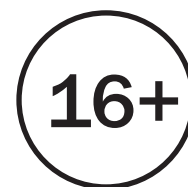


ISSN 2587-8824



АПК России

Научный журнал

Основан в 1993 году

Том 25
№ 3

Челябинск
2018



ISSN 2587-8824



Agro-Industrial Complex of Russia

Scientific Journal

Published since 1993

Volume 25
Issue 3

Chelyabinsk
2018



АПК России**Agro-Industrial Complex of Russia**

Журнал включен в систему
Российского индекса научного цитирования (РИНЦ):
<http://www.elibrary.ru>
Свидетельство о регистрации СМИ ПИ
№ ФС 77-65320 от 12.04.2016
(РОСКОНАДЗОР, г. Москва)

The journal is included
in the Russian Science Citation Index:
<http://www.elibrary.ru>
Certificate of registration SMI PI
№ FS 77-65320 of 12.04.2016
(ROSKOMNADZOR, city of Moscow)

Главный редактор

доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
ректор Южно-Уральского государственного аграрного
университета

Литовченко Виктор Григорьевич

Заместитель главного редактора

доктор биологических наук, доцент,
Мифтахутдинов Алевтин Викторович

Редакционная коллегия

Фисинин В. И., д-р с.-х. наук, проф., академик РАН

Менков Н. Д., д-р техн. наук
Алымбеков К. А., д-р техн. наук
Басарыгина Е. М., д-р техн. наук, проф.
Безин А. Н., д-р ветеринар. наук, проф.
Белов В. В., д-р техн. наук, проф., член-корр. РАН

Буторин В. А., д-р техн. наук, проф.
Васильев А. А., д-р с.-х. наук
Дерхо М. А., д-р биол. наук, проф.
Горшков Ю. Г., д-р техн. наук, проф.
Гриценко А. В., д-р техн. наук
Зезин Н. Н., д-р с.-х. наук
Косилов В. И., д-р с.-х. наук, проф.
Круглов Г. А., д-р техн. наук, ст. научн. сотрудник
Линенко А. В., д-р техн. наук, проф.
Лыкасова И. А., д-р ветеринар. наук, проф.
Мударисов С. Г., д-р техн. наук, проф.
Овчинников А. А., д-р с.-х. наук, проф.
Панфилов А. Э., д-р с.-х. наук, проф.
Позняковский В. М., д-р биол. наук, проф.
Синявский И. В., д-р биол. наук
Тихонов С. Л., д-р техн. наук, проф.
Торопова Е. Ю., д-р биол. наук, проф.
Тошев А. Д., д-р техн. наук, проф.
Трояновская И. П., д-р техн. наук, ст. научн. сотрудник
Тюлебаев С. Д., д-р с.-х. наук, проф.
Фоминых А. В., д-р техн. наук, проф.
Чарыков В. И., д-р техн. наук, проф.
Шепелёв С. Д., д-р техн. наук
Юдин М. Ф., д-р с.-х. наук, проф.

Editor-in-Chief

Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Rector of South-Ural State Agrarian University
Litovchenko Victor Grigoryevich

Deputy Editor-in-Chief

Doctor of Biological Sciences, Associate Professor
Miftakhutdinov Alevtin Viktorovich

Editorial board

Fisinin V. I., Dr. Sci. (Agricultural), Professor, Academician
of Russian Academy of Sciences
Menkov N. D., Dr. Sci. (Technical)
Alymbekov K. A., Dr. Sci. (Technical)
Basarygina E. M., Dr. Sci. (Technical), Professor
Bezin A. N., Dr. Sci. (Veterinary), Professor
Belov V. V., Dr. Sci. (Technical), Professor,
Corresponding Member of the Russian Academy
of Natural History
Butorin V. A., Dr. Sci. (Technical), Professor
Vasilyev A. A., Dr. Sci. (Agricultural)
Derkho M. A., Dr. Sci. (Biological), Professor
Gorshkov Yu. G., Dr. Sci. (Technical), Professor
Gritsenko A. V., Dr. Sci. (Technical)
Zezev N. N., Dr. Sci. (Agricultural)
Kosilov V. I., Dr. Sci. (Agricultural), Professor
Kruglov G. A., Dr. Sci. (Technical), Senior researcher
Linenko A. V., Dr. Sci. (Technical), Professor
Lykasova I. A., Dr. Sci. (Veterinary), Professor
Mударисов S. G., Dr. Sci. (Technical), Professor
Ovchinnikov A. A., Dr. Sci. (Agricultural), Professor
Panfilov A. E., Dr. Sci. (Agricultural), Professor
Poznyakovskiy V. M., Dr. Sci. (Biological), Professor
Sinyavskiy I. V., Dr. Sci. (Biological)
Tikhonov S. L., Dr. Sci. (Technical), Professor
Toropova E. Y., Dr. Sci. (Biological), Professor
Toshev A. D., Dr. Sci. (Technical), Professor
Trojanowskaja I. P., Dr. Sci. (Technical), Senior researcher
Tulebaev S. D., Dr. Sci. (Agricultural), Professor
Fominykh A. V., Dr. Sci. (Technical), Professor
Tcharykov V. I., Dr. Sci. (Technical), Professor
Shepelev S. D., Dr. Sci. (Technical)
Yudin M. F., Dr. Sci. (Agricultural), Professor

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENT

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

TECHNICAL SCIENCES

Балясников А. С., Гриценко А. В., Глемба К. В., Лукомский К. И. Повышение эффективности диагностирования тепловых зазоров клапанов ГРМ с помощью вибродатчика (акселерометра).....	Balyasnikov A. S., Gritsenko A. V., Glemba K. V., Lukomsky K. I. The efficiency improving of diagnosing thermal gaps of timing valves using a vibration sensor (accelerometer).....	377
Войнов В. Н., Ярош Д. В. Возможности использования дискаторов в условиях Южного Урала.....	Voynov V. N., Yarosh D. V. The disk header utilization in the conditions of the Southern Urals.....	388
Глемба К. В., Лопухов А. В., Файзуллоев Н. Л., Назаров М. В., Кисель А. Е., Гаффатуллин Р. Б. Анализ и решение проблем электробезопасности гоночных машин на примере болида класса Formula student electric.....	Glemba K. V., Lopukhov A. V., Fayzulloev N. L., Nazarov M. V., Kisel A. E., Gaffatullin R. B. Analysis and solving the problems of electrical safety of racing cars on the example of bolid at Formula Student Electric...	393
Захатнов В. Г., Кашин П. В., Коковин Г. Д. Планирование эксперимента по исследованию времени сушки зерна в шахтной сушилке.....	Zakhahatnov V. G., Kashin P. V., Kokovin G. D. Planning an experiment on the time of grain drying in a shaft dryer.....	400
Пятаев М. В., Пригчин С. С., Антонова К. В., Каменева Е. Д. Теоретические и экспериментальные исследования по определению параметров делительной головки пневматической зерновой сеялки.....	Pyataev M. V., Pritchichin S. S., Antonova K. V., Kameneva E. D. Theoretical and experimental studies to determine the parameters of the dividing head of a pneumatic grain seeder.....	405
Салихов С. С., Салихова А. С. Функциональные электродные системы пчеловождения.....	Salikhov S. S., Salikhova A. S. Functional electronic beekeeping systems.....	413
Селунский В. В., Банин Р. В., Ябыков К. Ж. Модернизация конструкции электростатической коптильной установки.....	Selunsky V. V., Banin R. V., Yabykov K. J. Upgrading of the electrostatic smoking installation.....	418
Селунский В. В., Банин Р. В., Ябыков К. Ж. Совершенствование технологии бездымного электростатического способа копчения рыбопродуктов.....	Selunsky V. V., Banin R. V., Yabykov K. J. Improving the smokeless technology of electrostatic method of smoking fish products.....	423
Царев И. Б., Банин Р. В., Буторин В. А. Итерационный метод оптимизации резерва запасных частей электроремонтных предприятий сельского хозяйства районного уровня с использованием номограмм.....	Tsarev I. B., Banin R. V., Butorin V. A. An iterative method of optimization of spare parts stock of electric repair enterprises of agriculture at the district level with the use of nomograms.....	430

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Горбунов А. К., Васильев А. А., Мушинский А. А. Накопление крахмала в клубнях картофеля в зависимости от приемов агротехники.....	436
Гусейнов М. А., Насибов Х. Н., Шукюров А. С., Салимов В. С. Оценка новых интродуцентных сортов винограда в условиях Азербайджана.....	444
Пукальчик М. А., Шадрин Д. Г., Федоров М. В. Глобальные тренды и перспективные направления развития в точном земледелии и сельском хозяйстве.....	448
Синецек В. Е. Химизация – ключевой фактор в формировании продуктивности колосовых культур в лесостепи.....	455

ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Каплюченко И. В., Плешкова Н. А., Позняковский В. М. Научное обоснование рецептуры специализированного продукта для коррекции обменных нарушений при сердечно-сосудистых заболеваниях...	461
---	-----

ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

Жаймышева С. С., Косилов В. И., Вильвер Д. С. Особенности весового роста молодняка бестужевской породы и ее помесей с симменталами.....	467
---	-----

AGRONOMICAL SCIENCES

Gorbunov A. K., Vasilev A. A., Mushinsky A. A. Starch accumulation in potato tubers depending on agrotechnics methods.....	436
Guseinov M. A., Nasibov Kh. N., Shukurov A. S., Salimov V. S. Evaluation of new introduced grape varieties in Azerbaijan.....	444
Pokalchik M. A., Shadrin D. G., Fedorov M. V. Global trends and promising directions of development in precision farming and agriculture.....	448
Sineschekov V. E. Chemicalization is a key factor in the productivity of cereals crops in the forest steppe.....	455

STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCE

Kaplyuchenko I. V., Pleshkova N. A., Poznyakovsky V. M. Scientific substantiation of the formulation of a specialized product for the correction of metabolic disorders in cardiovascular diseases.....	461
--	-----

VETERINARY SCIENCES

Jaymisheva S. S., Kosilov V. I., Vilver D. S. Weight growth features of Bestuzhev breed young cattle and its crosses with Simmental...	467
---	-----

УДК621.43:005.93

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ
ТЕПЛОВЫХ ЗАЗОРОВ КЛАПАНОВ ГРМ С ПОМОЩЬЮ ВИБРОДАТЧИКА
(АКСЕЛЕРОМЕТРА)****А. С. Балясников, А. В. Гриценко, К. В. Глемба, К. И. Лукомский**

В статье рассматривается повышение эффективности диагностирования тепловых зазоров клапанов ГРМ виброакустическим методом, за счет подбора температурного показателя, нагрузки на двигатель, выбора места и способа крепления датчика вибрации (акселерометра), дающее более точное значение с минимальным искажением сигнала вибрации. Проанализированы все существующие методы (способы) диагностирования двигателей внутреннего сгорания акселерометрами, выявлены их достоинства и недостатки. В качестве диагностического средства использовался USB Autoscope III, имеющий 8 каналов для регистрации аналоговых сигналов. Для измерения вибросигналов соударения деталей газораспределительного механизма использовался пьезодатчик ПД-4. Для его крепления была предусмотрена крепежная струбцина и дополнительные приспособления. Диагностирование виброакустическим способом осуществлялось на автомобилях ВАЗ-2112 USB-осциллографом. Данные вибросоударений фиксировались в виде осциллограммы амплитудных и фазовых параметров. В первой части экспериментальных исследований был рассмотрен анализ осциллограмм, снятых при частоте вращения коленчатого вала ДВС – 1000 мин⁻¹, во второй – при 2000 мин⁻¹. В 4-м цилиндре устанавливался тепловой зазор выпускного клапана 0,63 мм (все остальные зазоры впускных и выпускных клапанов имели номинальный размер). Место приложения вибродатчика было выбрано непосредственно у 4-го цилиндра. Запись осциллограммы велась на протяжении 8,183 секунды. Предварительно двигатель был прогрет до рабочей температуры 90 °С. Датчик давления вкручивался в свечное отверстие 1-го цилиндра. Таким образом, проведенная экспериментальная работа показала, что вибровсплески от соударения клапанов возникают в строго заданные временные моменты. Дальнейшая экспериментальная работа будет направлена на всестороннее изучение виброамплитуд от других клапанов и при их взаимном наложении. Данный метод рекомендуется к применению автотранспортным предприятиям.

Ключевые слова: диагностирование, контроль, двигатель, система впуска, газораспределительный механизм, вибрация, амплитуда, фаза.

К двигателям внутреннего сгорания предъявляется множество требований по различным характеристикам и параметрам, которые меняются в зависимости от поставленных целей и задач, при этом проблема обеспечения требуемого уровня эксплуатационной надежности машин и агрегатов всегда была одной из ведущих [1, 2, 3].

В сельском хозяйстве предметом труда является живая природа, биологическое состояние которой во времени не остается постоянным, компенсировать потери времени практически невозможно. Следовательно, внезапный отказ техники или даже снижение ее эксплуата-

ционных свойств влечет за собой количественные и качественные потери продукции [4, 5].

Диагностирование позволяет своевременно осуществлять необходимые регулировки систем и узлов двигателя внутреннего сгорания, при которых эксплуатационные показатели будут соответствовать требуемому уровню, что позволит реализовать полный ресурс [6, 7, 8].

Основным видом диагностического сигнала, содержащего максимальный объем доступной диагностической информации о состоянии работающих машин и механизмов, является их вибрация [9, 10, 11]. Эффективно выделить эту информацию из измеряемых сигналов

цифровыми средствами анализа можно при использовании в системе диагностики датчиков виброускорения на неподвижных частях агрегатов [12, 13, 14]. Могут применяться датчики и других сигналов, но количество информативных параметров меньше [15, 16, 17].

Причины возникновения увеличенных тепловых зазоров клапанов, последствия нарушения зазоров. В процессе работы клапаны и седла постепенно расклепываются, увеличивается глубина посадки клапана в седле, это приводит к уменьшению теплового зазора [18, 19, 20]. Изнашиваются кулачки распределительного вала, коромысла, плоскость толкателей и торцы клапанов, что приводит к увеличению зазора [21, 22, 23]. Мощность двигателя падает из-за нарушения фаз газораспределения, увеличивается износ многих сопутствующих деталей, в результате чего запускается цепная реакция, приходят в негодность целые детали [24, 25, 26].

Если зазор больше номинального, постоянная ударная нагрузка на клапаны уменьшает их срок службы, расклепывает, скалывает торец, постепенно увеличивая зазор, повышается шумность [27, 28]. Уменьшается мощность из-за нарушения фаз газораспределения, так как ухудшается наполняемость цилиндров топливовоздушной смесью и эффективность сгорания [29, 30].

Если тепловой зазор меньше после прогрева, клапаны негерметично закрывают камеру сгорания, уменьшается компрессия, часть поступившей топливовоздушной смеси выбрасывается через щели между клапаном и седлом при такте сжатия. Во время рабочего хода раскаленные отработанные газы также прорываются и приводят к прогару клапанов. Тарелки клапанов не касаются седел, нарушается теплоотдача, отсюда следует нагрев клапана до температур, при которых увеличивается износ (окисление, коррозия), вероятность заклинить в направляющей втулке или подвергнуть ее быстрому износу, обрыв тарелки, повышенная нагрузка на ремень ГРМ [28, 29, 30].

Если зазоры выставлены правильно, после прогрева они уменьшаются до минимальных значений, обеспечивая своевременное регулирование фаз газораспределения и продолжительный срок службы деталей.

Анализ методов и средств измерения вибраций. Диагностика, в которой основную часть информации извлекают из сигналов вибрации, давно является одной из ключевых

в технологии обслуживания эксплуатируемых машин и механизмов. Но еще раньше контроль вибрации стал основой технологии аварийной защиты различного оборудования.

Важный параметр акселерометра – число осей измерения. Сегодня выпускаются компоненты с одной и тремя измерительными осями [29, 30].

Сегодня используются три технологии построения акселерометра:

1) Пьезоэлектрические акселерометры – самый распространенный на сегодняшний день вид акселерометров, которые широко используются для решения задач тестирования и измерений. Такие акселерометры имеют очень широкий частотный диапазон (от нескольких Гц до 30 кГц) и диапазон чувствительности, а также выпускаются в различных размерах и формах. Выходной сигнал пьезоэлектрических акселерометров может быть зарядовым (Кл) или по напряжению. Датчики могут использоваться для измерений как удара, так и вибрации.

2) Пьезорезистивные акселерометры – обычно имеют малый диапазон чувствительности, поэтому они больше подходят для детектирования ударов, чем определения вибрации. Еще одна область их применения – испытания на безопасность при столкновении. В большинстве своем пьезорезистивные акселерометры отличаются широким диапазоном частот (от нескольких сотен Гц до 130 кГц и более), при этом частотная характеристика может доходить до 0 Гц (DC датчики) или оставаться неизменной, что позволяет измерять сигналы большой продолжительности.

3) Акселерометры на переменных конденсаторах – относятся к компонентам новейших технологий. Как и пьезорезистивные акселерометры, они имеют DC ответ. Такие акселерометры отличаются высокой чувствительностью, узкой полосой пропускания (от 15 до 3000 Гц) и отличной температурной стабильностью. Погрешность чувствительности в полном температурном диапазоне до 180 °С не превышает 1,5%. Акселерометры на переменных конденсаторах используются для измерений низкочастотной вибрации, движения и фиксированного ускорения.

Измеряемые параметры. Измерение вибрации: объект вибрирует, если он производит колебательные движения относительно положения равновесия. Вибрацию измеряют в транспортной и аэрокосмической промышленности, а также на промышленном производстве.



Измерение ударных ускорений: внезапное возбуждение структуры, создающее резонанс. Ударный импульс может создаваться взрывом, ударом молотка по предмету или в результате столкновения с другим объектом.

Измерение движения: медленное перемещение со скоростью от доли секунды до нескольких минут, например, перемещение руки робота или подвеска автомобиля.

Сейсмоисследования: измерения малых перемещений и низкочастотной вибрации. Такие измерения требуют специализированных малошумящих акселерометров с высокой разрешающей способностью. Акселерометры для сейсмоисследований контролируют движения мостов, полов, а также определяют землетрясения.

Вибрация. Лучший выбор для измерения вибрации – это пьезоэлектрические акселерометры, благодаря их широкой частотной характеристике, хорошей чувствительности и высокой разрешающей способности. В зависимости от типа выходного сигнала они могут быть с зарядовым выходом и с выходом по напряжению (IEPE).

В последнее время широко используются акселерометры с вольтовым выходным сигналом, поскольку они удобны в применении. Несмотря на разнообразие торговых марок и модификаций, все производители компонентов этой группы придерживаются единого стандарта, поэтому легко заменяемы между собой. Обычно такие акселерометры имеют в своей структуре усилитель заряда, поэтому не требуют дополнительных внешних компонентов. Все, что нужно для подключения акселерометра, – это источник постоянного тока. Таким образом, для измерения вибраций в известном диапазоне и в пределах температурной нормы $-55...125\text{ }^{\circ}\text{C}$ (до $175\text{ }^{\circ}\text{C}$ для высокотемпературных моделей) рекомендуется использовать пьезоэлектрические акселерометры с выходным сигналом по напряжению.

Преимущества акселерометров с зарядовым выходом проявляются в возможности работы при высоких температурах и в широком диапазоне амплитуды, который определяется настройками усилителя заряда (заметим, что акселерометры по напряжению имеют фиксированный диапазон амплитуды). Типичный рабочий диапазон температур составляет $-55...288\text{ }^{\circ}\text{C}$, а специализированные компоненты могут работать в диапазоне $-269...760\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Однако в отличие от IEPE акселерометров, емкостные датчики требуют применения специальных малошумящих кабелей, цена которых

значительно превышает цену на стандартные коаксиальные кабели. Для подключения датчиков также потребуются усилители заряда и линейные конвертеры. Подводя итоги, можно прийти к заключению, что емкостные акселерометры предпочтительны для высокотемпературных измерений неизвестных заранее ускорений.

Ударные ускорения. Для измерений ударных ускорений используются две технологии, модельный ряд представлен компонентами на различный уровень силы удара и с различными выходными характеристиками. Выбор акселерометра для ударных ускорений в первую очередь зависит от ожидаемого уровня ударного ускорения.

Низкий уровень $< 500\text{ г}$.

Столкновение $< 2000\text{ г}$.

Поле в дальней зоне $500\text{--}1000\text{ г}$, датчик на расстоянии 2 метров от точки удара.

Поле в ближней зоне $> 5000\text{ г}$, датчик на расстоянии менее 1 метра от точки удара.

Для измерения малых ударных ускорений можно использовать акселерометры общего применения. Акселерометр должен иметь линейный диапазон до 500 г и ударопрочность 500 г . Обычно для этого используются датчики с выходным сигналом по напряжению, поскольку они не чувствительны к кабельным вибрациям. Для аттенюации резонанса рекомендуется использовать усилитель с фильтром нижних частот.

Для тестовых испытаний машин на безопасность используются пьезорезистивные акселерометры. Для измерений ударов в дальней зоне применяются специализированные акселерометры со встроенным фильтром и сдвиговой модой. Электронный фильтр уменьшает собственную резонансную частоту акселерометра для предотвращения перегрузки оборудования.

Акселерометры для измерений в ближней зоне имеют рабочий диапазон до $20,000\text{ г}$. Здесь выбор зависит от специфики проводимого теста, поэтому используются как пьезоэлектрические, так и пьезорезистивные датчики. Обычно такие приборы имеют встроенный механический фильтр.

Так же, как и при измерении вибрации, частотная характеристика является важнейшим параметром датчиков ударного ускорения. Желательно, чтобы такие датчики имели широкий диапазон частот (около 10 кГц).

Акселерометр будет работать наилучшим образом только при выполнении следующих принципов:

а) акселерометр должен воспроизводить, насколько это возможно, движение испытываемой конструкции в месте установки акселерометра;

б) установка акселерометра должна влиять на колебания конструкции в минимальной, насколько это возможно, степени;

в) отношение сигнала с выхода акселерометра к воспринимаемым им колебаниям не должно быть искажено влиянием собственной резонансной частоты установленного акселерометра.

Для реализации указанных принципов необходимо выполнить следующие требования:

а) акселерометр и его крепление должны быть максимально жесткими и твердыми, а поверхность крепления – максимально чистой;

б) само крепление должно вносить минимальные искажения в движение конструкции,

для чего рекомендуется использование симметричных креплений;

в) масса акселерометра вместе с устройством крепления должна быть мала в сравнении с динамической массой конструкции (определенные степени малости – по ГОСТ ИСО 2954).

Типичная частотная характеристика акселерометра с щупом представлена на рисунке 1.

Частотная характеристика зависит от: постоянства направления измерения; постоянства прикладываемого давления; значения прикладываемого давления; площади контакта; ориентации датчика.

Типичная частотная характеристика акселерометра на магните представлена на рисунке 2.

Частотная характеристика зависит от: направления измерений; плоскостности контакти-

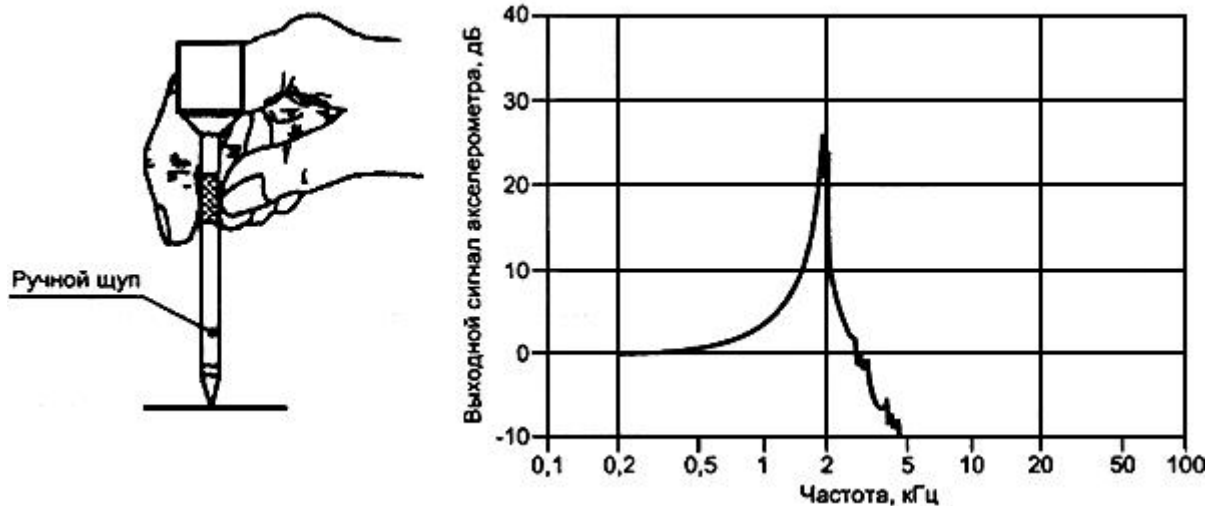


Рис. 1. Типичная частотная характеристика акселерометра с щупом

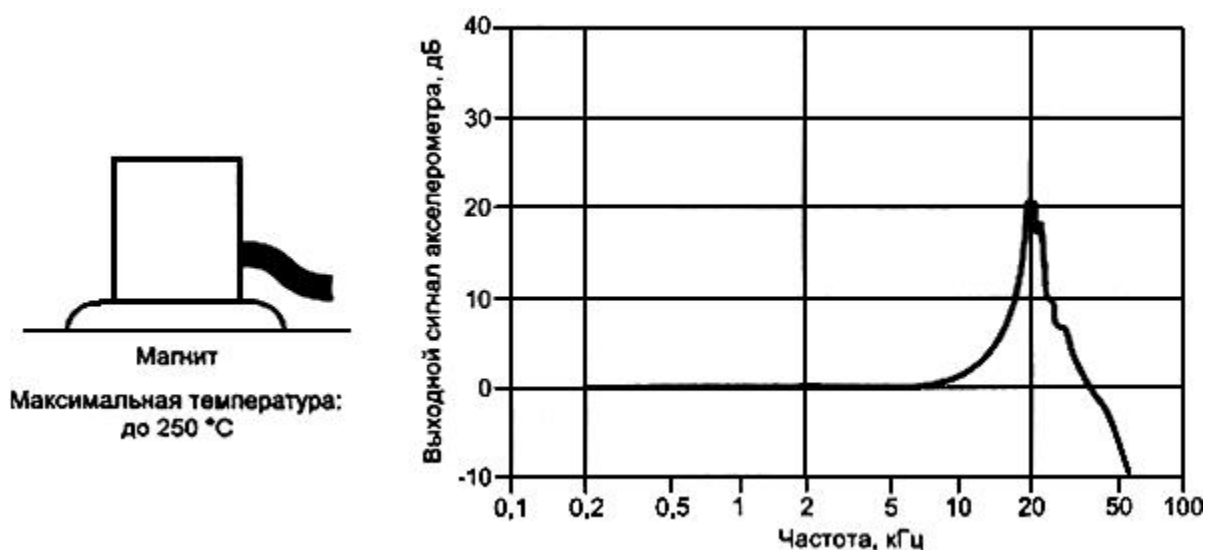


Рис. 2. Типичная частотная характеристика акселерометра на магните



рующих поверхностей; массы и толщины магнита; магнитных свойств материала.

Методика исследований

Для диагностирования ГРМ использовался USB Autoscope III [14], который имеет 8 каналов для регистрации различных сигналов. Для измерения виброимпульсов соударения деталей ГРМ использовался пьезодатчик ПД-4 с крепежной струбциной и дополнительными приспособлениями для его крепления на любой вертикальной или горизонтальной поверхности ДВС, в частности на крышке ГРМ или блоке ДВС.

Диагностирование виброакустическим способом осуществлялось на автомобилях ВАЗ-2112 USB-осциллографом. Данные вибросоударений фиксировались в виде осциллограммы амплитудных и фазовых параметров.

Результаты экспериментальных исследований и их анализ

В первой части экспериментальных исследований был рассмотрен анализ осциллограмм, снятых при частоте вращения коленчатого вала ДВС – 1000 мин^{-1} [28, 29, 30].

В 4-м цилиндре устанавливался тепловой зазор выпускного клапана $0,63 \text{ мм}$ (все остальные зазоры впускных и выпускных клапанов имели номинальный размер). Место приложения вибродатчика было выбрано непосредственно у 4-го цилиндра. Запись осциллограммы велась на протяжении $8,183 \text{ секунды}$. Предварительно двигатель был прогрет до рабочей температуры $90 \text{ }^\circ\text{C}$. Датчик давления вкручивался в свечное отверстие 1-го цилиндра.

На общей длине записанной осциллограммы (рис. 3) выберем участок, на котором сигнал наиболее устоявшийся (4-я секунда записи).

Для совершения 4 тактов (720 градусов поворота коленчатого вала) понадобилось 119 мс ($0,119 \text{ сек.}$).

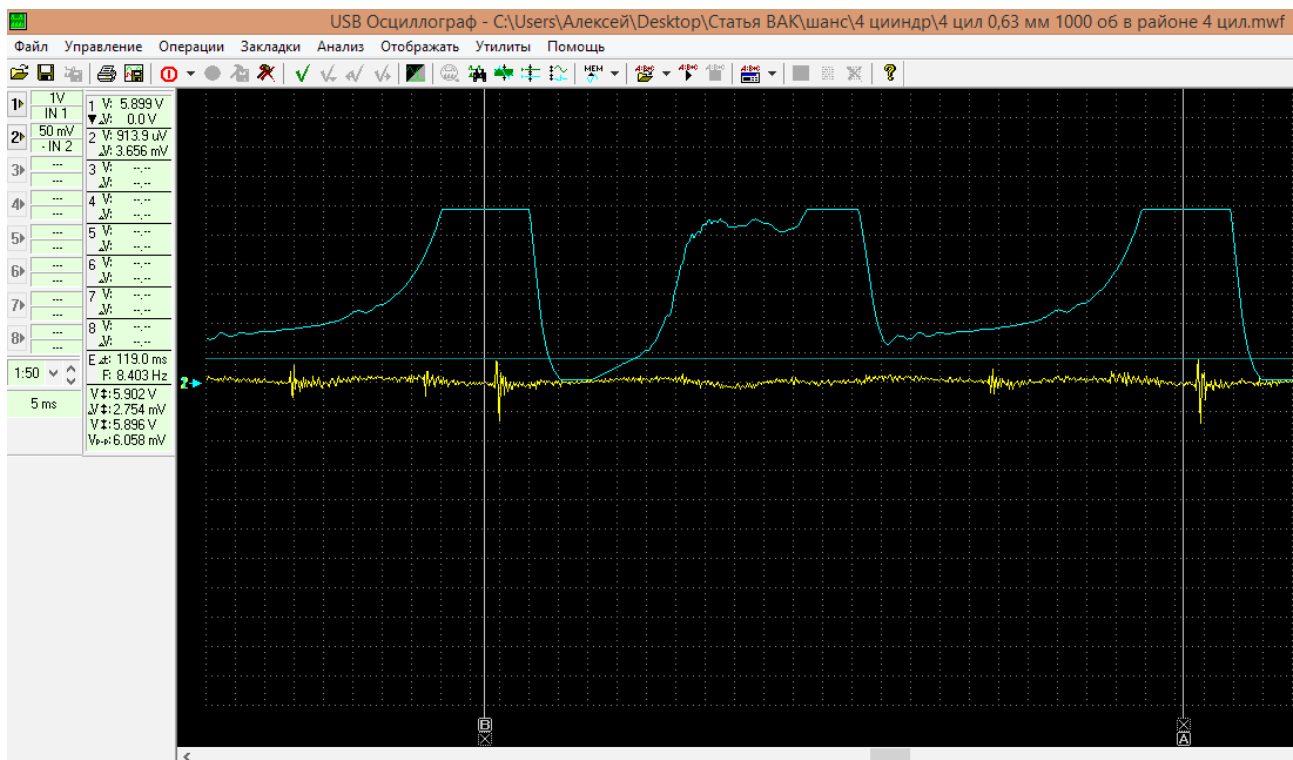
$720 \text{ градусов (2 оборота)} = 0,119 \text{ сек.}$

$1 \text{ градус} = 0,000165 \text{ сек.}$

$360 \text{ градусов (1 оборот)} = 0,0595 \text{ сек.}$

За $60 \text{ секунд (минута)} = 1008,4 \text{ оборотов.}$

На осциллограмме (рис. 4) явно прослеживается один ярко выраженный всплеск, который через каждые 720 градусов поворота коленчатого вала повторяется.



1-й канал – изменение давления в цилиндре, снятое датчиком давления;
2-й канал – вибросигнал, снятый акселерометром

Рис. 3. Осциллограмма изменения вибросигнала от соударения выпускного клапана 4-го цилиндра (1000 мин^{-1})

Рассмотрим подробнее всплеск от удара (1) и вычислим по осциллограмме: 1. Протяженность момента регистрации сигнала (начинает расти, достигает максимальной амплитуды, затухает); 2. Амплитуду; 3. Задержку во времени (время распространения вибрации от источника вибрации до акселерометра по корпусу ГБЦ).

Момент открытия выпускного клапана возьмем с диаграммы углов смены фаз ГРМ двигателя ВАЗ 21083.

По рисунку 5 отчетливо виден момент времени, когда сигнал вибрации начинает расти. Это происходит через 1,944 мс (0,001944 сек.), другими словами, через 11,78 градуса поворота коленчатого вала. Амплитуда сигнала 62,15 мV.

Максимальная амплитуда достигается через 2,456 мс (0,002456 сек.), другими словами, через 14,885 градуса поворота коленчатого вала. Амплитуда колебания достигает 566,6 мV.



1-й канал – изменение давления в цилиндре, снятое датчиком давления;
2-й канал – вибросигнал, снятый акселерометром

Рис. 4. Осциллограмма изменения вибросигнала от соударения выпускного клапана 4-го цилиндра

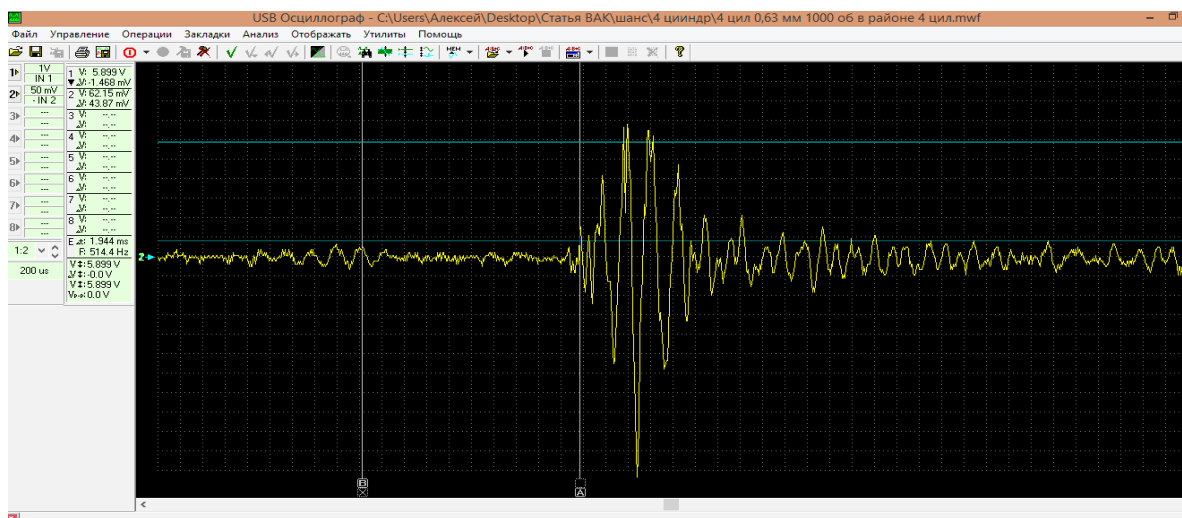


Рис. 5. Осциллограмма изменения вибросигнала от соударения выпускного клапана 4-го цилиндра: увеличенный пик 1



Амплитуда колебаний (рис. 5) явно уменьшается через 4,112 мс (0,004112 сек), другими словами, через 24,92 градуса поворота коленчатого вала. Амплитуда колебания составляет 76,77 mV.

Время (от начала регистрации явного возрастания амплитуды вибрации 62,15 mV до момента, когда вибрация достигает 76,77 mV) = 0,002168 сек (13,14 градуса оборота коленчатого вала).

На осциллограмме (рис. 6) заметны фиксированные сигналы (3, 4), которые имеют амплитуду меньше, чем вышеназванные сигналы. Проанализируем их для того, чтобы понять, от какого сопряжения может исходить данная вибрация в данный момент времени.

Проведем анализ вибросигналов по рисунку 6.

Сигнал область 3: начало колебаний через 86,84 мс. (19,19 mV) / 0,08684 сек., 526,3 угол поворота коленчатого вала.

Максимальная амплитуда через 87,44 мс. (92,31 mV) / 0,08744 сек., 529,9 угол поворота коленчатого вала.

Сигнал область 4: начало колебаний через 107 мс. (28,33mV) / 0,107 сек., 648,5 угол поворота коленчатого вала.

Максимальная амплитуда через 109,9 мс. (104,1 mV) / 0,1099 сек. 666 угол поворота коленчатого вала.

Сведем все данные по рисункам 3, 4, 5, 6 в таблицу 1.

Во второй части экспериментальных исследований был рассмотрен анализ осциллограмм, снятых при частоте вращения коленчатого вала ДВС – 2000 мин⁻¹ [28, 29, 30].

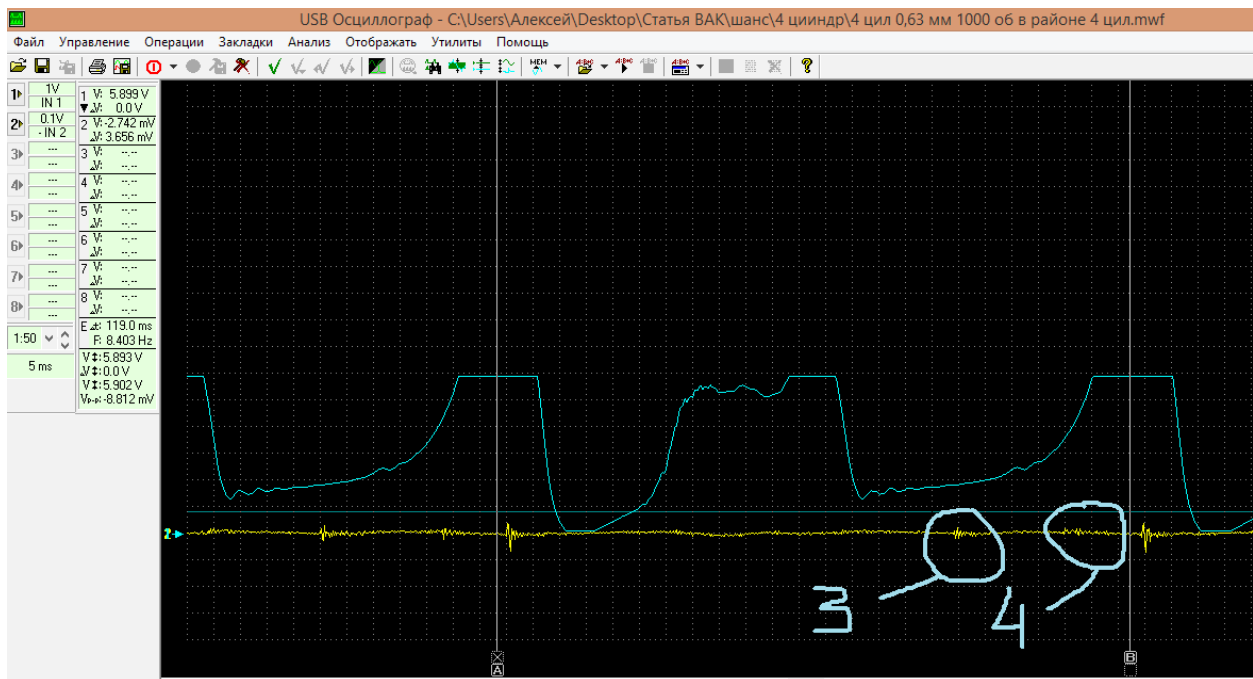


Рис. 6. Осциллограмма изменения вибросигнала от соударения выпускного клапана 4-го цилиндра: фиксированные сигналы (3, 4), которые имеют амплитуду меньше, чем вышеназванные сигналы

Таблица 1 – Экспериментальные данные виброамплитуд (1000 мин⁻¹)

Место расположения акселерометра	Цилиндр / клапан / зазор	№ на рис.	Амплитуда, mV			Момент времени / (угол поворота коленчатого вала), мс/градусы			Обороты двигателя, мин ⁻¹
			Начало	Max	Конец	Начало	Max	Конец	
ГБЦ возле 4 цилиндра	4 / вып / 0,63 мм	1	62,15	566,6	76,77	1,944 / 11,78	2,456 / 14,88	4,112 / 24,92	1008,4
		3	19,19	92,31	28,33	86,84 / 526,3	87,44 / 529,9	89,4 / 541,8	
		4	28,33	104,1	31,07	107 / 648,5	109,9 / 666	113 / 684,8	

В 4-м цилиндре устанавливался тепловой зазор выпускного клапана 0,63 мм (все остальные зазоры впускных и выпускных клапанов имели номинальный размер). Место приложения вибродатчика было выбрано непосредственно у 4-го цилиндра. Запись осциллограммы велась на протяжении 8,769 секунды. Предварительно двигатель был прогрет до рабочей температуры 90 °С. Датчик давления вкручивался в свечное отверстие 1-го цилиндра.

