это и будет техническая эффективность Системы машин. Результаты представим в *таблице 4*.

Table 4 Техническая эффективность Системы машин России (БАЗОВЫЙ ГОД – 2007) TECHNICAL EFFICIENCY OF SYSTEM OF MACHINERY IN RUSSIA (BASE YEAR – 2017)	
Рост производительности Системы машин, % Increase in efficiency of System of machinery	Техническая эффективность Системы машин, % Technical efficiency of System of machinery
0 (база) base	64,5
10	66,3
20	67,3
30	68,3

Данные таблицы показывают невысокий рост эффективности Системы машин даже при значительном росте ее производительности, что объясняется наличием и важностью других факторов производства (земли, людей и т.д.). Для повышения эффективности сельскохозяйственного производ-

ства России необходимо повысить эффективность всех его факторов, а не только машин.

Выводы. Проведенное исследование показывает на примере России возможность расчета эффективности использования ресурсов в сельском хозяйстве страны и Системы машин относительно группы других стран на основе методологии *DEA*. При этом большое значение имеет представление ресурсов в модели в виде тех или иных величин.

Представленная методология существенно отличается от традиционных в России подходов к оценке эффективности сельскохозяйственной техники [14, 15]. Во-первых, проводится межстрановой анализ технической эффективности сельского хозяйства. Во-вторых, сельскохозяйственная техника представляется в агрегированном виде. В-третьих, изучение эффективности сельскохозяйственной техники происходит в совокупности с другими факторами производства.

Как и у любой модели, у модели *DEA* есть свои недостатки. В ней не учитывается влияние климата, погоды, качественных характеристик земли, труда, машин и т.д. К примеру, 1 млн долл. США потребленного капитала на сельскохозяйственные машины в России и Нидерландах в количественном измерении – это одно и то же, но на уровне конкретных технических средств это будут разные по технологическому уровню машины. Тем не менее полученные результаты выявили наиболее технологически развитые в сельском хозяйстве страны, на которые нужно равняться и чей опыт следует изучать. Это касается Бельгии, Греции, Израиля, Мальты и Нидерландов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коротченя В.М. Интегральная оценка эффективности машинно-тракторного парка сельского хозяйства // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2015. №6. С. 46-50.
2. Cooper W.W., Seiford L.M., Zhu J. Handbook on data envelopment analysis. 2nd ed. New York, USA: Springer, 2011: 497.
3. Cooper W.W., Seiford L.M., Tone K. Data envelopment analysis: A comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver software. 2nd ed. New York: Springer, 2007: 490.
4. Ray S.C. Data envelopment analysis: Theory and techniques for economics and operations research. Cambridge, UK; New York: Cambridge University Press, 2004: 353.
5. Emrouznejad A., Parker B.R., Tavares G. Evaluation of research in efficiency and productivity: A survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA Socio-Economic Planning Sciences. 2008. Vol. 42; 3: 151-157.
6. Latruffe L., Desjeux Y. Common Agricultural Policy support, technical efficiency and productivity change in French agriculture. Review of Agricultural, Food and Environmental Studies. 2016. Vol. 97; 1: 15-28.
7. Manjunatha A.V., Speelman S., Aravindakshan S., Babu A.T.S., Mal P. Impact of informal groundwater markets on efficiency of irrigated farms in India: A bootstrap data envelopment analysis approach. Irrigation Science. 2016. Vol. 34; 1: 41-52.
8. Slade P., Hailu G. Efficiency and regulation: A comparison of dairy farms in Ontario and New York State. Journal of Productivity Analysis. 2016. Vol. 45;1: 103-115.
9. Urdiales M.P., Lansink A.O., Wall A. Eco-efficiency among dairy farmers: The importance of socio-economic characteristics and farmer attitudes. Environmental and Resource Economics. 2016. Vol. 64; 4: 559-574.
10. Poudel K.L., Johnson T.G., Yamamoto N., Gautam S., Mishra B. Comparing technical efficiency of organic and conventional coffee farms in rural hill region of Nepal using data envelopment analysis (DEA) approach. Organic Agriculture. 2015. Vol. 5; 4: 263-275.
11. Vlontzos G., Niavis S. Assessing the evolution of technical efficiency of agriculture in EU countries: Is there

a role for the agenda 2000? Agricultural cooperative management and policy: New robust, reliable and coherent modelling tools. ed. by C. Zopounidis, N. Kalogeras, K. Mattas, G. van Dijk, G. Baourakis. Cham, Switzerland: Springer, 2014: 339-351.

12. Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*. 1978. Vol. 2; 6: 429-444.

13. Coelli T.J., Rao D.S.P. Total factor productivity growth in agriculture: a Malmquist index analysis of 93

countries, 1980-2000. *Agricultural Economics*. 2005. Vol. 32; 1: 115-134.

14. Жалнин Э.В. К дискуссии о методике оценки экономической эффективности сельскохозяйственной техники // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2013. N3. С. 3-9.

15. Сорокин Н.Т., Табашников А.Т. Методика оценки экономической эффективности сельскохозяйственной техники // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2015. N2. С. 41-44.

REFERENCES

1. Korotchenya V.M. Integral assessment of efficiency of agricultural machinery and tractors fleet. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii*. 2015; 6: 46-50. (In Russian)

2. Cooper W.W., Seiford L.M., Zhu J. Handbook on data envelopment analysis. 2nd ed. New York, USA: Springer, 2011: 497. (In English)

3. Cooper W.W., Seiford L.M., Tone K. Data envelopment analysis: A comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver software. 2nd ed. New York: Springer, 2007: 490. (In English)

4. Ray S.C. Data envelopment analysis: Theory and techniques for economics and operations research. Cambridge, UK; New York: Cambridge University Press, 2004: 353.