Выберем участок осциллограммы (рис. 7), на котором сигнал наиболее устоявшийся (4-я секунда записи).

Для совершения 4 тактов (720 градусов поворота коленчатого вала) понадобилось 66 мс (0,066 сек.). 720 градусов (2 оборота) = 0,066 сек.
1 градус = 0,0000916 сек.

360 градусов (1 оборот) = 0,033 сек.

За 60 секунд (минута) = 1818,18 оборотов коленчатого вала.

На осциллограмме явно прослеживается один ярко выраженный всплеск, который через каждые 720 градусов поворота коленчатого вала повторяется.

Рассмотрим подробнее всплеск от удара (1): начало колебаний через 300 мкс (0,3 мс) (138 мВ) / 0,0003 сек. 3,27 угол поворота коленчатого вала.

Максимальная амплитуда через 720 мкс (0,72 мс) (839,9 мВ) / 0,00072 сек. 7,86 угол поворота коленчатого вала.

Рассмотрим сигнал в области 2 (рис. 8).

Начало колебаний происходит через 46,96 мс. (106 мВ) / 0,047 сек. 512,6 угол поворота коленчатого вала.

Максимальная амплитуда через 47,2 мс. (313,5 мВ) / 0,0472 сек. 515,28 угол поворота коленчатого вала.

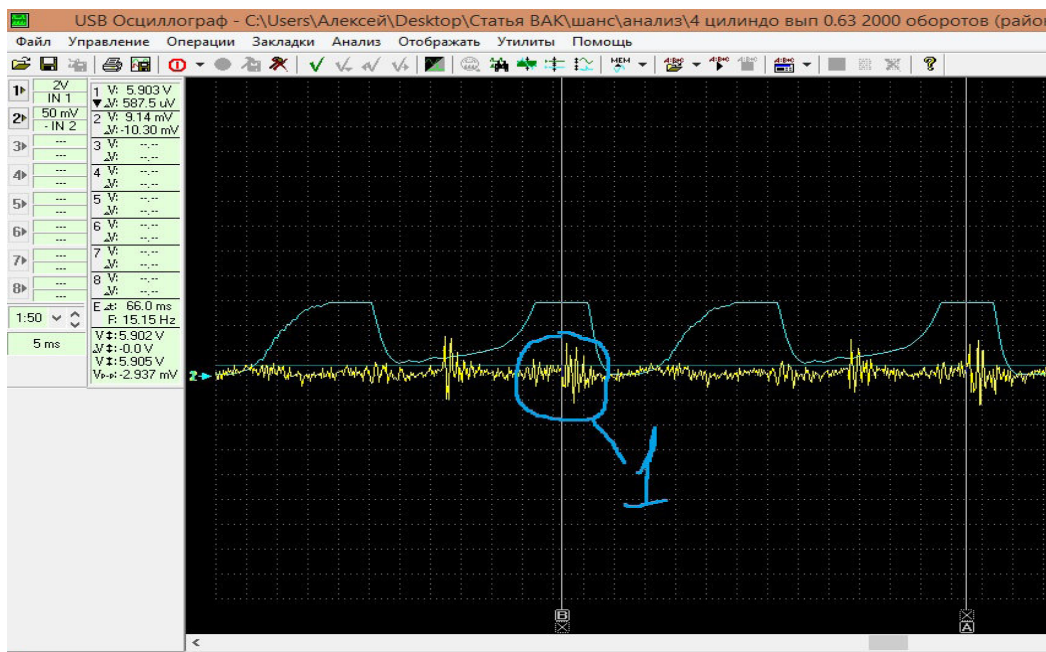
Рассмотрим также сигнал виброимпульса в зоне 3 (рис. 9).

Начало колебаний сигнала в области 3 происходит через 60,96 мс. (59,4 мВ) / 0,06 сек. 665,5 угол поворота коленчатого вала. Максимальная амплитуда через 62,16 мс. (109,6 мВ) / 0,062 сек. 678,6 угол поворота коленчатого вала.

Сведем все данные по рисункам 7, 8, 9 в таблицу 2.

Выводы

Таким образом, проведенная экспериментальная работа показала, что вибровсплески от соударения клапанов возникают в строго заданные временные моменты. Дальнейшая экспериментальная работа будет направлена на всестороннее изучение виброамплитуд от других клапанов и при их взаимном наложении.



1-й канал – изменение давления в цилиндре, снятое датчиком давления;
2-й канал – вибросигнал, снятый акселерометром

Рис. 7. Осциллограмма изменения вибросигнала от соударения выпускного клапана 4-го цилиндра (2000 мин⁻¹)

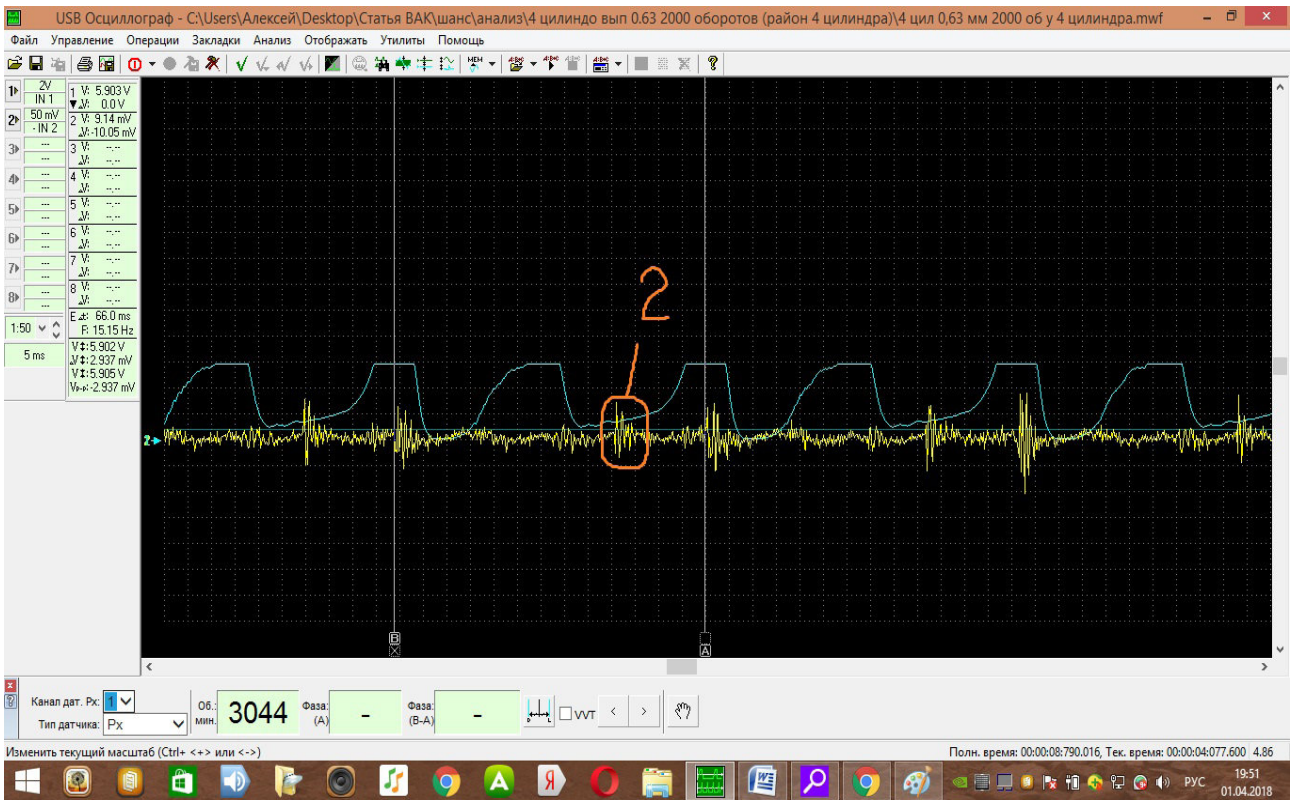


Рис. 8. Осциллограмма изменения вибросигнала от соударения выпускного клапана 4-го цилиндра (2000 мин⁻¹): сигнал в области 2

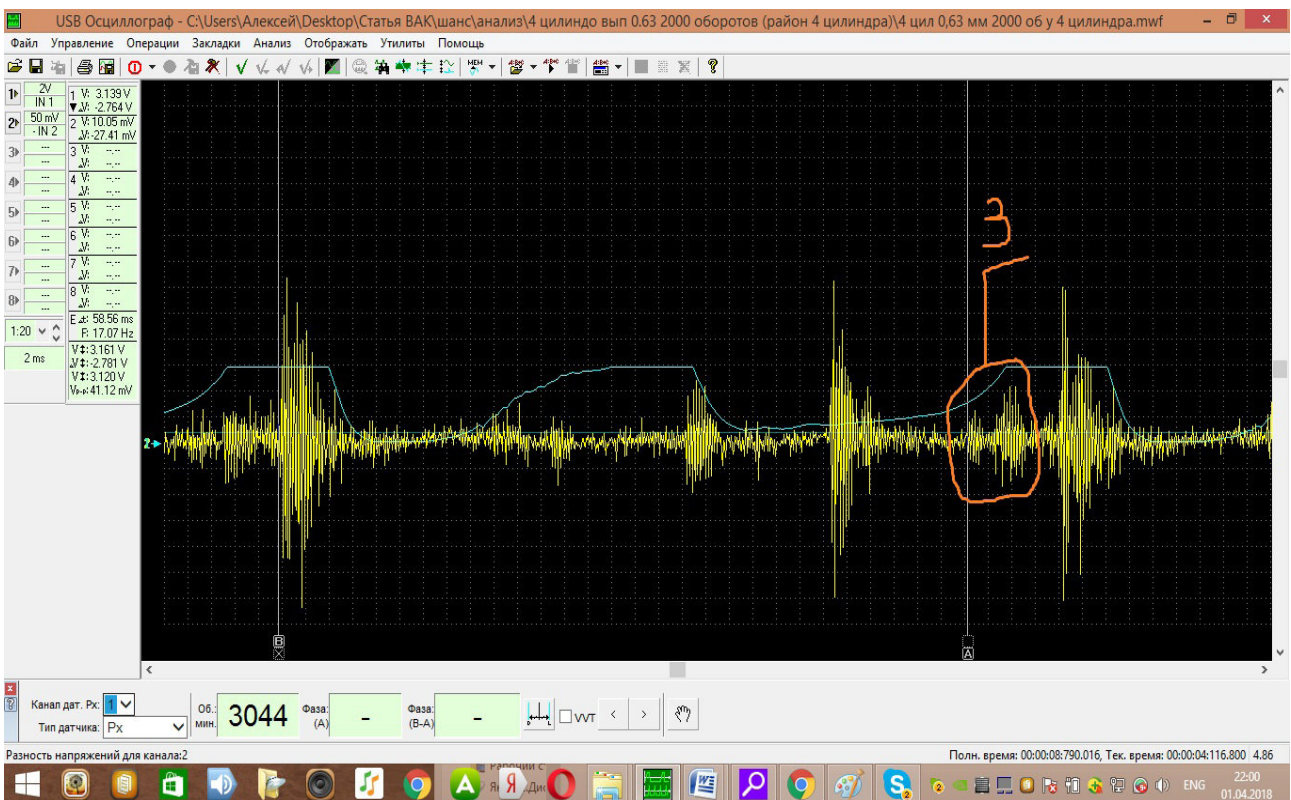


Рис. 9. Осциллограмма изменения вибросигнала от соударения выпускного клапана 4-го цилиндра (2000 мин⁻¹): сигнал в области 3

Таблица 2

Место расположения акселерометра	Цилиндр / клапан / зазор	№ на рис.	Амплитуда, mV			Момент времени / (угол поворота коленчатого вала), мс/градусы			Обороты двигателя, мин ⁻¹
			Начало	Мах	Конец	Начало	Мах	Конец	
ГБЦ возле 4 цилиндра	4 / вып / 0,63 мм	1	138	839,9	130,7	0,0003 / 3,27	0,00072 / 7,86	0,0049 / 53,49	1818,18
		2	106	313,5	88,65	0,047 / 512,6	0,0472 / 515,28	0,05 / 549,34	
		3	59,4	109,6	53,92	0,06 / 665,5	0,062 / 678,6	0,063 / 689,08	

Список литературы

1. Соснин Д. А. Автотроника. Электрооборудование и системы бортовой автоматики современных легковых автомобилей : учеб. пособие. М. : СОЛОН-Р, 2001. 272 с.

2. Komorska I. Diagnostic-Oriented Vibroacoustic Model of the Reciprocating Engine // Solid State Phenomena. 2012. Vol. 180. P. 214–221. DOI: 10.4028/www.scientific.net/SSP.180.214.

3. Макушин А. А. Аналитические исследования влияния конструкции ГРМ на показатели ДВС // Автомобильная промышленность. 2012. № 3. С. 12–16.

4. Ветрогон А. А., Соустова Л. И., Романов А. С. Повышение динамических характеристик двигателя внутреннего сгорания // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2016. Т. 4, № 5–4 (25–4). С. 216–221.

5. Ковальчук Л. И., Гусев Г. А. Диагностирование систем топливоподачи бензиновых ДВС по параметрам волновых процессов в топливной рампе // Автомобильная промышленность. 2011. № 4. С. 25–26.

6. Браильчук А. П., Трифионов А. А., Санов Р. С. Виброакустический метод экспресс-диагностики форсунок впрыска легких топлив // Вестник ХНАДУ. 2006. Вып. 34–35. С. 208–211.

7. Bánlaki P., Magosi Z. Part Failure Diagnosis for Internal Combustion Engine Using Noise and Vibration Analysis // Periodica Polytechnica Transportation Engineering. 2010. Vol. 38(1). P. 53–60. doi: 10.3311/pp.tr.2010-1.09.

8. Kaźmierczak A., Krakowian K., Wróbel R. Dopplerowska Wibrimetria Laserowa w Diagnostyce Silnika Spalinowego // Przegląd Elektrotechniczny. 2010. Vol. 86(10). P. 147–149. (in Polish).

9. Urbahs A., Andreyev S. The Problem of Vibro-Acoustic Diagnostics of Gas Turbine Engine Bearing Units // 20th International Scientific Conference: Mechanika 2015 – Proceedings. 2015. P. 268–271.

10. Yunusov S. M., Guseynov S. E. New Approach to the Formation of the Adequate Diagnostic Matrix of the Gas Turbine Engine // Proceedings – 25th European Conference on Modelling and Simulation, ECMS 2011. 2011. P. 362–369.

11. Nonlinear Analysis of Combustion Engine Vibroacoustic Signals for Misfire Detection / P. Boguś, J. Merksiz, R. Grzeszczyk, S. Mazurek // SAE Technical Papers. 2003. Paper 2003-01-0354. doi:10.4271/2003-01-0354

12. Злотин Г. Н., Лютин К. И. Анализ вибрационных свойств двигателя применительно к системам вибродиагностики механизма газораспределения // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2008. Т. 1. № 6 (44). С. 8–11.

13. Лютин К. И., Федянов В. Е. Вибродиагностика систем ДВС с использованием нейронных сетей // Энерго- и ресурсосбережение: промышленность и транспорт. 2007. Т. 2. № 8 (34). С. 88–90.

14. Руководство по эксплуатации USB Autoscope III, руководство по работе с программой USB осциллограф. Режим доступа : http://www.autoscaners.ru/catalogue/files/689/program_usb_oscilloscope.pdf.

15. Кузнецов В. Н., Беляев В. И., Мельников Ф. П. Влияние фаз газораспределения на изменение давления во впускном коллекторе многоцилиндрового двигателя // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014. № 12 (122). С. 137–141.

16. Лавриненко О. В. Определение информативных параметров для системы диагностики газораспределительного механизма ДВС // Вестник Национального технического университета / Харьковский политехнический институт. Сер. : Информатика и моделирование. 2014. № 62 (1104). С. 87–94.

17. Filipczyk J., Makarova I., Belyaev E. Analysis of Periodical Technical Inspection Systems in Automotive Transport the Experiences of



Poland and Russia // Transport Problems. 2015. Vol. 10, Issue 4. P. 121–128.

18. The Possibilities of Improving the Operational Characteristics of Vehicle Gear by the Use of Cylindrical Arched Tooth Gear Drive / I. Ivanov, P. Rubin, A. Tarapanov, N. Kanatnikov // Transport Problems. 2016. Vol. 11, Issue 2. P. 61–66. DOI: 10.20858/tp.2016.11.2.6.

19. Борисенко В. А., Барышников С. А. Влияние износа профиля кулачка распределительного вала ДВС на изменение фаз газораспределения // Материалы LIV Междунар. науч.-техн. конф. «Достижения науки – агропромышленному производству». Челябинск : ЧГАА, 2015. С. 19–23.

20. Усков Д. А., Машрабов Н. М., Борисенко В. А. Диагностирование газораспределительного механизма двигателя внутреннего сгорания на холостом ходу // Материалы LIV Междунар. науч.-техн. конф. «Достижения науки – агропромышленному производству». Челябинск : ЧГАА, 2014. С. 107–111.

21. Борисенко В. А., Барышников С. А. К обоснованию коррекции фаз газораспределения при ремонте ДВС // Материалы LIV Междунар. науч.-техн. конф. «Достижения науки – агропромышленному производству». Челябинск : ЧГАА, 2014. С. 27–30.

22. Драганов Б. Х., Круглов М. Г. Конструирование впускных и выпускных каналов дви-

гателей внутреннего сгорания. Киев : Вища шк., Головное изд-во, 1987. 175 с.

23. Drożdżiel P., Komsta H., Krzywonos L. Repair Costs and the Intensity of Vehicle Use // Transport Problems. 2013. V. 8, Issue 3. P. 131–138.

24. Czech P., Bąkowski H. Diagnosing of Car Engine Fuel Injectors Damage Using DWT Analysis and PNN Neural Networks // Transport Problems. 2013. V. 8, Issue 3. P. 85–91.

25. Ждановский Н. С., Николаенко А. В. Надежность и долговечность автотракторных двигателей. Л. : Колос, 1974. 223 с.

26. Никитин Е. А., Станиславский Л. В., Улановский Э. А. Диагностирование дизелей. М. : Машиностроение, 1987. 224 с.

27. Диагностика автотракторных двигателей / Н. С. Ждановский, В. А. Аллилуев, А. В. Николаенко, Б. А. Улитовский. 2-е изд., перераб. и доп. Л. : Колос, 1977. 264 с.

28. Gritsenko A., Kukov S., Glemba K. Theoretical underpinning of diagnosing the cylinder group during motoring. Procedia Engineering. 2016. T. 150. С. 1182–1187.

29. Plaksin A., Gritsenko A., Glemba K. Experimental studies of cylinder group state during motoring. Procedia Engineering. 2016. T. 150. С. 1188–1191.

30. Гриценко А. В. Метод диагностирования газораспределительного механизма по параметрам расхода воздуха и фаз газораспределения ДВС // АПК России. 2012. Т. 62. С. 32–34.

Балясников Алексей Сергеевич, аспирант 3-го года обучения кафедры ЭМТП, ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: btgr123@mail.ru.

Гриценко Александр Владимирович, д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры «Автомобильный транспорт», ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)», профессор кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: alexgrits13@mail.ru.

Глемба Константин Вячеславович, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Автомобильный транспорт», ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)», доцент кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: glemba77@mail.ru.

Лукомский Константин Иванович, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Общетехнические дисциплины», филиал федерального государственного казенного военного образовательного учреждения высшего образования «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (г. Воронеж) Министерства обороны Российской Федерации.

E-mail: klukomsky@mail.ru.

* * *

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСКАТОРОВ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО УРАЛА

В. Н. Войнов, Д. В. Ярош

Основным отличием дискатора от других дисковых почвообрабатывающих машин является то, что каждый диск крепится к раме индивидуально и имеет возможность регулировки ширины захвата путем изменения угла атаки дисков. Преимущество дискатора состоит в том, что эти орудия способны работать при различных климатических условиях и при любом состоянии почвы, что дает возможность сократить сроки обработки почвы и повысить производительность агрегатов. Отмечена возможность обработки почвы дискаторами засоренных участков почвы с растительными остатками высотой до 2 м, что необходимо для обработки залежных земель. Дано подробное описание результатов испытаний дискаторов в полевых условиях. Эксперименты проводились на двух агрегатах. Первый состоял из трактора К-700А и дискатора ПД БДМ-6×4 «Ермак» производства ЗАО ИПП «ТехАртКом», второй – из трактора РТМ-160 и дискатора ПД БДМ-4×4 «Ермак». Испытания проводились в различных почвенно-климатических условиях. Перед проведением экспериментов определялись влажность и твердость почвы, количество сорных растений, масса пожнивных остатков на 1 м². Обработка почвы проводилась на глубине от 0,06 до 0,12 м. В ходе исследований замерялась глубина обработки почвы, гребнистость поверхности поля, гребнистость дна борозды, тяговое сопротивление дискатора. Скорость движения агрегата составила от 3,8 до 18,4 км/ч, угол атаки дисков изменялся в пределах от 10 до 30°. Показано влияние скорости движения агрегата, угла атаки дисков и глубины обработки на агротехнические показатели. Установлено, что при увеличении скорости движения агрегата увеличивается степень крошения почвы при всех углах атаки дисков. Отмечается улучшение заделки растительных остатков до 68% при увеличении скорости движения агрегата при одновременном повышении показателей выравненности поверхности поля. Проведена энергетическая оценка агрегата при различных углах атаки дисков, различной глубине обработки и различной скорости движения. В статье приведены конкретные рекомендации по повышению эффективности работы дискаторов, предложены оптимальные параметры работы агрегата. Материалы статьи будут полезны сельхозтоваропроизводителям, использующим дискаторы для обработки почвы.

Ключевые слова: дискатор, угол атаки дисков, скорость движения агрегата, глубина обработки, гребнистость поверхности поля, гребнистость дна борозды, тяговое сопротивление.

Урожайность сельскохозяйственных культур во многом зависит от качества обработки почвы. Существуют различные виды обработки почвы. Высокие цены на ГСМ и нестабильность цен на сельскохозяйственную продукцию обусловили целесообразность применения ресурсосберегающих технологий обработки почвы, в том числе мелкой вспашки, минимальной и нулевой обработок почвы.

В настоящее время создана большая гамма почвообрабатывающих машин для мелкой обработки почвы. К числу таких машин относятся и дисковые почвообрабатывающие орудия – дискаторы, предназначенные для минимальной

основной и предпосевной обработки почвы, а также для омолаживания задернелых лугов и лущения стерни.

Принципиальное отличие дискаторов от существующих дисковых орудий состоит в том, что каждый диск крепится к раме индивидуально (рис. 1) и имеет возможность регулировки ширины захвата (угла атаки дисков). Диски расположены в четыре ряда (рис. 2).

В начале XXI века производство дискаторов было налажено в Краснодарском крае, Белгородской и Оренбургской областях. Позднее производство дискаторов было организовано в Челябинске на ЗАО «ТехАртКом» и ООО «Варнаагромаш».



Производители сельскохозяйственной техники отметили возможность обработки почвы дисковыми на глубину до 0,16 м по любому состоянию почвы (от 40%-й влажности до замерзшей при 20-градусном морозе), также способность работы агрегата на засоренных участках почвы с растительными остатками любой плотности высотой до 2 м.

В условиях Южного Урала проведены полевые испытания двух агрегатов. Первый состоял из трактора К-700А и дискатора ПД БДМ 6х4 «Ермак» производства ЗАО ИПП «ТехАрт-Ком» (рис. 3), второй – из трактора РТМ-160 и дискатора ПД БДМ 4х4 «Ермак» (рис. 4).

Для замера тягового сопротивления использовалось тензозвено производства ООО «Тензо-М», предназначенное для замера динамических нагрузок до 7 т и пиковых нагрузок до 21 т. В кабинах тракторов было оборудовано место для крепления измерительного комплекса и подведено электропитание.

В результате проведенных полевых экспериментов установлено, что при увеличении скорости движения агрегата увеличивается степень крошения почвы при всех углах атаки дисков. При скорости свыше 10 км/ч отмечено хорошее крошение почвы при всех исследованных углах атаки дисков (комки почвы размером менее 25 мм составляют более 70%). На всех режимах работы обеспечивается почти 100%-е подрезание сорняков.

Скорость движения агрегата также существенно влияет на гребнистость пашни: при скорости вспашки 8 км/ч гребнистость составила 2,1 см, а при скорости 11 км/ч – 1,5 см. С возрастанием скорости улучшается заделка растительных остатков (при обозначенных выше скоростях – 52 и 68% соответственно). Одновременно улучшается выровненность поверхности поля.

Показатели тягового сопротивления дискатора ПД БДМ 4х4 в агрегате с трактором



Рис. 1. Схема расположения рабочих органов дискатора



Рис. 2. Механизм регулировки угла атаки дисков



Рис. 3. Экспериментальный агрегат К-700А+ПД БДМ-6х4

РТМ-160 определялись при разных углах атаки дисков, глубине обработки и скорости движения агрегата.

При увеличении угла атаки с 10 до 30° при глубине обработки почвы 0,06 м тяговое сопротивление дискатора возрастает до 30%. Однако при большей глубине обработки (свыше 0,1 м) тяговое сопротивление увеличивается в 1,5–2,0 раза. Следовательно, при глубине обработки свыше 0,1 м целесообразно применять агрегаты с тракторами класса тяги 5 т.

Скорость движения агрегата оказывает значительное влияние на тяговое сопротивление орудия, особенно при увеличении глубины обработки. Следует отметить, что при глубине обработки до 0,08 м дискатор можно использовать на достаточно высокой скорости движения, что позволяет сократить время проведения операций при подготовке почвы и повысить производительность агрегата.

Дискатор показал хорошие результаты работы на залежи, где поле несколько лет не обрабатывалось. В экстремальных условиях глубина обработки при установке угла атаки 15° не превышала 0,10 м.

При установке угла атаки 30° глубина обработки имела максимальное значение, указанное в ТУ. С возрастанием скорости с 8,09 до 12,86 км/ч глубина возрастала с 0,12 до 0,16 м. Одновременно улучшилась выровненность поверхности поля. При скорости работы агрегата 8 км/ч гребнистость составила 2,1 см, при скорости 11 км/ч – 1,5 см. С возрастанием скорости количество заделанных пожнивных остатков увеличилось с 52,7 до 68%.

При угле атаки дисков 15° и скорости 8,28 км/ч глубина обработки составила около 0,07 м. При возрастании скорости до 12 км/ч глубина обработки уменьшилась до 0,06 м. При угле атаки 25° глубина обработки при скорости 9,73 км/ч составила 0,12 м, при возрастании скорости до 10,9 км/ч уменьшилась до 0,09–0,10 м. Значит, на твердых почвах при возрастании скорости заглубляющая сила оказывается меньше сопротивления почвы внедрению кромок диска. С возрастанием скорости выровненность поверхности улучшается с 4,86 до 3,21 см. Лучшая выровненность достигается при повышенной скорости (10,9 км/ч) и увеличенном угле атаки (25°). При этом гребнистость составила всего 1,7 см.

Растительные остатки измельчаются более интенсивно на большей скорости движения агрегата. С увеличением скорости и угла атаки степень крошения почвы увеличивается. При скорости свыше 10 км/ч при любом угле атаки дисков обеспечивается соответствующая агротехническим условиям степень крошения почвы (комки почвы менее 25 мм составляют более 70%). При углах установки 25–30° степень крошения соответствует указанным в ТУ пределам при скорости движения 9,73 км/ч, даже в экстремально тяжелых условиях.

В целом при технологическом процессе работы дискатора в типичных и экстремальных условиях величина агротехнических показателей соответствует существующим требованиям.

Одновременно с агротехнической оценкой проводилась энергетическая оценка агрегата при различных углах атаки дисков, различной глубине обработки и различной скорости движения.



Рис. 4. Экспериментальный агрегат РТМ-160+ПД БДМ-4×4



Результаты испытания приведены в таблицах 1 и 2.

Наилучшие показатели получены для агрегата К-700А + ПД БДМ 6×4 при работе на стерне пшеницы на третьем режиме четвертой передачи. Буксование на осенних фонах после пшеницы не превысило допустимых пределов, тогда как при обработке залежи при сильной засоренности наблюдалось буксование, достигающее 10,76...12,20% за счет проскальзывания движителей по сорной растительности.

При обработке залежи агрегатом К-700А + ПД БДМ 6×4 «Ермак» с углами атаки дисков 15 и 25° получены следующие характеристики:

производительность за время основной работы составила 5,0...6,5 га/ч; тяговое сопротивление – 28,59...58,96 кН.

Выводы

В условиях Челябинской области дискаторы могут успешно применяться как в традиционной технологии возделывания сельскохозяйственных культур, так и в минимальных, ресурсосберегающих технологиях. Один проход дискатора по качеству подготовки почвы эквивалентен практически трем прохождениям тяжелой дисковой бороны. Дискаторы способны обрабатывать почву с влажностью до 40%. Это

Таблица 1 – Агротехнические показатели работы дискатора ПД БДМ 6×4 в агрегате с трактором К-700А при различных углах атаки

Показатель	Угол атаки дисков, α°		
	15	25	30
Глубина обработки, см	8	12	16
Среднее квадратическое отклонение глубины обработки, см	1,2–1,8	1,6–1,8	1,5–1,9
Гребнистость поверхности поля, см	3,2–5,0	1,8–2,5	2,7–4,8
Заделка растительных остатков, %	12–23	42–48	52–68
Количество фракций почвы после прохода дискатора, %:			
– размером менее 10 мм	12–19	9,7–16,8	16,5–19
– размером 10–25 мм	30–59	76,4–78	50–64
– размером 25–50 мм	10–28	7,4–8,2	9,2–15,5
– размером более 50 мм	12–23	4,6	7,7–18,3

Таблица 2 – Агротехнические показатели работы дискатора ПД БДМ 4×4 в агрегате с трактором РТМ-160 при различных углах атаки и различной скорости движения

Угол атаки α, град	Передача	Рабочая скорость V, км/ч	Глубина обработки, см		Гребнистость поверхности поля, см	Гребнистость дна борозды, см	Тяговое сопротивление, кН
			установленная	измеренная			
			а	средняя	среднее	среднее	R _x
Без прикатывающего катка							
10	I–II	5,24	6	5,22	9,671	14,915	11,06
	I–III	9,04	6	6,25	9,052	15,731	11,84
	I–IV	14,7	6	7,259	8,8659	16,0951	12,86
20	I–II	5,02	6	7,273	7,317	14,322	18,3
		4,84	10	8,41	7,61	16,02	23,67
		3,87	12	10,93	6,963	18,92	31,28
		4,5	18	13,195	6,976	20,16	29,64
	I–III	7,64	6	6,958	6,951	14,536	16,85
		6,3	10	9,45	7,43	15,23	23,47
		7,46	12	15,378	7,5	22,878	31,72
30	I–II	4,6	12	13,683	7,5122	21,158	32,24
	I–III	8,53	8	10,2	7,402	18,83	23,86
С прикатывающим катком							
30	I–II	5,36	8	9,8	7,01	15,7	27,09
	I–III	7,6	8	10,4	7,512	18,1	28,18

увеличивает сезонную выработку орудий и значительно повышает эффективность использования всего машинно-тракторного парка.

Рекомендации

На основе полученных показателей рекомендуется для обеспечения загрузки двигателя трактора К-700А вести работу на III режиме четвертой передачи при углах атаки дисков 25–30°. При обработке почвы на глубину до 10 см и углах атаки 20–25° дискатор ПД БДМ 4×4 «Ермак» можно использовать в агрегате с тракторами класса тяги 3 т (РТМ-160).

Список литературы

1. Бледных В. В. Устройство, расчет и проектирование почвообрабатывающих орудий : учеб. пособие. Челябинск, 2010. 203 с.
2. Войнов В. Н. Дискаторы: обеспечение качественной обработки почвы // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2006. № 7. С. 34–35.
3. Войнов В. Н. Тяговое сопротивление рабочих органов дискатора // Вестник ЧГАУ. 2007. Т. 50. С. 18–22.
4. Войнов В. Н. Исследование устойчивости хода дискатора по глубине // Вестник ЧГАА. 2012. Т. 62. С. 19–22.
5. Войнов В. Н. Определение числа дисков дискатора // Вестник ЧГАА. 2012. Т. 62. С. 23–25.
6. Воцкий З. И. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы оценки энергетических, эксплуатационно-технологических, экономических показателей и безопасности труда : учеб. пособие. Челябинск, 2007.
7. Воцкий З. И., Воцкий А. З. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы оценки функциональных показателей машин для возделывания и уборки сельскохозяйственных культур : учеб. пособие. Челябинск, 2007.
8. Горшков Ю. Г., Войнов В. Н., Калугин А. А. Полуавтоматическое устройство для регулирования угла атаки рабочих органов дискатора // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 10. С. 8–9.
9. Основы испытаний сельскохозяйственной техники : учеб. пособие / А. Ф. Кокорин [и др.]. Челябинск, 2008. 63 с.
10. Кушнарев А. С., Кушнарев С. А. Дискатор – новое техническое решение на рынке почвообрабатывающей техники // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2011. № 6. С. 35–37.
11. Кушнарев А. С., Кушнарев С. А., Вершков А. Дискатор – новое техническое решение // Пропозиция. 2010. № 10. С. 106–109.
12. Показатели эффективности тракторов типа РТМ-160 / Г. А. Окунев [и др.] // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2006. № 9. С. 5–6.
13. Окунев Г. А., Кузнецов Н. А. Обоснование эффективности тракторов РТМ-160 // Вестник ЧГАУ. 2007. Т. 50. С. 96–99.
14. Плаксин А. М. Энергетика мобильных агрегатов в растениеводстве : учеб. пособие. Челябинск, 2005. 204 с.
15. Рахимов И. Р., Коновалов В. Н., Войнов В. Н. Анализ процесса взаимодействия пруткового катка и почвы // Вестник ЧГАУ. 2007. Т. 50. С. 100–105.
16. Обоснование и выбор комплекса машин для посева зерновых культур с применением трактора ТР-М-160 / Р. С. Рахимов [и др.] // Материалы I Междунар. науч.-техн. конф. «Достижения науки – агропромышленному производству». Челябинск, 2011. Ч. III. С. 189–195.
17. Использование ресурсосберегающей техники в Челябинской области / С. В. Стоян [и др.] // Земледелие. 2007. № 3. С. 40–41.

Войнов Валерий Николаевич, канд. техн. наук, директор Научно-исследовательского института механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства, ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: valeryvoinov174@gmail.com.

Ярош Дмитрий Викторович, глава крестьянско-фермерского хозяйства.

E-mail: valeryvoinov174@gmail.com.

* * *

АНАЛИЗ И РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ ГОНОЧНЫХ МАШИН НА ПРИМЕРЕ БОЛИДА КЛАССА FORMULA STUDENT ELECTRIC

**К. В. Глемба, А. В. Лопухов, Н. Л. Файзуллоев,
М. В. Назаров, А. Е. Кисель, Р. Б. Гаффатуллин**

Рассмотрены вопросы электробезопасности гоночных машин на примере болида класса Formula Student Electric. Представлены данные по загрязнению атмосферы различными отраслями промышленности и транспортом. Основная масса загрязнений приходится именно на автомобильный транспорт (39%). Автомобили с электрическими двигателями лишены вредных выбросов, поэтому данное направление является приоритетным для многих автоконцернов, следствием чего стало появление гоночных машин с электрическими двигателями. Представлен анализ работ российских ученых, согласно которым пожарная безопасность выделена в отдельный вид безопасности. Выделен главный фактор, влияющий на электробезопасность болида, – качество электропроводки. Приведена статистика причин неисправностей электрической проводки. Основными причинами отказов являются: в 67% случаев – нарушения изоляции, в 23% случаев – обрыв жилы проводов, в 10% – нарушение контакта электрических соединительных элементов. Рассмотрены методики по определению технического состояния провода и определена наиболее рациональная. Подробно рассмотрен порядок работы для определения технического состояния провода на основе выбранной методики. Проанализированы и выделены основные требования к проводке согласно регламенту соревнований Formula Student. Представлена схема подключения элементов высоковольтной системы гоночного болида. Представлены особенности подбора и выбора силовых электропроводов, а также модуля контроля изоляции согласно регламенту соревнований. Были выбраны провода типа RADOX SCREENED BATTERYCABLE (FLR41XC33X-1x_T150) сечением 6 мм² и внешним диаметром провода 6,6±0,3 мм и устройство контроля изоляции типа Bender A-ISOMETER® iso-F1 IR155-3203. Представлены характеристики выбранных проводов и устройства контроля изоляции.

Ключевые слова: электроболид, электробезопасность, электропровода, качество электроизоляции.

Начиная с 2003 года крупнейшие автопроизводители занимаются разработкой и внедрением электромобилей в различные отрасли. Это обусловлено, прежде всего, тем, что в атмосферном воздухе наблюдается динамика повышения концентрации загрязняющих веществ, в том числе твердых частиц, диоксида серы, диоксида и оксида азота, оксида углерода, источниками которых являются автомобильный транспорт и стационарные объекты (промышленные предприятия) [8, 9, 10]. На рисунке 1 представлены данные по загрязнению атмосферы различными отраслями промышленности и транспортом [3, 11, 12].

Анализ диаграммы на рисунке 1 показывает, что основная масса загрязнений атмосферы приходится на транспорт. В связи с этим переход на электротранспорт, обеспечивающий минимизацию влияния на окружающую среду, является генеральным направлением развития транспортного машиностроения [13, 14, 15].

Известно, что в автомобильной промышленности широко применяется практика по обкатке новых технологий и конструкций на гоночных машинах. Электромобили также не становятся исключением из этих правил. С недавних пор, помимо соревнований Formula E, появилась еще одна площадка, на которой

разрабатываются и исследуются электромобили. Это проект Formula Student Electric, который является аналогом Формулы SAE, по которой в 2010 году прошли первые студенческие инженерные соревнования [1].

Вместе с популяризацией этого проекта в России становится чрезвычайно актуальной проблема безопасности электроболидов данного класса.

В результате анализа научных исследований ряда российских ученых, таких как В. П. Апсин, К. Райт, В. И. Рассоха и др., был сформулирован

целый пласт факторов, влияющих на техническую и эксплуатационную безопасность автомобилей. Эксплуатационную безопасность автомобилей условно разделяют на такие основные виды безопасности, как активная, пассивная, послеаварийная и экологическая. Пожарная безопасность считается одним из подвидов послеаварийной безопасности. На рисунке 2 представлена схема классификации методов обеспечения безопасности в автомобилестроении [2].

Анализ причин, по которым происходят серьезные аварии на этапах соревнований данно-

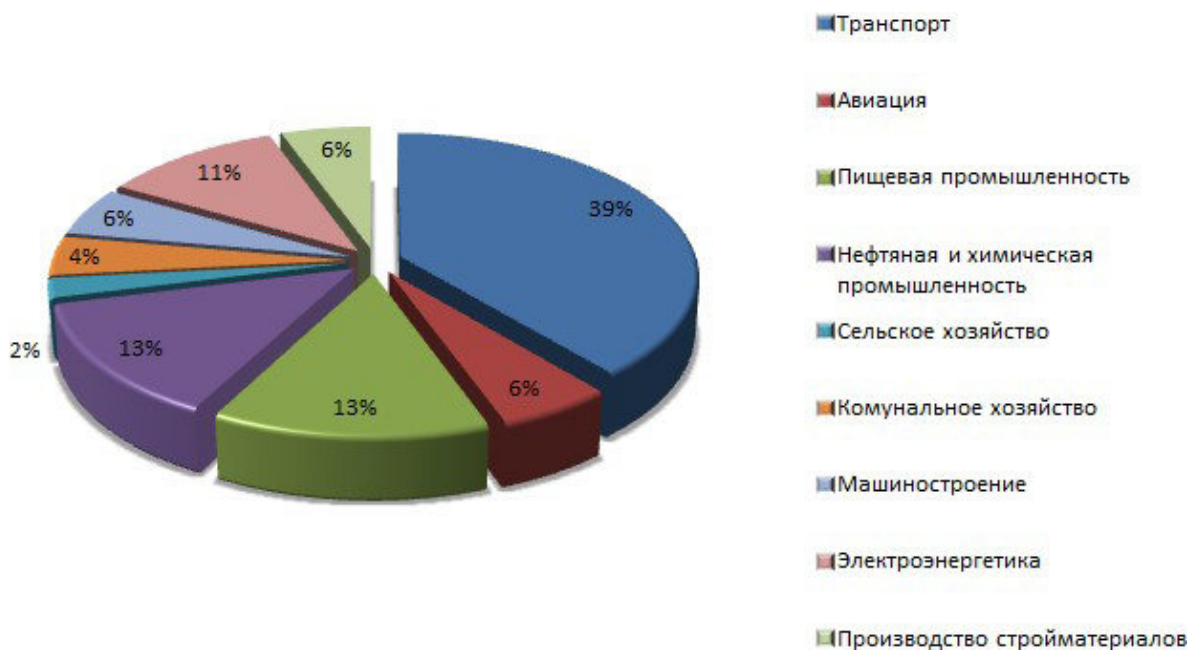


Рис. 1. Загрязнение атмосферы различными отраслями промышленности и транспортом

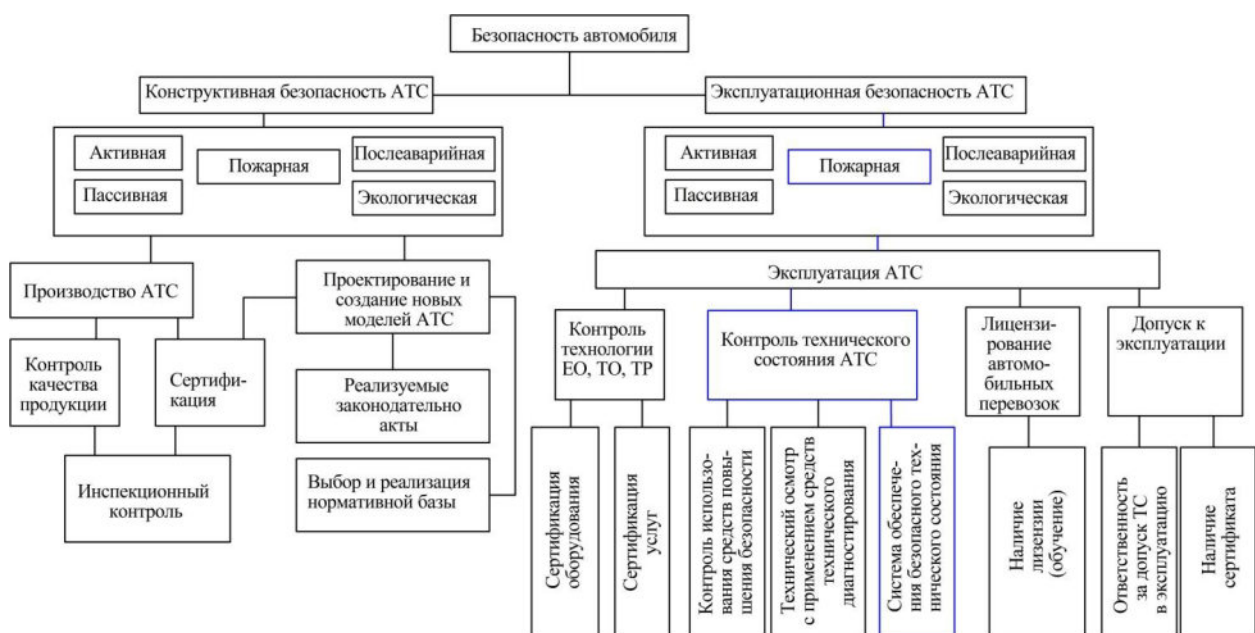


Рис. 2. Классификация методов обеспечения безопасности в автомобилестроении



го класса, позволяет сделать вывод, что к наиболее опасным и ощутимым последствиям может привести возгорание частей электроболида или, еще хуже, всего болида. При этом самой уязвимой частью болида, как показывает практика, является ее электрическая часть.

Оценка всех элементов электрической части электроболида с точки зрения безопасности показала, что наиболее опасным элементом является проводка, а не электродвигатель или аккумуляторная батарея (АКБ). Есть две причины, которыми можно объяснить данный факт [3]:

1) проводка подвержена большим механическим нагрузкам, чем тот же электродвигатель или АКБ;

2) в то время как электродвигатель и АКБ разрабатываются и тестируются специалистами на производстве, расчет и прокладка проводки возлагается на самих студентов, что повышает вероятность возникновения неисправностей в данном элементе.

Рассматривая структуру отказов электрических проводов автотранспортных средств (АТС), необходимо отметить, что основными причинами отказов являются: в 67% случаев – нарушения изоляции, в 23% случаев – обрыв жилы проводов, в 10% – нарушение контакта электрических соединительных элементов [3].

Исходя из вышеприведенных данных, можно сделать вывод, что изоляция проводки – самая чувствительная ее часть. Поэтому температурные, механические и иные виды воздействий на изоляцию проводки являются наиболее агрессивными факторами, вызывающими отказ в проводке.

Как было изложено выше, рассматриваемый электроболид разрабатывается для участия в студенческих инженерных соревнованиях Formula Student Electric. В связи с этим разработка электроболида осуществляется с учетом регламента Formula Student, целью которого является обеспечение безопасности участников соревнований и пилотов.

Остановимся на важнейших пунктах данного регламента, которые касаются непосредственно электробезопасности. В электроболидах металлические части корпуса не используются в качестве проводника (массы). Все детали, проводящие электричество (например, произведенные из стали, анодированного алюминия и т.д.), расположенные на расстоянии менее 100 мм от компонентов тяговой системы или заземленной низковольтной системы (ЗНС) автомобиля (элементы, не являющиеся частью

тяговой системы), а также точки крепления ремней безопасности и кресел и элементов управления, должны обладать сопротивлением ниже 300 мОм (при силе тока 1А) относительно рабочего заземления ЗНС. Все детали автомобиля, которые могут проводить ток (например, металлические детали с напылением, детали из углеволокна и т.д.), расположенные на расстоянии менее 100 мм от компонентов тяговой системы или ЗНС, должны обладать сопротивлением не ниже 5 Ом относительно рабочего заземления ЗНС (все токопроводящие детали должны быть заземлены).

Все выключатели систем имеют конструкцию поворотного типа и отдельный красный флажок-ключ, а также должны быть отмечены надписями «HV» и «LV». Рисунок должен содержать изображение молнии красного или черного цвета, при этом молнии черного цвета изображаются на желтом фоне с дополнением надписи «Главный выключатель электротяговой системы». Схема подключения элементов высоковольтной системы, согласно регламенту, представлена на рисунке 3 [4].

Для экспериментального выявления характера изменения технического состояния электропровода АТС в процессе эксплуатации были рассмотрены три методики:

1. Методика определения технического состояния изоляции при тепловом воздействии на жилу электропровода;
2. Методика сравнительной оценки стойкости изоляции электропровода к горению;
3. Методика оценки работоспособности электрических систем при различных условиях эксплуатации.

Проанализировав эти методики, было выявлено, что наиболее подходящим видом испытаний для выявления состояния изоляции электрической проводки является методика, по которой определяется расстояние, на котором происходит повреждение изоляции – «Методика определения технического состояния изоляции при тепловом воздействии на жилу электропровода».

В качестве прибора для измерения температуры рекомендуется использовать прибор Testo 810.

В качестве источника теплового воздействия можно использовать любой прибор, удовлетворяющий требованиям проведения эксперимента, в частности, в настоящей методике рекомендуется использовать электрический паяльник. Согласно нормативной документации,

электропаяльник применяется для нагрева элементов деталей, проводов расплавления припоя и флюса при пайке и лужении.

Схема расположения элементов при проведении эксперимента представлена на рисунке 4.

Методика проведения эксперимента выглядит следующим образом:

- подготовить электропровод для проведения эксперимента (удалить слой изоляции на расстоянии 10 мм от начала электропровода);
- подготовить изоляцию электропровода для проведения эксперимента (нанести риски

через равные 10 мм расстояния от начала на длине 100 мм);

- проверить исправность электропаяльника (убедиться в целостности изоляции, вилки и чистоте покрытий нагревательного элемента; проверить работоспособность, включив электропаяльник);

соединить струбциной электропровод и жало электропаяльника, предварительно охладив электропаяльник;

- включить электропаяльник;
- произвести замер температуры отмечен-

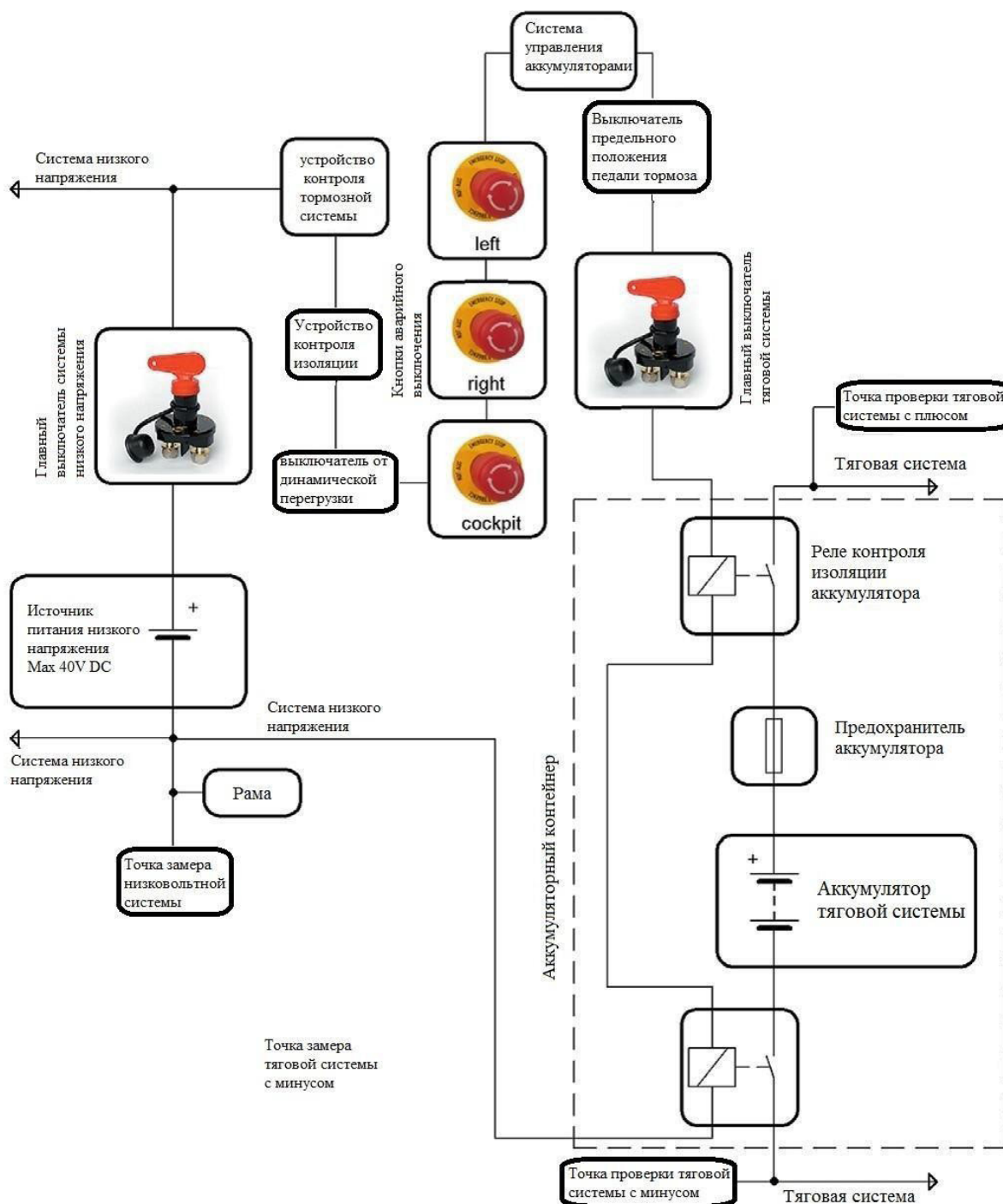


Рис. 3. Схема подключения элементов высоковольтной системы

ных рисками участков изоляции электропровода прибором Testo 810;

– произвести органолептический контроль состояния изоляции электропровода (в процессе наблюдения следить за изменением состояния, цвета и т.п. изоляции, произвести контакт с изоляцией твердым предметом (например, швейной иглой) на ощущение изменения твердости изоляции от температуры, проконтролировать наличие запаха термического разложения изоляции и т.п.);

– записать результаты эксперимента в таблицу и провести анализ результатов эксперимента [5].

В результате проведения данного эксперимента были выявлены характеристики, по которым следует подбирать электрические про-

вода. Кроме того, был произведен анализ рынка электрических проводов. Наиболее подходящим и эффективным является кабель RADOX® SCREENED BATTERYCABLE (FLR41XC33X-1x_T150), строение которого представлено на рисунке 5 [6].

Кабель является экранированным, что соответствует регламенту Formula Student Electric. В таблице 1 представлены основные характеристики кабеля RADOX® SCREENED BATTERYCABLE (FLR41XC33X-1x_T150).

По регламенту на электромобиле также должно быть установлено устройство контроля изоляции. Согласно регламенту, рекомендуется устройство типа Bender A-ISOMETER® iso-F1 IR155-3203, внешний вид которого показан на рисунке 6 [7].

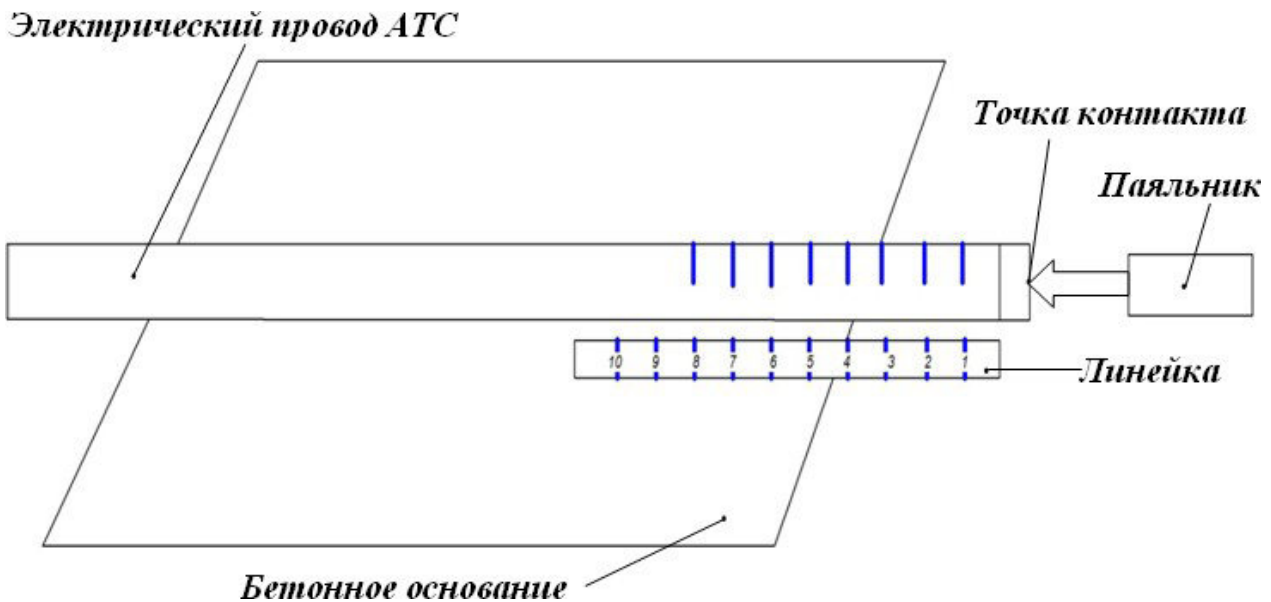
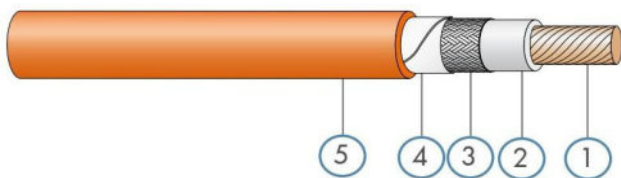


Рис. 4. Схема определения изменения технического состояния изоляции при тепловом воздействии на жилу электропровода АТС



1 – многожильный медный проводник; 2 – изоляция RadoX® Elastomer S; 3 – электромагнитный экран из луженой медной оплетки; 4 – лента пластиковая; 5 – внешняя оболочка оранжевого цвета из материала RadoX® Elastomer S

Таблица 1 – Характеристики силового кабеля тяговой системы RADOX® SCREENED BATTERYCABLE (FLR41XC33X-1x_T150)

Максимальное рабочее напряжение, В	600 В
Рабочий температурный диапазон	-70 °С) -40 °С ... +150 °С (3000 часов)
Радиусгиба	4 диаметра провода

Рис. 5. Строение силового кабеля тяговой системы электромобиля

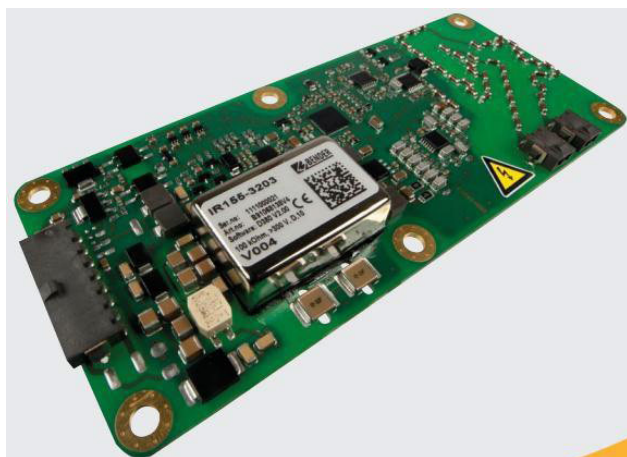


Рис. 6. Внешний вид устройства контроля изоляции Bender A-ISOMETER® iso-F1 IR155-3203

Таблица 2 – Характеристики устройства контроля изоляции Bender A-ISOMETER® iso-F1 IR155-3203

Напряжение питания, В	10...36 В
Ток потребления, мА	150 мА
Величина высокого напряжения, В	0...1000 В
Величина измеряемого сопротивления, МОм	0...10 МОм
Габаритные размеры, Д×Ш×В, мм	140×65×15
Масса, г	54 г

Характеристики устройства приведены в таблице 2.

Выводы

1. Автомобили с ДВС являются главными загрязнителями атмосферы, поэтому электромобили получают все большую популярность во всех сферах, в том числе и в спортивных гонках. Гонки на электромобилях – это гонки XXI века.

2. Выявлено, что самые серьезные последствия для болидов класса Formula Student Electric представляют возгорания, которые в основном возникают в проводке в электрической системе. Основными неисправностями электропроводки являются: 67% – нарушения изоляции, 23% – обрыв жилы и 10% – нарушения соединительных электрических элементов.

3. В ходе анализа регламента соревнований выделены основные требования к болидам. Отдельно рассмотрены требования к электрической части электроболида, в особенности к проводке из-за высокой опасности и вероятности выхода из строя.

4. Проанализированы методики определения технического состояния изоляции при тепловом воздействии на жилу электропровода, сравнительной оценки стойкости изоляции электропровода к горению, оценки работоспособности электрических систем при различных условиях эксплуатации и выбран самый оптимальный вариант, который соответствует необходимым требованиям.

5. Представлено оптимальное решение по выбору необходимого электрического провода и модуля контроля для тяговой системы согласно регламенту соревнований. Таковыми явля-

ются медный кабель оранжевого цвета с экраном – RADOX® SCREENED BATTERYCABLE (FLR41XC33X-1x_T150) сечением 6 мм² и внешним диаметром провода 6,6±0,3 мм и устройство контроля изоляции – Bender A-ISOMETER® iso-F1 IR155-3203.

Список литературы

1. Формула Студент, что это. Режим доступа : <https://www.drive2.ru/b/288230376151890656/>.
2. Безопасность транспортных средств (автомобили) / В. А. Гудков, Ю. А. Комаров, А. И. Рябчинский, В. Н. Федотов. М. : Горячая линия – Телеком, 2010. 431 с.
3. Лопухов А. В. Анализ и решение проблем электробезопасности гоночных машин на примере болида класса Formula Student Electric : диплом. работа. Челябинск : ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет», 2018. 76 с.
4. 2017–2018 Formula SAE Rules. Режим доступа : <http://fsaeonline.com/cdsweb/gen/DocumentResources.aspx>.
5. Сидорин Е. С. Совершенствование организации технического обслуживания элементов системы электрооборудования легковых автомобилей : дис. ... канд. техн. наук. Оренбург, 2015. 148 с.
6. RADOX®SCREENEDBATTERYCABLE information. Режим доступа : <https://literature.hubersuhner.com/Marketsegments/Transportation/AutoProductCatalogueEN/?page=28>.
7. Insulation monitoring device – Bender A-ISOMETER® iso-F1 IR155-3203 information. Режим доступа : http://formula-hybrid.org/pdf/iso-F1-IR155-32xx-electricvehicles_DB_en_20101202.pdf.



8. Аспекты повышения экологической безопасности автотранспорта / А. В. Гриценко, К. В. Глемба, С. С. Куков, Д. Д. Бакайкин // Проблемы функционирования систем транспорта : матер. Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых : в 2 томах / отв. ред. В. И. Бауэр. Тюмень, 2015. С. 176–181.
9. Исследование способа повышения экологичности и экономичности автотранспорта на тестовых режимах холостого хода работы двигателя внутреннего сгорания / А. В. Гриценко [и др.] // Транспорт Урала. 2016. № 1 (48). С. 97–102.
10. Гриценко А. В., Глемба К. В., Ларин О. Н. Приборные методы и средства повышения экологической безопасности на автотранспорте // Альтернативные источники энергии на автомобильном транспорте: проблемы и перспективы рационального использования : сб. науч. тр. по матер. Междунар. науч.-практ. конф. / под общ. ред. А. И. Новикова. 2014. С. 200–205.
11. Учебные стенды-тренажеры по электрооборудованию автомобилей / С. С. Куков [и др.] // АПК России. 2006. Т. 47. С. 67–69.
12. Новый метод, средство и программная среда для тестирования ЭМФ автомобиля / А. В. Гриценко [и др.] // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2014. Т. 6. № 18 (145). С. 53–56.
13. Гриценко А. В., Глемба К. В., Ларин О. Н. Совершенствование методов, средств и процессов тестового диагностирования систем ДВС // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2014. Т. 18. № 6 (145). С. 49–52.
14. Разработка метода и средства диагностирования электробензонасосов системы топливоподачи ДВС / А. В. Гриценко [и др.] // Транспорт: наука, техника, управление. 2015. № 1. С. 40–44.
15. Тестовые методы диагностирования систем двигателей внутреннего сгорания автомобилей : монография / А. М. Плаксин [и др.]. Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2016. 210 с.

Глемба Константин Вячеславович, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Автомобильный транспорт», ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)»; доцент кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: glemba77@mail.ru.

Лопухов Александр Викторович, магистрант кафедры «Автомобильный транспорт», ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)».

E-mail: lav2807@yandex.ru.

Файзуллоев Наджибулло Лутфуллоевич, студент, бакалавр кафедры «Автомобильный транспорт», ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)».

E-mail: hmnero@gmail.com.

Назаров Максим Валерьевич, аспирант кафедры «Автомобильный транспорт», ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)».

E-mail: hmnero@gmail.com.

Кисель Артем Евгеньевич, студент, бакалавр кафедры «Колесные и гусеничные машины», ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)».

E-mail: hmnero@gmail.com.

Гаффатуллин Руслан Булатович, студент, бакалавр кафедры «Автомобильный транспорт», ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)».

E-mail: gaffatullinr@gmail.com.

* * *

ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ВРЕМЕНИ СУШКИ ЗЕРНА В ШАХТНОЙ СУШИЛКЕ

В. Г. Захахатнов, П. В. Кашин, Г. Д. Коковин

Эффективность эксплуатации зерносушилок во многом определяется уровнем их автоматизации. Наряду с автоматическим управлением загрузкой, выгрузкой и поддержанием уровня в надсушильном бункере система автоматического управления должна поддерживать заданную влажность зерна на выходе из сушильной зоны. Для этого сушилки оборудуются поточными измерителями влажности зерна, которые имеют значительную стоимость, невысокую точность и малую надежность. Предлагается метод определения времени сушки, соответствующий заданной влажности выгружаемого из сушилки зерна, основанный на использовании экспериментально полученной модели, связывающей время сушки с начальной влажностью и температурой зерна, температурой теплоносителя. Эксперименты проводились на установке, моделирующей процессы конвективной сушки в шахтных и колонковых сушилках. Для получения модели реализован план Бокса-Бенкена для трех факторов – начальной влажности, температуры зерна и температуры теплоносителя. Эксперимент проводился на пшенице мягких сортов при постоянной скорости теплоносителя, равной 0,5 м/с и толщине продуваемого слоя 200 мм. Температура теплоносителя варьировалась в пределах 60...90 °С, влажность зерна 18...30%, температура зерна 10...30 °С. Проверка коэффициентов полученной модели на значимость позволила исключить из модели фактор начальной температуры и все квадратичные члены. Это свидетельствует о том, что начальная температура зерна в пределах 10...30 °С практически не влияет на время сушки, поскольку количество тепла, затраченное на нагрев зерна от 10 °С до 30 °С, много меньше количества тепла, затраченного на испарение влаги в процессе сушки. Полученная модель предназначена для определения времени сушки при известных значениях начальной влажности зерна и температуре теплоносителя.

Ключевые слова: зерносушилка, влажность зерна, температура, эксперимент, планирование эксперимента.

Эффективность эксплуатации зерносушильных агрегатов во многом зависит от уровня автоматизации технологического процесса. Системы автоматизации, которыми оснащаются выпускаемые в настоящее время сушилки, управляют логистикой загрузки и разгрузки сушилки, уровнем зерна в надсушильном бункере, а также поддерживают влажность зерна на выходе из сушильной зоны при условии соблюдения температурного режима зерна. Такие системы не учитывают изменение теплофизических параметров зерна в процессе сушки и не могут обеспечить качественного управления сушкой. Для учета изменения теплофизических

свойств зерна в процессе сушки предлагаются адаптивные системы автоматического управления [1, 2]. Эти системы сложны, для построения таких систем необходимо непрерывное измерение влажности зерна на входе и на выходе сушильной зоны с помощью поточных измерителей влажности [3, 4]. Эти приборы не выпускаются серийно, стоимость их достаточно высока. Поэтому для построения системы автоматического управления процессом сушки измерение влажности зерна в потоке является ключевой проблемой.

Целью настоящих исследований является альтернативный способ получения информа-

ции о влажности зерна на выходе из сушильной зоны по предварительно полученной модели процесса сушки, связывающей время сушки с исходной влажностью зерна и технологическими параметрами сушки.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились на пшенице мягких сортов по методике планирования экспериментов.

В настоящее время предлагаются косвенные методы определения кондиционной влажности зерна, соответствующей концу сушки, которые предполагают использование экспериментально полученных зависимостей для расчета температуры зерна, соответствующей определенной влажности, либо расчета времени сушки, соответствующего конечной влажности зерна [5, 6]. Эти способы позволяют обойтись во время сушки без применения влагомера либо сократить количество замеров влажности, но достаточно громоздки и не учитывают всех факторов, которые влияют на динамику сушки.

В статье предлагается метод определения времени сушки, соответствующий конечной влажности зерна с использованием математической модели, полученной с помощью методики планирования эксперимента.

Экспериментальная установка показана на рисунке 1.

Установка представляет собой разборный цилиндр, состоящий из нагревателя 1 мощностью 1000 ватт, камеры сушки 2, в которую по-

мещается заранее подготовленный для исследования образец зерна. Камера сушки оборудована сетчатым дном для свободного прохождения теплоносителя через высушиваемый образец. В нижнюю секцию с помощью эластичной резиновой муфты 3 подключается патрубок вытяжного вентилятора. Температура теплоносителя поддерживается на заданном уровне терморегулятором 4 (ТРМ-1), датчик которого установлен перед сушильной камерой. Для контроля скорости теплоносителя использовался термоанемометр 5 (Testo-405), влажность выходного теплоносителя измерялась измерителем влажности 6 (DT-625). Для контроля температуры зерна и выходного теплоносителя использовался восьмиканальный измеритель 7 (УКТ-38).

В ходе эксперимента нагретый до заданной температуры теплоноситель просасывается через установку со скоростью 0,5 м/с, толщина продуваемого слоя зерна составляет 200 мм, что соответствует параметрам серийно выпускаемых шахтных и колонковых сушилок [7]. Начальная влажность зерна определялась влагомером «Фауна». Для непрерывного контроля влажности во время сушки установка помещалась на электронные весы 8. Текущая влажность в ходе экспериментов определялась по убыли веса всей установки, которая равна убыли веса образца. С целью уменьшения погрешности патрубок вентилятора подключался через эластичную резиновую муфту, связи датчиков с регулятором и измерителем выполнялись из гибких медных проводов. Для достоверности результата перед началом эксперимента на весы помещался эталонный груз, позволяющий оценить адекватность показаний и реакцию весов на убыль веса в процессе сушки.

Результаты исследований

Для получения математической модели был реализован трехфакторный трехуровневый план Бокса-Бенкена, позволяющий минимизировать количество проводимых экспериментов и получить модель второго порядка [8, 9]. В качестве факторов были взяты: начальная влажность зерна X_1 , начальная температура зерна X_2 , температура теплоносителя X_3 . Диапазоны варьирования и кодированные значения факторов приведены в таблице 1.

В ходе эксперимента с интервалом в одну минуту фиксировались все технологические параметры процесса: температура и влажность зерна, температура теплоносителя на входе в зону сушки, температура и влажность отрабо-

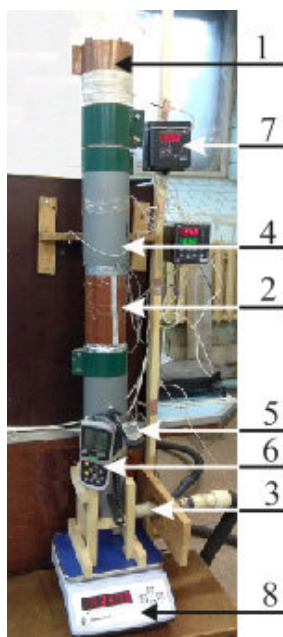


Рис. 1. Экспериментальная установка

танного теплоносителя. Данные в реальном времени заносились в электронную таблицу Excel, текущая влажность зерна рассчитывалась по убыли веса с помощью формул Дюваля.

Матрица планирования и значения откликов приведены в таблице 2.

Обработка результатов поставленного эксперимента позволяет получить математическую модель времени сушки (уравнение регрессии) в зависимости от вышеупомянутых факторов в виде полинома второй степени

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{1,2}x_1x_2 + b_{1,3}x_1x_3 + b_{2,3}x_2x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2.$$

Здесь Y – зависимая переменная, в нашем случае – время сушки;

x_1, x_2, x_3 – влияющие факторы;

$b_0, b_1, b_2, b_3, b_{1,2}, b_{1,3}, b_{2,3}, b_{11}, b_{22}, b_{33}$ – коэффициенты регрессии.

Обработка полученных результатов эксперимента проводилась в среде MathCAD по методике [9, 10]. Коэффициенты регрессионной модели могут быть найдены из уравнения, записанного в матричной форме

$$b := (X^T \cdot X)^{-1} \cdot (X^T \cdot Y),$$

где b – матрица коэффициентов регрессии;

X – матрица условий эксперимента;

X^T – транспонированная матрица условий эксперимента;

Y – матрица результатов эксперимента.

Значения коэффициентов уравнения регрессии после вычисления равны соответственно: $b_0 = 28,33$; $b_1 = 19,25$; $b_2 = -0,25$; $b_3 = -11,5$; $b_{1,2} = -2,75$; $b_{1,3} = -8,75$; $b_{2,3} = -1,25$; $b_{1,1} = 2,458$; $b_{2,2} = -0,542$; $b_{3,3} = 0,958$.

Дисперсию воспроизводимости эксперимента $s_y^2 = 16,33$ определяем по результатам трех опытов в центре плана (опыты 5, 10, 15, табл. 2) по следующему выражению:

$$s_y^2 = \frac{\sum_1^n (y_u - \bar{y})^2}{n - 1},$$

где \bar{y} – среднее значение экспериментальных данных в центре плана, мин;

n_0 – число параллельных опытов в центре плана.

Таблица 1 – Интервалы варьирования факторов

Факторы	X1, % – начальная влажность зерна	X2, °C – начальная температура зерна	X3, °C – температура теплоносителя
Диапазон варьирования	18...24...30	10...20...30	60...75...90
Кодированные значения факторов	-1...0...+1	-1...0...+1	-1...0...+1

Таблица 2 – Матрица планирования и значения откликов

№	Матрица плана										Время сушки до кондиционной влажности, мин	
	x_0	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	x_1^2	x_2^2	x_3^2	$y_{расч}$	$y_{эксп}$
1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	9,75	11
2	1	1	-1	0	-1	0	0	1	1	0	28,5	30
3	1	-1	1	0	-1	0	0	1	1	0	20,5	18
4	1	-1	-1	0	1	0	0	1	1	0	39,25	39
5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,94	11,33
6	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	20,38	19
7	1	1	0	-1	0	-1	0	1	0	1	8,38	7
8	1	-1	0	1	0	-1	0	1	0	1	31,13	32
9	1	-1	0	-1	0	1	0	1	0	1	19,13	21
10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,95	11,5
11	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	14,13	15
12	1	0	1	-1	0	0	0	0	1	1	6,63	7
13	1	0	-1	1	0	0	0	0	1	1	37,38	37
14	1	0	-1	-1	0	0	0	0	1	1	20,88	20
15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,94	10



Дисперсии $s^2\{b_i\}$ коэффициентов регрессии находим по выражению:

$$s^2\{b_i\} = c_{ii}s_y^2,$$

где c_{ii} – диагональные элементы матрицы $(X^T \cdot X)^{-1}$.

$$s^2\{b_0\} = 0,333s_y^2 = 5,439;$$

$$s^2\{b_1\} = s^2\{b_2\} = s^2\{b_3\} = 0,125s_y^2 = 2,042;$$

$$s^2\{b_{1,2}\} = s^2\{b_{1,3}\} = s^2\{b_{2,3}\} = 0,25s_y^2 = 4,083;$$

$$s\{b_{1,1}\} = s\{b_{2,2}\} = s\{b_{3,3}\} = 0,25s_y^2 = 4,426.$$

Статистическую значимость коэффициентов уравнения регрессии проверяем по t -критерию Стьюдента, для чего определяем наблюдаемые значения этого критерия

$$t_0 = \frac{|b_0|}{s\{b_0\}} = 12,2; \quad t_1 = \frac{|b_1|}{s\{b_1\}} = 13,5;$$

$$t_2 = \frac{|b_2|}{s\{b_2\}} = 0,18; \quad t_3 = \frac{|b_3|}{s\{b_3\}} = 8,04;$$

$$t_{1,2} = \frac{|b_{1,2}|}{s\{b_{1,2}\}} = 1,4; \quad t_{1,3} = \frac{|b_{1,3}|}{s\{b_{1,3}\}} = 4,33;$$

$$t_{2,3} = \frac{|b_{2,3}|}{s\{b_{2,3}\}} = 0,62;$$

$$t_{1,1} = \frac{|b_{1,1}|}{s\{b_{1,1}\}} = 1,17; \quad t_{1,2} = \frac{|b_{1,2}|}{s\{b_{1,2}\}} = 0,26;$$

$$t_{2,3} = \frac{|b_{2,3}|}{s\{b_{2,3}\}} = 0,46.$$

При 5%-м уровне значимости и числе степеней свободы 2 табличное значение критерия Стьюдента $t_\tau = 4,3$. Оно больше наблюдаемых значений коэффициентов $b_2, b_{1,2}, b_{2,3}, b_{1,1}, b_{2,2}, b_{3,3}$. Указанные коэффициенты статистически незначимы и могут быть исключены из уравнения регрессии. После пересчета коэффициентов регрессии получено следующее выражение:

$$y = 28,33 + 19,25x_1 - 11,5x_3 - 2,75x_1x_3. \quad (1)$$

Для проверки адекватности модели (1) вычислим дисперсию $s_{ад}^2$ адекватности по выражению

$$s_{ад}^2 = s_R - s_E = \frac{1}{f} \left[\sum_1^N (y_i - \hat{y}_i)^2 - \sum_1^n (y_u - \bar{y})^2 \right],$$

где s_R – сумма квадратов отклонений расчетных значений отклика \hat{y} от экспериментальных y_i значений функции отклика во всех точках плана $s_R = 570,14$. Расчетные значения функции отклика, найденные по выражению (1), приведены в таблице 2;

s_E – сумма квадратов, использованная для определения дисперсии воспроизводимости эксперимента, $s_E = 32,66$;

$f = N - k - (n_0 - 1) = 9$ – число степеней свободы.

где N – число опытов в матрице планирования $N = 15$;

k – число коэффициентов уравнения $k = 4$;

n_0 – число параллельных опытов в центре плана $n_0 = 3$.

Дисперсия адекватности для числа степеней свободы $f = 9$ равна $s_{ад}^2$. Расчетное значение F_p критерия

$$F_p = \frac{s_{ад}^2}{s_y^2} = 3,36.$$

При 5%-м уровне значимости и числах степеней свободы $f_1 = 2$ и $f_2 = 9$ табличное значение $F_\tau = 4,26$. Линейное уравнение регрессии адекватно, так как $F_p = 3,66 < F_\tau = 4,26$.

Выводы

Предположения о нелинейной зависимости времени сушки от начальной температуры зерна, температуры теплоносителя и начальной влажности не подтвердились, поскольку полученное уравнение регрессии (1) не содержит квадратичных членов.

Поскольку коэффициенты при факторе x_2 и взаимодействиях с этим фактором оказались незначимы, можно заключить, что разброс начальной температуры зерна в пределах (10...30) °С оказывает незначительное воздействие на процесс сушки, поэтому был исключен из конечной модели. Величина коэффициентов перед соответствующими факторами уравнения указывает на степень влияния соответствующего фактора. Время сушки в основном зависит от начальной влажности зерна x_1 и температуры теплоносителя x_3 . Незначительное влияние на время сушки вариаций температуры зерна в пределах 10...30 °С объясняется тем, что энергия, затраченная на нагрев зерна, много меньше

энергии, затрачиваемой на испарение влаги. Для управления процессом сушки достаточно измерить начальную влажность зерна и контролировать температуру зерна в процессе сушки.

Полученную модель зависимости времени сушки при различных вариациях воздействующих факторов планируется использовать для определения времени сушки, которое может автоматически вычисляться в процессе автоматического управления технологическим процессом зерносушильных установок промышленным контроллером.

Список литературы

1. Автоматизация технологического процесса сушки зерна / С. К. Манасян, В. Н. Цугленок, Г. Н. Манасян, Н. Н. Куликов / Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2011. № 1. С. 149–152.
2. Муравьев А. В., Осипов В. В., Светлаков А. А. Анализ процесса сушки зерна с целью создания адаптивной системы управления // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2005. № 3. С. 115–122.
3. Секанов Ю. П. Влагометрия сыпучих и волокнистых растительных материалов. М. : ВИМ, 2001. 189 с.
4. Хобин В. А. Совершенствование систем автоматического управления режимами работы зерносушилок как основа повышения их эффективности // Хранение и переработка зерна. 2005. № 4 (70). С. 41–44.
5. Пат. РФ № 2340854. Способ определения длительности сушки продуктов, содержащих свободную и связанную влагу, при смене режима сушки / М. В. Арапов, В. М. Арапов, С. В. Бутурлин, К. С. Попов ; опубл. 27.02.2003, Бюл. № 6. 5 с.
6. Пат. РФ № 2492398. Способ прогнозирования температуры мелкодисперсного материала, содержащего свободную и связанную влагу, в процессе конвективной сушки / В. М. Арапов, А. В. Булавин, М. Н. Пылев ; опубл. 10.09.2013, Бюл. № 25. 5 с.
7. Чарыков В. И., Чумаков В. Г., Соколов С. А. Некоторые аспекты автоматизации жалюзийных зерносушилок // Материалы LV Междунар. науч.-техн. конф. «Достижения науки – агропромышленному производству». Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2016. С. 285–291.
8. К вопросу управления процессом комбинированной сушки зерна / В. А. Афонькина [и др.] // Вестник Мордовского университета. 2016. № 1. С. 33–40.
9. Спиридонов А. А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов. М. : Машиностроение, 1981. 184 с.
10. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М. : Наука, 1975. 407 с.