5. Emrouznejad A., Parker B.R., Tavares G. Evaluation of research in efficiency and productivity: A survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA *Socio-Economic Planning Sciences*. 2008. Vol. 42; 3: 151-157. (In English)

6. Latruffe L., Desjeux Y. Common Agricultural Policy support, technical efficiency and productivity change in French agriculture. *Review of Agricultural, Food and Environmental Studies*. 2016. Vol. 97; 1: 15-28. (In English)

7. Manjunatha A.V., Speelman S., Aravindakshan S., Babu A.T.S., Mal P. Impact of informal groundwater markets on efficiency of irrigated farms in India: A bootstrap data envelopment analysis approach. *Irrigation Science*. 2016. Vol. 34; 1: 41-52. (In English)

8. Slade P., Hailu G. Efficiency and regulation: A comparison of dairy farms in Ontario and New York State. *Journal of Productivity Analysis*. 2016. Vol. 45;1: 103-115.

9. Urdiales M.P., Lansink A.O., Wall A. Eco-efficiency

among dairy farmers: The importance of socio-economic characteristics and farmer attitudes. *Environmental and Resource Economics*. 2016. Vol. 64; 4: 559-574. (In English)

10. Poudel K.L., Johnson T.G., Yamamoto N., Gautam S., Mishra B. Comparing technical efficiency of organic and conventional coffee farms in rural hill region of Nepal using data envelopment analysis (DEA) approach. *Organic Agriculture*. 2015. Vol. 5; 4: 263-275. (In English)

11. Vlontzos G., Niavis S. Assessing the evolution of technical efficiency of agriculture in EU countries: Is there a role for the agenda 2000? Agricultural cooperative management and policy: New robust, reliable and coherent modelling tools. ed. by C. Zopounidis, N. Kalogeras, K. Mattas, G. van Dijk, G. Baourakis. Cham, Switzerland: Springer, 2014: 339-351. (In English)

12. Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*. 1978. Vol. 2; 6: 429-444.

13. Coelli T.J., Rao D.S.P. Total factor productivity growth in agriculture: a Malmquist index analysis of 93 countries, 1980-2000. *Agricultural Economics*. 2005. Vol. 32; 1: 115-134. (In English)

14. Zhalnin E.V. To the discussion of assessment methodology of economic efficiency of agricultural machinery. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii*. 2013; 3: 3-9. (In Russian)

15. Sorokin N.T., Tabashnikov A.T. Technique of the assessment of agricultural machinery economic efficiency. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii*. 2015; 2: 41-44. (In Russian)

Критерии авторства. Автор несет ответственность за представленные в статье сведения и плагиат.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Contribution. The author is responsible for information and plagiarism avoiding.

Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.



УДК 633.854.78:631.55
DOI 10.22314.2073-7599-2016.6.40-44

ИННОВАЦИОННАЯ ЖАТКА К СЕЛЕКЦИОННОМУ КОМБАЙНУ ДЛЯ УБОРКИ ОПЫТНЫХ ДЕЛЯНОК ПОДСОЛНЕЧНИКА

Шафоростов В.Д.^{1*},
докт. техн. наук;

Макаров С.С.¹;

Елизаров П.А.²

¹Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта, ул. Филатова, 17, г. Краснодар, 350038, Российская Федерация, *e-mail: shaforostov_49@mail.ru

²ООО «Винтерштайгер», ул. Кржижановского, 14, корп. 3, Москва, 117218, Российская Федерация

Качественная уборка урожая семян подсолнечника зависит от многих факторов, в том числе от сортовых признаков растений. Несоответствие технических средств этим признакам сопряжено с потерями урожая. Целью исследования стало совершенствование жатки для селекционного комбайна, обеспечивающей полную выборку длины стебля подсолнечника независимо от его исходной длины, а также уборку ветвистых многокорзиночных форм, благодаря чему можно снизить потери в виде свободных семян и корзинок. Проанализировали различные конструкции подающих рабочих органов селекционного комбайна. Выявили, что наиболее надежным в работе и простым по устройству является шнековый (винтовой) подаватель. Разработали экспериментальный образец двухрядковой жатки к селекционному комбайну для уборки растений подсолнечника. Представили конструкцию жатки. Привели основные значения регулируемых параметров в зависимости от биометрической характеристики убираемых растений. Величина отрезка стебля у стандартных форм равна 5-10 см, у ветвистых – 15-25 см. Установлено, что разработанная универсальная жатка обеспечивает уборку однокорзиночных и ветвистых многокорзиночных форм с минимальными потерями. Доказали, что при использовании новой жатки потери свободными семенами не превышают 0,15 процента, потери корзинками у многокорзиночных форм – не более 3,3 процента.

Ключевые слова: подсолнечник, уборка семян, селекционный комбайн, жатка, шнековые подаватели, потери урожая.

■ **Для цитирования:** Шафоростов В.Д., Макаров С.С., Елизаров П.А. Инновационная жатка к селекционному комбайну для уборки опытных деленок подсолнечника // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2016. №6. С. 40-44. DOI 10.22314.2073-7599-2016.6.40-44

INNOVATIVE SUNFLOWER PLOT TRIAL HEADER FOR A PLOT COMBINE

V.D. Shaforostov^{1*},
Dr.Sci.(Eng.);

S.S. Makarov¹;

P.A. Elizarov²

¹All-Russia Research Institute of Oil Crops by V.S. Pustovoit, Filatov St., 17, Krasnodar, 350038, Russian Federation, *e-mail: shaforostov_49@mail.ru

²ООО «Wintersteiger», Krzhizhanovskiy St., 14, build. 3, Moscow, 117218, Russian Federation

One of the parameters affects the quality of sunflower harvesting is a combination of varietal characters. If the harvesting equipment do not meet to these trappings it would lead to a yield losses. The aim of this research is a plot combine sunflower header improving to provide stretching of sunflower stem regardless of plant length and harvesting sunflower varieties with branched inflorescence for preventing heads and seeds losses. Different types of plot combine header feeding devices were analyzed. As the result auger (screw type) feeder defined as a more reliable and simplest. The 2-row header prototype was constructed. Main adjustable parameters are collated to a botanical features of a harvesting plants. The stem cutting length is 5-10 cm for an ordinary sunflower varieties and 15-25 cm for a branched varieties. The new header losses do not exceed 0.15 percent for single seeds and 3.3 percent for heads in case of branched sunflower harvesting.

Keywords: Sunflower, Seed harvesting; Plot combine; Header; Auger feeder; Yield losses.

■ **For citation:** Shaforostov V.D., Makarov S.S., Elizarov P.A. Innovative sunflower plot trial header for a plot combine. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii*. 2016; 6: 40-44. DOI 10.22314.2073-7599-2016.6.40-44 (In Russian)

Растения подсолнечника различных сортов характеризуются рядом признаков, оказывающих наиболее существенное влияние на качественные показатели уборки урожая. К ним можно отнести высоту растений, варьирование положения корзинок относительно поверхности почвы, вылет корзинки относительно стебля, диаметр корзинки и др. Применение технических средств на уборке подсолнечника из-за этих особенностей неизбежно связано с потерями урожая, которые достигают 10% [1-6].

Проведенные испытания показали, что потери урожая при уборке целыми корзинками составляют 7,06%, свободными семенами, вследствие осыпания, несколько ниже – 3,12 %, а это не соответствует агротребованиям [7-9]. Один из путей решения данной проблемы – уменьшение величины отреза стебля с корзинкой, поступающего в молотильный аппарат на обмолот. Этого можно добиться путем установки стеблеподающих рабочих органов под углом к плоскости поля, по ходу движения комбайна [10, 11].

Анализ различных конструкций подающих рабочих органов показал, что наиболее надежным в работе и простым по устройству является шнековый (винтовой подаватель) [10].

Во ВНИИ масличных культур проводят исследования, направленные на совершенствование рабочих органов селекционного комбайна *Classic*, что необходимо для качественного захвата, подачи, срезания и обмолота растений подсолнечника.

Цель исследования – совершенствование жатки для селекционного комбайна, обеспечивающей полную выборку длины стеблей подсолнечника независимо от их исходной длины, а также уборку ветвистых многокорзинчатых форм, благодаря чему можно снизить потери в виде свободных семян и корзинок.

Материалы и методы. С этой целью разработали экспериментальный образец двухрядковой жатки к селекционному комбайну *Classic* (рис. 1, 2).

Жатка состоит из рамы, на которой установлены делители стеблей со шнеками (рис. 1). На шнеках имеется режущая пара. Между делителями горизонтально размещен ленточный транспортер. Привод шнеков осуществляется посредством гидромоторов. Регулируют высоту заходной части шнеков с помощью гидроцилиндра комбайна.

Жатка работает следующим образом. Перед началом уборки заходную часть делителя стеблей устанавливают на высоте, равной минимальной высоте расположения корзинок над уровнем почвы. Во время движения растения попадают в русло, захватываются шнеками и транспортируются к режущему аппарату. Угловая скорость шнеков зависит от скорости движения комбайна и регулирует-

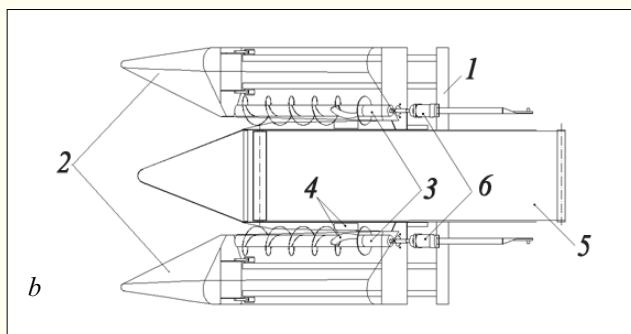
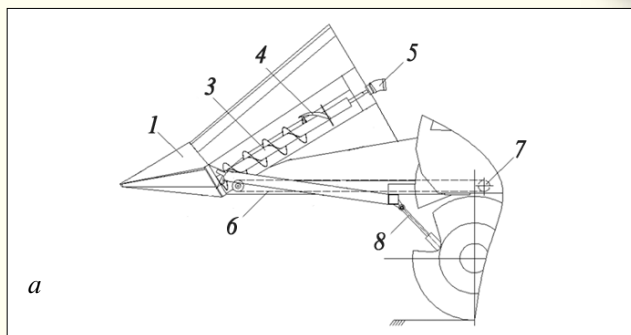


Рис. 1. Схема жатки к селекционному комбайну *Classic* для уборки подсолнечника:

а – вид сбоку; б – вид сверху:

1 – рама; 2 – делители стеблей; 3 – шнеки; 4 – режущая пара; 5 – ленточный транспортер; 6 – гидромоторы; 7 – приводной вал транспортера; 8 – гидроцилиндр поднятия и опускания жатки

Fig. 1. Scheme drawing of sunflower header for *Classic* plot combine:

а – side view; б – top view:

1 – frame; 2 – dividers; 3 – augers; 4 – cutting device; 5 – conveyor belt; 6 – hydraulic motors; 7 – transporter shaft; 8 – lifting hydraulic cylinder

ся с рабочего места механизатора. При этом необходимо соблюдать условие: при срезе корзинок отрезок стеблей должен быть минимальным. Это повышает эффективность обмолота и снижает трав-



Рис. 2. Селекционный комбайн *Classic* с новой жаткой для уборки подсолнечника

Fig. 2. The *Classic* plot combine equipped with a new header

ОСНОВНЫЕ РЕГУЛИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ КОМБАЙНА С ЖАТКОЙ ДЛЯ УБОРКИ ПОДСОЛНЕЧНИКА ADJUSTABLE PARAMETERS FOR THE SUNFLOWER HEADER		
Показатели Parameters	Ветвистые формы Branched varieties	Родительские формы Parent varieties
Высота захвата, м Clutching height, m	0,15	0,50-0,70
Частота вращения шнекового подавателя, мин ⁻¹ Auger speed, rpm	110-130	120-140
Скорость перемещения при уборке, км/ч Harvesting speed, km/h	4-5	5-6
Производительность, деелянок/ч Productivity, plots/h	31	37

мирование семян. Ленточный транспортер подает срезанные корзинки в молотильное устройство комбайна.