Захахатнов Виктор Глебович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: zahvg@inbox.ru.

Кашин Павел Викторович, магистрант кафедры «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: george-ju@yandex.ru.

Коковин Григорий Дмитриевич, магистрант кафедры «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: grigoriykokovin@jmail.ru.

* * *

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПАРАМЕТРОВ ДЕЛИТЕЛЬНОЙ ГОЛОВКИ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ЗЕРНОВОЙ СЕЯЛКИ

М. В. Пятаев, С. С. Притчин, К. В. Антонова, Е. Д. Каменева

В статье приводятся результаты теоретических и экспериментальных исследований по установлению рациональных конструктивных параметров делительных головок распределителей вертикального типа для пневматических зерновых сеялок. На основе теоретических исследований установлено, что предпочтительным является использование в делительных головках конусных отражателей с углом наклона образующей к основанию не менее 60° . В ходе теоретических исследований по определению параметров отражателя были использованы положения теории удара, а также получены выражения для построения траекторий движения частиц посевного материала после их взаимодействия с отражателем. Также на основе моделирования в программном комплексе FlowVision определены в первом приближении рациональные параметры диффузора делительной головки. Экспериментальные исследования проводились на лабораторной установке, позволяющей изменять рассматриваемые параметры. В частности в ходе экспериментов заменялись отражатели и диффузоры. Используемая при экспериментальных исследованиях лабораторная установка позволяла вести визуальное наблюдение за движением семян в делительной головке. В ходе наблюдения было установлено снижение скорости частиц посевного материала после их взаимодействия с отражателями, имеющими угол наклона образующей к основанию менее 60° . Частицы, снизившие свою скорость внутри коллектора, при этом смешиваются с вновь поступившими по подводящему трубопроводу, что отрицательно сказывается на равномерности их распределения. Результаты экспериментальных исследований подтвердили теоретические предпосылки. Наилучшие показатели по равномерности распределения были получены при использовании отражателя конусной формы с углом наклона образующей к основанию 70° и диффузора с углом раскрытия 50° .

Ключевые слова: пневматическая зерновая сеялка, распределитель семян вертикального типа, делительная головка, диффузор, отражатель.

Несмотря на относительную конструктивную простоту, распределительные головки являются одними из наиболее ответственных узлов пневматической высеивающей системы зерновой сеялки. Главным образом от удачного выбора конструктивных параметров головки зависит равномерность распределения посевного материала по семяпроводам. В свою очередь равномерным распределением посевного материала по семяпроводам определяется урожайность возделываемых культур и эффективность вносимых минеральных удобрений. Исходя из сказанного, исследования, направленные на повы-

шение равномерности распределения посевного материала, имеют практическую актуальность.

Принимая во внимание ряд сложностей, связанных с исследованием процесса распределения посевного материала делительными головками, рассматриваемая тема обладает научной актуальностью. Сложности обусловлены значительным количеством факторов, влияющих на равномерность распределения. Их сложно учесть как при теоретических, так и при экспериментальных исследованиях.

Общий вид делительной головки представлен на рисунке 1.

Анализируя конструкции делительных головок, используемых на серийно выпускаемых посевных машинах и встречающихся в патентных документах, можно прийти к выводу о значительном многообразии конструктивных решений, направленных на повышение равномерности распределения. Сделав некоторое обобщение, можно выделить следующие основные конструктивные особенности делительных головок вертикальных распределителей:

- расположение отводящих патрубков по отношению к оси вертикального подводящего трубопровода (90° , более 90° и менее 90°);

- параметры диффузора (углы раскрытия до 180° , прямолинейные и криволинейные стенки);

- параметры отражателя (конический, сферический, плоский).

Разнообразие конструкций вызывает вопрос о наиболее рациональных параметрах головок. Очевидно, что предприятия, выпускающие технику, стремятся по возможности упростить конструкцию распределителя, сделав ее более технологичной для изготовления. Однако на практике данное решение не всегда может быть оправдано, в частности замеры неравномерности распределения посевного материала на посевных комплексах с пневматическими

высевающими системами в производственных условиях показали неравномерность распределения в пределах от 15 до 20%, что многократно превосходит агротехнический допуск [1]. В этой связи актуален вопрос изыскания рациональных параметров делительной головки распределителя в рамках существующих конструктивно-технологических схем.

Цель исследований – на основе теоретических исследований выявить рациональные конструктивные параметры делительной головки. Экспериментально проверить результаты теоретических исследований.

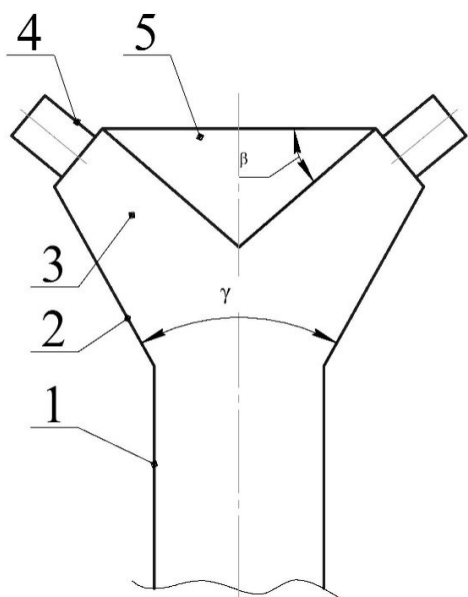
Материалы и методы

В ходе исследований были использованы положения теоретической механики и компьютерное моделирование в программном комплексе FlowVision. Результаты исследований обрабатывались в пакетах прикладных программ MathCAD и Maple.

Результаты исследований

В работах [2, 3] отмечается, что процесс распределения посевного материала носит «многоударный характер», в ходе которого частицы посевного материала взаимодействуют со стенками распределителя, вследствие чего изменяются их скорости и траектории движения. Управлять данными кинематическими параметрами в делительных головках распределителей вертикального типа можно путем моделирования параметров отражателя. Отражатель в данном случае должен обеспечивать переориентацию поступающих по вертикальному трубопроводу семян в сторону отводящих патрубков (семяпроводов) головки, при этом скорость семян не должна чрезмерно снижаться после взаимодействия с отражателем. Последнее в данном случае объясняется тем, что на частицы посевного материала, имеющие большие скорости движения, в меньшей степени влияют факторы, отрицательно сказывающиеся на равномерности распределения, в частности разная длина семяпроводов, завихрение воздушного потока в головке и т.д. [4, 5, 6, 7].

При определении рациональных параметров отражателя использовались положения элементарной теории удара не вполне упругого тела (рис. 2) [8]. Скорость частицы посевного материала в первоначальный момент времени после взаимодействия с отражателем определялась как:



1 – подводящий трубопровод; 2 – диффузор;
3 – коллектор; 4 – отводящий патрубок;
5 – отражатель (β – угол наклона образующей конусного отражателя к основанию;
 γ – угол раскрытия диффузора)

Рис. 1. Общий вид делительной головки

$$v = \sqrt{v_n^2 + v_t^2}, \quad (1)$$



где v_n – нормальная составляющая скорости после удара, м/с;

v_τ – тангенциальная составляющая скорости после удара, м/с.

Составляющие определялись как:

$$v_n = k_n u \cos \alpha, v_\tau = u(f \cos \alpha(k_n - 1) + \sin \alpha), \quad (2)$$

где u – скорость частицы до удара, м/с;

k_n, k_τ – соответственно коэффициенты восстановления нормальной и тангенциальной составляющих скорости;

f – коэффициент трения.

Проанализировав кривые (рис. 4), построенные по выражениям (1) и (2), можно отметить, что с увеличением угла падения α результирующая скорость v и тангенциальная составляющая v_τ возрастают при одновременном снижении нормальной составляющей v_n . Исходя из этого при значительных углах падения $\alpha = 60^\circ$ и более можно ожидать минимального отскока частицы посевного материала от отражателя, а соответственно, и минимальное снижение скорости частиц. Угол падения α в данном случае определяет параметры отражателя. Требуемые величины углов падения в данном случае могут обеспечить конические отражатели с прямолинейной и криволинейной образующими.

Используя выражения (1) и (2) как начальные условия, смоделируем процесс движения посевного материала в делительной головке с коническим отражателем. Для этого в соответствии со схемой (рис. 5) составим дифференциальные уравнения движения частицы после взаимодействия с отражателем:

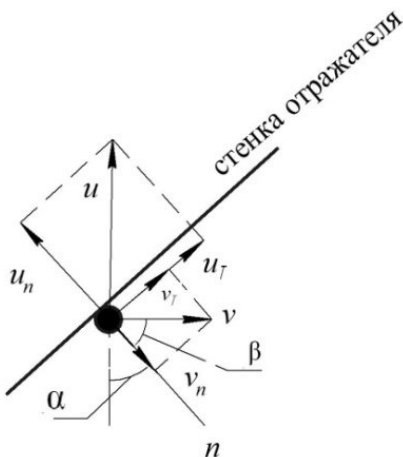


Рис. 2. Схема взаимодействия частицы со стенкой отражателя

$$\begin{cases} m \frac{dv_x}{dt} = mg \cos \beta; \\ m \frac{dv_y}{dt} = F_a - mg \sin \beta, \end{cases} \quad (3)$$

где m – масса, кг;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

F_a – сила, действующая на частицу со стороны воздушного потока, Н.

Для удобства преобразований силу F_a удобно представить в следующем виде:

$$F_a = k_{\Pi} m (v_b - v_c)^2, \quad (4)$$

где k_{Π} – коэффициент парусности, 1/м;

v_b – скорость воздушного потока, м/с;

v_c – скорость частицы, м/с.

Дважды проинтегрировав уравнения (3) с учетом начальных условий, получим аналитическую зависимость для построения траектории движения частицы высеваемого материала после взаимодействия с коническим отражателем (5):

$$y = v_a \left(\frac{-v_{c0} \cdot \sin \varphi + \sqrt{(v_{c0} \cdot \sin \varphi)^2 + 2gx}}{g} \right) - \frac{1}{k_{\Pi}} \times \left(\operatorname{ch} \left(\operatorname{Arth} \sqrt{\frac{k_{\Pi}}{g \cdot \cos \beta}} (v_b - v_{c0} \cdot \cos \varphi) + \sqrt{k_{\Pi} \cdot g \cos \beta} \left(\frac{-v_{c0} \cdot \sin \varphi + \sqrt{(v_{c0} \cdot \sin \varphi)^2 + 2gx}}{g} \right) \right) \right) \times \ln \frac{\operatorname{ch} \left(\operatorname{Arth} \sqrt{\frac{k_{\Pi}}{g \cos \beta}} (v_b - v_{c0} \cdot \cos \varphi) \right)}{\operatorname{ch} \left(\operatorname{Arth} \sqrt{\frac{k_{\Pi}}{g \cos \beta}} (v_b - v_{c0} \cdot \cos \varphi) \right)}, \quad (5)$$

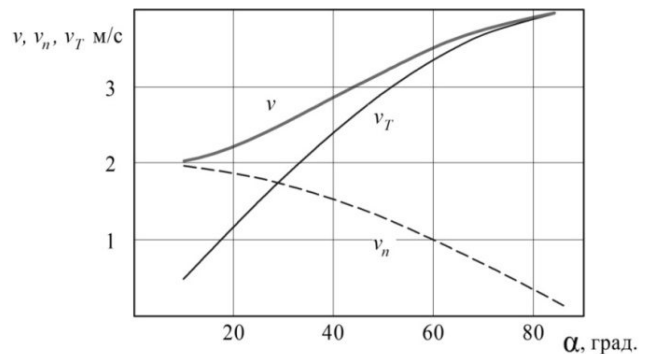


Рис. 3. Величина скорости и ее составляющих после взаимодействия с отражателем (скорость частицы до взаимодействия с отражателем принята равной $u = 4$ м/с)

где v_{c0} – скорость частицы после взаимодействия с отражателем, м/с;

β – угол падения (в данном случае равен углу между плоскостью основания конического отражателя и образующей), град.;

φ – угол отражения, град.

Исходя из вида построенных по выражению (5) траекторий можно заключить, что с уменьшением углов β (углы β равны углам падения α) вертикальная координата траектории уменьшается. В этой связи можно ожидать, что при использовании конусных отражателей с углами наклона образующих к основанию β меньших, чем 40° , возможны повторные столкновения отраженных частиц о внутренние поверхности делительной головки. При повторных же столкновениях происходит дополнительное снижение скорости частиц, что, как говорилось выше, отрицательно сказывается на равномерности распределения. Таким образом, можно предположить, что наиболее рациональ-

но использовать в делительных головках конусные отражатели с углом наклона образующей к основанию порядка $60 \dots 70^\circ$.

Кроме кинематических характеристик частиц посевного материала в делительной головке, важным является также вопрос определения рациональных параметров диффузора. Ранее [9, 10] на основе моделирования в программном комплексе FlowVision (рис. 7) было установлено, что наилучшими параметрами обладают те делительные головки, коллекторы которых обеспечивают наименьшее завихрение воздушного потока. Скорость семян, попадающих в зону завихрения, также может снижаться, что отрицательно сказывается на равномерности распределения. В рассматриваемых случаях это головки с конусными отражателями. При этом выявлено, что на образование завихрений в коллекторе значительное влияние оказывают параметры диффузора. Диффузор не должен иметь излишне большой угол раскрытия (рис. 5 а, г).

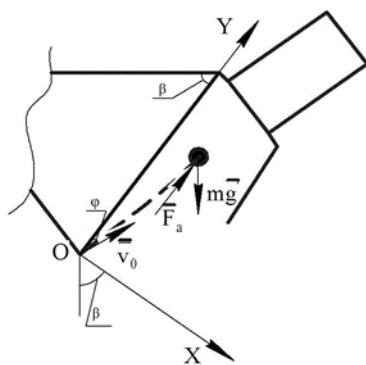


Рис. 4. Схема движения частицы после соударения с отражателем

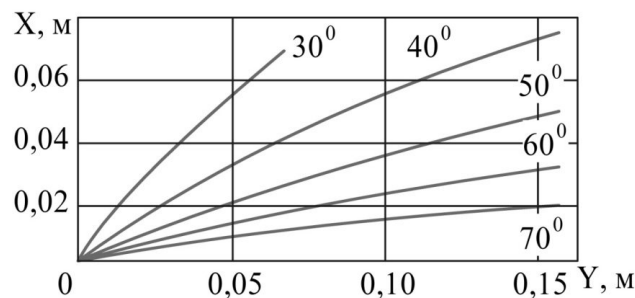
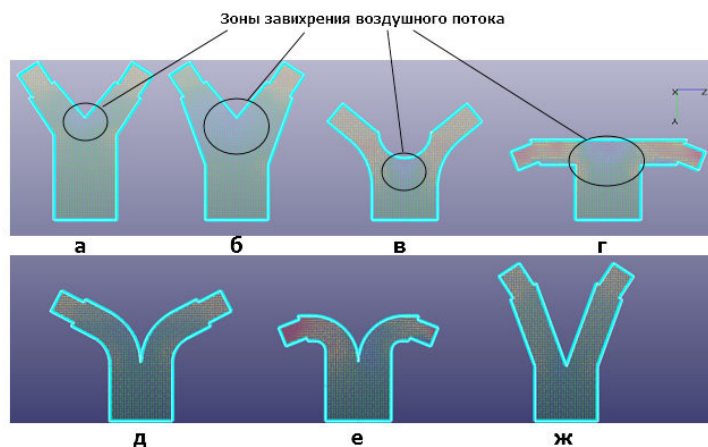


Рис. 5. Траектории движения частиц после соударения с отражателем при разных значениях угла β

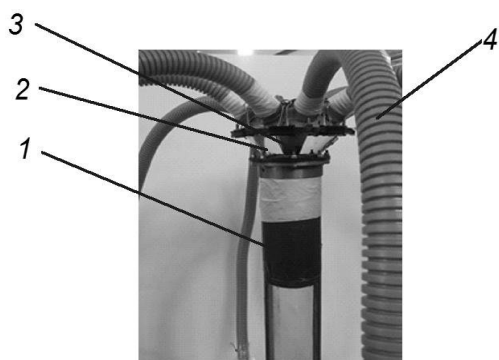


а, б, ж – конический отражатель с прямолинейной образующей; в – сферический отражатель; г – плоский отражатель; д, е – конический отражатель с криволинейной образующей

Рис. 6. Визуализация результатов моделирования в программе

Для проверки полученных теоретических предпосылок были проведены лабораторные эксперименты по определению равномерности распределения семян распределителем. На используемом при экспериментах распределителе имелась возможность изменять отдельные параметры делительной головки

(рис. 6). Так варьировались: угол наклона образующей конусного отражателя к основанию (рис. 7); угол раствора диффузора коллектора (рис. 8). Для визуального наблюдения за процессом распределения стенка коллектора была изготовлена из прозрачного материала (рис. 8).



1 – подводящий трубопровод; 2 – прозрачная стенка коллектора; 3 – отражатель; 4 – семяпровод

Рис. 7. Общий вид распределителя с экспериментальной делительной головкой



а б в

а – распределитель с углом наклона образующей стенки к основанию 70° ; б – распределитель с углом наклона образующей стенки к основанию 60° ; в – распределитель с углом наклона образующей стенки к основанию 50°

Рис. 8. Конусные отражатели



а



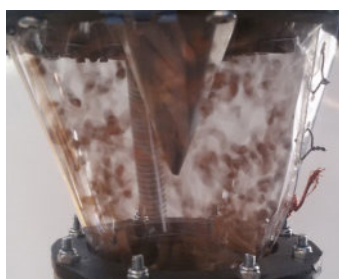
б



в

а – угол раскрытия $\gamma = 30^\circ$; б – угол раскрытия $\gamma = 50^\circ$; в – угол раскрытия $\gamma = 70^\circ$

Рис. 9. Диффузоры делительных головок



а



б



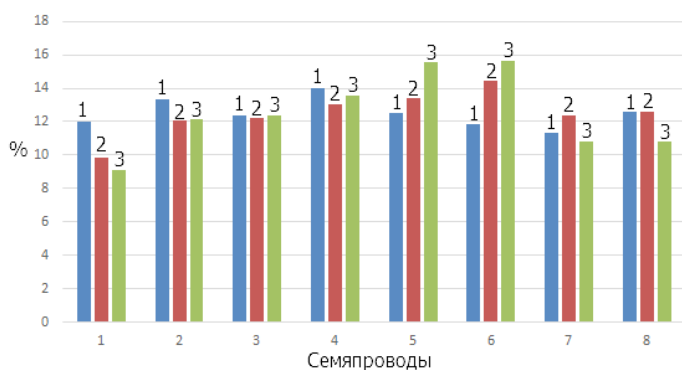
в

а – угол раскрытия $\gamma = 30^\circ$; б – угол раскрытия $\gamma = 50^\circ$; в – угол раскрытия $\gamma = 70^\circ$

Рис. 10. Фотосъемка процесса движения посевного материала в делительной головке

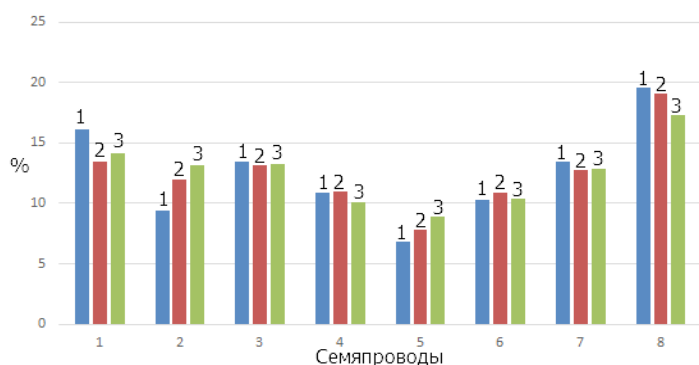
Таблица 1 – Результаты обработки экспериментальных данных

Угол β отражателя	Угол раскрытия диффузора	Коэффициент вариации, v , %
50	30	32,37
	50	18,58
	70	29,95
60	30	25,62
	50	10,55
	70	18,82
70	30	21,42
	50	6,79
	70	12,51



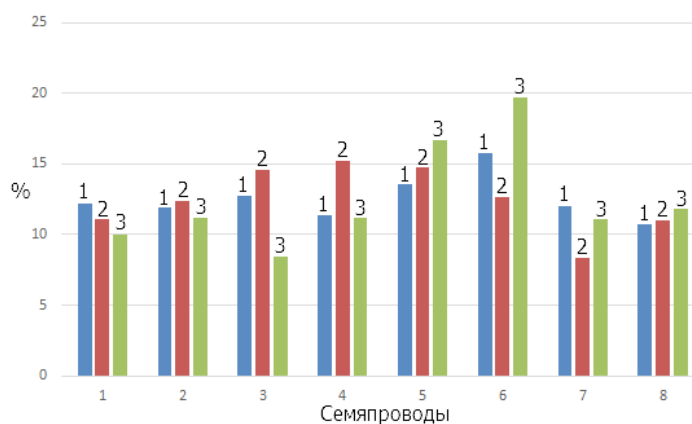
1 – угол наклона образующей $\beta = 70^\circ$;
 2 – угол наклона образующей $\beta = 60^\circ$;
 3 – угол наклона образующей $\beta = 50^\circ$

а



1 – угол наклона образующей $\beta = 70^\circ$;
 2 – угол наклона образующей $\beta = 60^\circ$;
 3 – угол наклона образующей $\beta = 50^\circ$

б



1 – угол наклона образующей $\beta = 70^\circ$;
 2 – угол наклона образующей $\beta = 60^\circ$;
 3 – угол наклона образующей $\beta = 50^\circ$

в

а – угол раскрытия диффузора 50° ; б – угол раскрытия диффузора 30° ; в – угол раскрытия диффузора 70°

Рис. 11. Распределение семян по семяпроводам



В ходе визуального наблюдения за процессом движения посевного материала в делительной головке (рис. 9) установлено, что при использовании конусных отражателей с углами наклона образующих 50° и 60° отмечается замедление продвижения посевного материала, а также его скапливание и смешивание с вновь поступающим из подводящего трубопровода материалом. Также отмечен возврат в коллектор делительной головки семян, не попавших в отводные патрубки и отразившихся от верхней крышки. Указанные факты оказывают отрицательное воздействие на равномерность распределения. Это подтверждается результатами обработки данных, полученных в ходе эксперимента.

После обработки полученных экспериментальных данных были получены следующие показатели, характеризующие неравномерность распределения посевного материала делительными головками, имеющие различные параметры (табл. 1, рис. 10).

На основе обработанных экспериментальных данных установлено, что наилучшая равномерность достигается при использовании конусного отражателя с углом $\beta = 70^\circ$ и диффузора с углом раскрытия 50° . При этом следует отметить, что использование диффузора с углом раскрытия 50° дает снижение неравномерности распределения в независимости от используемого отражателя. Аналогичная тенденция наблюдается при использовании конусного отражателя с углом наклона образующей к основанию 70° . Также необходимо отметить, что используемый в эксперименте распределитель не имел дополнительных приспособлений, позволяющих повысить равномерность распределения (турбулизаторы и центраторы). Можно предположить, что при их использовании можно ожидать дальнейшее повышение равномерности распределения.

Выводы и рекомендации

Теоретически установлены рациональные параметры конусного отражателя делительной головки распределителя вертикального типа (угол наклона образующей к основанию конуса $\beta = 60 \dots 70^\circ$). На основе компьютерного моделирования в первом приближении определены параметры диффузора делительной головки. Проведенные эксперименты подтвердили теоретические предпосылки, в частности лучшие показатели по равномерности достигнуты при использовании отражателя с углом $\beta = 70^\circ$ и диффузора с углом раскрытия $\gamma = 50^\circ$.

Таким образом, рациональным является использование при совершенствовании распределителей пневматических сеялок конусных отражателей с приведенными выше параметрами и диффузоров с углами раскрытия не более $\gamma = 50^\circ$.

Список литературы

1. Зырянов А. П., Пятаев М. В. Оценка качества посева зерна сеялкой nta 3510 с трактором BUEHLER VERSATILE-2425 // Вестник Челябинского государственного агроинженерного университета. 2009. Т. 54. С. 130.
2. Астахов В. С. Механико-технологические основы посева сельскохозяйственных культур сеялками с пневматическими системами группового дозирования : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. СПб., 2007. 40 с.
3. Шарафутдинов А. В. Обоснование конструктивно-технологических параметров распределительного устройства пневматической системы сеялки // Известия Международной академии аграрного образования. 2013. № 17. С. 140–145.
4. Yatskul A., Lemièrè J. P., Cointault F. Influence of the divider head functioning conditions and geometry on the seed's distribution and accuracy of the air-seeder // Biosystems Engineering. 2017. № 161. PP. 120–134.
5. Yatskul A. I., Lemièrè J. P. Experimental determination of flow concentration for pneumatic conveying systems of air-seeders // INMATEH-Agricultural Engineering. 2014. № 44(3). P. 17–24.
6. Крючин Н. П., Андреев А. Н. Разработка и обоснование параметров горизонтального распределителя семян для пневматического высева // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 3. С. 3–8.
7. Астахов В. С. Анализ пневматических централизованных высевающих систем // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1997. № 10. С. 33–34.
8. Пятаев М. В., Зырянов А. П. Определение рациональных параметров делительной головки пневматической зерновой сеялки // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2018. № 3(138). С. 88–94.
9. Пятаев М. В., Зырянов А. П., Огнев И. И. К обоснованию параметров подводящего трубопровода распределителя вертикального типа для пневматической зерновой сеялки // Технологии и средства механизации в АПК : матер. Междунар. науч.-практ. конф. Института агроинженерии, посвящ. 80-летию со дня рожд.

акад. РАН, д-ра техн. наук В. В. Бледных. Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2018. С. 116–125.

10. Обоснование параметров пневматической системы транспортирования семян и удобрений почвообрабатывающего посевного агрегата / З. С. Рахимов [и др.] // АПК России. 2017. Т. 24. № 1. С. 91–104.

Пятаев Максим Вячеславович, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: 555maxim@mail.ru.

Притчин Святослав Сергеевич, магистр 1-го года обучения, кафедра «Эксплуатация машинно-тракторного парка», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: mсx85@mail.ru.

Антонова Ксения Васильевна, магистр 1-го года обучения, кафедра «Эксплуатация машинно-тракторного парка», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: ksu1995_13@mail.ru.

Каменева Евгения Дмитриевна, студентка 4-го курса Инженерно-технологического факультета, ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: jenyakam97@mail.ru.

* * *

УДК 544.076.32:638.11

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОДНЫЕ СИСТЕМЫ ПЧЕЛОВОЖДЕНИЯ

С. С. Салихов, А. С. Салихова

Рассмотрены вопросы расчета напряженности электрического поля электродных систем пчеловождения. Предложена новая конструкция электродной системы для сбора прополиса.

Ключевые слова: электродные системы, напряженность электрического поля, поведение медоносных пчел.

Функциональные электродные системы пчеловождения (ФЭСП), разработанные в ЮУрГАУ, необходимы для генерации неоднородного электрического поля, которое наводит на пчелах электрические заряды. Взаимодействие поля с этими зарядами создает пондеромоторную силу, которая изменяет поведение (состояние) пчел и используется для достижения технологического эффекта (получения пчелиного яда, прополиса, повышения летной и двигательной активности пчел, оптимизации микроклимата пчелиного жилища, борьбы с роением пчел и др.) [1, 3, 4, 5, 6, 7]. Для формирования неоднородных электрических полей определенной

конфигурации разработаны различные системы разноименно заряженных электродов, которые названы нами «ФЭСП» [4, 5, 6, 7]. На рисунке 1 а представлены цилиндрические системы электродов, используемые для сбора пчелиного яда, прополиса, борьбы с клещом Варроа путем раздражения электрическим током. На рисунке 1 б – те же электроды, но с диэлектрическим (изоляционным) покрытием, которое исключает травмирование пчел, а изменение их поведения достигается путем преобразования энергии источника питания в силовое воздействие пондеромоторной силы $F_{\text{п}}$. Схема сил, действующих на пчелу, представлена на рисунке 1 в.

Пондеромоторная сила F_n определяется по формуле [2, 13]:

$$F_n = \frac{4\pi r_n^2 U^2 a^3 \epsilon_0 (\epsilon_2 - \epsilon_1)}{R_1^2 R^2 (R_1^2 + a^2) [\ln(a/r)]^2}. \quad (1)$$

Пондеромоторная сила F_n – функция многих параметров, которые можно разделить на три группы. К первой группе относится напряжение, подводимое к системе электродов. Оно считается технологическим параметром, который легко регулировать. Во вторую группу входят конструктивные параметры системы электродов, в данном случае их диаметр и длина, диэлектрическая проницаемость изоляции, ее толщина, расстояние между электродами. Третья группа включает в себя электрофизические свойства пчел (диэлектрическую проницаемость, размеры и форму) [13].

Чтобы правильно выбрать ФЭСП, необходимо определить степень неоднородности электрического поля в любой точке межэлектродного (технологического) пространства. Методика

расчета степени неоднородности разработана В.И. Тарушкиным для электродов, грани которых пересекаются под углом β (см. рис. 2) [9]. От значения этого угла зависит степень неоднородности электрического поля. С увеличением угла плотность зарядов, наведенных на электродах, убывает.

Ниже рассматривается расчет напряженности поля для системы разноименно заряженных цилиндрических электродов различного радиуса, используемых для сбора пчелиного яда и прополиса (см. рис. 3 а, б). При этом используется раздражающее действие импульсного тока напряжением 10...40 В, а влияние электрического поля со средней напряженностью 40 В/см и 80 В/см игнорируется. Выполненные нами расчеты в программе MathCAD показывают, что значения максимальной напряженности превышают среднюю в несколько раз. Известно [2], что пороговая чувствительность пчел к электрическому полю составляет $E_{пор} = 100$ В/см. Следовательно, для используемых электродов радиусом 0,02 см при сборе пчелиного яда необходимо учитывать влияние неоднородности

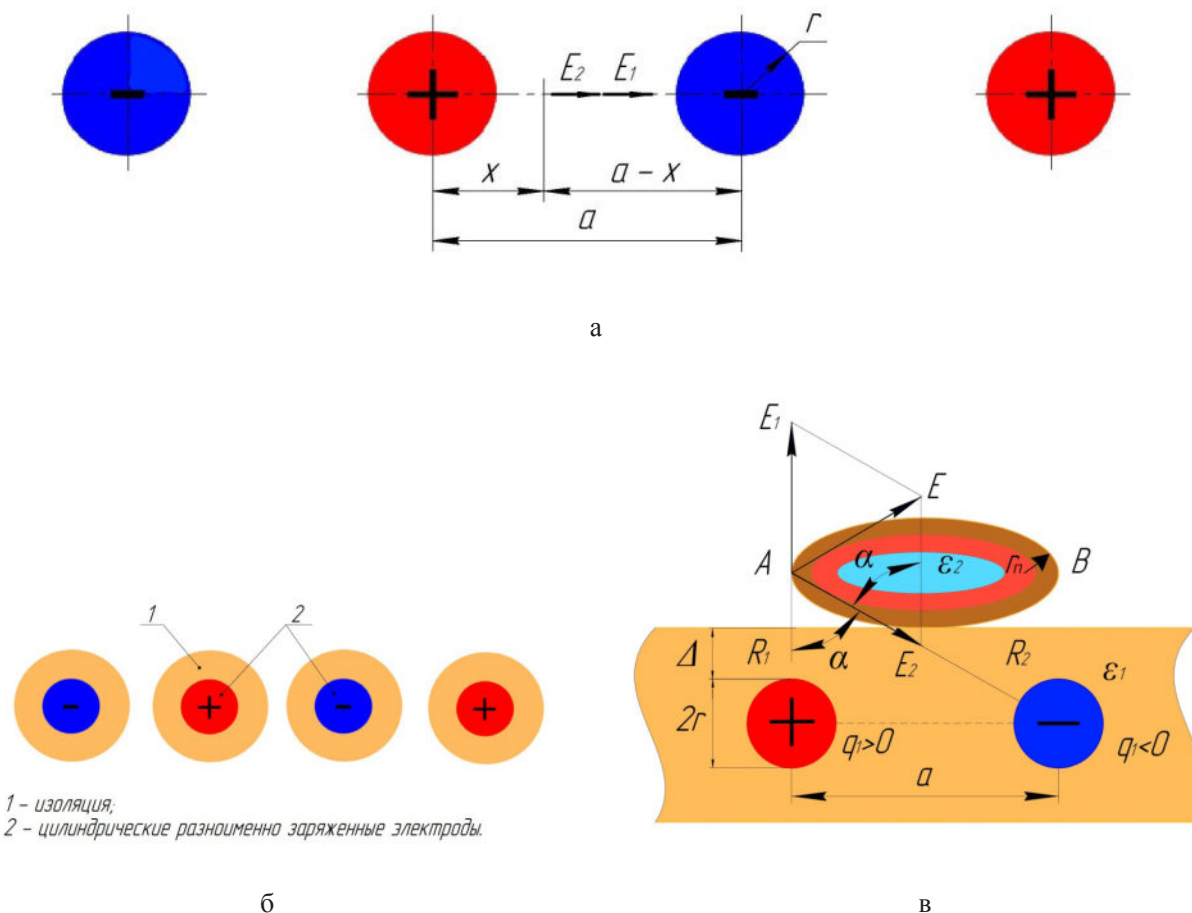
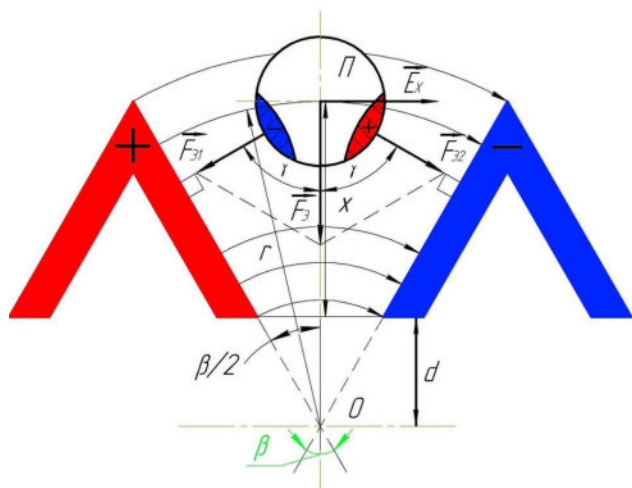


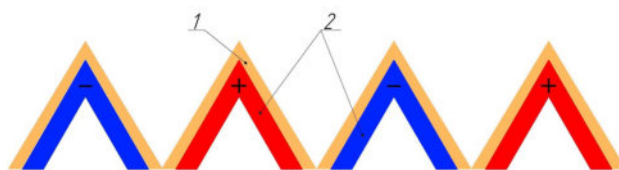
Рис. 1. Функциональные электродные системы пчеловодения (ФЭСП)

электрического поля ($E_{\max} = 300 \text{ В/см}$). А для электродов радиусом $0,25 \text{ см}$ для сбора прополиса влиянием поля можно пренебречь, т.к. $E_{\max} = 60 \text{ В/см} < E_{\text{пор}} = 100 \text{ В/см}$. На рисунке 3в показано распределение напряженности поля при межэлектродном расстоянии 1 см и напря-

жении 4000 В . В этом случае максимальная напряженность отличается от средней на порядок. Естественно, при этом напряжении для исключения травмирования пчел электрическим током необходимо покрытие электродов материалом с хорошими изоляционными свойствами.



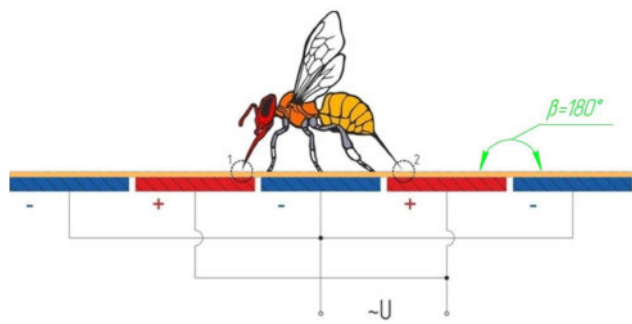
а



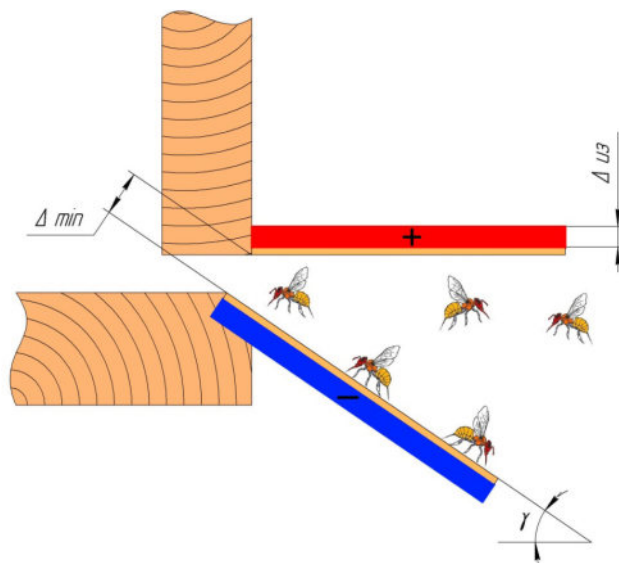
1 - изоляция;
2 - разноименно заряженные электроды углового профиля.

б

$$\frac{dE}{dr} = \frac{d}{dr} \left(\frac{U}{r\beta} \right) = -\frac{U}{r^2\beta} \neq 0. \quad (2)$$

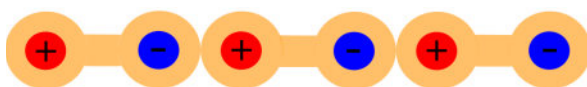


в



г

$$k = \frac{2}{(d+x)^2\beta^2} \cdot \frac{\epsilon}{\epsilon_0} (\epsilon_2 - \epsilon_0) \pi r^2 \sin\left(\frac{\beta}{2}\right). \quad (3)$$



д

Рис. 2. Функциональные электродные системы пчеловодения различного профиля: а, б, в, г – треугольного профиля; д – цилиндрические электродные системы на базе телефонного провода ТРП 2×0,4

На рисунке 4 представлены графики напряженности для электродной системы, выполненной на базе телефонного провода ТРП 2×0,4 с полиэтиленовой изоляцией. Эта система имеет сложный профиль и характеризуется двумя участками с разными межэлектродными расстоя-

ниями (1,8 мм и 3,8 мм). Соответственно эти участки характеризуются различными значениями максимальной и средней напряженности в диапазоне 100...455 В/см, который соответствует рекомендуемым значениям стимулирующего воздействия на пчел при сборе прополиса.