Значения основных регулируемых параметров селекционного комбайна с приспособлением представлены в *таблице 1*.

Экспериментальные исследования проводили в

БК-302 свидетельствует о больших колебаниях отдельных параметров. При средней высоте растений 0,76 м корзинки расположены на высоте от 0,42 до 0,64 м. Их количество на растениях изменяется в довольно больших пределах. Количество семян, полученных из центральной (основной) корзинки (698 шт.), значительно превышает количество се-

2014-2016 гг. в соответствии с ОСТ 70.8.1-81 на участке гибридизации и размножения родительских линий гибридов подсолнечника площадью 1 га на полях ФГУП «Урупское», а также на селекционных деланках центральной экспериментальной базы ВНИИМК.

Внешний вид убираемых растений подсолнечника представлен на *рисунках 3 и 4*, а их биометрические характеристики – в *таблице 2*.

Характеристика отцовской ветвистой многокорзинной линии

БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ УБИРАЕМЫХ РАСТЕНИЙ BIOMETRICS OF HARVESTING PLANTS						
Селекционные линии Breeding lines	Высота растений, м Plant height, m	Высота расположения над землей, м Height, m		Количество корзинок на одном растении, шт. Number of heads per plant, pcs	Количество семян, шт. Number of seeds, pcs	
		основной корзинки main head	нижней корзинки lower head		на основной корзинке main head	на боковой корзинке lateral head
Стерильный аналог ВК-101А / Sterile VK-101A analog	1,12±0,11	1,01±0,11	-	1	-	-
Фертильный аналог ВК-101В / Fertile VK-101B analog	1,09±0,10	0,98±0,10	-	1	-	-
Ветвистая многокорзинная форма отцовской линии ВК-302 Branched multihead type of male line VK-302	0,76±0,10	0,64±0,10	0,42±0,10	15±4	698±186	82±15



Рис. 3. Внешний вид материнской линии гибрида подсолнечника К-101А

Fig. 3. Habit of the female parental line of K-101A hybrid



Рис. 4. Внешний вид отцовской линии гибрида подсолнечника ВК-302

Fig. 4. Habit of the male parental line of VK-302 hybrid

Table 3 Качество уборки селекционных делянок NEW SUNFLOWER HEADER EFFECTIVENESS			Таблица 3
Показатели Parameters	Материнская линия BK-101A, BK-101B Female line VK-101A, VK-101B	Отцовская линия BK-302 Male line VK-302	
Потери за жаткой, % Header losses, %:			
всего total	0,15	3,43	
в т.ч. свободными семенами, корзинками incl. single seeds and heads	0,15	0,15	
	-	3,30	
Недомолот, % Non threshed, %	0,34	0,47	
Длина отрезка стебля с корзинкой, м Stem length with head, m	0,05-0,10	0,15-0,25	



Рис. 5. Конвейер ленточный со срезанными корзинками подсолнечника: а – однокорзиночная форма; б – ветвистая многокорзиночная форма

Fig. 5. Conveyor belt with cut sunflower heads: a – single head form; b – branched head form

мян на боковых корзинках (82 шт.).

Результаты и обсуждение. Основные показатели качества уборки селекционных делянок представлены в таблице 3.

Результаты испытаний свидетельствуют о высокой эффективности работы приспособления при уборке как стандартных, так и ветвистых многокорзиночных форм подсолнечника. Потери свободными семенами в обоих вариантах практически одинаковы и не превышают 0,15%. Потери корзинками у ветвистых многокорзиночных форм составили 3,3%, в то время как у стандартных (однокорзиночных) они отсутствуют. Величина отрезка стеблей с корзинками у однокорзиночных форм не пре-

вышает 5-10 см (рис. 5а).

У центральной корзинки ветвистой многокорзиночной формы эта величина также находится в пределах 5-10 см. Однако на боковых корзинках величина отрезка достигает 15-25 см (рис. 5б).

Выводы. В результате исследований установлено, что разработанная универсальная жатка обеспечивает уборку однокорзиночных и ветвистых многокорзиночных форм с минимальными потерями. Потери свободными семенами в обоих вариантах практически одинаковы и не превышают 0,15%. Потери корзинками у ветвистых многокорзиночных форм составили 3,3%, в то время как у стандартных (однокорзиночных) они отсутствуют.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Кынев Н.Г. ВИМ – основатель производства селекционной техники в России // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2008. N4. С. 9-11.
2. Лобачевский Я.П., Измайлов А.Ю. Развитие производства техники для селекции и семеноводства – одна из приоритетных задач сельскохозяйственного машиностроения: Сборник информационных материалов «Со-

стояние и развитие регионального сельхозмашиностроения». М.: Росинформагротех, 2010. С. 96-103.

3. Saint-Ellier A. Recolt du tournesol avec un equipement adapte. Fr. Agr. 1986; 2148: 111-112.

4. Sperber J. Tips zur Ernte von Kornerraps und Sonnenblume. Praktische Landtechnik. 1987. Vol. 40; 6: 188-190.

5. Dammermann M., Wesche H. Spezialkulturen verlustarm ernten. Landtechnik. 1988. Vol. 43; 6: 257-260.

6. Clemens H. Sonnenblume die Alternativfrucht. Lohnunternehmen in Land- und Forstwirtschaft. 1989. Vol. 44; 2: 60-64.

7. Федоренко Э.Г. Снижение травмирования семян при уборке // Техника в сельском хозяйстве. 1985. N8. С. 59.

8. Доронин Е.Ф. Оптимальные режимы работы жатки на уборке подсолнечника // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2006. N2. С. 9.

9. Трубилин Е.И., Кравченко В.С. Обоснование возможности уборки подсолнечника зерновыми жатками

комбайнов // Техника в сельском хозяйстве. 2001. N1. С. 20-22.

10. Шафоростов В.Д., Макаров С.С., Сухомлинов Л.Г., Михайлова В.Л. Определение оптимальных режимов работы приспособления со шнековой подачей стеблей для уборки подсолнечника // Масличные культуры: НТБ ВНИИМК. 2007. N137. С. 119-123.

11. Ситченко Е.И. К уменьшению потерь семян подсолнечника при механизированной уборке // Масличные культуры: НТБ ВНИИМК. 2001. N124. С. 183-185.

REFERENCES

1. Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P., Kynev N.G. ViM is founder of plot machinery production in Russia. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii*. 2008; 4: 9-11. (In Russian)

2. Lobachevskiy Ya.P., Izmaylov A.Yu. Development of machinery production for breeding and seed system is one of priority tasks of agricultural mechanical engineering: Sbornik informatsionnykh materialov «Sostoyanie i razvitie regional'nogo sel'khoz mashinostroeniya». Moscow: Rosinformagrotekh, 2010: 96-103. (In Russian)

3. Saint-Ellier A. Recolt du tournesol avec un equipement adapte. *Fr. Agr.* 1986; 2148: 111-112. (In French)

4. Sperber J. Tips zur Ernte von Kornerraps und Sonnenblume. *Praktische Landtechnik*. 1987. Vol. 40; 6: 188-190. (In German)

5. Dammermann M., Wesche H. Spezialkulturen verlustarm ernten. *Landtechnik*. 1988. Vol. 43; 6: 257-260. (In German)

6. Clemens H. Sonnenblume die Alternativfrucht.

Lohnunternehmen in Land- und Forstwirtschaft. 1989. Vol. 44; 2: 60-64. (In German)

7. Fedorenko E.G. Decrease of seed breakage during harvesting. *Tekhnika v sel'skom khozyaystve*. 1985; 8: 59. (In Russian)

8. Doronin E.F. Optimal sunflower harvesting regimes. *Traktory i sel'khoz mashiny*. 2006; 2: 9. (In Russian)

9. Trubilin E.I., Kravchenko V.S. Study of sunflower harvesting by cereal headers. *Tekhnika v sel'skom khozyaystve*. 2001; 1: 20-22. (In Russian)

10. Shaforostov V.D., Makarov S.S., Sukhomlinov L.G., Mikhaylova V.L. Research of optimal sunflower harvesting regimes for auger feeder header. *Maslichnye kul'tury: NTB VNIIMK*. 2007; 137: 119-123. (In Russian)

11. Sitchenko E.I. Decreasing of sunflower seeds losses during harvesting. *Maslichnye kul'tury: NTB VNIIMK*. 2001; 124: 183-185. (In Russian)

Критерии авторства. Все авторы несут ответственность за представленные в статье сведения и плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution. The authors are responsible for information and plagiarism avoiding.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.



УДК 631.358: 633.511

DOI 10.22314.2073-7599-2016.6.45-48

УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УБОРКИ ХЛОПКА-СЫРЦА

Спеваков Р.И., канд. техн. наук

Научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, пос. Гульбахор, Янгиюльский район, Ташкентская обл., Республика Узбекистан, e-mail: uzmei@mail.ru

Официально утвержденная машинная технология уборки урожая хлопка-сырца в современных условиях сельхозпроизводства Республики Узбекистан не позволяет максимально механизировать этот процесс с получением качественного хлопка в сжатые сроки. Показали эффективность технологии уборки, осуществляемой при раскрытии 85 и более процентов хлопковых коробочек за два заезда хлопкоуборочной машины. При этом второй заезд осуществляется сразу вслед за первым, но в противоположном направлении. Представили результаты полевых опытов, сделали практические выводы. Разработанная технология уборки, в основу которой положен патент РУз, учитывает новые формы хозяйствования. Фермерские хозяйства получили практические рекомендации по сбору выращенного урожая необходимого качества в сжатые сроки. В целом они будут приемлемы и для других, соседних с Узбекистаном, хлопкосеющих республик (Казахстана, Туркменистана, Таджикистана, Азербайджана).

Ключевые слова: хлопкоуборочная машина, технология уборки хлопка, засоренность хлопка, дефолиация.

■ **Для цитирования:** Спеваков Р.И. Усовершенствованная технология уборки хлопка-сырца // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2016. N5. С. 45-48. DOI 10.22314.2073-7599-2016.6.45-48

IMPROVED TECHNOLOGY OF ROW COTTON HARVESTING

R.I. Spevakov, Cand. Sci. (Eng.)

Research Institute of Mechanization and Electrification for Agriculture, set. Gil'bakhor, Yangiyul' district, Tashkent region, Republic of Uzbekistan, e-mail: uzmei@mail.ru

Officially approved machine technology of raw cotton harvesting in the modern conditions of agricultural production in the Republic of Uzbekistan does not make possible to mechanize in maximum this process with receiving qualitative cotton in a short time. A harvesting technology is effective, if more than 85 percent of cotton bolls are opened, and cotton-picker makes two passes. Thus, the second pass is carried out right after the first, but in an opposite direction. The authors presented results of field experiments, drew practical conclusions. The developed technology of picking, which basis the patent RUZ is, considers new forms of managing. Farms received practical recommendations about picking row cotton with necessary quality in a short time. In general they will be acceptable and for other cotton republics, next to Uzbekistan (Kazakhstan, Turkmenistan, Tajikistan, Azerbaijan).