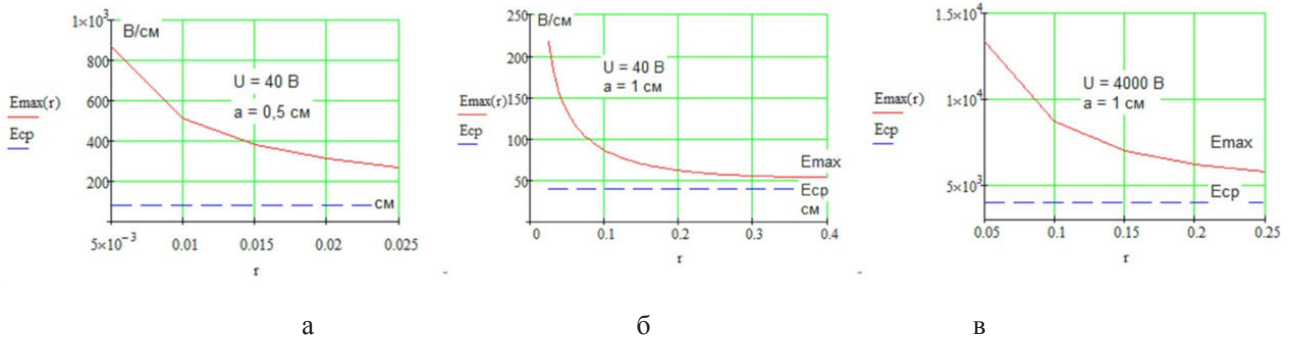
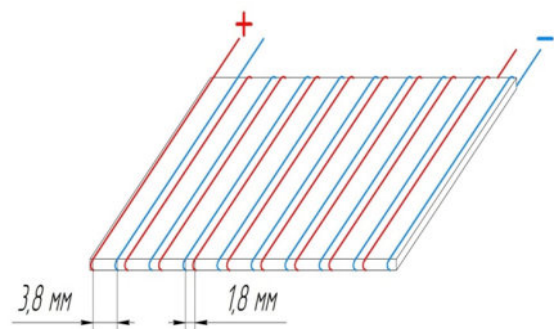


Рис. 3. Расчет напряженности электрического поля в зависимости от напряжения, межэлектродного расстояния и радиуса электрода



При расстоянии между электродами 3,8 мм:
 $r = 0,02$ мм; $U = 40$ В; $a = 0,38$ см;

$$E_{cp} := \frac{U}{a}; \quad E_{max} := \frac{U}{2 \cdot r \cdot \ln \frac{a}{r}}$$

При расстоянии между электродами 1,8 мм:
 $r = 0,02$ мм; $U = 40$ В; $a = 0,18$ см;

$$E_{cp} := \frac{U}{a}; \quad E_{max} := \frac{U}{2 \cdot r \cdot \ln \frac{a}{r}}$$

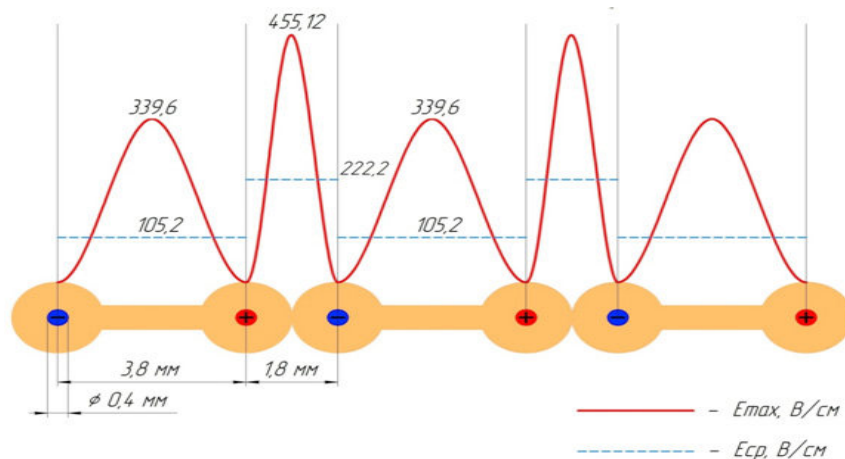


Рис. 4. График изменения максимальной и средней напряженности для электродной системы на базе телефонного провода ТРП 2×0,4



На основе выполненных расчетов предложена конструкция прилетковой электродной системы для сбора прополиса на базе провода ТРП 2×0,4, которая внедрена в пчеловодную практику [10, 11]. Разработанные ЮУрГАУ ФЭСП защищены патентами РФ [5, 6, 7] и подробно рассмотрены в инновационном проекте «Электротехнологические системы и электротехнические устройства пчеловождения» [12].

Итак, на основании выполненной работы можно сделать вывод, что при рассмотрении факторов, активизирующих пчел, необходимо учитывать при малых межэлектродных расстояниях (менее 1 см) и небольших радиусах цилиндрических электродов (менее 0,05 см) комплексное воздействие на пчел как электрического тока, так и неоднородного электрического поля.

Список литературы

1. Еськов Е. К., Салихов С. С. Методология разработки и исследования электротехнологических и электротехнических систем пчеловождения // Информационно-измерительные, диагностические и управляющие системы. Диагностика. Курск, 2009. С. 36–39.
2. Салихов С. С. О механизмах восприятия пчелами электрических полей // Материалы 2-й Всерос. науч.-практ. конференции. М., 2003. С. 93.
3. Салихов С. С., Морозов А. Е. Электродинамические эффекты при воздействии электрического поля на медоносную пчелу // Материалы XI Междунар. науч.-техн. конф. «Медико-экологические информационные технологии-2008» / Курск. гос. техн. ун-т. Курск, 2008. С. 194–198.
4. Салихов С. С., Морозов А. Е. Электродные системы электротехнологических устройств систем пчеловождения // Материалы Междунар. науч.-техн. конф. «Информационно-измерительные, диагностические и управляющие системы». (Курск, 13...15 мая 2009 г.). Курск, 2009. С. 48–51.
5. Пат. 2284692 Российская Федерация, МПК А01К 47/00. Способ сбора прополиса и устройство его осуществления / С. С. Салихов [и др.].
6. Пат. 2294098 Российская Федерация, МПК А01К 47/00. Способ активизации двигательной активности пчел и устройство для его осуществления / С. С. Салихов [и др.].
7. Пат. 24383303 Российская Федерация, МПК 47/00. Способ регулирования температурного режима улья и устройство для его осуществления / С. С. Салихов, Е. В. Скачилов, С. В. Фомин.
8. Салихов С. С. К вопросу применения функционально генерируемых электрических полей для оптимизации микроклимата пчелиного жилища // Актуальные вопросы агроинженерных наук: теория и практика : матер. национальной науч. конф. Института агроинженерии / под ред. проф., д-ра с.-х. наук М. Ф. Юдина. Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2018. С. 296–301.
9. Тарушкин В. И. Методика расчета пондеромоторной силы // Мех. и электр. соц. сел. хозяйства. 1978. № 3.
10. Салихов С. С., Гафаров Ф. Ф. Электродная система для сбора прополиса // Информационный листок. №74-002-2018. Челябинск : Челябинский ЦНТИ-Филиал ФГУ «РЭА». 5 с.
11. Салихов С. С., Гафаров Ф. Ф. Электроискровая магнитная электродная система для технологий пчеловождения // Информационный листок. № 74-001-2018. Челябинск : Челябинский ЦНТИ-Филиал ФГУ «РЭА». 4 с.
12. Инновационный проект «Электротехнологические системы и электротехнические устройства пчеловождения» / С. С. Салихов [и др.] // Информационный листок. № 74-003-2018. Челябинск : Челябинский ЦНТИ-Филиал ФГУ «РЭА». 6 с.
13. Салихов С. С., Голованов А. В. Силы, действующие на пчел в электрическом поле // Информационно-измерительные, диагностические и управляющие системы. Диагностика. Курск, 2009. С. 44–45.

Салихов Сагит Сабитович, канд. техн. наук, доцент, кафедра ЭОЭТ, ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: nich_csaa@mail.ru.

Салихова Анита Сагитовна, студент, кафедра «Мехатроника и автоматизация», ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)».

E-mail: apis-plus@yandex.ru.

* * *

УДК 664.08:664.951.3+621.3.082.72

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЙ КОПТИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

В. В. Селунский, Р. В. Банин, К. Ж. Ябыков

В работе приведены данные о существующих видах и способах копчения рыбопродуктов. Показана классификация всех дымогенераторов. Описан механизм и способы производства коптильного дыма, его состав и сырье для производства. Обоснована целесообразность использования при производстве рыбопродуктов технологии электростатического копчения. Дан анализ существующих заводских установок электростатического копчения, показаны их недостатки. Предлагается модернизировать конструкцию установки электростатического копчения УЭК-1 путем использования выносного дымогенератора тления. Приведены чертежи дымогенератора и схемы соединения его с коптильной камерой при различных способах копчения: горячем и холодном. Кроме того, предлагается установить коронирующие электроды на верхней крышке коптильной камеры установки УЭК-1. Это позволит устранить или значительно уменьшить попадание коптильного дыма за пределы коптильной камеры через щели между верхней крышкой и стенками коптильной камеры, а также повысить равномерность обработки поверхности рыбы коптильными веществами.

Ключевые слова: дымогенератор, коптильный дым, электростатическое копчение, коронирующие электроды.

Для получения дыма используются дымогенераторы (устройства для получения коптильного дыма) различных типов:

1. Дымогенераторы тления:
 - а) с саморазогревом;
 - б) с внешним подогревом (электрическим, газовым, на жидких и твердых топливах).
2. Фрикционные дымогенераторы трения (дисковые и барабанные).
3. Паровые дымогенераторы.

Применение дымогенераторов позволяет снизить содержание вредных канцерогенных веществ в продукте в 10...30 раз по сравнению с продукцией, приготовленной в камерных коп-

тильных печах старого типа (в одной камере получают дым и там же коптят) [1, 2, 3].

В паровых дымогенераторах образование дыма происходит при пиролизе опилок в струе перегретого пара при температуре 300–400 °С [2].

Паровые дымогенераторы применяют редко из-за сложности конструкции, а также из-за того, что дым получается «мокрым», в результате чего его невозможно применять при холодном копчении.

При сравнении первых двух типов дымогенераторов (тления и фрикционных) у каждого выявлены достоинства и недостатки.



Достоинства фрикционных дымогенераторов:

1. Высокий коэффициент готовности.
2. Возможность полной автоматизации.
3. Легкость регулировки дымообразования.

Недостатки:

1. Высокий уровень шума.
2. Дополнительный расход электроэнергии для привода рабочего органа.
3. Специфичность ароматических свойств дыма, так как пиролиз протекает нетрадиционным путем.

Для электростатического копчения, особенно при больших объемах производства рыбы, более подходит фрикционный дымогенератор, так как он быстро запускается в работу, а дымогенератор тления требует довольно длительного розжига, запуска в работу, который продолжается иногда несколько десятков минут [1, 2, 3]. Сам же процесс электрокопчения по нашим данным идет 5 минут при копчении мойвы и 20 минут при копчении скумбрии [4, 7, 8].

Однако в нашей модернизированной установке электростатического копчения применяем дымогенератор тления как более дешевый вариант получения коптильного дыма.

Целью работы является модернизация конструкции установки электростатического копчения УЭК-1 «ИДИЛЛИЯ» за счет установки дополнительных коронирующих электродов, закрепленных на верхней откидной крышке и применения выносного дымогенератора тления.

Задачи исследования:

1. Исследовать модернизированную установку электростатического копчения на базе серийно выпускаемого устройства УЭК-1 «ИДИЛЛИЯ».
2. Произвести копчение рыбы на модернизированной установке и определить степень утечки коптильного дыма по сравнению с заводской установкой.

Материалы и методы

К материалам, используемым при изготовлении модернизированной установки электростатического копчения, относятся металл (сталь 3, сталь 10), стеклопластик, провода.

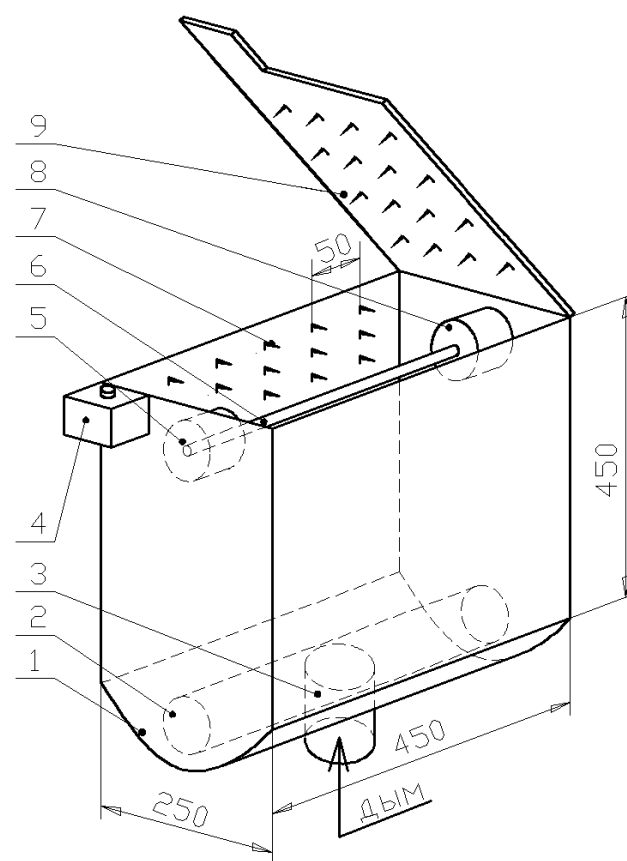
Методами исследования являются: сравнительный метод, аналитический метод.

Результаты исследования

Нами была опробована конструкция и предлагается к внедрению модернизированная установка электростатического копчения

на базе УЭК-1 «ИДИЛЛИЯ» (в дальнейшем «Установка») производства Северодвинского завода «Полярная звезда». Подобные установки позволяют значительно сокращать время производства копченых продуктов. Они имеют относительно небольшую электрическую мощность (максимальная потребляемая мощность установки УЭК-1 не превышает 540 Вт [3]), основная часть которой расходуется на нагрев опилок для начального дымообразования. Непосредственно для электрокопчения расходуется мощность не более 80 Вт [4, 5, 9, 10].

На рисунке 1 приведена схема модернизированной установки электростатического копчения на базе заводской установки УЭК-1 «ИДИЛЛИЯ» с дополнительными коронирующими электродами [8, 9].



- 1 – торцовая часть корпуса; 2 – труба для распределения дыма; 3 – труба для приема дыма от дымогенератора; 4 – блокировочный конечный выключатель; 5, 8 – высоковольтные изоляторы; 6 – электрод для подвешивания обрабатываемого продукта; 7 – коронирующий электрод; 9 – откидная крышка с дополнительными коронирующими электродами

Рис. 1. Модернизированная установка электростатического копчения

Для производства коптильного дыма нами был изготовлен дымогенератор тления с косвенным подогревом (рис. 2). Его корпус изготавливается из отрезка трубы диаметром 160–180 мм и длиной 300–350 мм (2). С одной стороны труба наглухо закрыта (заварена), с другой стороны устанавливается заслонка (1) для загрузки дымообразующего сырья (опилок) (3) и регулирования подачи воздуха. С противоположной от заслонки стороны в верхней части корпуса вваривается труба диаметром 80 мм для отвода дыма (4). В ней устанавливается поворотная заслонка (5) для регулирования подачи дыма в копильную камеру. Нагрев корпуса производится с помощью паяльной лампы, газовой горелки или другим способом.

Дым от дымогенератора в копильную камеру подается по металлической трубе (диаметром 60 мм), от длины которой зависит темпера-

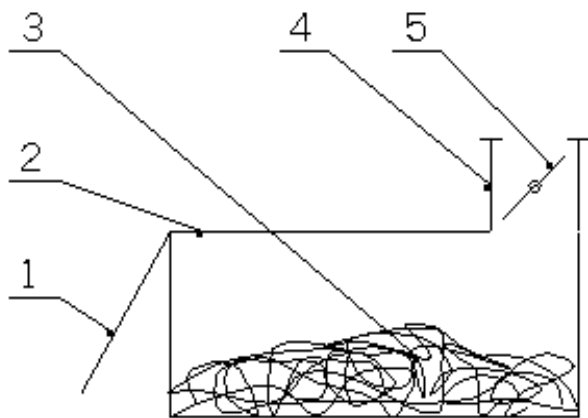


Рис. 2. Конструкция дымогенератора (пояснения в тексте)

тура в области копчения. Способы соединения дымогенератора с установкой УЭК-1 изображены на рисунке 3. При длине трубы, равной 1500–2000 мм и более (рис. 3а), температура дыма в копильной камере не превышает 30–40 °С, при этом происходит холодное копчение продукта. В том случае, когда дымогенератор располагается в непосредственной близости от копильной камеры (рис. 3б), температура дыма в ней становится выше 40 °С, что соответствует полугорячему или горячему копчению². Интенсивность дымообразования и густота дыма в копильной камере регулируется с помощью температуры корпуса дымогенератора, количества загруженных опилок, их влажности и степени измельчения, положения заслонки (4, рис. 2).

Топливо применяют в измельченном виде (опилки, стружки). Чем выше степень измельчения топлива, тем меньше требуется воздуха и кислорода в зоне горения, тем больше образуется ароматических копильных компонентов и качественнее дым.

На практике в дымогенераторах тления чаще применяют опилки россыпью или в виде гранул.

Влажность древесины должна быть:

1. В дровах – не более 25 %;
2. В опилках – не более 40–45 %.

Если влажность меньше – древесину увлажняют. Если влажность больше нормы, возникают следующие отрицательные явления:

1. Дым содержит больше сажи и канцерогенных веществ (цвет продукта становится грязный, вид нетоварный).

2. Дым содержит много пара и низкомолекулярных кислот (муравьиной, пропионовой),

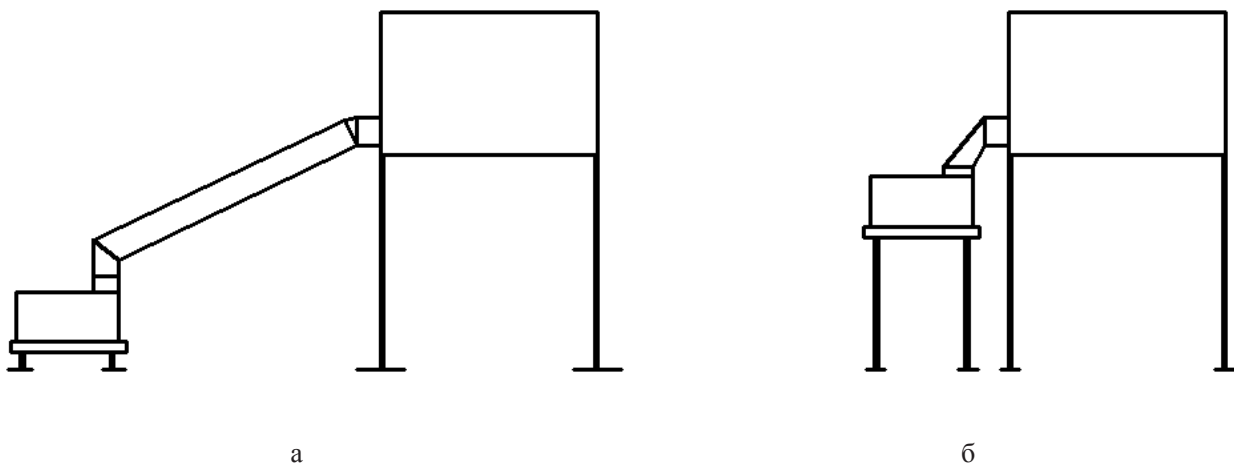


Рис. 3. Схема размещения дымогенератора относительно копильной камеры при различных способах копчения: а – холодное копчение; б – горячее копчение



что нежелательно, так как продукт не обезвоживается, подкисляется.

Если влажность древесины меньше нормы, то дымообразование идет при более высокой, чем нужно, температуре и в коптильном дыме становится меньше ароматических веществ и больше вредных (ПАУ, фенолов).

Горение древесины для получения качественного дыма должно идти при следующих условиях:

1. Температура 300–400 °С (это оптимум) [1, 2, 3];

2. При ограниченном доступе кислорода (пиролизе).

Если будет свободный доступ кислорода, то образуются только CO_2 и H_2O , без образования ароматических органических веществ.

До температуры 280 °С процесс горения протекает с поглощением теплоты (то есть опилки необходимо подогревать), такой дым называется эндотермическим.

При температуре 280–300 °С древесина воспламеняется, выделяется теплота, образуется экзотермический дым.

В начальный период пиролиза древесины коптильный дым хуже, так как там содержится много жидкости, неароматических газов, древесного угля и смолы.

Коптильный дым содержит около 10 тыс. органических компонентов, около 1000 из них участвуют в реакциях копчения продукта [1, 2, 3].

Коптильный дым представляет собой аэрозоль, смесь:

1. Дисперсная фаза, твердые и жидкие частицы (размер 0,5–0,75 мкм);

2. Дисперсионная среда, различные газы (кислород, водород, азот, соединения углерода, пары воды).

В процессе копчения компоненты дыма осаждаются на поверхность продукта. Интенсивность осаждения зависит от следующих факторов:

1. Концентрации дыма;

2. Скорости движения дыма;

3. Степени дисперсности (соотношения дисперсной фазы и дисперсионной среды);

4. Угла расположения продукта;

5. Температуры и влажности продукта.

Для производства коптильного дыма в основном применяют древесину лиственных пород. Хвойные породы деревьев (ель, пихту, сосну) использовать не рекомендуется из-за повышенного содержания смолистых веществ, придающих продукту горьковатый вкус и вызыва-

ющих потемнение его окраски, а также в таком коптильном дыме будет повышенное содержание вредных веществ. Древесину хвойных пород допускается использовать для производства коптильного дыма, но для этого ее необходимо измельчить, а опилки выдержать несколько месяцев, желательно на сквозняке, для выветривания смоляных фракций.

В основном для копчения применяются следующие виды древесины (от лучших к худшим):

1) Дуб; 2) Бук; 3) Плодово-ягодные породы древесины (яблоня, груша, слива); 4) Ольха; 5) Береза (ошкуренная); 6) Тополь; 7) Осина.

Для улучшения аромата дыма к древесине добавляют:

1) Можжевельник (ветки, ствол, ягоды); 2) Крапиву жгучую; 3) Шелуху лука; 4) Вереск; 5) Лавровый лист.

Количество этих добавок может составлять до 10% от веса опилок.

На сухую поверхность осаждается преимущественно капельно-жидкая фаза дыма, на влажную – газообразная.

Попадая на поверхность, коптильные компоненты проникают внутрь продукта благодаря разнице концентраций.

По плотности дыма различают:

1. Редкий дым (0,5–1,0 г/м³). При редком дыме электрическая лампочка мощностью 40 Вт видна сквозь этот дым на расстоянии 6–7 м.

2. Густой дым (3–6 г/м³). Такая же лампочка становится невидимой на расстоянии больше 0,8 м.

Плотность дыма зависит от:

1. Типа дымогенератора;

2. Условий горения (температуры, влажности и т.д.);

3. Вида древесины.

Выводы

Разработана конструкция модернизированной установки электростатического копчения на базе серийно выпускаемой конструкции УЭК-1 «ИДИЛЛИЯ» за счет установки дополнительных коронирующих электродов и представлены результаты ее испытаний. Определены требования к качеству коптильного дыма, оптимальному для электростатического копчения.

Список литературы

1. Мезенова О. Я., Ким И. Н., Бредихин С. А. Производство копченых пищевых продуктов. М. : Колос, 2001. 208 с.

2. Воскресенский Н. А., Логунов Л. Л. Технология рыбных продуктов. М. : Пищевая промышленность, 1968. 424 с.
3. Абдрафиков С. Н., Селунский В. В. Производство рыбопродуктов. Челябинск : ЧГАУ, 2002. 280 с.
4. Селунский В. В., Чурин В. Ю. Производство копченой рыбы в полевых условиях с помощью электростатической коптильной установки // Вестник ЧГАА. 2010. Т. 57. С. 147–150.
5. Селунский В. В., Чурин В. Ю. Электростатическая коптильная установка // Вестник ЧГАУ. 2008. Т. 53. С. 116–119.
6. Оптимизация электростатического способа копчения рыбы / В. А. Буторин, В. В. Селунский, Р. В. Банин, К. Ж. Ябыков // АПК России. 2018. Т. 25. № 1. С. 89–96.
7. Банин Р. В., Селунский В. В., Атабаев М. Р. Применение электростатической коптильной установки в полевых условиях // Современные технологии в электроэнергетике и электротехнике: задачи, проблемы, решения : сб. тр. Всерос. (с междунар. участием) науч.-практ. конф. науч., науч.-пед. работников, аспирантов и студентов. Челябинск : Полиграф-Мастер, 2017. С. 63–69.
8. Банин Р. В., Селунский В. В., Тихонов А. В. Исследование электростатического процесса копчения продуктов // Современные технологии в электроэнергетике и электротехнике: задачи, проблемы, решения : сб. тр. Всерос. (с междунар. участием) науч.-практ. конф. науч., науч.-пед. работников, аспирантов и студентов. Челябинск : Полиграф-Мастер, 2017. С. 70–75.
9. Высоковольтный источник питания для электротехнологических установок / О. А. Жунин, А. В. Коношенко, А. Г. Савиновских, В. В. Селунский // Актуальные проблемы современной науки: взгляд молодых : сб. тр. VI Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Челябинск : ОУ ВО «Южно-Уральский институт управления и экономики», 2017. С. 431–433.
10. Савиновских А. Г., Селунский В. В., Шукшин Б. Е. Модернизация и управление электростатической коптильной установки с разработкой автономного источника питания // Управление в современных системах : сб. тр. VII Всерос. науч.-практ. конф. научных, научно-педагогических работников и аспирантов. Челябинск : ОУ ВО «Южно-Уральский институт управления и экономики», 2017. С. 125–130.

Селунский Василий Вячеславович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрооборудование и электротехнологии», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: vas-selunskiy@mail.ru.

Банин Роман Валерьевич, канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Электрооборудование и электротехнологии», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: Barom@mail.ru.

Ябыков Кайрат Жумартович, аспирант кафедры «Электрооборудование и электротехнологии», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: yabykov_k@mail.ru.

* * *

УДК 664.08:664.951.3+621.3.082.72

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЕЗДЫМНОГО ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО СПОСОБА КОПЧЕНИЯ РЫБОПРОДУКТОВ

В. В. Селунский, Р. В. Банин, К. Ж. Ябыков

В работе дана классификация электростатических способов копчения продуктов питания на примере рыбопродуктов. Подробно рассматриваются стадии процесса электростатического бездымного способа и происходящие при этом электрофизические процессы. Предложена схема контактного способа зарядки коптильного препарата и математические зависимости, позволяющие рассчитать основные характеристики коптильной среды при бездымном копчении. Теоретически исследованы силы, действующие на заряженную частицу коптильного препарата при бездымном копчении в зависимости от параметров установки, технологического режима и свойств материала коптильного препарата. Даны рекомендации, позволяющие оптимизировать рассматриваемый технологический процесс, а также конструкцию и технические характеристики электростатической установки бездымного копчения.

Ключевые слова: рыбопродукты, электростатическое копчение, коптильные препараты, заряженные частицы.

При производстве продуктов питания и полуфабрикатов, в частности, рыбных и мясных, широко применяется копчение. В зависимости от вида коптильной среды различают три способа копчения: дымовое, бездымное (мокрое) и смешанное. Дымовое – копчение продуктами разложения древесины, используемыми в состоянии аэрозоля (дым). Бездымное (мокрое) – копчение продуктами разложения древесины, используемыми в виде растворов. Такими растворами могут быть коптильная жидкость, дымовое масло, коптильный раствор и т. д. [1, 2, 7]. Смешанное – копчение продуктами разложения древесины, используемыми в жидком и газо-

образном (дым) состоянии. Смешанное копчение в настоящее время практически не применяется из-за сложности процесса и отсутствия соответствующих ГОСТов на готовый продукт [1, 3, 4].

Существует два основных способа копчения: горячий и холодный. При обработке горячим способом рыбу коптят дымом высокой температуры (выше 80 °С), а при обработке холодным способом – дымом температурой не выше 40 °С [1, 2, 4].

Продукты горячего копчения имеют небольшую соленость. Мясо рыбы при таком способе копчения полностью проваривается, имеет нежную и сочную консистенцию, содержит

большое количество влаги. Эти продукты не могут в обычных условиях храниться длительное время, поэтому их охлаждают и реализуют в течение не более трех суток с момента изготовления [2, 3, 7].

Товары холодного копчения в отличие от товаров горячего копчения содержат значительно больше соли и меньше влаги. Хранятся они значительно дольше, до 30...40 суток [3, 4].

Сравнительная характеристика продуктов горячего и холодного копчения представлена в таблице 1.

По особенностям проведения процесса копчение можно классифицировать как естественное, искусственное, комбинированное. Естественное копчение – осаждение коптильного препарата на поверхности продукта и проникновение внутрь его. Осуществляется без применения специальных технических приемов, активизирующих процесс. Искусственное – осаждение коптильного препарата на поверхность продукта и проникновение его внутрь с применением специальных технических приемов, ускоряющих процесс. Комбинированное копчение заключается в том, что некоторые стадии процесса осуществляются с применением специальных технических приемов, активизирующих процесс.

В настоящее время в основном применяется естественное дымовое копчение. Недостаток этого способа заключается в длительности процесса копчения, продолжительность которого может достигать для некоторых рыбных продуктов нескольких суток [1, 2, 7].

Значительно сокращается процесс приготовления продуктов при использовании технологии электростатического копчения, при котором заряженные частицы коптильной среды осаждаются на продукт в электрическом поле коронного разряда.

Электростатическое копчение может быть осуществлено как при дымовом, так и при бездымном (мокрое) копчении [1, 2, 7].

Недостатком бездымного копчения является то, что продукт получается несколько худшего качества по сравнению с дымовым копчением, так как в коптильных препаратах содержится меньшее количество коптильных компонентов, чем в коптильном дыме. Сказывается недостаточная изученность технологического процесса, кроме того, промышленность не выпускает серийное оборудование для бездымного копчения.

Целью работы является совершенствование технологии электростатического способа копчения рыбных продуктов бездымным (мокрым) способом.

Задачи исследования:

1. Провести анализ процесса электростатического копчения рыбопродуктов бездымным способом.
2. Провести теоретические исследования поведения заряженных частиц коптильного препарата в поле коронного разряда.
3. Разработать практические рекомендации по совершенствованию технологии бездымного копчения способом электростатического копчения.

Материалы и методы

К материалам, используемым при проведении исследования, относятся рыбные полуфабрикаты, посоленная и выдержанная морская рыба (скумбрия), коптильные препараты.

Методами исследования являются: сравнительный и аналитические методы.

Результаты исследования

Проведем анализ процесса электростатического копчения рыбных продуктов бездымным

Таблица 1 – Характеристика продуктов горячего и холодного копчения [1, 2, 3, 4]

Показатели	Копчение	
	горячим способом	холодным способом
Сырье или полуфабрикат	Свежее и мороженое	Соленое
Температура дыма при копчении, °С	80...170	Не выше 40
Продолжительность копчения, сутки	До 0,2	До 5
Содержание соли, %	1,5...3,0	5...12
Содержание воды, %	60...70	48...58 (сельдь до 60)
Консистенция мякоти рыбы	Сочная, нежная	Плотная, у некоторых рыб (например, у сельди) нежная

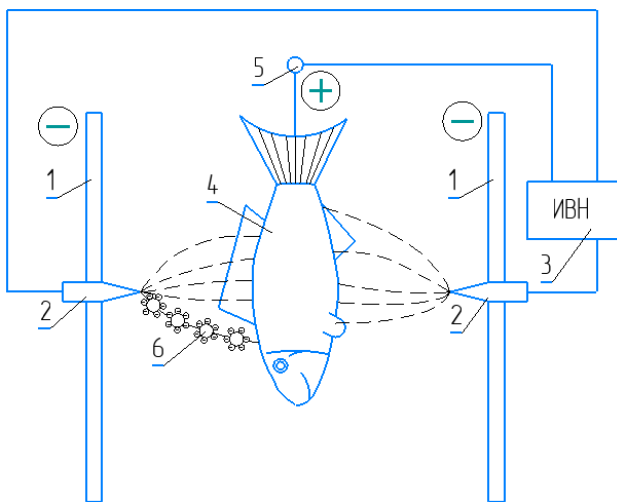


способом. На рисунке 1 показан принцип действия электрической коптильной установки, реализующей процесс бездымного копчения [6, 10].

Коптильная жидкость подается в камеру коптильной установки (1) с помощью пневматических форсунок (2). Полученные частицы коптильной жидкости (6) за счет контакта с форсунками-распылителями, к которым подведено высокое напряжение (отрицательный потенциал), получают заряд. Полярность этого заряда – отрицательная. Затем частицы коптильной жидкости попадают в зону коронного разряда, где под действием электрических сил осаждаются на продукте (4), подключенного к положительному потенциалу источника высокого напряжения (3). Попадая на поверхность рыбы (4), коптильные компоненты проникают внутрь продукта благодаря разнице концентраций.

Процесс бездымного копчения рыбы в электростатическом поле можно разделить на три этапа:

1. Распыление и зарядка частиц коптильной жидкости;
2. Движение заряженных частиц к продукту;
3. Осаждение и действие заряженных частиц на продукте. Действие заключается в том, что происходит частичное проникновение (диффузия) некоторой части частиц коптильной жидкости в поверхностные слои мякоти рыбы и пленкообразование за счет структурирования



1 – стенки коптильной камеры; 2 – форсунки (коронирующие электроды); 3 – источник высокого напряжения; 4 – рыба; 5 – электрод высокого напряжения с положительным потенциалом; 6 – заряженная частица коптильной жидкости

Рис. 1. Схема работы электростатической установки бездымного копчения

раствора коптильной жидкости на поверхности рыбы. Под действием коптильных препаратов в предварительно просоленных тканях рыбы происходит процесс копчения [1, 2, 7].

Рассмотрим подробнее стадии процесса электростатического бездымного копчения.

1. Распыление и зарядка частиц коптильной жидкости. Распыление производится с помощью распылителей различных типов. Зарядка может осуществляться ионным и контактным способами.

При ионной зарядке используется коронирующая сетка, вокруг которой образуются ионы газов [7, 11]. Коптильный препарат распыляется в пространство между сеткой, имеющей отрицательный потенциал, и обрабатываемым продуктом, подключенным к положительному электроду высоковольтного источника. Возникающие на сетке отрицательные ионы осаждаются на капли ионной жидкости и заряжают их.

Контактная зарядка материала происходит при контакте коптильного препарата с острой кромкой заряжающего устройства, присоединенного к источнику высокого напряжения. Затем под действием электрического поля заряженный материал отрывается от поверхности кромки. Обычно заряжающее устройство является элементом конструкции распылительного устройства.

Предпочтительнее контактная зарядка, так как заряд капли коптильного препарата получается значительно больше по сравнению со способом ионной зарядки [6, 11]. Для улучшения процесса желательно, чтобы заряд капли был максимальным.

Рассмотрим процесс контактной зарядки коптильного препарата, схема которого представлена на рисунке 2.

В первый момент времени высокое напряжение подается на электроды 1 и 2 (рис. 2а). При этом на поверхности электрода 1 появляется поверхностный заряд плотностью σ . Если на электрод подать коптильный препарат, то этот заряд перейдет на поверхность препарата (рис. 2б), так как в этих условиях он является проводником электричества. Под влиянием сил электрического поля заряженная коптильная жидкость начнет «вытягиваться» с поверхности по направлению к положительному электроду (рис. 2в); образующаяся капля в конце концов оторвется и унесет на своей поверхности полученный ею заряд (рис. 2г). Острая форма электрода 1 обеспечивает возникновение короны и, следовательно, заряда частиц большой величины.

Величина заряда частицы копильного препарата при контактной зарядке выражается уравнением [6, 11]:

$$Q = R^2 \cdot \frac{U}{r \ln \frac{2H}{r}} \cdot \left[1 - A \cdot 10^{-12} \frac{\epsilon \rho_v}{H^2} \cdot (U - U_k) \right], \quad (1)$$

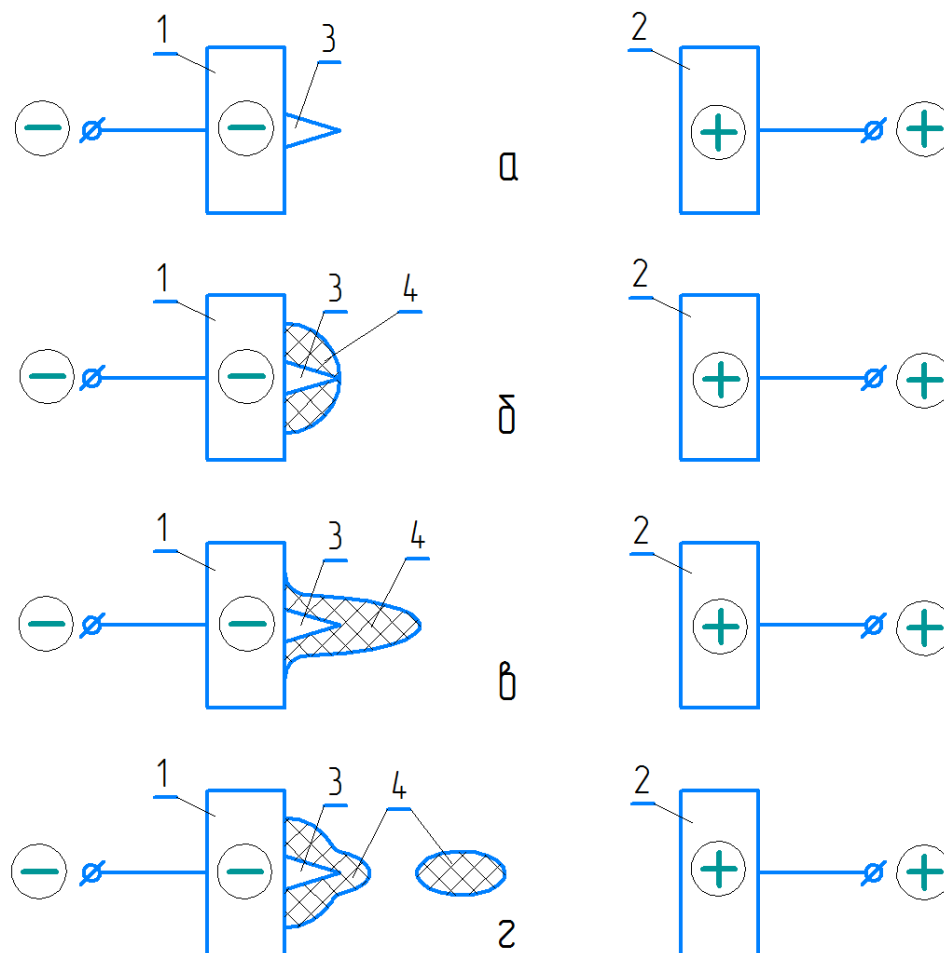
где Q – величина заряда капли;
 R – радиус капли;
 U – напряжение источника питания;
 r – радиус острой кромки распылителя;
 H – расстояние от распылителя до изделия;
 A – расчетная постоянная;
 ϵ – диэлектрическая проницаемость копильного препарата;
 ρ_v – удельное объемное сопротивление копильного препарата;
 U_k – начальное напряжение, соответствующее появлению коронного разряда на распылителе.

Из этой формулы видно влияние параметров установки (H, r, U_k), технологического режима (U) и свойств материала (ϵ, ρ_v) на величину заряда капли.

Величина заряда возрастает при увеличении приложенного напряжения и уменьшается при увеличении H, r, ϵ, ρ_v . Формула для определения величины заряда является приближенной. Более точные расчеты показывают, что заряд уменьшается также с увеличением подачи копильного препарата и величины частиц жидкости.

Распыление копильного препарата, т. е. разрыв его электрическими силами на мелкие капли, происходит вследствие отталкивания одноименных зарядов на поверхности капли, а также деформации капли в электрическом поле.

Капля, попавшая в электрическое поле даже при отсутствии на ней заряда, деформируется и вытягивается вдоль линий напряженности поля.



а – подключение высокого напряжения; б – переход заряда на поверхность копильного препарата;
 в – вытягивание заряженного материала под влиянием электрического поля;
 г – отрыв заряженной капли от электрода

Рис. 2. Схема контактной зарядки копильного препарата



Противодействующими силами являются силы поверхностного натяжения или прочности полимеров.

2. Движение заряженных частиц к продукту можно рассматривать как движение материального тела. На заряженную частицу в электрической коптильной установке действуют следующие силы [6, 7]:

$$\sum F = F_g + F_E + F_k + F_{эл.в} + F_c, \quad (2)$$

где F_g – сила тяжести;

F_E – сила, обусловленная неравномерным распределением напряженности электрического поля;

F_k – сила, обусловленная взаимодействием электрического поля и заряда частиц (кулоновская сила);

$F_{эл.в}$ – сила электрического ветра;

F_c – сила сопротивления среды.

Рассмотрим действие каждой из данных сил более подробно.

Величину силы тяжести можно определить из следующего выражения:

$$F_g = mg, \quad (3)$$

где m – масса частицы;

g – ускорение свободного падения.

Величина силы, обусловленная взаимодействием электрического поля и заряда частиц (кулоновская сила), определяется из соотношения:

$$F_k = Eq, \quad (4)$$

где E – напряженность поля;

q – заряд капли.

Данная сила, действующая на частицу, является одной из основных в электрокоптильной установке.

Сила, обусловленная неравномерным распределением напряженности электрического поля, для сферической частицы с диэлектрической проницаемостью ϵ определяется по выражению:

$$F_E = 2\pi\epsilon_0 a^3 \cdot \frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2} \cdot \text{grad}E^2. \quad (5)$$

Оценка соотношения между кулоновской силой и силой, возникающей из-за неравномерного распределения напряженности, свидетельствует, что последней в большинстве практических случаев можно пренебречь [5, 6].

Сила электрического ветра $F_{эл.в}$. Электрический ветер в поле коронного разряда обусловлен передачей кинетической энергии ионов при соударении с молекулами воздуха.

Сила сопротивления среды F_c . В воздухе при обычных атмосферных условиях сила сопротивления среды оказывает существенное влияние на движение частицы и определяет установившуюся скорость ее движения. Данная сила зависит от размеров частицы, скорости ее движения, а также от вязкости среды.

При малых значениях числа Рейнольдса ($Re < 5$), т.е. в случае достаточно медленного движения частиц малого размера сила сопротивления среды движению частиц выражается формулой Стокса [6, 7]:

$$F_c = 6\pi\mu aV, \quad (6)$$

где μ – коэффициент динамической вязкости воздушной среды;

V – скорость дрейфа частиц под действием поля у положительного электрода.