Keywords: Mechanical cotton picker; Technology of cotton harvesting; Foreign impurities in cotton fibers; Defoliation.

■ **For citation:** R.I. Spevakov, Improved technology of row cotton harvesting // *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2016; 6: 45-48. DOI 10.22314.2073-7599-2016.6.45-48 (In Russian)

Все большее внимание сегодня уделяется не только созданию современных, удовлетворяющих интересы фермеров вертикально-шпиндельных хлопкоуборочных машин, выпускаемых в Республике Узбекистан, но и технологии их использования.

Технология сбора хлопка в США горизонтально-шпиндельной машиной предусматривает однократный сбор его при раскрытии 90% коробочек и более. Такие машины имеют преимущества перед вертикально-шпиндельными: более высокие производительность (в 1,5 раза), надежность (в 3-4 раза),

стабильность технологического процесса (в 2-2,5 раза). Технология с их использованием позволяет за 18-24 дн. собрать весь выращенный урожай.

Применение же вертикально-шпиндельной машины при однократном проходе в условиях Республики Узбекистан не позволяет качественно убрать урожай в сжатые сроки. К тому же в период уборки двигатель машины работает на предельных режимах (его мощность 80-90 л.с., тогда как мощность горизонтально-шпиндельных – 165 л.с.), процесс растягивается до 30-35 дней.

Цель исследований – разработка эффективной

технологии уборки, повышение уровня механизации и сокращение сроков уборки урожая вследствие использования современных надежных вертикально-шпиндельных хлопкоуборочных машин.

Это достигается повышением основных показателей используемых машин, отработкой приемов, формирующих состояние куста хлопчатника (чеканка, дефолиация) в предуборочный период и ускоряющих раскрытие коробочек.

Ожидаемый эффект:

- получение дополнительной денежной выручки благодаря повышению количества и качества собираемого машинами хлопка;
- сокращение уборочного периода;
- полное освобождение поля от остатков хлопка, позволяющее проводить последующие агромероприятия в оптимальные сроки;
- освобождение от тяжелого ручного труда при уборке хлопка;
- уменьшение экологической нагрузки на почву (использование 4-колесного трактора при навеске хлопкоуборочного блока вместо 3-колесного).

В Республике Узбекистан был предложен и осуществлен практически посев пшеницы в междурядья растущего хлопчатника, с кустов которого предварительно убран основной урожай хлопка, а стебли остались на поле, то есть на 20-25 дней раньше, что считается оптимальным для формирования качественного урожая зерна.

Материалы и методы. Ранее при широком использовании вертикально-шпиндельных машин узаконенная технология уборки предусматривала проведение первого машинного сбора при 55-60% раскрытых коробочек, второй сбор – при дополнительном раскрытии 20-25% коробочек, а затем через 10-12 дней – сбор остатков урожая куракоуборочной машиной [1]. За показатель качества была принята величина абсолютной разрывной нагрузки волокна, но, как показал зарубежный опыт оценки, она не определяет свойства и прочность вырабатываемой ткани [2]. Сегодняшний стандарт оценивает хлопок-сырец каждого типа волокна по цвету, внешнему виду и коэффициенту зрелости и подразумевает наличие сортов, отвечающих требованиям в соответствии с образцами [3]. Он позволяет также расширить возможности применения технологии уборки с учетом получения высококачественного хлопка-сырца.

С вводом сегодняшнего стандарта исключена необходимость начинать первый сбор при раскрытии 55-60% коробочек, машинный сбор ориентирован на более полное раскрытие коробочек и больший уровень опадения листьев с куста – для обеспечения возможности выработки волокна с меньшим содержанием пороков и сорных примесей. Дефолиация в период с более стабильной суточной

температурой воздуха происходит эффективнее. Если раскрыто 55-60% коробочек, то дефолиация не сможет отрицательно повлиять на накопление урожая [4]. Большого раскрытия ждать нецелесообразно из-за последующего смещения сроков начала машинной уборки хлопка.

Проведенная в оптимальные агротехнические сроки дефолиация ускоряет раскрытие коробочек, так как улучшается и циркуляция воздуха. Через 12-14 дней при раскрытии около 85% коробочек приступают к машинному сбору хлопка. Его осуществляют за два следующих сразу друг за другом заезда прогрессивной вертикально-шпиндельной хлопкоуборочной машиной [5].

Известно, что высота уборочной части таких машин составляет 630 мм, а кусты хлопчатника различных сортов имеют высоту в среднем 800-1200 мм. Поэтому они при проходе через уборочный аппарат наклоняются, что затрудняет извлечение хлопка из них. Чем выше кусты, тем больше их наклон, тем хуже полнота сбора. Поэтому непосредственно за первым заездом осуществляют второй – той же машиной, но в направлении, противоположном первому. При втором заезде в аппарат входят кусты, ориентированные своей противоположной стороной [6]. Это улучшает процесс сбора ввиду некоторого переформирования коробочек и

Table Таблица	
Показатели работы хлопкоуборочной машины при нетрадиционной технологии уборки MECHANICAL COTTON PICKER PERFORMANCE AT NONCONVENTIONAL TECHNOLOGY OF HARVESTING	
Показатели Parameters	Значение Value
Раскрытие коробочек, % Cotton pod opening, %	85,5
Густота стояния, тыс. шт./га Density, thousand pieces per ha	78,4
Урожайность, ц/га Yield, t/ha	26,3
Скорость машины, км/ч: при первом заезде при втором заезде Machine speed, km/h: during 1st round during 2nd round	3,8 5,0
Собрано в бункер за два прохода, % Harvested into tanker for 2 runs, %	92,0
Оставлено хлопка на кустах, % Rest cotton on bushes, %	3,9
Сбито хлопка на землю, % Cotton on the ground, %	4,1
Сбито зеленых коробочек, шт./п.м Green pods on the ground, pieces per long metre	0,1
Засоренность хлопка, % Content of impurities, %	10,0



более благоприятного расположения части из них для извлечения хлопка.