Для частиц малого размера необходимо учитывать поправку к формуле Стокса [6, 7]:

$$F_c = 6\pi\mu aV \cdot \left(1 + \frac{Al_m}{a}\right), \quad (7)$$

где l_m – эквивалентная длина свободного пробега молекул;

A – постоянная, зависящая от свойств поверхности частицы.

Из рассмотренных выше сил основными силами, действующими в электростатической коптильной установке на движущиеся заряженные частицы, являются кулоновская сила и сила сопротивления среды. Поэтому при расчетах движения заряженных частиц практически достаточно учитывать силу электрического поля, которая уравновешивается силой сопротивления среды. Приравняв правые части уравнений (4) и (7), получим

$$V = \frac{Eq}{6\pi\mu a} \cdot \left(1 + A \cdot \frac{l_m}{a}\right). \quad (8)$$

Анализ (8) показывает, что одним из основных путей интенсификации процесса осаждения частиц в электрокоптильной установке является увеличение электрической силы F_k , которая зависит от напряженности электрического поля E и величины заряда частиц q .

Величина напряженности электрического поля ограничена электрической прочностью межэлектродного промежутка и зависит

от технических характеристик источника высокого напряжения, а также геометрических размеров коптильной камеры. Поэтому целесообразно изучить возможность повышения напряженности электрического поля в зоне осаждения электрокоптильной установки с целью интенсификации процесса осаждения частиц аэрозоля.

3. Осаждение и поведение заряженных частиц на продукте зависит от ряда факторов: проводимости и размера частиц, скорости потока, температуры и влажности, состояния поверхности рыбы и др.

Попав на поверхность продукта, коптильные компоненты проникают внутрь продукта благодаря диффузии, и происходит сложный биохимический процесс копчения.

Процесс электростатического копчения возможно осуществить и в полевых условиях, при отсутствии централизованного электропитания. Для этого необходимо использовать разработанный высоковольтный источник напряжения, получающий электропитание от обычного автомобильного аккумулятора напряжением 12 В [9, 11, 12]. Копчение свежесловленной и предварительно посоленной рыбы позволяет получить готовый продукт высокого качества.

Выводы

1. Существующие способы электрокопчения бездымным способом различаются в зависимости от способа зарядки частиц (капель) коптильного препарата и связанной с этой величиной их заряда.

2. На величину заряда отдельной частицы (капли) коптильного препарата влияют параметры установки (H , r , U_k), технологический режим (U) и свойства материала коптильного препарата (ϵ , ρ_v).

3. Одним из основных путей интенсификации процесса электростатического копчения является увеличение электрической силы F_k , которая зависит от напряженности электрического поля E и величины заряда частиц q .

Список литературы

1. Мезенова О. Я., Ким И. Н., Бредихин С. А. Производство копченых пищевых продуктов. М. : Колос, 2001. 208 с.

2. Абдрафиков С. Н., Селунский В. В. Производство рыбопродуктов. Челябинск : ЧГАУ, 2002. 280 с.

3. Рыба и рыбные продукты. Рыба копченая, вяленая и сушеная // Государственные стандарты. М. : ИПК Изд-во стандартов, 1997. 154 с.

4. ГОСТ 11482-2003. Рыба холодного копчения. Технические условия, 2003. 45 с.

5. Селунский В. В., Чурин В. Ю. Производство копченой рыбы в полевых условиях с помощью электростатической коптильной установки // Вестник ЧГАА. 2010. Т. 57. С. 147–150.

6. Селунский В. В., Чурин В. Ю. Электростатическая коптильная установка // Вестник ЧГАУ. 2008. Т. 53. С. 116–119.

7. Воскресенский Н. А., Логунов Л. Л. Технология рыбных продуктов. М. : Пищевая промышленность, 1968. 424 с.

8. Оптимизация электростатического способа копчения рыбы / В. А. Буторин, В. В. Селунский, Р. В. Банин, К. Ж. Ябыков // АПК России. 2018. Т. 25. № 1. С. 89–96.

9. Банин Р. В., Селунский В. В., Атабаев М. Р. Применение электростатической коптильной установки в полевых условиях // Современные технологии в электроэнергетике и электротехнике: задачи, проблемы, решения : сб. тр. Всерос. (с междунар. участием) науч.-практ. конф. науч., науч.-пед. работников, аспирантов и студентов. Челябинск : Полиграф-Мастер, 2017. С. 63–69.

10. Банин Р. В., Селунский В. В., Тихонов А. В. Исследование электростатического процесса копчения продуктов // Современные технологии в электроэнергетике и электротехнике: задачи, проблемы, решения : сб. тр. Всерос. (с междунар. участием) науч.-практ. конф. науч., науч.-пед. работников, аспирантов и студентов. Челябинск : Полиграф-Мастер, 2017. С. 70–75.

11. Высоковольтный источник питания для электротехнологических установок / О. А. Жунин, А. В. Коношенко, А. Г. Савиновских, В. В. Селунский // Актуальные проблемы современной науки: взгляд молодых : сб. тр. VI Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Челябинск : ОУ ВО «Южно-Уральский институт управления и экономики», 2017. С. 431–433.

12. Савиновских А. Г., Селунский В. В., Шукшин Б. Е. Модернизация и управление электростатической коптильной установки с разработкой автономного источника питания // Управление в современных системах : сб. тр.



VII Всерос. науч.-практ. конф. научных, научно-педагогических работников и аспирантов.
Челябинск : ОУ ВО «Южно-Уральский институт управления и экономики», 2017. С. 125–130.

Селунский Василий Вячеславович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрооборудование и электротехнологии», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.
E-mail: vas-selunskiy@mail.ru.

Банин Роман Валерьевич, канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Электрооборудование и электротехнологии», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.
E-mail: Barom@mail.ru.

Ябыков Кайрат Жумартович, аспирант кафедры «Электрооборудование и электротехнологии», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.
E-mail: yabykov_k@mail.ru.

* * *

ИТЕРАЦИОННЫЙ МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ РЕЗЕРВА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ ЭЛЕКТРОРЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РАЙОННОГО УРОВНЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОМОГРАММ

И. Б. Царев, Р. В. Банин, В. А. Буторин

В настоящее время в сельском хозяйстве ежегодно направляется в ремонт около 20% парка электродвигателей. В этой связи остро стоит проблема обеспечения электроремонтных предприятий запасными частями в целях их бесперебойного функционирования. Однако неоправданно большой резерв запасных частей влечет за собой избыточные расходы на его создание и содержание. При оптимизации периода и уровня поставок запасных частей все большее распространение получает междисциплинарная область знаний – теория управления запасами, которая исходит из экономической оптимальности системы закупок, транспортировки, хранения запасных частей и ликвидации последствий возможной недообеспеченности потребителей. Отличительной чертой электроремонтных предприятий сельского хозяйства районного уровня является то, что обмоточный провод в стоимостном исчислении – подавляющая номенклатура. Это позволяет произвести строгую оптимизацию только для него, а смежные номенклатуры поставлять совместно с обмоточным проводом, с общим для всех периодом. Центральным понятием теории управления запасами является функция затрат. В статье предпринята попытка оптимизации функции затрат, возникающих при функционировании электроремонтных предприятий сельского хозяйства районного уровня по периоду поставок запасных частей и уровню их пополнения. Решение основано на методе последовательных приближений (итераций). Первое приближение получено исходя из детерминированной модели, в рамках которой требования на запасные части поступают равномерно, через равные промежутки времени. Это приближение в дальнейшем уточняется с учетом того, что реальный спрос на запасные части является случайным пуассоновским процессом. В ходе итераций возникает необходимость решения сложных уравнений, аналитическое исследование которых сопряжено с большими математическими трудностями. Как выход предлагается использование циркульных и сетчатых номограмм.

Ключевые слова: электроремонтные предприятия районного уровня, запасные части, функция затрат, оптимизация, номограмма.

При функционировании складов электроремонтных предприятий сельского хозяйства возникают расходы, связанные с закупкой запасных частей, их перевозкой и физическим хранением. Могут также возникать издержки, связанные с омертвлением денежных средств, вложенных в невостребованные за цикл поставок запасные части, или издержки, вызванные штрафами, которые платит электроремонтное предприятие заказчику вследствие увеличения сроков ремонта в связи с дефицитом запасных частей на складе.

В работе [1] было показано, что математическое ожидание $\bar{L}(T, \hat{n})$ функции затрат в еди-

ницу времени, описывающей расходы складов электроремонтных предприятий сельского хозяйства районного уровня, при условии, что штрафы пропорциональны как количеству недоотпущенных деталей, так и времени простоя, вызванного их дефицитом, имеет вид:

$$\bar{L}(T, \hat{n}) = \frac{1}{T} \left[C_{\Pi} + C_{\text{Д}}(e^{aT} - 1) \sum_{k=0}^{\hat{n}-1} (\hat{n} - k) P_k + \frac{C_{\text{ш}} T}{2} \sum_{k=\hat{n}+1}^{\infty} \frac{(k - \hat{n})(k - \hat{n} - 1)}{k} P_k \right], \quad (1)$$

где



$$P_k = \frac{(\lambda T)^k}{k!} e^{-\lambda T}.$$

Это функция двух переменных: периода T поставок и числа \hat{n} запасных частей данной номенклатуры, до которого производится пополнение склада в начале каждого периода. T – величина непрерывная, \hat{n} – дискретная, может принимать только целые положительные значения. Стоимость C_{Π} перевозки, стоимость $C_{\text{д}}$ одной закупаемой детали, коэффициент $C_{\text{ш}}$ штрафа, интенсивность λ потока требований на запасные части входят в функцию затрат как параметры, величина которых зависит от организации технологического процесса, удаленности источника запасных частей, у которого производится их закупка, условий, сложившихся на рынке и т. д. $\alpha = 1,6 \cdot 10^{-5}$ 1/ч – константа, k – номер индекс суммирования.

Цель исследования – экономическая оптимизация функционирования складов ремонтных предприятий сводится к отысканию минимума функции затрат (1) по двум переменным T и \hat{n} .

Теоретические исследования

Строгое аналитическое решение поставленной задачи наталкивается на значительные математические трудности. Задача может быть решена численными методами, но их ценность ограничена ввиду создания очень объемных таблиц, содержащих четыре входа, – число параметров и два выхода – число переменных. Пример численной оптимизации запасов обмоточного провода при одних фиксированных значениях параметров можно найти в работе [2].

Ниже предложено решение, основанное на методе последовательных приближений (методе итераций). Таким методом в [3] рекомендуется решать задачу управления запасами в случае, когда пополнение склада производится при снижении текущего запаса ниже некоторого критического уровня. В случае, если пополнение производится периодически, реализация метода последовательных приближений носит более сложный характер, чем вызвана необходимостью еще и построения номограмм.

Итак, задача состоит в том, чтобы найти такие T и \hat{n} , которые соответствуют минимуму функции (1). Предположим, что оптимальный период T уже известен. В дальнейшем первое приближение периода T_1 будет получено, исходя из детерминированной модели, при которой случайный пуассоновский процесс потока

требований на запасные части огрубляется до детерминированного неслучайного процесса. Если оптимальный T известен, то остается минимизировать функцию (1) только по \hat{n} . Для этого рассмотрим разность:

$$\Delta L(\hat{n}) = L(\hat{n} + 1) - L(\hat{n}). \quad (2)$$

Когда эта разность меняет знак с «–» на «+», функция $L(\hat{n})$ достигает минимума. Если $\Delta L(\hat{n})$ монотонно возрастает, минимум будет единственным. Существование минимума вытекает из смысла задачи.

Вычисления, проведенные на основании формул (1) и (2), позволяют получить выражение для $\Delta L(\hat{n})$ в явном виде:

$$\begin{aligned} \Delta L(\hat{n}) = & \frac{C_{\text{д}}(e^{\alpha T} - 1)}{T} \left(\sum_{k=0}^{\hat{n}} (\hat{n} + 1 - k) P_k \right) - \\ & - \sum_{k=0}^{\hat{n}-1} (\hat{n} - k) P_k + \frac{C_{\text{ш}}}{2} \left(\sum_{k=\hat{n}+2}^{\infty} \frac{(k - \hat{n} - 1)(k - \hat{n} - 2)}{k} \right) P_k - \\ & - \left(\sum_{k=\hat{n}+1}^{\infty} \frac{(k - \hat{n})(k - \hat{n} - 1)}{k} \right) P_k. \end{aligned} \quad (3)$$

Преобразуем выражение (3) к виду, допускающему решение поставленной задачи с помощью номограммы. Заметим, что

$$\sum_{k=0}^{\hat{n}-1} (\hat{n} - k) P_k = \sum_{k=0}^{\hat{n}} (\hat{n} - k) P_k, \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \sum_{k=\hat{n}+2}^{\infty} \frac{(k - \hat{n} - 1)(k - \hat{n} - 2)}{k} P_k = \\ = \sum_{k=\hat{n}+1}^{\infty} \frac{(k - \hat{n} - 1)(k - \hat{n} - 2)}{k} P_k. \end{aligned} \quad (5)$$

Подставив равенства (4) и (5) в выражение (3), после преобразований найдем

$$\Delta L(\hat{n}) = \frac{C_{\text{д}}(e^{\alpha T} - 1)}{T} \sum_{k=0}^{\hat{n}} P_k - C_{\text{ш}} \sum_{k=\hat{n}+1}^{\infty} \left(1 - \frac{\hat{n} - 1}{k} \right) P_k. \quad (6)$$

Т. к. с увеличением \hat{n} число слагаемых под знаком первой суммы в выражении (6) увеличивается, а под знаком второй суммы уменьшается, и каждое из слагаемых, входящее в эти суммы, положительно, то с увеличением \hat{n} $\Delta L(\hat{n})$ монотонно возрастает, что гарантирует единственность минимума функции затрат (1) [см. замечание после (2)].

Т.к. P_k – распределение вероятностей Пуассона, то

$$\sum_{k=0}^{\hat{n}} P_k + \sum_{k=\hat{n}+1}^{\infty} P_k = 1. \quad (7)$$

Выражая из (7) первое слагаемое и подставляя его в (6), после преобразований найдем

$$\Delta L(\hat{n}) = \frac{C_{\text{Д}}(e^{aT} - 1)}{T} - \left[\frac{C_{\text{Д}}(e^{aT} - 1)}{T} + C_{\text{Ш}} \right] \times \left(\sum_{k=\hat{n}+1}^{\infty} P_k + C_{\text{Ш}}(\hat{n} + 1) \sum_{k=\hat{n}+1}^{\infty} \frac{P_k}{k} \right). \quad (8)$$

Итак, задача отыскания \hat{n} , доставляющего минимум функции (1), при условии, что оптимальный T уже известен, свелась к задаче отыскания \hat{n} , при котором монотонно возрастающая функция (8) меняет знак. Проще всего это сделать, приравняв выражение (8) к нулю. Строго говоря, т. к. \hat{n} – дискретно, то при фиксированных значениях параметров $C_{\text{Д}}$, $C_{\text{Ш}}$, λ такого значения \hat{n} , при котором выражение (8) обращается в нуль, может и не найтись, но чуть меняя параметры, этого всегда можно добиться. Приравняв выражение (8) к нулю, после преобразований получим:

$$\frac{C_{\text{Д}}(e^{aT} - 1)}{C_{\text{Ш}} T} = \frac{\sum_{k=\hat{n}+1}^{\infty} P_k - (\hat{n} + 1) \sum_{k=\hat{n}+1}^{\infty} \frac{P_k}{k}}{1 - \sum_{k=\hat{n}+1}^{\infty} P_k}. \quad (9)$$

Разрешить уравнение (9) относительно \hat{n} в аналитическом виде не удастся, но можно сконструировать номограмму, позволяющую сделать это графически.

Номография – раздел математики, в котором изучаются способы графического изображения функциональных зависимостей: формул, уравнений, систем уравнений. В номографии разработаны канонические формы зависимостей между величинами, такие, что сведение путем преобразований конкретной зависимости к одной из этих форм позволяет надеяться на возможность конструирования номограммы, удовлетворяющей предъявляемым требованиям к удобному виду номограммы, ее точности, размерам и т. д. [4]. При этом различные типы номограмм имеют в этом отношении разные возможности.

Уравнение (9) можно свести к хорошо приспособляемому типу – приспособляемой циркульной номограмме формы

$$f_{12}(\alpha_1, \alpha_2) = f_{34}(\alpha_3, \alpha_4), \quad (10)$$

где $f_{12}(\alpha_1, \alpha_2)$ означает любую функциональную связь между первой α_1 и второй α_2 величинами, входящими в номографируемое уравнение;

$f_{34}(\alpha_3, \alpha_4)$ – между третьей α_3 и четвертой α_4 [5].

Это достигается, если положить величины $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ равными:

$$\alpha_1 = \frac{C_{\text{Д}}}{C_{\text{Ш}}}; \quad \alpha_2 = T; \quad \alpha_3 = \lambda T; \quad \alpha_4 = \hat{n}. \quad (11)$$

Общий вид номограммы для канонической формы $f_{12}(\alpha_1, \alpha_2) = f_{34}(\alpha_3, \alpha_4)$ имеет вид, представленный на рисунке 1.

Ключ к номограмме указан жирными стрелками. Таким образом, зная, чему равны

$$\alpha_1 = \frac{C_{\text{Д}}}{C_{\text{Ш}}}; \quad \alpha_2 = T; \quad \alpha_3 = \lambda T,$$

по номограмме можно найти \hat{n} .

Циркулярные номограммы являются одними из наиболее хорошо приспособляемых. При их проектировании существует возможность регулировать положение начала координат, смещать в направлении оси OX семейства линий α_2 и α_4 , сжимать или растягивать эти семейства в том же направлении, преобразовывать форму этих линий, регулировать положение опорных линий I и II, изменять распределение линий в семействах α_1 и α_3 [5].

Все это дает основание полагать, что для разрешения уравнения (9) относительно \hat{n} может быть представлена номограмма, позволяющая в широких пределах варьировать величины, входящие в это уравнение.

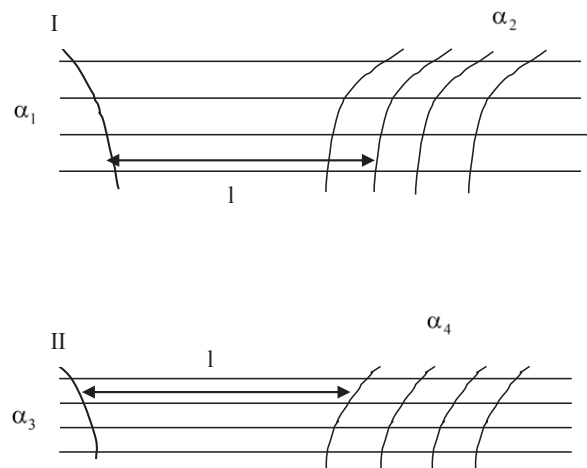


Рис. 1. Общий вид номограммы для канонической формы $f_{12}(\alpha_1, \alpha_2) = f_{34}(\alpha_3, \alpha_4)$



За первое приближение периода T_1 , необходимого для определения \hat{n} из уравнения (9), возьмем период, полученный из детерминированной модели рассматриваемой задачи.

При выводе функции затрат (1) в качестве модельных представлений было принято, что поток требований на запасные части, поступающий на склады электроремонтных предприятий, является случайным стационарным потоком с интенсивностью λ . В более простой детерминированной модели примем, что требования на запасные части поступают равномерно, через равные промежутки времени, и количество требований в единицу времени равно λ .

Рассмотрим общий случай, когда затраты на резерв запасных частей будут складываться из издержек на их пополнение, физическое хранение, на омертвление средств, вложенных в не востребовавшиеся за период поставок детали, и ущерб из-за отсутствия их на складе. Тогда количество n запасных частей на складе в течение периода T поставок будет линейно падать от максимальной величины \hat{n} до 0, который будет достигнут через время T' , меньшее, чем T . При этом

$$n(t) = \hat{n} - \lambda t. \quad (12)$$

Т. к. детерминированная модель рассматривается лишь как первое приближение к действительности, будем считать текущее число n запасных частей непрерывной величиной, хотя на самом деле n – дискретно, что учтено в более точной стохастической модели. Обозначим через n_{III} количество запросов, которые склад удовлетворить не может к концу периода T ввиду исчерпания запаса. График зависимости текущего числа n запасных частей от времени t представлен на рисунке 2.

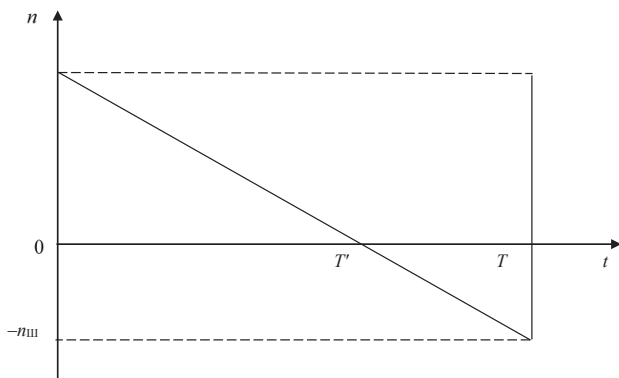


Рис. 2. Зависимости текущего числа запасных частей от времени

Как видно из графика

$$\hat{n} - \lambda T' = 0; \quad (13)$$

$$\hat{n} - \lambda T = -n_{III}. \quad (14)$$

Откуда

$$T' = \frac{\hat{n}}{\lambda}; \quad (15)$$

$$n_{III} = \lambda T - \hat{n}. \quad (16)$$

В работе [1] было показано, что функция затрат в единицу времени для складов электроремонтных предприятий районного уровня имеет вид

$$L = \frac{L_{II} + L_O + L_{III}}{T}. \quad (17)$$

Выпишем в явном виде выражение для функции (17), воспользовавшись детерминированной моделью.

Примем, что затраты L_{III} на штрафы пропорциональны как количеству недоотпущенных своевременно запасных частей, так и времени простоя вследствие их дефицита. В этом случае выражение для L_{III} можно представить в виде

$$L_{III} = \int_{T'}^T C_{III} |n(t)| dt, \quad (18)$$

где $|n(t)|$ – модуль функции $n(t)$.

Подставив выражения (12) и (15) в равенство (18), после вычислений получим, что затраты на штрафы за период равны:

$$L_{III} = \frac{C_{III}}{2} (\lambda T - \hat{n}) \left(T - \frac{\hat{n}}{\lambda} \right). \quad (19)$$

Издержки на омертвление денежных средств пропорциональны среднему числу $\langle n \rangle$ деталей, хранившихся на складе в течение времени T' и равны:

$$L_O = \langle n \rangle C_D (e^{\lambda T'} - 1). \quad (20)$$

По определению среднего

$$\langle n \rangle = \frac{1}{T'} \int_0^{T'} n(t) dt. \quad (21)$$

Подставив (14) и (15) в (21), после вычислений найдем, что

$$\langle n \rangle = \frac{\hat{n}}{2}. \quad (22)$$

После подстановки (15) и (22) в (20) получим окончательное выражение для издержек, связанных с омертвлением денежных средств, вложенных в не востребуемые за период поставки детали

$$L_0 = \frac{\hat{n}C_{\text{Д}}}{2} \left(e^{\frac{\hat{n}}{\lambda}} - 1 \right). \quad (23)$$

Затраты $L_{\text{П}}$ на перевозки, как и в случае стохастической модели, определяются организацией рейса транспортного средства

$$L_{\text{П}} = C_{\text{П}}, \quad (24)$$

где $C_{\text{П}}$ – стоимость, включающая в себя оформление наряда, почтовые расходы, затраты на горючее и т. д.

Подставив (19), (23) и (24) в (17), получим в явном виде выражение для функции затрат в рамках детерминированной модели.

$$L(T, \hat{n}) = \frac{C_{\text{П}}}{T} + \frac{C_{\text{Ш}}}{2} (\lambda T - \hat{n}) \times \left(T - \frac{\hat{n}}{\lambda} \right) + \frac{\hat{n}C_{\text{Д}}}{2T} \left(e^{\frac{\hat{n}}{\lambda}} - 1 \right). \quad (25)$$

Минимум функции (25) достигается при T и \hat{n} , удовлетворяющих системе уравнений

$$\begin{cases} \frac{\partial L(T, \hat{n})}{\partial T} = 0; \\ \frac{\partial L(T, \hat{n})}{\partial \hat{n}} = 0. \end{cases}$$

Проведя вычисления, найдем, что T и \hat{n} , соответствующие минимуму функции затрат (25), полученной из детерминированной модели, должны удовлетворять следующей системе уравнений:

$$\left\{ \frac{2C_{\text{П}}}{\lambda C_{\text{Ш}}} + \frac{\hat{n}^2}{\lambda^2} + \frac{C_{\text{Д}}}{C_{\text{Ш}}} \frac{\hat{n}}{\lambda} \left(e^{\frac{\hat{n}}{\lambda}} - 1 \right) \right\} = T^2; \quad (26)$$

$$\left\{ \frac{\hat{n}}{\lambda} + \frac{C_{\text{Д}}}{2C_{\text{Ш}}} \left[e^{\frac{\hat{n}}{\lambda}} \left(1 + \frac{\hat{n}}{\lambda} \right) - 1 \right] \right\} = T. \quad (27)$$

Подстановка выражения (27) в (26) приводит к уравнению относительно \hat{n}

$$\frac{2C_{\text{П}}}{\lambda C_{\text{Ш}}} = \left\{ \frac{\hat{n}}{\lambda} + \frac{C_{\text{Д}}}{2C_{\text{Ш}}} \left[e^{\frac{\hat{n}}{\lambda}} \left(1 + \frac{\hat{n}}{\lambda} \right) - 1 \right] \right\}^2 - \frac{\hat{n}^2}{\lambda^2} + \frac{C_{\text{Д}}}{C_{\text{Ш}}} \frac{\hat{n}}{\lambda} \left(e^{\frac{\hat{n}}{\lambda}} - 1 \right). \quad (28)$$

Отыскание \hat{n} из уравнения (28) позволит сразу рассчитать T по формуле (27). Уравнение (28) допускает возможность преобразования к канонической форме сетчатой номограммы [4]:

$$v = F(u, \omega), \quad (29)$$

путем следующей замены величин:

$$v = \frac{2C_{\text{П}}}{\lambda C_{\text{Ш}}}; \quad u = \frac{C_{\text{Д}}}{C_{\text{Ш}}}; \quad \omega = \frac{\hat{n}}{\lambda}. \quad (30)$$

Общий вид сетчатой номограммы представлен на рисунке 3.

Сетчатые номограммы дают возможность изобразить практически любую зависимость между тремя величинами [4], и поэтому несмотря на внешнюю сложность, уравнение (28) может быть разрешено относительно \hat{n} при очень широких пределах изменения параметров, входящих в это уравнение.

Результаты исследований

Метод последовательных приближений применительно к задаче отыскания оптимального периода поставок T и уровня пополнения запасных частей \hat{n} , которые доставляют минимум функции затрат (1), реализуется следующим образом:

1. найти первое приближение n_1 к оптимальному \hat{n} из номограммы, изображенной на рисунке 3, и, зная первое приближение n_1 , найти по формуле (27) первое приближение T_1 к оптимальному T ;
2. зная первое приближение T_1 , с помощью номограммы, изображенной на рисунке 1, найти второе приближение n_2 ;
3. зная второе приближение n_2 , найти по формуле (27) второе приближение T_2 , затем

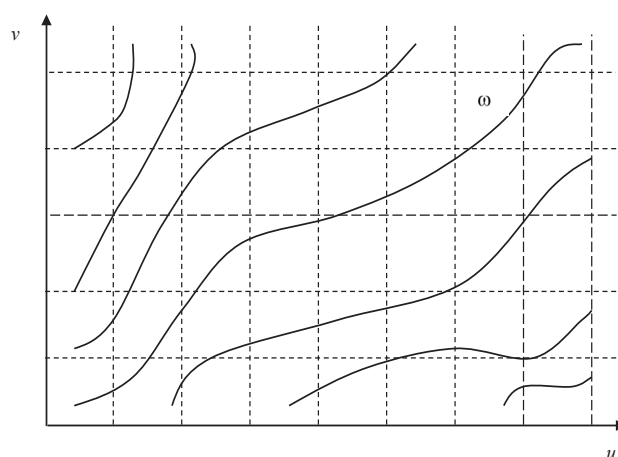


Рис. 3. Общий вид сетчатой номограммы



с помощью второго приближения T_2 из номограммы рисунка 1 найти третье приближение n_3 и т. д.

Вывод

Предел последовательности $(T_1, n_1), (T_2, n_2), (T_3, n_3) \dots$ является решением задачи по отысканию минимума функции затрат (1), описывающей расходы складов электроремонтных предприятий сельского хозяйства районного уровня.

Рекомендации

Для оптимизации функционирования складов электроремонтных предприятий сельского хозяйства районного уровня необходимо на основании данных электротехнической службы и бухгалтерского учета собрать статистический материал для оценки четырех параметров, входящих в функцию затрат (1). Исходя из этой оценки, построить номограммы, представленные

в общем виде на рисунках 1 и 2. Приведенные рекомендации могут послужить темой для дальнейшего исследования.

Список литературы

1. Буторин В. А., Царев И. Б. Функция затрат на запасы в единицу времени электроремонтных предприятий при дискретном спросе // Вестник ЧГАУ. 2003. Т. 39. С. 28–33.
2. Буторин В. А., Царев И. Б. Планирование запасов обмоточного провода на электроремонтных предприятиях районного уровня // Техника в сельском хозяйстве. 2008. № 3. С. 21–23.
3. Рыжиков Ю. И. Теория очередей и управления запасами. СПб. : Питер, 2001. 384 с.
4. Хованский Г. С. Номография и ее возможности. М. : Наука, 1977.
5. Хованский Г. С. Основы номографии. М. : Наука, 1976.

Царев Игорь Борисович, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.
E-mail: tsarev@citydom.ru.

Банин Роман Валерьевич, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Электрооборудование и электротехнологии», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.
E-mail: barom@mail.ru.

Буторин Владимир Андреевич, д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.
E-mail: butorin_chgau@list.ru.

* * *

УДК 635.21:631.5

**НАКОПЛЕНИЕ КРАХМАЛА В КЛУБНЯХ КАРТОФЕЛЯ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИЕМОВ АГРОТЕХНИКИ****А. К. Горбунов, А. А. Васильев, А. А. Мушинский**

Приемы агротехники оказывают существенное влияние на крахмалистость картофеля в условиях лесостепной зоны Челябинской области. Наибольшее содержание крахмала в клубнях отмечалось на фоне естественного плодородия: у сорта Розара – 15,04–17,68% при схеме посадки 75×27 см и 15,58–17,75% при схеме посадки 75×19 см, у сорта Кузовок – 14,38–16,32 и 14,74–16,63% соответственно. Применение минеральных удобрений в расчете на урожай 25 т/га снижало этот показатель у сорта Розара в среднем на 0,76%, Кузовок – на 0,30%, а в расчете на урожай 40 т/га – на 1,11 и 0,65%. Загущение посадок с 49 до 70 тыс. клубней на 1 га способствовало увеличению изучаемого показателя у сорта Кузовок в среднем на 0,20%, а у сорта Розара только на фоне без удобрений – на 0,15%. Наибольшее накопление крахмала в клубнях отмечается при посадке картофеля во второй декаде мая с заделкой семенного материала на глубину 10–12 см (у сорта Розара – 17,12%, Кузовок – 16,19%). Посадка в третьей декаде мая, не снижая урожая, вызывает достоверное снижение крахмалистости клубней: у сорта Кузовок – на 1,19–1,33%, Розара – на 1,50–1,69% по сравнению с посадкой 12–15 мая. Поздние сроки посадки (5–12 июня) сопровождаются существенным уменьшением не только содержания крахмала в клубнях (сорт Розара – на 1,78–1,95%, Кузовок – на 2,05–2,16%), но и урожайности картофеля (Розара – на 2,4–4,8 т/га, Кузовок – на 4,1–6,3 т/га). Мелкую заделку семенных клубней (на 5–6 см) следует использовать при посадке во второй декаде мая (этот срок посадки следует признать оптимальным для зоны), так как это обеспечивает наибольшую урожайность картофеля и более высокий сбор крахмала с единицы площади. При более поздних сроках посадки глубину заделки семенного материала следует увеличить до 10–12 см.

Ключевые слова: картофель, срок посадки, глубина заделки, крахмал, урожайность.

Важнейшим показателем качества клубней картофеля является содержание крахмала, который составляет в клубнях 70–80% сухой массы или 95–99% углеводов [1]. Характер накопления крахмала в клубнях и его сбор с единицы площади определяется главным образом продолжительностью вегетации (как следствие продуктивностью) и генетическими особенностями сортов [2]. В то же время крахмалистость клубней картофеля в значительной мере зависит от технологии его возделывания. К агроприемам, оказывающим существенное влияние на этот показатель, относятся способы подготовки почвы и способы посадки картофеля; виды, нормы и

сроки внесения органических удобрений; дозы, соотношения и способы внесения минеральных удобрений; качество семенного материала; орошение; густота и сроки посадки и др. [3–7].

Цель исследований – изучить влияние срока и глубины посадки на накопление крахмала в клубнях картофеля (*Solanum tuberosum* L.) разного срока созревания в лесостепной зоне Челябинской области.

Условия, материалы и методы

Исследования проведены в период 2015–2017 гг. на опытном поле Южно-Уральского научно-исследовательского института садо-



водства и картофелеводства – филиала ФГБНУ Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук. Предшественник картофеля – чистый пар. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый с содержанием гумуса (по Тюрину) – 5,90–7,26%, легкогидролизуемого азота (по Тюрину и Кононовой) – 7,0–7,9 мг/100 г почвы, подвижного фосфора (по Чирикову) – 11,8–16,0 мг/100 г почвы, обменного калия (по Чирикову) – 19,3–25,7 мг/100 г почвы, $pH_{\text{сop}}$ – 5,12–5,28. Агротехника картофеля общепринятая для зоны. Посадку проводили семенными клубнями массой 50–70 г.

Схема опыта:

Фактор А – срок посадки: 1. Первый (12–15 мая) – контроль; 2. Второй (25–29 мая); 3. Третий (5–12 июня).

Фактор В – глубина посадки: 1. Мелкая (5–6 см); 2. Глубокая (10–12 см).

Фактор С – сорт: 1. Розара (ранний); 2. Кузовок (среднеспелый).

Фактор D – схема (густота) посадки: 1. 75×27 см (49 тыс. клубней на 1 га); 2. 75×19 см (70 тыс./га).

Фактор E – уровень питания: 1. Без удобрений (контроль); 2. Удобрения в расчете на урожай 25 т/га (NPK-1); 3. Удобрения в расчете на урожай 40 т/га (NPK-2).

Опыт закладывали в четырехкратной повторности. Размещение вариантов в повторениях рендомизированное. Площадь делянки – 27 м². Обработку данных проводили методом многофакторного дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [8]. Дозы удобрений (нитроаммофоска 16:16:16, аммиачная селитра, двойной суперфосфат и сульфат калия) под планируемый урожай картофеля устанавливали расчетно-балансовым методом [9]. В среднем за 3 года доза удобрений в расчете на урожай 25 т/га составила $N_{75}P_{92}K_{58}$, на урожай 40 т/га – $N_{175}P_{242}K_{244}$.

По величине гидротермического коэффициента вегетационный период (май–сентябрь) 2015 и 2017 гг. был признан достаточно влажным (ГТК = 1,54 и 1,45 соответственно), 2016 гг. – недостаточно влажным (1,13).

Результаты исследований и их обсуждение

Урожайность картофеля в среднем за период исследований определялась главным образом уровнем минерального питания (вклад фактора – 58,7%), густотой посадки (20,0%) и генотипа (10,5%), достоверно зависела также

от срока посадки (7,5%) и глубины заделки семенного материала (0,4%).

В условиях 2015 г. наибольшая продуктивность картофеля отмечалась при первом сроке посадки (15 мая), при этом у сорта Розара разница между мелкой и глубокой заделкой семенного материала была незначительной – 35,9 и 36,6 т/га. Тогда как у сорта Кузовок мелкая посадка достоверно увеличивала урожай на 2,2 т/га (НСР₀₅ В = 1,0 т/га). Преимущество по сравнению со вторым сроком посадки у сорта Розара составило в среднем 3,8 т/га, Кузовок – 3,9 т/га, а по сравнению с поздней посадкой – 6,1 и 7,1 т/га соответственно (НСР₀₅ А = 1,3 т/га) (рис. 1).

В 2016 г. максимальная урожайность картофеля формировалась при втором сроке посадки (25 мая): у сорта Розара – 26,1 и 25,4 т/га соответственно при мелкой и глубокой посадке, а у сорта Кузовок – 28,1 и 27,1 т/га. В последнем случае мелкая заделка семенных клубней обеспечила достоверную прибавку урожая (НСР₀₅ В = 0,8 т/га). По сравнению с посадкой во второй декаде мая продуктивность сорта Розара увеличилась в среднем на 2,1 т/га, Кузовок – на 2,0 т/га, а по сравнению с посадкой в начале июня – на 3,2 и 4,1 т/га соответственно (НСР₀₅ А = 1,3 т/га).

В 2017 г. наибольшая продуктивность сорта Розара зафиксирована при мелкой посадке 25 мая (30,2 т/га), тогда как у сорта Кузовок разница между вариантами мелкой и глубокой заделки семенных клубней незначительна (НСР₀₅ В = 0,9 т/га). Прибавка урожая по сравнению с поздней посадкой у сорта Розара составила 5,8 т/га, Кузовок – 6,1 т/га (НСР₀₅ А = 1,2 т/га).

Минеральные удобрения в расчете на урожай 25 т/га в среднем за 3 года обеспечивали увеличение урожайности сорта Розара на 8,7 т/га, Кузовок – на 9,0 т/га, а в расчете на урожай 40 т/га – на 15,5 и 16,0 т/га соответственно. Загущение посадок с 49 до 70 тыс. клубней на 1 га повышало этот показатель у сорта Розара на 4,4 т/га, а у сорта Кузовок – на 5,4 т/га.

В целом наибольшее содержание крахмала в клубнях картофеля сорта Розара отмечалось в 2016 г. (в среднем 16,54%), а сорта Кузовок – в 2017 г. (15,87%), наименьшим этот показатель у обоих сортов был в 2015 г. – 14,93 и 14,27% соответственно. Промежуточное значение крахмалистости клубней у сорта Розара (16,21%) отмечалось в 2017 г., а у сорта Кузовок в 2016 (14,66%). Это свидетельствует о том, что особенности вегетационного периода оказывают определенное влияние на накопление разных по спелости сортов картофеля.