Результаты и обсуждение. Как показали проведенные Институтом механизации и электрификации сельского хозяйства опыты, хлопкоуборочные машины за два следующих друг за другом заезда (прохода) собирают 92-97% всего урожая (*таблица*).

В течение ряда лет по вышеописанной технологии (она именуется нетрадиционной) Узбекский государственный центр по сертификации и испытаниям сельскохозяйственной техники и технологий проводил испытания различных хлопкоуборочных машин.

Усредненные результаты испытаний, проводимых при раскрытии 86-90% коробочек и урожайности хлопка 35-45 ц/га, показали, что серийная хлопкоуборочная машина собирает за два следующих друг за другом заезда 90,2-94,1% хлопка. Такие показатели соответствуют требованиям фермеров [7]. При испытании перспективных машин эта величина составляет 94-97% урожая.

Оставшаяся часть урожая на кустах представлена нераскрытыми, неполноценными, позднозавязавшимися коробочками (курак) и очень малым количеством коротких частей долек. Раньше для окончательного сбора этой оставшейся части урожая использовали куракоуборочные машины, которые в настоящее время не выпускаются промышленностью. По данным УзГЦИТТ за 1977-1986 гг., урожайность на период уборки курака составляла в среднем 1,86 ц/га. Засоренность вороха после очистки на машине достигала 30%, что на 8% выше установленных стандартов.

Неоднократные исследования НИИ хлопкоочи-

стительной промышленности по определению качества волокна курачных коробочек показали, что его разрывная нагрузка меньше 2,1 гс, ворох имеет показатель крепости волокна ниже прежнего 4-го сорта и больше соответствует показателям лinta, но никак не волокна. По данным ГСКБ по машинам для хлопководства, при урожайности менее 2,5 ц/га куракоуборочные машины нерентабельны.

В целом после прохода хлопкоуборочных машин в заключительной стадии уборки остается на кустах около 1 ц/га и на земле – 1,0-1,2 ц/га урожая низкого качества 4-го и даже 5-го сорта с низкой реализационной ценой, не оправдывающей даже затраты на сбор. Поэтому целесообразно после проходов хлопкоуборочной машины пропустить корчеватель-измельчитель: измельчить и разбросать по полю стебли хлопчатника вместе с оставшимися позднозавязавшимися нераскрытыми коробочками низкого качества (4-й сорт), как это делают, например, в Турции [8]. Оставшуюся на земле часть урожая (2,5-3,0%) самого низкого качества лучше запахать для получения большего последующего урожая.

Выводы

1. Апробированная технология уборки хлопка обеспечивает полноту сбора хлопкоуборочной машины за два заезда (прохода) – 94-97% урожая.

2. Уборочный период сокращается на 12-15 дн., обеспечивая освобождение поля от остатков урожая гарантированно к середине октября.

3. Целесообразно измельчить стебли с последующим разбросом их частей, а затем запахать их вместе с оставшимися на земле остатками хлопка, что улучшит плодородие почвы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 22587. Машины хлопкоуборочные. М., 1991.
2. Устюжин В. Новое в классификации // *Хлопок*. 1992. №1. С. 32.
3. УзРСТ 615-94. Хлопок-сырец. Ташкент. 1994: С. 11-13.
4. Соколов Ф.А. Агрономические основы комплексной механизации хлопководства. Ташкент: Фан, 1977: С. 181-187.
5. Разработка новых элементов уборочного аппарата для создания быстроагрегируемой на трактор и ресурсосберегающей хлопкоуборочной машины: На-

уч.-техн. отчет по проекту К-15-045 за 2010 г.

6. Пат. РУз N5615. Способ уборки урожая хлопка / Спесакоев Р., Аугамбаев М., Усаров С.

7. Спесакоев Р., Глушенко А., Ризаев А. К проблеме разработки и создания быстроагрегируемой с трактором хлопкоуборочной машины для фермерских хозяйств // *Проблемы механики*. 2003. №4.

8. Спесакоев Р., Холиёров Ё. Прогрессивная технология возделывания хлопчатника раннего созревания и эффективная его уборка // *Труды ТИИИМСХ*. Ташкент, 2009.

REFERENCES

1. GOST 22587. Mashiny khlopkouborochnye [Cotton picking machines]. Moscow, 1991 (In Russian).
2. Ustyuzhin V. New in classification. *Khlopok*. 1992; 1: 32 (In Russian).
3. UzRST 615-94. Khlopok-syrets [Raw cotton]. Tashkent,

1994: 11-13 (In Russian).

4. Sokolov F.A. Agronomicheskie osnovy kompleksnoy mekhanizatsii khlopkovodstva [New in classification]. Tashkent: Fan, 1977: 181-187 (In Russian).

5. Razrabotka novykh elementov uborochnoy apparata

dlya sozdaniya bystroagregatiruемой na traktor i resursosberegayushchiy khlopkouborochnoy mashiny [Working out of new elements of picking apparatus for creation of quickly aggregating on tractor and resource saving cotton picker machine]: Nauchno-tekhnicheskiy otchet po projektu K-15-045 za 2010 g. (In Russian).

6. Patent RUz N5615. Sposob uborki urozhaya khlopka [Method of cotton picking]. Spevakov R., Augambaev M., Usarov S. (In Russian).

7. Spevakov R., Glushchenko A., Rizaev A. K probleme

razrabotki i sozdaniya bystroagregatiruемой s traktorom khlopkouborochnoy mashiny dlya fermerskikh khozyaystv [Revising problem of development and design of mechanical cotton picker fast-aggregated with tractor for farms]. *Problemy mekhaniki*. 2003. N4. (In Russian).