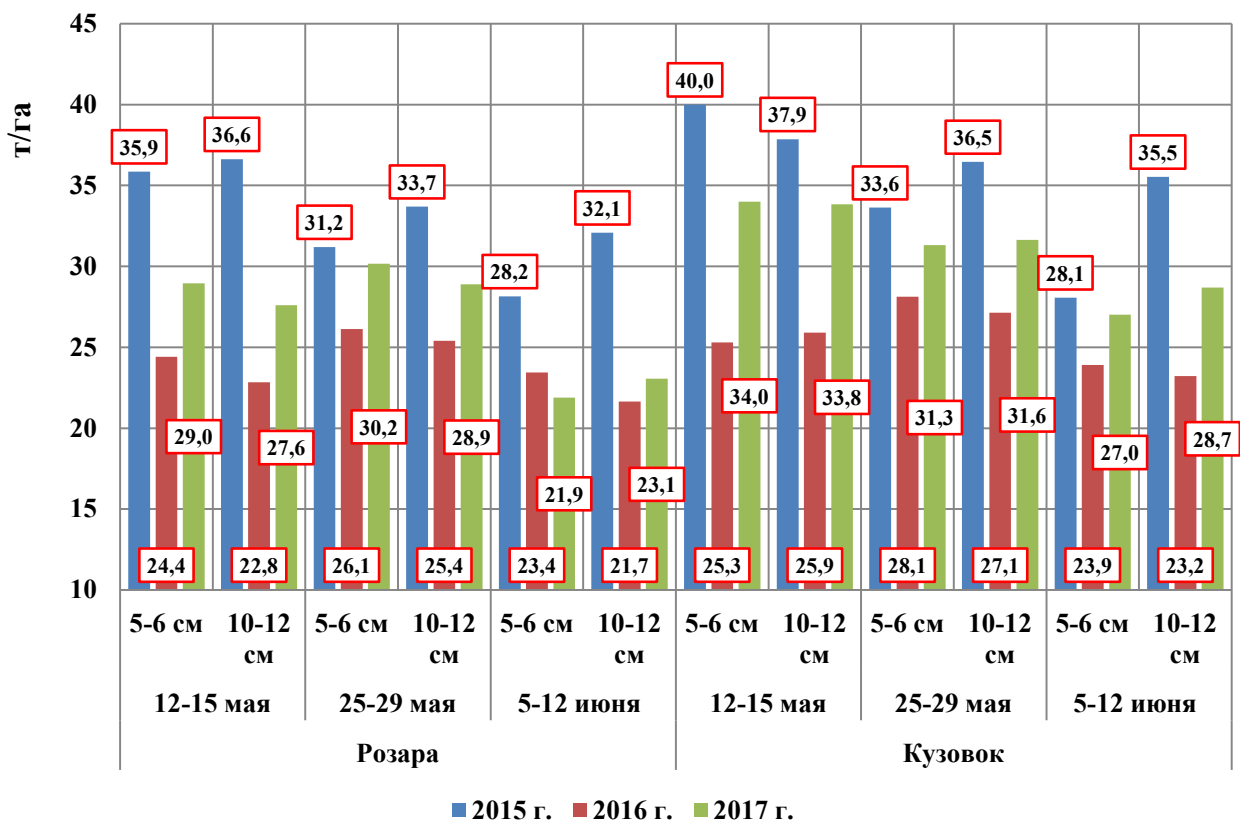


Рис. 1. Урожайность картофеля в зависимости от срока и глубины посадки (среднее по фонов питания и густоте посадки), т/га

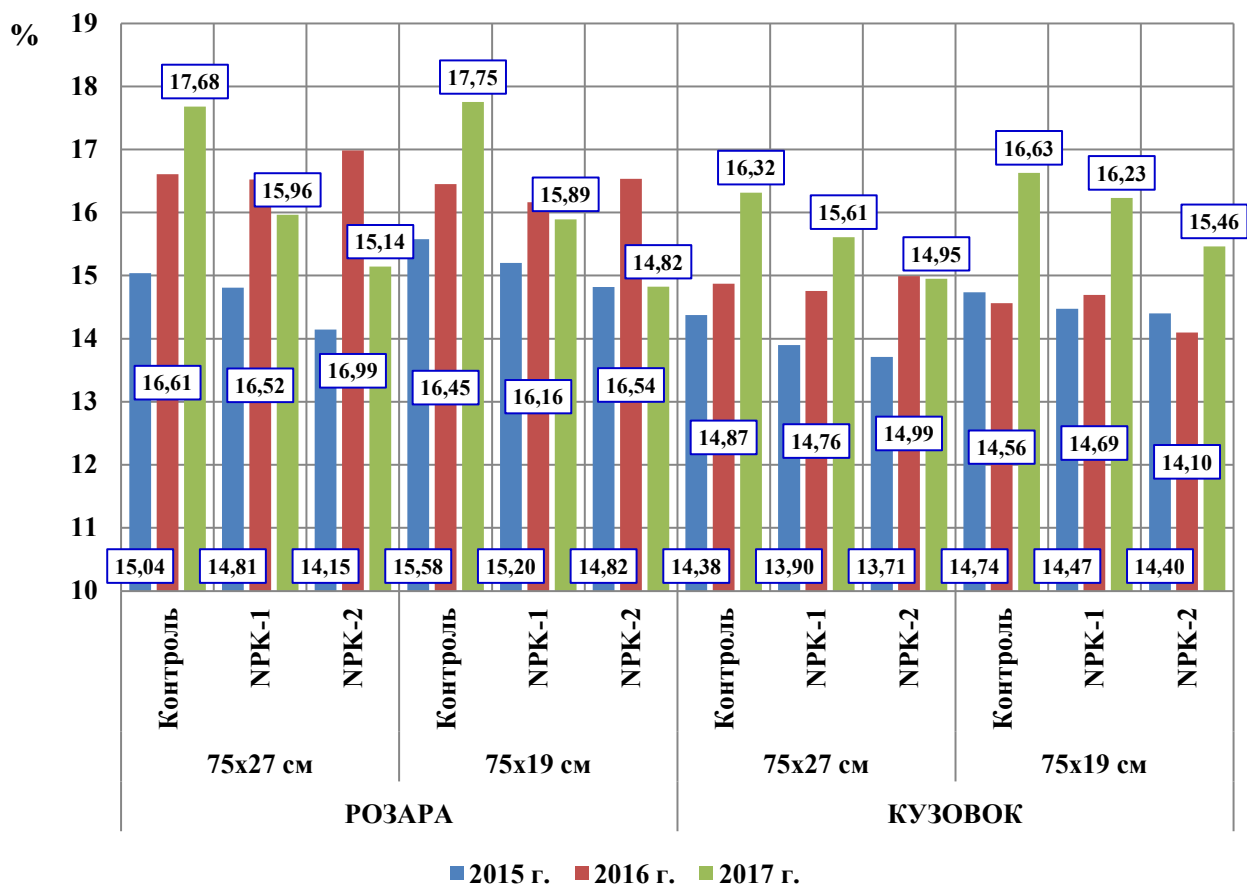


Рис. 2. Крахмалистость клубней картофеля в зависимости от сорта, уровня питания и схемы посадки, %



Наибольшая крахмалистость клубней картофеля формировалась на фоне естественного плодородия: у сорта Розара – 15,04–17,68% при схеме посадки 75×27 см и 15,58–17,75% при схеме посадки 75×19 см, у сорта Кузовок – 14,38–16,32 и 14,74–16,63% соответственно. Применение сбалансированных доз минеральных удобрений, рассчитанных на получение урожая 25 т/га, снижало крахмалистость картофеля сорта Розара в среднем на 0,76%, Кузовок – на 0,30%, а в расчете на урожай 40 т/га – на 1,11 и 0,65% (рис. 2).

Это согласуется с результатами других исследований. Так, по данным Л.С. Федотовой [10] и Н.С. Зарипова [11], сбалансированное питание картофеля позволяет не только получать планируемый урожай, но и избегать существенного ухудшения качества клубней. Разное влияние минеральных удобрений на показатель крахмалистости клубней Ю.С. Авдеев [12] объясняет генетическими особенностями сортов разного срока созревания и их неодинаковой реакцией на условия возделывания.

Загущение посадок картофеля с 49 до 70 тыс. клубней на 1 га увеличивало изучаемый показатель у сорта Кузовок в среднем на 0,20% (наибольшая прибавка отмечалась на фоне NPK-1, рассчитанном на получение урожая 25 т/га – 0,38%). Тогда как у сорта Розара повышение крахмалистости клубней отмечалось только на фоне без удобрений (контроль) – на 0,15%.

Известно, что загущение посадок изменяет условия питания и освещения картофеля, что оказывает влияние на рост, развитие и ассимиляционную деятельность растений, а в конечном счете на величину и качество урожая клубней [13–15].

Сроки посадки картофеля существенно влияли на накопление крахмала в клубнях. Наибольшим этот показатель был при посадке картофеля во второй декаде мая: у сорта Розара – 15,34–18,87%, у сорта Кузовок – 14,86–16,86%, что было в среднем на 1,60 и 1,26% больше, чем при втором и соответственно на 1,87 и 2,11% больше, чем третьем сроке посадки (рис. 3).

Полученные нами данные о том, что ранние сроки посадки способствуют накоплению крахмала в клубнях картофеля, согласуются с результатами других исследований [16–19]. Так, содержание крахмала в клубнях сорта Жуковский ранний в условиях в Липецкой области при посадке 27 апреля составило в среднем 13,0%, 6 мая – 12,6%, 6 июня – 12,0%;

Удача – 12,7%, 11,7 и 10,7%; Сокольский – 15,0%, 14,6 и 12,4% соответственно [16]. В Республике Татарстан при первом сроке посадки крахмалистость клубней сорта Невский составила в среднем 13,1%, при втором сроке посадки (через 10 дней) она снижалась на 1,1%, а при третьем (через 20 дней) – на 3,2% [17].

Ряд исследователей считает, что для формирования наибольшей крахмалистости клубней необходимы не ранние, а оптимальные сроки посадки. Так, в условиях Смоленской области наибольшее содержание крахмала в клубнях картофеля сорта Петербургский (19,4%) зафиксировано при посадке в оптимальные сроки (1–4 мая). Ранняя посадка (25–28 апреля) снижала этот показатель на 1,7%, а поздняя (19–24 мая) – на 5,1% по сравнению с посадкой 1–4 мая [20]. В Тюменской области содержание крахмала в клубнях сорта Каратоп при втором сроке посадки (20 мая) было на 0,4% больше, чем при посадке 10 мая и на 0,9% больше, чем при посадке 30 мая [21]. Аналогичная закономерность установлена и в Республике Башкортостан по сорту Искра [22] и в Новосибирской области по сортам Антонина, Лина и Хозяюшка [23].

Учитывая вышесказанное, можно предположить, что посадка картофеля в первой декаде мая в условиях Челябинской области не приведет к значительному повышению содержания крахмала в клубнях. Это подтвердилось в 2017 году, когда в нашем опыте дополнительно изучали ранний срок посадки (5 мая). Повышение крахмалистости клубней картофеля по сравнению с посадкой 15 мая отмечалось только в варианте мелкой посадки сорта Кузовок (на 0,54%), тогда как в варианте глубокой посадки прибавка была недостоверной (0,06%), а у сорта Розара в обоих случаях этот показатель существенно снижался (на 0,98 и 0,79% соответственно).

Влияние глубины заделки семенного материала на крахмалистость клубней картофеля зависело от генотипа, условий вегетационного периода и срока посадки. Так, в благоприятных условиях 2015 г. заделка посадочного материала сорта Кузовок на глубину 10–12 см повышала крахмалистость клубней при первом сроке посадки в среднем на 0,28%, при втором – на 1,47%, третьем – на 0,54% по сравнению с мелкой посадкой. У сорта Розара достоверная прибавка отмечена только в варианте поздней посадки – 0,42%.

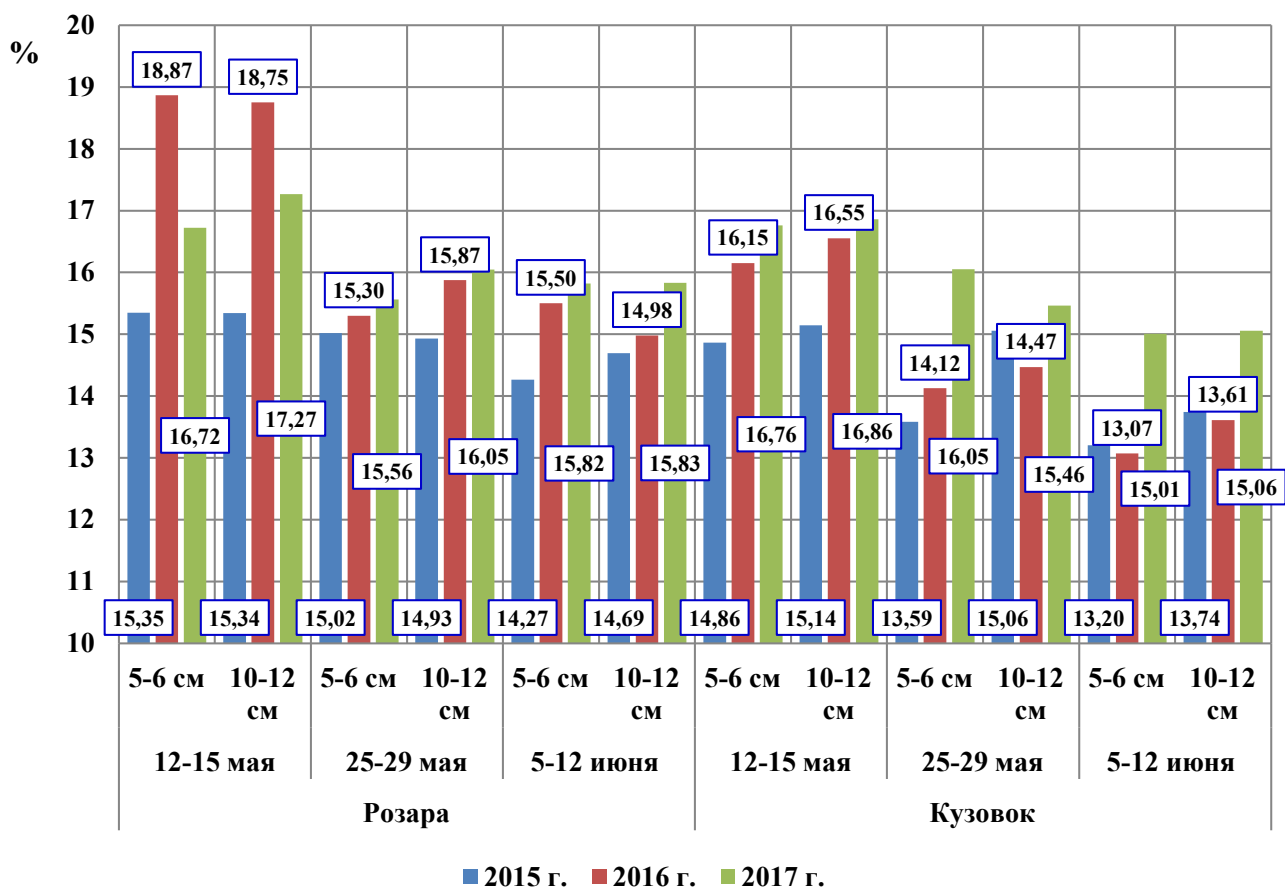


Рис. 3. Крахмалистость клубней картофеля в зависимости от сорта, срока и глубины посадки, %

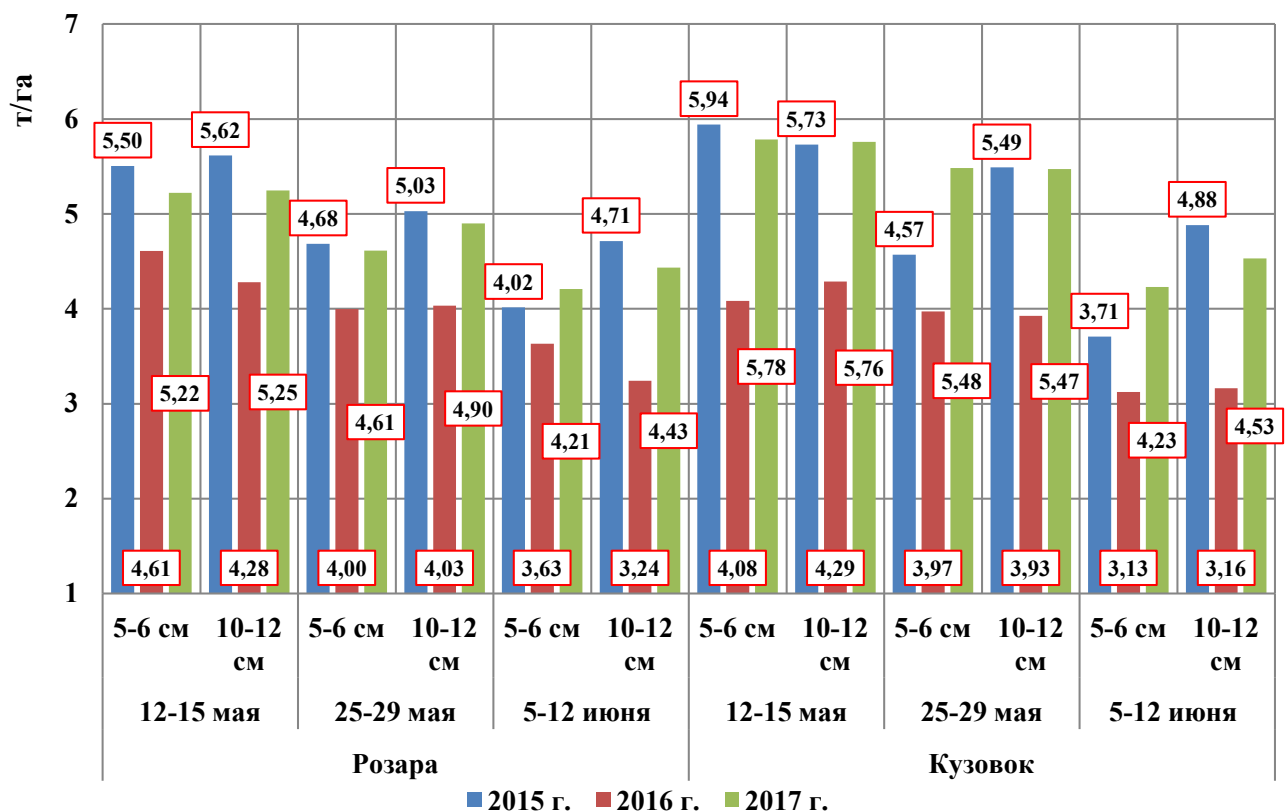


Рис. 4. Сбор крахмала с единицы площади картофеля (среднее по фоновым питанием и густоте посадки), т/га



В условиях 2016 г. глубокая заделка семенного материала повышала крахмалистость клубней сорта Кузовок при первом сроке посадки – на 0,40%, при втором – на 0,35%, при третьем – на 0,54%. Тогда как у сорта Розара при посадке в третьей декаде мая этот показатель увеличивался на 0,57%, при поздней посадке – снижался на 0,52%, а при ранней посадке изменялся незначительно.

В 2017 г. достоверное увеличение крахмалистости клубней отмечено в вариантах глубокой посадки картофеля сорта Розара во второй и третьей декадах мая (на 0,55 и 0,49% соответственно). Тогда как у сорта Кузовок этот показатель при глубокой посадке 5 мая снижался на 0,38%, 25 мая – на 0,59%, а при посадке 15 мая и 6 июня – незначительно увеличивался (на 0,10 и 0,05% соответственно).

В среднем за 2015–2017 гг. глубокая заделка картофеля приводила к существенному увеличению крахмалистости клубней сорта Кузовок во все сроки посадки (12–15 мая – на 0,26%, 25–29 мая – на 0,41%, 5–12 июня – на 0,38%). У сорта Розара достоверная прибавка (0,33%) обнаружена только при посадке в третьей декаде мая, тогда как при первом и третьем сроках посадки разница была незначительной (+0,14% и –0,03% соответственно).

Повышение крахмалистости клубней при глубокой заделке семенного материала отмечается и в других регионах. Так, в Литве заделка семенного картофеля на глубину 10–12 см увеличивала этот показатель на 0,3% по сравнению с глубиной 5–7 см [24]. На Украине при глубине посадки 9 см крахмалистость клубней сорта Приекульский ранний (14,58%) была на 0,25% больше, чем при посадке на глубину 6 см [25]. В Республике Татарстан содержание крахмала в клубнях сорта Невский при глубине посадки 10–12 см оказалось на 0,21–0,47% больше, чем на контроле (6–8 см) [15]. В Московской области заделка картофеля на глубину 12–13 см повышала крахмалистость клубней сорта Резерв на 0,16%, а сорта Брянский – на 0,10% по сравнению с заделкой на глубину 4–5 см [26].

Сбор крахмала с единицы площади является наиболее удобным показателем оценки влияния тех или иных агротехнических приемов на крахмалистость картофеля. Результаты учета сбора крахмала с 1 га по годам исследований представлены на рисунке 4.

Оптимальный срок посадки картофеля (12–15 мая) повышал сбор крахмала с 1 га в среднем на 9,3–17,1% по сравнению с посад-

кой в третьей декаде мая и на 22,7–31,0% по сравнению с поздней посадкой; сорта Кузовок – на 4,3–10,0 и 30,1–42,0% соответственно. Эта закономерность наблюдалась во все годы исследований. Влияние глубины заделки семенных клубней на сбор крахмала с единицы площади зависело от условий вегетационного периода, срока посадки и генотипа. У сорта Кузовок достоверное увеличение этого показателя отмечено в вариантах мелкой посадки 15 мая 2015 г., глубокой посадки 12 мая 2016 г. и 6 июня 2017 г.; у сорта Розара – при мелкой посадке 12 мая и 8 июня 2016 г., а также в вариантах глубокой посадки 29 мая и 12 июня 2015 г., 25 мая и 6 июня 2017 г.

Дисперсионный анализ многофакторного опыта показал, что в среднем за 2015–2017 гг. крахмалистость клубней картофеля главным образом зависела от срока посадки (вклад фактора – 50,5%), сорта (33,4%), уровня минерального питания (9,3%) и глубины посадки (2,1%). Сбор крахмала с единицы площади определялся уровнем питания (47,3%), сроком (22,8%) и густотой посадки (22,2%), в меньшей степени – от сорта (2,2%) и глубины заделки семенного материала (1,2%).

Выводы

1. Приемы агротехники оказывают существенное влияние на крахмалистость клубней картофеля в условиях лесостепной зоны Челябинской области. Накоплению крахмала способствуют посадки картофеля во второй декаде мая (оптимальный срок посадки) с заделкой семенных клубней на глубину 10–12 см: у сорта Розара – 17,12%, у сорта Кузовок – 16,19%.

2. Наибольшая крахмалистость клубней формировалась на фоне естественного плодородия: у сорта Розара – 15,04–17,68% при схеме посадки 75×27 см и 15,58–17,75% при схеме посадки 75×19 см, у сорта Кузовок – 14,38–16,32 и 14,74–16,63% соответственно. Применение сбалансированных доз минеральных удобрений, рассчитанных на получение урожая 25 т/га, снижало крахмалистость картофеля сорта Розара в среднем на 0,76%, Кузовок – на 0,30%, а в расчете на урожай 40 т/га – на 1,11 и 0,65%.

3. Загущение посадок картофеля с 49 до 70 тыс. клубней на 1 га увеличивало содержание крахмала в клубнях сорта Кузовок на 0,10–0,38% в зависимости от фона питания, тогда как у сорта Розара повышение этого показателя отмечалось только на фоне без удобрений (контроль) – на 0,15%.

4. Посадка картофеля в третьей декаде мая, обеспечивая формирование высокой урожайности клубней, сопровождается снижением крахмалистости клубней сорта Кузовок – на 1,19–1,33%, Розара – на 1,50–1,69% по сравнению с посадкой по второй декаде мая.

5. Поздняя посадка картофеля (5–12 июня) существенно снижает как урожайность (Розара – на 2,4–4,8 т/га, Кузовок – на 4,1–6,3 т/га), так и крахмалистость клубней: сорта Розара – на 1,78–1,95%, Кузовок – на 2,05–2,16%.

6. Мелкую заделку семенных клубней (на 5–6 см) в лесостепной зоне Челябинской области следует использовать только при посадке во второй декаде мая, так как это обеспечивает формирование наибольшей урожайности картофеля и более высокий сбор крахмала с 1 га. При посадке в третьей декаде мая и начале июня следует использовать глубокую заделку посадочного материала. Глубокая посадка сорта Розара 25–29 мая повышала урожайность на 0,9 т/га, Кузовок – на 1,2 т/га, а содержание крахмала в клубнях – на 0,33 и 0,41% соответственно. При посадке 5–12 июня глубокая заделка семенного материала повышала продуктивность сорта Розара на 1,4 т/га, Кузовок – на 1,9 т/га, а крахмалистость клубней сорта Кузовок – на 0,38%.

Список литературы

1. Карманов С. Н., Кирюхин В. П., Коршунов А. В. Урожай и качество картофеля. М. : Россельхозиздат, 1988. 167 с.

2. Кирюхин В. П. Накопление крахмала в растущих клубнях // Картофель и овощи. 1989. № 11. С. 11–12.

3. Филиппова Г. И. Систематическое применение возрастающих доз удобрений и лежкость картофеля при хранении // Научные труды НИИКХ. М., 1982. Вып. 39. С. 117–123.

4. Коршунов А. В. Накопление крахмала картофелем в зависимости от условий выращивания // Качество картофеля и картофелепродуктов / под ред. А. В. Коршунова. М., 2001. С. 37–88.

5. Федотова Л. С. Картофель в меняющемся мире // Картофель и овощи. 2008. № 8. С. 6–7.

6. Васильев А. А. Зависимость урожая и качества картофеля в лесостепной зоне Южного Урала от уровня минерального питания и густоты посадки // Доклады Россельхозакадемии. 2014. № 5. С. 25–28.

7. Васильев А. А., Горбунов А. К. К вопросу о сроках и глубине посадки картофеля (научный обзор) // Селекция, семеноводство и тех-

нология плодово-ягодных культур и картофеля : сб. науч. тр. / ФГБНУ ЮУНИИСК. Челябинск, 2017. Т. XIX. С. 207–223.

8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.

9. Селевцев В. Ф. Программирование урожая. Пермь, 1993. 86 с.

10. Федотова Л. С. Поступление элементов питания, их распределение по органам растений картофеля, вынос питательных элементов и качество продукции // Вопросы картофелеводства. Актуальные проблемы науки и практики : науч. тр. М. : ВНИИКХ, 2006. С. 157–166.

11. Зарипов Н. С. Урожайность и качество новых сортов картофеля в зависимости от густоты посадки и уровня минерального питания в условиях Южного Урала : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Курган, 2008. 18 с.

12. Авдеев Ю. С. Влияние удобрений на качество клубней картофеля // Агрехимия. 1991. № 3. С. 133–139.

13. Паламарчук М. В., Логинов Ю. П. Выбирайте оптимальные схемы посадки // Картофель и овощи. 2008. № 2. С. 10.

14. Дмитриенко П. А., Витриховский П. И. Густота стояния растений и качество урожая полевых культур в связи с применением удобрений // Агрехимия. 1973. № 5. С. 143–156.

15. Писарев Б., Владимиров М. Удобрение, площадь питания и урожай картофеля в Среднем Поволжье // Картофель и овощи. 1970. № 12. С. 3–4.

16. Попов Н. Н. Урожай и качество клубней разных сортов картофеля в зависимости от срока, густоты посадки и нормы минеральных удобрений в лесостепи ЦЧР : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Воронеж, 2004. 18 с.

17. Хуснутдинов Р. Г. Формирование картофеля сорта Невский при разных уровнях питания, сроках, густоте и глубине посадки на серой лесной почве : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 1991. 27 с.

18. Усов С. В. Повышение продуктивности и устойчивости агроценоза картофеля в условиях Тамбовской области : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Воронеж, 2006. 27 с.

19. Фазылов Ю. Х. Агробиологическое обоснование мер борьбы с колорадским жуком в юго-западной части Нечерноземья : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Воронеж, 2003. 24 с.

20. Карамулина И. А. Продукционный процесс и технологическая оценка клубней картофеля в Центральном регионе России : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 2008. 26 с.



21. Паламарчук М. В. Повышение урожайности и качества клубней картофеля в лесостепной зоне Тюменской области : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Тюмень, 2007. 16 с.

22. Андрианов А. Д. Особенности формирования урожая и качества раннего картофеля в зависимости от срока, густоты посадки и крупности семенных клубней в условиях лесостепи Башкортостана : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 1993. 23 с.

23. Формирование урожайности сортов картофеля в зависимости от элементов технологии возделывания в лесостепи Новосибирского Приобья / Р. Р. Галеев, Ю. Г. Сапожникова, М. С. Шульга, В. В. Шекера // Вестник Новоси-

бирского государственного аграрного университета. 2013. № 2 (27). С. 7–11.

24. Микалаюнас И. Ю. Глубина посадки картофеля и уход за ним на супесчаных почвах Литовской ССР : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Каунас, 1963. 22 с.

25. Андрушко О. Д. Основные агротехнические приемы выращивания раннего картофеля в условиях Прикарпатья : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Львов, 1972. 29 с.

26. Лесков Н. В. Особенности роста, развития и продуктивности растений картофеля в зависимости от применения бактериальных препаратов и глубины посадки : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 2000. 15 с.

Горбунов Анатолий Константинович, научный сотрудник, заведующий лабораторией элитного семеноводства картофеля, ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук».

E-mail: kartiofel_chel@mail.ru.

Васильев Александр Анатольевич, д-р с.-х. наук, ученый секретарь, ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук».

E-mail: kartiofel_chel@mail.ru.

Мушинский Александр Алексеевич, д-р с.-х. наук, профессор, заведующий отделом картофелеводства, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН.

E-mail: san2127@yandex.ru.

* * *

УДК 634.8:631.52(479.24)

ОЦЕНКА НОВЫХ ИНТРОДУЦЕНТНЫХ СОРТОВ ВИНОГРАДА В УСЛОВИЯХ АЗЕРБАЙДЖАНА

М. А. Гусейнов, Х. Н. Насибов, А. С. Шукюров, В. С. Салимов

В статье представлены результаты изучения и сравнительного анализа морфологических, биологических и хозяйственно-технологических особенностей местных и интродуцированных сортов винограда в условиях Джалилабадского района, а также приводится цифровое описание признаков и свойств генотипов, определяющих перспективность сортов винограда, выполненное на основе применения ампелодескрипторов, разработанных Международной организацией винограда и вина (OIV). В результате многолетних научно-исследовательских работ установлено, что урожайность интродуцированных сортов винограда варьирует от 6,0 до 12,4 кг/куст. Продуктивность сортов Кардинал и Прима относительно низкая (6,0 и 7,5 кг/куст соответственно). Урожайность сортов Султанина (8,2 кг), Алфонс Лавалье (9,7 кг), Аутумн Ройаль (9,8 кг), Ред Глоб (10,8 кг), Сентенниаль Сидлис (11,0 кг) и Паркент (12,4 кг) была значительно выше. Средняя масса гроздей у изученных сортов винограда значительно отличается: у сорта Кардинал – 327,7 г, Султанина – 338,0 г, Прима – 344,0 г, Алфонс Лавалье – 378,6 г, Сентенниаль Сидлис – 413,3 г, Ред Глоб – 426,7 г и Аутумн Ройаль – 440,7 г. А у сорта Паркент самая большая средняя масса гроздей 639,3 г. Математическая обработка данных показала, что по урожайности куста изучаемые сорта по сравнению с контрольными сортами отличаются значительно большей точностью.

Ключевые слова: столовый сорт винограда, ампелографическая коллекция, фенология, урожайность, плодоносные побеги, бесплодные побеги, сахаристость, титруемая кислотность.

Для осуществления интродукции сортов винограда в определенной местности и оценки перспективности сорта научное и практическое значение имеет изучение особенностей роста и развития, адаптации, экологической пластичности, плодоношения, урожайности, устойчивости к биотическим и абиотическим факторам, уволого-технологических, органолептических особенностей и фенологии. На этой основе исследователи проводили изучение морфологических, биологических, хозяйственно-технологических особенностей сортов винограда в конкретной местности и определяли их пригодность к использованию, традиционно поль-

зуясь многочисленными показателями. Сегодня задача по определению более эффективных, надежных и оперативных методов для оценки перспективности сортов винограда находится в центре внимания ученых мира [1, 3, 5, 6].

Материалы и методы исследований

Показатели урожайности (элементы плодоношения), а также химические показатели урожая сортов винограда изучались традиционными и современными методами [2, 5]. Фактические данные, полученные во время исследований (2010–2017), были обработаны статистически [4]. При кодировании ботанических



признаков, агробиологических и хозяйственно-технологических, и в целом фенотипических особенностей генотипов винограда и оценки их перспективности использовались международные дескрипторы OIV [1, 3, 5, 6].

Результаты и их обсуждение

Для комплексной оценки сортов винограда считается целесообразным использование «индекса плодоносности куста», выражающего соотношение количественных и качественных признаков этой культуры. На этой основе для определения оптимальной нагрузки у изучаемых сортов винограда при отборе продуктивных и качественных растений использовался индекс урожайности побега. Определено, что в зависимости от сахаристости общего урожая куста индекс урожайности побегов варьировал в пределах 25,7 (Кардинал) – 60,0 г × сахара (Паркент), у сортов Кардинал (25,7 г × сахара), Султанина (27,3 г × сахара) была на среднем уровне, а у сортов Ред Глоб, Прима, Альфонс Лавалье, Сентенниаль Сидлис, Аутумн Ройаль, Паркент (36,1–60,0 г × сахар) на высоком и очень высоком уровне. При определении этого показателя по сухой массе гроздей наименьшие значения отмечались у сортов Кардинал (133,3 г) и Султанина (149,0 г). Индекс урожайности побегов у сортов Ред Глоб, Альфонс Лавалье, Аутумн Ройаль находился на среднем уровне (192,8–213,0 г), а у сортов Сентенниаль Сидлис, Прима и Паркент – на высоком (262,0–295,2 г).

Средняя урожайность куста колеблется в пределах 6,0–12,4 кг; относительно низкая у сортов Кардинал (6,0) и Прима (7,5 кг) (таб. 1). У других сортов эти показатели были значительно выше: у Султанины – 8,2 кг, Альфонс Лавалье – 9,7 кг, Аутумн Ройаль – 9,8 кг, Ред Глоб – 10,8 кг, у Сентенниаль Сидлис – 11,0 кг, у Паркент – 12,4 кг.

Исследования показали, что у интродукционных столовых сортов, выращиваемых в условиях Джалилабадского района, основные показатели урожайности формируются на высоком уровне.

Во время исследований также приводится цифровое описание признаков и свойств генотипов, определяющих перспективность сортов винограда на основе применения 25 ампелодескрипторов, разработанных Международной организацией винограда и вина (OIV). Они определяются по соответствующим показателям для каждого сорта, умножаются на соответствующий коэффициент поправки, и для каждого сорта вычислялся общий балл (см. табл. 2). Полученные данные позволяют достаточно обоснованно судить о перспективности сортов винограда в Джалилабадской зоне. Так, показатель перспективности (в баллах) колебался в пределах 112,3–145,3 и составлял у Султанины 112,3, у Кардинала – 115,0, у Ред глоб – 122,2, у Альфонс Лавалье – 125,0, у Сентенниал сидлис – 133,5, у Примы – 136,6, у Паркента – 137,0, у Аутумн ройал – 145,3.

Таблица 1 – Показатели урожайности сортов винограда

Сорт	Количество плодоносных побегов, %	Коэффициент плодоносности побега	Средняя масса гроздей, г	Индекс урожайности побега, г	Индекс урожайности побега, г (по расчету сахаристости)	Урожайность куста, кг			Урожайность с гектара, ц
						$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\Delta, \bar{X} \%$	* <i>p</i> (по показателю <i>U</i>)	
Паркент	35,7	0,45	639,3±25,4	295,2	60,0	12,4±0,27	+51,6	<i>p</i> < 0,001	275,5
Прима	53,6	0,82	344,0±8,8	267,8	55,4	7,5±0,20	+20,0	<i>p</i> < 0,05	166,7
Ред глоб	30,6	0,45	426,7±4,1	192,8	36,1	10,8±0,41	+44,4	<i>p</i> < 0,001	240,0
Альфонс лавалье	41,3	0,59	378,6±7,5	210,8	42,4	9,7±0,20	+38,2	<i>p</i> < 0,001	216,3
Аутумн ройал	40,0	0,54	440,7±64,8	213,0	37,7	9,8±0,48	+38,8	<i>p</i> < 0,001	217,8
Сентенниал сидлис	45,2	0,70	413,3±2,7	262,0	47,7	11,0±0,31	+45,5	<i>p</i> < 0,001	245,2
Султанина	40,0	0,50	338,0±13,6	149,0	27,3	8,2±0,48	+26,8	<i>p</i> < 0,05	181,3
Кардинал (контроль)	26,7	0,40	327,7±6,8	133,3	25,7	6,0±0,20	–	–	133,3

Таблица 2 – Показатели перспективности сортов винограда

Код ампелодескриптора OIV	Коэффициент поправки	Паркент	Прима	Альфонс Лавалье	Аутумн ройал	Ред глоб	Султанина	Сентенниал сидлис	Кардинал (кон.)
301	0,5	5	3	7	7	7	7	7	3
629	2,5	1	7	1	5	1	5	3	7
305	0,4	7	5	5	5	7	5	5	3
604-1	0,2	7	7	9	9	9	7	7	7
630	1,5	5	7	7	7	7	5	7	3
153	0,7	2	3	3	3	3	2	3	1
502	1,0	9	5	5	7	7	5	5	5
504	2,5	9	9	9	9	9	9	9	7
505	2,2	7	7	5	7	5	5	5	5
204	0,7	7	7	7	7	9	7	7	7
206	0,2	7	5	7	7	7	5	5	5
220	1,0	9	5	7	7	9	3	9	7
222	2,0	2	2	2	2	2	2	2	1
223	1,0	6	3	4	9	3	5	9	3
225	1,8	9	5	5	5	3	1	1	3
228	0,4	5	5	7	3	3	3	5	5
236	1,5	1	3	4	3	3	1	4	4
237	1,3	1	1	3	2	1	1	3	5
238	0,2	7	5	5	5	7	5	5	5
240	0,5	7	7	5	7	7	5	7	5
242	0,2	3	5	5	9	7	9	9	1
351	0,5	9	7	7	5	5	7	9	7
452	1,0	5	5	5	5	5	3	5	3
455	1,0	5	3	3	5	3	3	5	3
459	0,8	7	7	5	7	7	7	7	1
Общий балл		137,0	136,6	125,0	145,3	122,2	112,3	133,5	115,0
Разница с контролем		+22,0	+21,6	+10,0	+30,0	+7,2	-2,7	+18,5	-

Полученные показатели в баллах были сравнены с показателями сорта Кардинал, возделываемого в Джалилабадском районе на протяжении многих лет, и превысили соответствующий показатель контрольного сорта: у сорта Ред глоб на 7,2, Альфонс Лавалье – на 10,0, Сентенниал сидлис – на 18,5, Прима – на 21,6, Паркент – на 22,0 балла. Было выявлено, что за исключением сорта Султанина показатель перспективности по сравнению с контрольным сортом Кардинал был выше на 7,2–30 баллов.

Таким образом, на основании оценивания местных и интродуцированных сортов по 25 наиболее важным признакам было установлено, что они характеризуются по положительным биологическим и хозяйственно-технологическим особенностям, и широкомасштабное выращивание этих сортов целесообразно в условиях Ленкорано-Астаринской зоны.

Список литературы

1. Разработка и реализация национальной программы совершенствования сортимента винограда в Украине / А. М. Авидзба [и др.]. Ялта : НИВиВ «Магарач», 2009. 15 с.
2. Лазаревский М. А. Изучение сортов винограда. Ростов-на-Дону : Изд-во Ростовского университета, 1963. 152 с.
3. Пытель И. Ф., Волынкин В. А., Олейников Н. П. Реализация моделей селекционных сортов винограда технического направления в ГБУ ННИИВВ «Магарач» // «Магарач» виноградарство и виноделие. 2015. № 3. С. 74–75.
4. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Минск : Высш. шк., 1973. 320 с.
5. Салимов В. С. Методы ампелографического исследования генетипов винограда. Баку : Муаллим, 2014. 183 с.



6. Трошин Л. П., Маградзе Д. Н. Ампелографический скрининг генофонда винограда. Краснодар : КГАУ, 2013. 120 с.

Гусейнов Мовлуд Арастун, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, Научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия, Азербайджанская Республика, г. Баку.

E-mail: movludh@mail.ru.

Насибов Хикмет Насир, канд. с.-х. наук, заведующий отделом, Научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия, Азербайджанская Республика, г. Баку.

E-mail: khikmet@mail.ru.

Шукюров Азер Салман, канд. с.-х. наук, заведующий отделом, Научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия, Азербайджанская Республика, г. Баку.

E-mail: a.shukurov@mail.ru.

Салимов Вугар Сулейман, д-р с.-х. наук, заведующий отделом, Научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия, Азербайджанская Республика, г. Баку.

E-mail: vugar_salimov@yahoo.com.

* * *

УДК 631.1+631.3+631.4

ГЛОБАЛЬНЫЕ ТРЕНДЫ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ В ТОЧНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ И СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

М. А. Пукальчик, Д. Г. Шадрин, М. В. Федоров

В обзоре рассмотрены мировые тренды в финансировании научно-исследовательских проектов для точного земледелия и точного сельского хозяйства за период с 2008 по 2017 годы. Выделены шесть приоритетных направлений исследований: искусственный интеллект и визуализация данных, животноводство, растениеводство, информационные системы, генетика, науки о земле. Возрастает значимость междисциплинарных проектов, включающих не только сбор показателей, но и применение методов обработки больших массивов данных. Наиболее актуальным научным направлением развития точного земледелия и сельского хозяйства сегодня является внедрение систем искусственного интеллекта и цифровых способов обработки данных для различных элементов агропромышленного сектора.

Ключевые слова: агропромышленный сектор, тренды, технологии, большие массивы данных, инновации, искусственный интеллект.