8. Spevakov R., Kholierov E. Progressivnaya tekhnologiya vozdeystviya khlopchatnika rannego sozrevaniya i effektivnaya ego uborka [Advanced technology of cultivation of cotton of early maturity and its effective harvesting]. Trudy TIIMSKh. Tashkent, 2009. (In Russian).

Критерии авторства. Автор несет ответственность за представленные в статье сведения и плагиат.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Contribution. The author is responsible for information and plagiarism avoiding.

Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.

НОВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ

Статья должна соответствовать основной тематике журнала.

Редакция принимает рукописи и электронные версии статей, набранные в Word шрифтом 14 пт. через 1,5 интервала, не менее 12 страниц.

Необходимо приложить рецензию на статью.

Статьи аспирантов публикуются бесплатно.

Формулы должны иметь пояснения и расшифровку всех входящих в них величин с указанием единиц измерения в СИ. Графические материалы должны быть приложены в виде отдельных файлов: фотографии – *jpg* или *tif* с разрешением 300 dpi, графики, диаграммы – в *eps* или *ai*. Все графические материалы, рисунки и фотографии должны быть пронумерованы, подписаны и иметь ссылку в тексте.

Простые внутрострочные и однострочные формулы должны быть набраны символами в редакторе формул *Microsoft Word* без использования специальных редакторов. Не допускается набор: часть формулы символами, а часть в редакторе формул. Если формулы заимствованы из других источников, то не следует приводить в них подробных выводов: авторы формул это уже сделали, повторять их не следует. Ссылки на обозначения формул обязательны. Статья должна содержать не более 10 формул, 3-4 иллюстрации, 3-4 таблицы, размер таблиц не более 1/2 страницы.

В каждой статье должны быть указаны следующие данные:

- название статьи;
- фамилия и инициалы автора(ов);
- e-mail автора, контактный телефон;
- место работы автора (аббревиатуры не допускаются), почтовый адрес;
- ученая степень, ученое звание автора, должность;
- реферат (объем 200-250 слов);
- ключевые слова;

- библиографический список.

Статью следует структурировать, обязательно указав следующие разделы:

- Введение (актуальность);
- Цель исследований;
- Материалы и методы;
- Результаты и обсуждение;
- Выводы.

Списки литературы (не менее 10 источников) следует оформлять по международным требованиям. Более 50 процентов источников из списка литературы должны быть опубликованы за последние 5 лет, в том числе в журналах, индексируемых в базах данных *Web of Science*, *Scopus*, *Science Index*. Лишь в случае необходимости допустимы ссылки на более ранние труды. **В список литературы НЕ включаются учебные пособия, нормативные и архивные материалы, статистические сборники, газетные заметки без указания автора, авторефераты и диссертации.**

Реферат – это самостоятельный законченный материал. В вводной части нужно коротко и емко отразить актуальность и цель исследований, привести полученные результаты (с обязательным аргументированием на основании цифрового материала), сформулировать выводы.

Объем реферата – 200-250 слов.

На английский язык следует перевести:

- название статьи;
- полное название научного учреждения;
- реферат и ключевые слова;
- библиографический список.

Машинный перевод недопустим!

Рукопись статьи должна быть подписана лично авторами. Автор несет юридическую и иную ответственность за содержание статьи.

Несоответствие статьи хотя бы одному из перечисленных условий может служить основанием для отказа в публикации.



Ерохину Михаилу Никитьевичу – 70 лет!

*16 ноября 2016 года исполнилось 70 лет
доктору технических наук, профессору, академику РАН,
заслуженному деятелю науки Российской Федерации*

Ерохину

Михаилу Никитьевичу

Уважаемый Михаил Никитьевич!

*Коллектив Федерального научного агроинженерного центра ВИМ
сердечно поздравляет Вас с Юбилеем!*

Вы, Михаил Никитьевич, – видный ученый в области технического обслуживания сельскохозяйственной техники и повышения ее надежности.

После окончания Московского института инженеров сельскохозяйственного производства (МИИСП) Вы прошли творческий путь от научного сотрудника до ректора крупного агроинженерного университета, академика Российской академии наук.

Под Вашим руководством и при Вашем непосредственном участии разработаны уникальные технологические процессы и оборудование, обеспечивающие повышение уровня надежности, производительности труда, качества технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственных машин, приоритет которых подтвержден 11 патентами и авторскими свидетельствами.

Вами создана методология определения качества прецизионных деталей, обоснованы методы оценки динамических характеристик корнеплодов, почвы и амортизирующих материалов.

За время работы Вами опубликовано более 250 научных работ, в том числе 14 базовых учебников и учебных пособий. Ваша научная школа насчитывает 19 докторов и кандидатов наук.

Ваша научно-педагогическая и общественная деятельность отмечена почетным званием «Заслуженный деятель науки Российской Федерации», Орденом Почета и орденом «За заслуги перед Отечеством» IV степени, двумя премиями Правительства Российской Федерации, медалями, дипломами и почетными грамотами.

В этот знаменательный день разрешите пожелать Вам, уважаемый Михаил Никитьевич, крепкого здоровья, семейного и личного благополучия, творческого долголетия и талантливых учеников!

*От имени коллектива,
директор Центра ВИМ, академик РАН*

А. Измайлов

ПОДПИСКА 2017

**КАК
подписаться
на журнал?**



ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!

Подписку на второе полугодие 2017 г. можно оформить
до 20 июня включительно
в почтовых отделениях связи
по каталогу агентства «РОСПЕЧАТЬ»
Подписной индекс **35825**

ЖУРНАЛ

**«СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МАШИНЫ И ТЕХНОЛОГИИ»
ВКЛЮЧЕН В ПЕРЕЧЕНЬ ВАК**

Редакция журнала:

Тел.: 8 (499) 174-88-11, 8 (499) 174-89-01

E-mail: smit@vim.ru