Основной задачей агропромышленного комплекса является достижение устойчивого роста сельскохозяйственного производства при условии снижения затрат энергетических и природных ресурсов [1]. В поиске решения этой проблемы сформировалось направление развития, называемое «точное земледелие» или «точное сельское хозяйство», предполагающее внедрение решений по сбору, хранению и обработке данных о состоянии различных объектов, подготовке рекомендаций по наилучшему управлению ими в рамках агропромышленного сектора [2]. Глобальный рынок точного земледелия и точного сельского хозяйства непрерыв-

но растет, по оценкам экспертов к 2022 году он может достигнуть 25,4 млрд долларов с ежегодным прогнозируемым ростом до 12,6% [3]. Системы автоматического управления машинами и оборудованием, сенсоры, дистанционное зондирование, интегрированная электронная связь и методы машинного обучения нашли широкое применение для сбора данных о состоянии земельных ресурсов [4], планировании ирригационных мероприятий [5], дифференцировании внесения удобрений [6]. Агропромышленный сектор стремительно трансформируется под влиянием нанотехнологий, возможностей метабеномики для селекции живых организмов,



производители интегрируют цепочки производства – сбыта и адаптируют свою продукцию под запросы конкретного потребителя. Одновременно с этим инструменты цифровизации дешевеют, а облачные технологии призваны сделать их применение массовым и доступным для потребителей. В ряде обзоров представлена исчерпывающая информация о текущих возможностях и недостатках известных технологических приемов для различных секторов земледелия и животноводства [7], указаны факторы, влияющие на успешность внедрения систем точного земледелия в России [8, 9].

Задача, которая стоит перед отраслью и производителями наукоемких продуктов, – выявление и поддержка перспективных трендов. Будущие ключевые решения для глобальных рынков формируются в первую очередь на этапе научно-исследовательских работ (далее – НИР), целью которых является расширение горизонта науки, позволяющее в дальнейшем решать конкретные практические задачи. Основным каналом распространения информации о НИР являются не только публикации исследователей в научных журналах, но и данные о выделенном финансировании на отдельные проекты, публикуемые в открытых источниках. Поэтому оценить тренды, которые в будущем будут определять ход развития точного земледелия, можно в том числе и через анализ мировых тенденций в финансировании отдельных НИР по точному земледелию и точному сельскому хозяйству.

Материалы и методы

Сведения о финансировании НИР в период с 2007 по 2017 г. приведены согласно базе данных (далее – БД) Dimensions (табл. 1). В статье речь идет о финансировании НИР преимущественно по линии зарубежных фондов и научных организаций, занимающих лидирующее место на открытом «рынке грантов». В их числе такие фонды, как Европейская комиссия (Бельгия), Национальный институт продовольствия и сельского хозяйства (США), Британский совет по биотехнологиям и биологическим наукам (Великобритания), Российский научный

фонд (Россия), а также такие научные организации, как Французский национальный институт сельского хозяйства (Франция), Институт технологий Швейцарии (Швейцария), Институт агрохимии и сельского хозяйства (США). Доля финансовых вложений этих фондов и институтов на мировом рынке грантов относительно общемировых объемов затрат на НИР невелика, однако известность и авторитет позволяют считать их наиболее влиятельными инвесторами в интеллектуальные инновации.

Источником информации для оценки публикационной активности исследователей в искомым направлениях являлись БД публикаций на английском языке Web of Science Core Collection (далее – БД Web of Science) и БД публикаций на русском языке eLibrary (далее – БД eLibrary). Под российской публикацией понимается публикация, автор (или хотя бы один из соавторов) которой в качестве аффилиации указал российскую организацию. В данной статье под «публикацией» подразумевали следующие типы документов: научная статья («article») и обзор («review»). Обзор включает сравнение по направлениям исследований «точное земледелие» (precision farming) и «точное сельское хозяйство» (precision agriculture), специфику и частоты встречаемости отдельных поднаправлений исследований в мировой научной литературе согласно БД Web of Science. Перечень информационных ресурсов, использованных при подготовке статьи, представлен в таблице 1.

Результаты исследований

К числу определяющих элементов поиска и идентификации работ по заданной тематике относится терминология. «Точное земледелие – это интегрированная сельскохозяйственная производственная система, основанная на достижениях информационных технологий, использовании системы автоматического управления и регулирования тракторами и сельскохозяйственными машинами и оборудованием, сенсорной техники и общей компьютеризации всех процессов сельскохозяйственного менеджмента и направленная на оптимизацию

Таблица 1 – Информационные ресурсы, использованные при подготовке обзора

База данных	Тип	URL	Формат доступа
Dimensions	База данных НИР	https://www.dimensions.ai/	Подписка
Web of Science	Реферативная база данных	https://apps.webofknowledge.com	Подписка
eLibrary	Реферативная база данных	https://elibrary.ru	Бесплатный доступ к поиску

агротехнологий и стабилизацию продуктивности агроценозов при минимальном отрицательном воздействии на окружающую среду» (цит. по [10]). В мировой научной литературе распространены два вида ключевых терминов «точное земледелие» (precision farming) и «точное сельское хозяйство» (precision agriculture), область использования которых во многих областях применения перекрывается. Несмотря на распространенное у отечественных авторов

мнение, что в англоязычной литературе точное сельское хозяйство включает животноводство и растениеводство [11], анализ публикаций БД Web of Science за последние 10 лет показывает, что направления животноводства, производства продуктов питания, ветеринарии входят в область точного земледелия, тогда как для точного сельского хозяйства характерны такие уникальные области, как растениеводство, визуализация и фенотипирование растений (рис. 1).

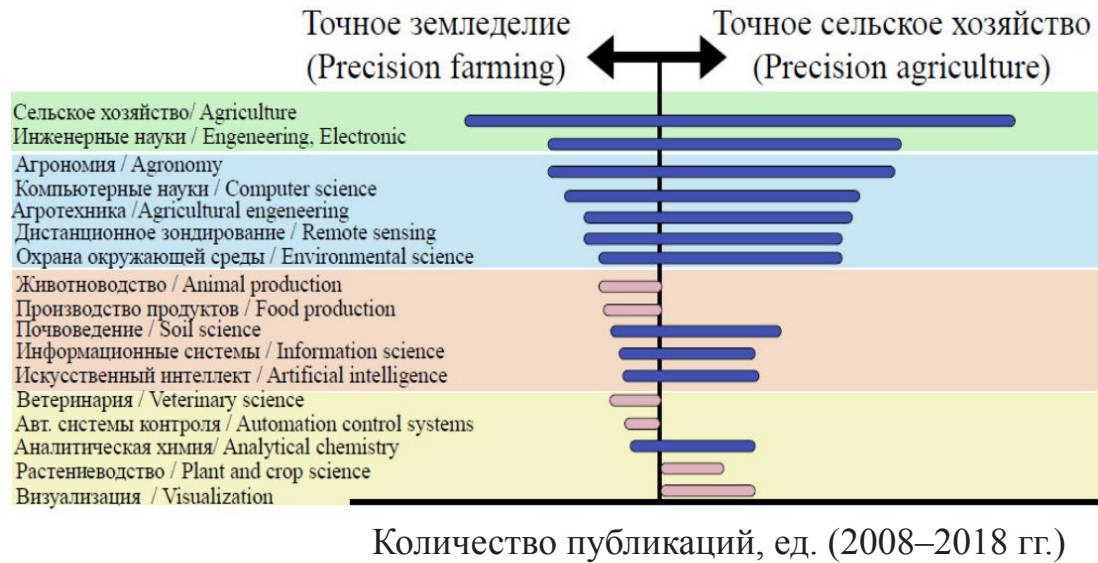


Рис. 1. Частота употребления терминов «точное земледелие» и «точное сельское хозяйство» в публикациях из БД Web of Science в период с 2008-го по 2018 гг. с указанием ключевых направлений исследований в рамках тематик

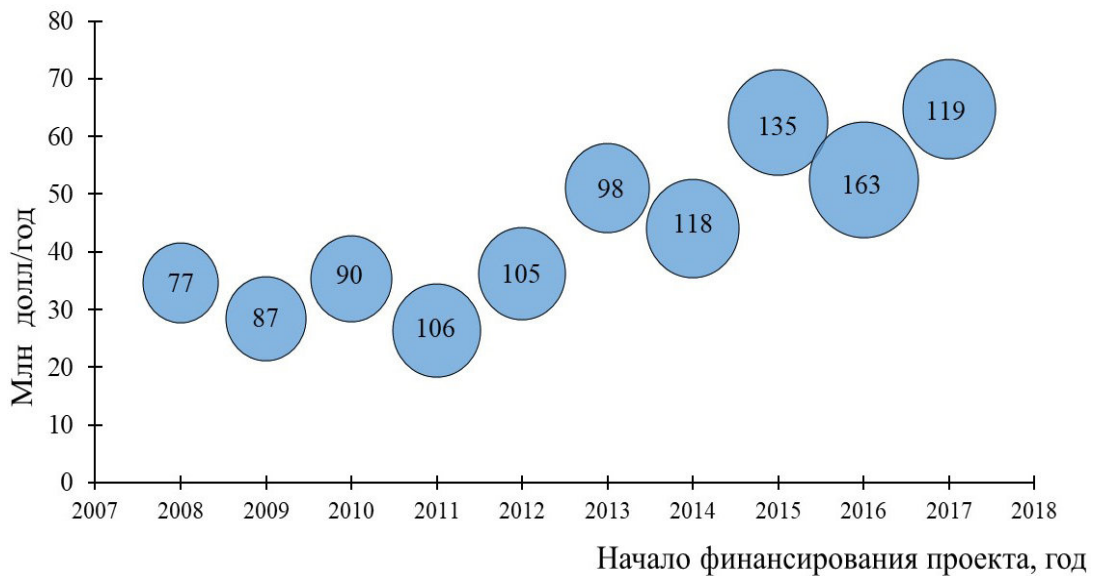


Рис. 2. Тенденции финансирования НИР в области точного земледелия и точного сельского хозяйства за период 2008–2017 гг. (Ось абсцисс отражает год начала финансирования проектов; ось ординат – объем выделенных средств согласно БД Dimensions, млн долл. в год; размер облака и значение внутри него отражают количество проектов, поддержанных в течение одного календарного года, ед.)



Сравнение публикаций, заявленных по идентичным направлениям исследований (например, сельское хозяйство, инженерные науки и т.п.) с ключевыми словами «точное земледелие» и «точное сельское хозяйство», показывают, что среди наиболее высокоцитируемых статей носители английского языка (США, Великобритания, Австралия) чаще используют терминологию «точное земледелие», тогда как ученые из неанглоязычных стран (Китай, Индия, ЕС, Иран и т.д.) в аналогичных случаях применяют термин «точное сельское хозяйство». В настоящем исследовании поиск проводился одновременно по двум терминам для получения более объективной картины.

Сегодня точное земледелие и точное сельское хозяйство находятся в фазе стремительного роста. Трендом последнего десятилетия является пристальное внимание к разработкам в этой области наук, суммарный объем выделенных средств на НИР по линиям различных фондов согласно БД Dimensions увеличился с 34 млн долл. в 2008 г. до 68 млн долл. к 2017 г. (рис. 2).

Структурный срез по направлению исследования, включающий в себя анализ среднегодовых значений количества поддержанных НИР за 2008–2017 гг., представлен на рисунке 3А. Выявлено, что исследования в мире ведутся или готовятся к проведению в основном по шести направлениям, условно агрегированным по смысловому принципу в следующие теги: искусственный интеллект и визуализация данных, животноводство, растениеводство, информационные системы, генетика, науки о земле (почвоведение). Этот перечень дает реальную картину ключевых точек роста в области точного земледелия и точного сельского хозяйства в планетарном масштабе. Происходит постоянно усиливающееся взаимопроникновение смежных, ранее развивавшихся отдельно, научных областей. Исследования все более выходят за рамки одной дисциплины, приобретая свойства «научного композита», становясь в полном смысле мультидисциплинарными.

Магистральным направлением мирового агропромышленного сектора будущего, как ожидается, должен стать «Искусственный интеллект и визуализация данных». Распределение тематик работ в рамках этого направления представлено на рисунке 3Б. Этот тренд может быть обусловлен значительным прорывом в робототехнике и инженерии, произошедшим в последние десятилетия. Благодаря внедре-

нию прогрессивных систем компьютерного зрения появилась возможность применять технологии автоматизации не только в крупных агрохолдингах, но и в отдельных фермерских и малых хозяйствах. В качестве позитивного результата последних открытий можно ожидать прогресс в оптимизации и предсказании урожайности сельскохозяйственных культур для различных почвенно-климатических зон. Среди множества поддержанных проектов стоит отметить НИР «Роботы для микроферм» (2017–2021), финансируемую Европейским Союзом в рамках программы «Горизонт 2020» [12]. Конечной целью разработчиков является создание цифровой платформы мониторинга состояния посевов с применением робототехники и программно-аппаратного комплекса поддержки принятия решений по управлению фермами.

Активно развивается область дистанционной диагностики заболеваний растений, предпосылками к которой была серия качественных прорывов в области технологий обработки данных, а появившиеся также мультиспектральные камеры, обладающие хорошей разрешающей способностью (1010×1010 пикселей и более), позволяющие в полевых условиях получать обширные сведения о состоянии посевов [13, 14], выявлять развития болезней на ранних стадиях [15,16]. Проект «Улучшение прогноза рисков для точного сельского хозяйства: автоматизированный мониторинг распространения патогенных растений» (2014–2018) направлен на отображение распространение «ржавчины» листьев пшеницы, вызываемой грибами рода *Phragmidium* или *Puccinia*, в режиме реального времени [17]. Успешное выполнение проекта, несомненно, приведет к существенному снижению убытков фермеров в Великобритании, связанных с потерей урожая, достигающих 50 млн фунтов стерлингов в год [18]. Важная роль будет отводиться не борьбе с последствиями заболеваний растений, а их профилактике и раннему прогнозированию и в перспективе позволит значительно оптимизировать и снизить расход фунгицидов.

Данные, полученные с помощью БД Web of Science, показывают, что количество публикаций по ключевым направлениям финансирования НИР в области точного земледелия и точного сельского хозяйства также непрерывно возрастает (рис. 4). Увеличение финансирования по направлению приводит к значительному росту публикационной активности.

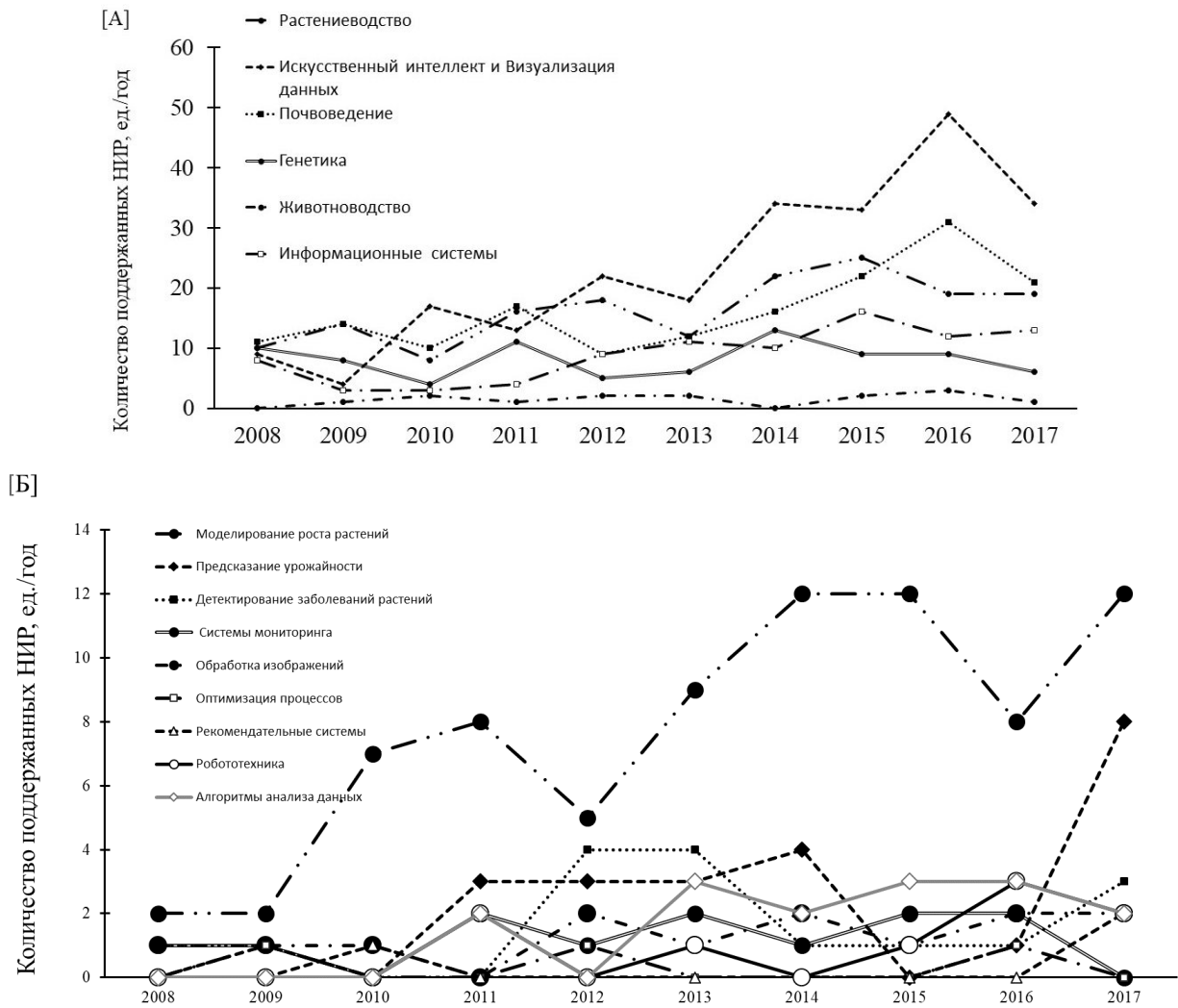


Рис. 3. Количество поддержанных грантов и распределение по приоритетным тематикам в рамках направления точного сельского хозяйства и точного земледелия за период 2008–2017 гг. согласно БД Dimensions [А], а также количество поддержанных грантов и подтематике исследования направления «Искусственный интеллект и визуализация данных» для точного земледелия и точного сельского хозяйства [Б]

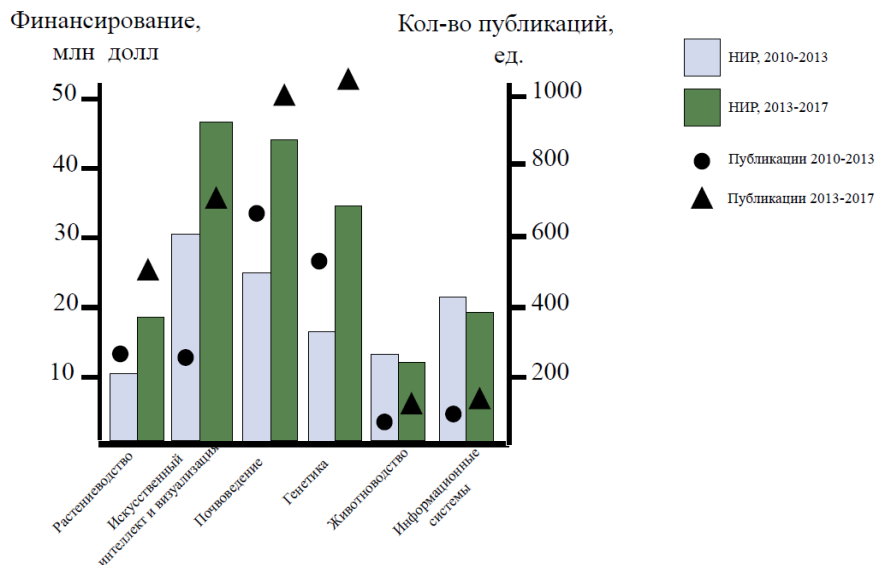


Рис. 4. Сравнительный анализ публикационной активности (по данным БД Web of Science) и финансирования проектов, млн долл. (по данным БД Dimensions), в области точного земледелия и точного сельского хозяйства



В утвержденной Федеральной научно-технической программе развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы повышение инновационной и научно-исследовательской активности в агропромышленном секторе объявлено государственным приоритетом [19]. Однако, согласно общепринятой оценке эффективности научной деятельности, отмечаются весьма слабые позиции России в мировой науке по направлению точного земледелия и точного сельского хозяйства. Заметное лидерство в общем количестве публикаций по тематике удерживают США (728 статей), Германия (309), Китай (308), Австралия (166), тогда как доля России всего 22 публикации при глубине поиска в 10 лет. В случае расширения области поиска по ключевому слову «сельское хозяйство» общее количество публикаций, аффилированных с Россией, увеличивается до 723, но общая картина остается неизменной – доля отечественной науки в мировом пуле публикаций менее 1%.

Следует отметить, что при этом профиль публикационной активности исследований и внутри направлений точного земледелия и точного сельского хозяйства России и некоторых зарубежных стран также отличается. Анализ записей о публикационной активности отечественных авторов по БД eLibrary выявил 982 статьи с ключевым словом «точное земледелие» за период 2008–2017 гг., среди которых 453 статьи затрагивают вопросы по приоритетным мировым тематикам исследований, но только 137 из них имеют отличный от единицы индекс цитирования, в т.ч. 38 с индексом цитирования более 10 (табл. 2). Как известно, цитируемость – один из показателей востребованности публикации по направлению исследований и отражает воздействие публикации на научное

сообщество; выявление публикаций с высоким индексом цитирования – один из способов выявить приоритетные тематические направления исследований в области наук. Как видно из таблицы 2, наиболее цитируемые публикации в области точного земледелия частично затрагивают приоритетные направления финансирования НИР в мире (информационные системы, почвоведение, растениеводство). В то же время доля публикаций отечественных авторов в области искусственного интеллекта и визуализации данных для сельского хозяйства всего 1,1% в общем количестве русскоязычных статей. На фоне общего международного интереса к разработкам в области искусственного интеллекта и математических алгоритмов обработки данных развитие этого направления в России можно назвать перспективным.

Выводы и рекомендации

Растущее применение элементов точного земледелия и точного сельского хозяйства создает огромный коммерческий рынок для развития агропромышленного сектора по всему миру. За последние десять лет ведущие страны инвестируют огромные суммы и усилия для получения преимущества в этой отрасли. Очевидно, что все перечисленные технологии должны интенсивно развиваться и в России, но прежде всего следующие направления:

1. Разработка математических алгоритмов и самообучаемых систем искусственного интеллекта для автоматического распознавания природных и техногенных объектов в режиме реального времени.
2. Разработка рекомендательных систем контроля и управления качеством земельных ресурсов, а также объектами животноводства и растениеводства.

Таблица 2 – Количество публикаций в русскоязычных журналах с ключевыми словами «точное земледелие» и «точное сельское хозяйство» и их распределение по мировым приоритетным темам финансирования согласно БД eLibrary

Направление	Всего публикаций (2008–2017 гг.)	Индекс цитирования	
		10 и более	1 и более
Точное земледелие, в т.ч.:	982	38	137
Искусственный интеллект и визуализация данных	11	0	0
Информационные системы	70	6	26
Почвоведение	195	12	84
Генетика	0	0	0
Растениеводство	134	2	23
Животноводство	13	0	4

Список литературы

1. Шаталина Л. П. Точное земледелие как один из путей к энергосбережению ресурсов в сельскохозяйственном производстве // АПК России. 2017. Т. 24. № 4. С. 949–953.
2. Farm management systems and the Future Internet era / A. Kaloxylos [et al.] // Computers and Electronics in Agriculture. 2012. V. 89. P. 130–144.
3. “Global Precision Farming Market 2018–2023” Orbis. Режим доступа : <http://orbisresearch.com/reports/index/global-antenna-market-analysis-of-growth-trends-and-forecasts-2018-2023>.
4. A decision support system for agriculture and farming / R. Rupnik [et al.] // Computers and Electronics in Agriculture. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.04.001>.
5. Implementing precision irrigation in a humid climate – Recent experiences and on-going challenges / A. Daccache [et al.] // Agricultural Water Management. 2015. № 147. P. 135–143. URL : <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.05.018>.
6. Нефедов Б. А. Инновационные технологические процессы и машины для внутрипочвенного внесения минеральных удобрений в системе точного земледелия : монография. 2-е изд. М. : МЭСХ, 2015. 124 с.
7. Wolfert S., Ge L., Verdouw C., Bogaardt M. J. Big Data in Smart Farming – A review // Agricultural Systems. 2017. V. 153. P. 69–80. Doi: [10.1016/j.agry.2017.01.023](https://doi.org/10.1016/j.agry.2017.01.023).
8. Кирюшин В. И. Технологическая модернизация земледелия – неотложная задача // Экономика сельского хозяйства России. 2009. № 2. С. 17–25.
9. Якушев В. П., Лекомцев П. В., Петрушин А. Ф. Точное земледелие: опыт применения и потенциал развития // Информация и космос. 2014. № 3. С. 50–56.
10. Шпаар Д., Захаренко А. В., Якушева В. П. Точное сельское хозяйство (Precision Agriculture) : учеб.-практ. пособие. СПб. : Пушкин, 2009. 397 с.
11. Труфляк Е. В. Точное сельское хозяйство: Вчера, Сегодня, Завтра // Инновационные технологии в науке и образовании (ИТНО-2017) : матер. V Междунар. науч.-практ. конференции. 2017. С. 469–474.
12. Robotics for Microfarms. URL : https://cordis.europa.eu/project/rcn/212217_en.html ; Improved risk prediction for precision agriculture: automated monitoring of pathogen movement <http://gtr.ukri.org/projects?ref=101821> (дата обращения: 15.06.2018)
13. Specim IQ: Evaluation of a New, Miniaturized Handheld Hyperspectral Camera and Its Application for Plant Phenotyping and Disease Detection / J. Behmann [et al.]. Sensors. 2018. 18. 441.
14. Kuska M. T., Mahlein A. K. Eur J Plant Pathol (2018). Aiming at decision making in plant disease protection and phenotyping by the use of optical sensors//SI: Plant Pathology for Innovative Agroecology. 1-6. <https://doi.org/10.1007/s10658-018-1464-1>.
15. Mahlein A.-K., Oerke E.-C., Steiner U., and Dehne H.-W. Recent advances in sensing plant diseases for precision crop protection. European Journal of Plant Pathology, 133(1): 197–209, 2012.
16. Evaluating multi-spectral images and vegetation indices for precision farming applications from uav images / S. Candiago [et al.]. Remote Sensing, 7(4): 4026–4047, 2015.
17. Improved risk prediction for precision agriculture: automated monitoring of pathogen movement. URL : <http://gtr.ukri.org/projects?ref=101821> (дата обращения: 15.06.2018)
18. Mitchell P. D. Methods and Assumptions for Estimating the Impact of Pyrethroid Insecticides on Pest Management Practices and Costs for U.S. Crop Farmers. AgInfomatics, Madison, WI 2017.
19. Постановление Правительства РФ от 25 августа 2017 г. № 996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы». Режим доступа : <http://www.consultant.ru>.

Пукальчик Мария Алексеевна, канд. биол. наук, научный сотрудник, Сколковский институт наук и технологий.

E-mail: m.pukalchik@skoltech.ru.

Шадрин Дмитрий Германович, аспирант, Сколковский институт наук и технологий.

E-mail: Dmitry.Shadrin@skolkovotech.ru.

Федоров Максим Валерьевич, д-р хим. наук, профессор, директор Центра по научным и инженерным вычислительным технологиям для задач с большими массивами данных, Сколковский институт наук и технологий.

E-mail: M.Fedorov@skoltech.ru.

* * *

УДК 631.174+633.1:631.524.84(571.1)

ХИМИЗАЦИЯ – КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР В ФОРМИРОВАНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ КОЛОСОВЫХ КУЛЬТУР В ЛЕСОСТЕПИ

В. Е. Синецков

На основе многолетних экспериментальных данных (2001–2017 гг.) изучена роль химизации и ее компонентов (минеральные удобрения, гербициды, фунгициды) в формировании продуктивности яровой пшеницы в зернопаровом севообороте на многофакторном полевом стационарном опыте СибНИИЗиХ СФНЦА РАН на черноземах лесостепи Новосибирского Приобья. Выявлено, что максимальная урожайность яровой пшеницы отмечалась на фоне комплексной химизации в сравнении с отдельным применением средств химизации (удобрения, гербициды, фунгициды). При этом прибавка урожая зерна от комплекса химизации была равна сумме прибавок урожая, полученных от удобрений, гербицидов и фунгицидов.

Ключевые слова: химизация, урожай, прибавка, пшеница, удобрения, гербициды, фунгициды, минимизация обработки черноземов.

Роль химических средств интенсификации земледелия в агротехнологиях возделывания сельскохозяйственных культур в лесостепи Западной Сибири широко освещена в научной литературе [1–6]. При минимизации обработки почвы наиболее остро возникает необходимость в применении комплекса химизации, особенно по зерновым предшественникам. Это вызвано усилением засоренности посевов [7–9], инфекционных заболеваний культурных растений [10–12], дефицитом минерального азота [13–14] и т.д.

Цель исследований – анализ агрономической эффективности комплекса химизации

и его составляющих: удобрения, гербициды, фунгициды, используемых в агротехнологиях возделывания колосовых культур в зернопаровом севообороте при минимизации зяблевой обработки черноземов в лесостепи Новосибирского Приобья.

Методы исследований

Многолетние исследования (2001–2017 гг.) по изучению роли минеральных удобрений, гербицидов, фунгицидов в формировании продуктивности яровой пшеницы в зернопаровом севообороте проводили в многофакторном стационарном полевом опыте СибНИИЗиХ

СФНЦА РАН на территории ОПХ Элитное в лесостепи Новосибирского Приобья. Опыт заложен в 1981 г.

Почвенный покров под опытами представлен среднемоющим выщелоченным черноземом среднесуглинистого гранулометрического состава. Мощность гумусового горизонта равна 39 см, глубина пахотного слоя 27 см. Содержание гумуса в слое 0–20 см составляет 6,0%, общего азота – 0,34%, валового фосфора – 0,30%, подвижного фосфора (по Чирикову) и калия – 20 и 9,7 мг/100 г почвы соответственно. За период исследований прошло 8 полных ротаций зернопарового севооборота, из которых две ротации севооборот был пятипольный (пар – пшеница – пшеница – овес (ячмень) – пшеница), а с 1991 года – четырехпольный (пар – озимая рожь – пшеница – пшеница). С 2007 года рожь в севообороте заменили пшеницей. Варианты зяблевой обработки почвы во всех севооборотах следующие: 1. Вспашка в пару на 25–27 см, под зерновые (вторая и третья культуры после пара) на 20–22 см; 2. Адаптивная обработка почвы (2001–2006 гг.), а затем плоскорезно-полосная разноглубинная обработка (2007–2017 гг.), представляющая сплошную плоскорезную обработку на 10–12 см с углублением на 28–30 см шириной 60 см через каждые 40 см. 3. Безотвальная обработка стойками СибИМЭ в пару на 25–27 см, под зерновые – на 20–22 см; 4. Минимальная обработка культиватором «Степняк» на глубину 10–12 см под все культуры; 5. «Нулевая» (без зяблевой обработки).

Площади под делянками по основной обработке почвы составляли 1300 м² (13×100 м). Опыт заложен в 4 повторениях, расположение вариантов систематическое. Поперек основных обработок методом расщепленных делянок накладывались 4 варианта с применением химических средств интенсификации: 1. Экстенсивный фон (без средств химизации); 2. Гербициды на фоне без удобрений; 3. Интенсивный фон (фосфорные удобрения в пару в дозе Р120 на ротацию севооборота, N60 под вторую и N90 под третью культуры после пара, гербициды, фунгициды, инсектициды); 4. Удобрения+фунгициды (2001–2006 гг.) и удобрения+гербициды (2007–2017 гг.). До 1994 года во всех вариантах опыта (кроме контроля) против мятликовых сорных растений применяли Иллоксан, а против двудольных – гербициды группы 2,4-Д. С 1995 года против мятликовых применяли Пуму-Супер (0,8–1 л/га), а против двудольных в разные годы – Гранстар (20 г/га), Элант-Преми-

ум (0,8 л/га) или Диален Супер (0,8 л/га). В паровом поле на интенсивном фоне для снижения засоренности одну механическую обработку заменяли гербицидами (Раундап или Торнадо). Учет урожая с учетных делянок проводили методом сплошного комбайнирования комбайном «Сампо».

Результаты исследований и их обсуждение

В наших исследованиях в многофакторном полевом стационарном полевом опыте СибНИИЗиХ СФНЦА РАН изучали роль минеральных удобрений, гербицидов и фунгицидов в формировании продуктивности зерновых культур на черноземах выщелоченных в лесостепи Новосибирского Приобья. Анализ экспериментальных данных показал, что максимум урожайности яровой пшеницы отмечался на фоне комплексной химизации в сравнении с вариантами опыта с отдельным применением химических средств интенсификации (табл. 1, 2, 3). При этом на фоне комплексной химизации урожай данной культуры не зависел от изучаемых систем зяблевой обработки почвы. Закономерно показатели урожайности пшеницы на контроле (без средств химизации) были меньше в сравнении с изучаемыми фонами химизации. За исключением гербицидного фона на пшенице по пару, где урожайность не отличалась от контроля, что обусловлено незначительной засоренностью посевов.

На фоне без средств химизации отмечалось снижение урожайности яровой пшеницы по зерновому предшественнику по мере минимизации зяблевой обработки, что вызвано в основном усилением засоренности посевов. В вариантах опыта с применением химических средств интенсификации земледелия роль обработки почвы была незначительной в формировании продуктивности данной культуры. По паровому и зерновому предшественникам максимум урожайности, по нашим данным, отмечался на фоне комплексной химизации в сравнении с отдельным применением химических средств (удобрения, гербициды, фунгициды).

Данные по прибавке урожая зерна пшеницы по пару от средств химизации в севообороте за 2007–2017 годы исследований приведены в таблице 4.

Согласно экспериментальным данным, прибавка урожая зерна пшеницы сорта Новосибирская 29 по черному чистому пару со вспашкой от применения комплекса средств химизации составила 1,06 т/га.



Таблица 1 – Урожайность яровой пшеницы по пару в зернопаровом севообороте при разных системах основной обработки и уровнях химизации, 2007–2017 гг.

Система обработки почвы	Урожайность, т/га			
	контроль	гербициды	удобрения гербициды	комплекс химизации
Вспашка	2,98	3,07	3,73	4,04
Плоскорезно-полосная	2,91	3,05	3,77	4,08
Безотвальная	2,86	3,00	3,75	4,04
Минимальная	2,86	2,99	3,74	3,99
«Нулевая»	2,87	2,96	3,72	3,98
НСР ₀₅ обр.	0,18			
НСР ₀₅ хим.	0,15			

Таблица 2 – Урожайность пшеницы – второй культуры после пара при разных системах основной обработки почвы и уровнях химизации, 2001–2017 гг., т/га

Система основной обработки	Годы исследований	Уровни химизации			
		контроль	гербициды	УФ-2001-6 УГ-2007-17	комплекс химизации
Вспашка	1	1,79	2,09	3,12	3,49
	2	1,93	2,11	3,41	3,69
Адаптивная	1	1,61	1,92	3,06	3,46
	2	1,75	1,96	3,40	3,74
Безотвальная	1	1,56	1,87	3,08	3,45
	2	1,66	1,88	3,42	3,73
Минимальная	1	1,52	1,85	3,00	3,38
	2	1,69	1,94	3,36	3,66
«Нулевая»	1	1,44	1,79	2,91	3,29
	2	1,62	1,90	3,33	3,63
НСР ₀₅ обработка	1	0,19			
	2	0,21			
НСР ₀₅ химизация	1	0,22			
	2	0,25			

Примечания: 1 – 2001–2017 гг., 2 – 2007–2017 гг.

Таблица 3 – Урожайность пшеницы – третьей культуры после пара при разных системах основной обработки почвы и уровнях химизации, 2001–2017 гг., т/га

Система основной обработки	Годы исследований	Уровни химизации			
		контроль	гербициды	УФ-2001-6 УГ-2007-17	комплекс химизации
Вспашка	1	1,26	1,70	2,70	2,98
	2	1,40	1,77	3,04	3,29
Адаптивная	1	1,14	1,62	2,58	2,90
	2	1,28	1,66	2,94	3,20
Безотвальная	1	1,06	1,59	2,61	2,86
	2	1,20	1,58	2,99	3,14
Минимальная	1	1,09	1,63	2,48	2,83
	2	1,22	1,68	2,84	3,13
«Нулевая»	1	1,01	1,57	2,46	2,83
	2	1,12	1,62	2,88	3,17
НСР ₀₅ обработка	1	0,13			
	2	0,14			
НСР ₀₅ химизация	1	0,18			
	2	0,22			

Примечания: 1 – 2001–2017 гг. 2 – 2007–2017 гг.

Эта прибавка была равна сумме прибавок, полученных от удобрений (0,66 т/га), фунгицидов (0,31 т/га) и гербицидов (0,09 т/га), а в процентном отношении 62,3%, 29,2 и 8,5% соответственно. При минимизации зяблевой обработки почвы прибавка урожая третьей культуры после пара по зяблевой вспашке от комплекса химизации составила 1,89 т/га, в том числе от удобрений – 1,27, гербицидов – 0,37 и фунгицидов – 2,5 т/га. Прибавка урожая зерна от комплекса химизации при минимизации зяблевой обработки аналогично вспашке была равна сумме прибавок, полученных от его составляющих (удобрения, гербициды и фунгициды). Например, прибавка урожая зерна по черному чистому пару с плоскорезно-полосной разнуглубинной обработкой от комплекса химизации составила 1,17 т/га, полученная за счет удобрений – 0,72 т/га, фунгицидов – 0,31 и гербицидов – 0,14 т/га, в процентном отношении 61,5%, 26,5 и 12% соответственно. Аналогичная ситуация по показателям агрономической эффективности изучаемых химических средств интенсификации наблюдалась и в других вариантах с минимизацией обработки почвы (табл. 4). Прибавка урожая зерна от гербицидов по изучаемым способам подготовки пара была незначительной (0,09–0,14 т/га), что обусловлено низкой засоренностью посевов. Прибавка урожая данной культуры от аммофоса в дозе P120 была существенной и составила 0,66–7,6 т/га в зависимости от приемов подготовки пара. Прибавка урожая от фунгицидов независимо от приемов обработки пара составила 0,25–0,31 т/га.

Прибавка урожая пшеницы по зерновому предшественнику от комплекса химизации была закономерно больше, чем по пару. Так, в среднем за 2007–2017 годы прибавка зерна от комплекса химизации на пшенице второй культуре после пара по зяблевой вспашке составила 1,76 т/га, в том числе от удобрений – 1,30 т/га, от фунгицидов – 0,28 и гербицидов – 0,18 т/га, на третьей культуре после пара – 1,89 т/га, 1,27, 0,25 и 0,37 т/га соответственно. В вариантах опыта с различным уровнем минимизации основной обработки почвы отмечалась аналогичная закономерность по дифференциации этих прибавок (табл. 5). При этом прибавка урожая зерна заключительной пшеницы независимо от изучаемых систем основной обработки от минеральных удобрений была достаточно высокой (1,27–1,41 т/га). Прибавка от гербицидов на этой культуре изменялась от 0,37 т/га по вспашке до 0,50 т/га – по «нулевой» зяблевой

обработке, что объясняется их различиями по засоренности посевов до гербицидной обработки. Прибавка урожая от фунгицидов на этой культуре независимо от обработки почвы была небольшой (0,15–0,29 т/га).

За период 2007–2017 гг. дифференциация прибавок урожая от использования химических средств интенсификации земледелия согласуется с 17-летними экспериментальными данными за 2001–2017 гг. В частности, на пшенице – второй культуре после пара по вспашке – прибавка урожая от комплекса химизации составила 1,70 т/га, в том числе 1,40 от минеральных удобрений, фунгицидов и 0,30 т/га от гербицидов. Аналогичная ситуация по дифференциации изучаемых прибавок урожая от средств химизации отмечалась и в вариантах опыта с разным уровнем минимизации зяблевой обработки почвы (табл. 6). В частности, на пшенице – второй культуре после пара по минимальной зяблевой обработке прибавка урожая зерна от комплекса химизации составила 1,86 т/га, в том числе 1,53 за счет удобрений, фунгицидов и 0,33 т/га гербицидов; на заключительной культуре 1,74 т/га, 1,20 и 0,54 т/га соответственно.

При этом прибавка урожая зерна пшеницы – второй культуры после пара от комплекса химизации составила 1,70–1,89 т/га, в том числе от удобрений, фунгицидов – 1,40–1,58 и от гербицидов – 0,30–0,35 т/га; на заключительной пшенице – 1,72–1,82 т/га, 1,20–1,28 и 0,44–0,56 т/га соответственно в зависимости от систем зяблевой обработки почвы за 2001–2017 гг. исследований.

Заключение

На черноземах выщелоченных лесостепи Приобья в результате 17-летних исследований выявлено, что максимальная урожайность зерновых культур в севообороте отмечалась на фоне комплексной химизации в сравнении с отдельным применением удобрений, гербицидов и фунгицидов. Установлено, что прибавка урожая от комплекса средств химизации равна сумме прибавок, полученных от его составляющих (удобрений, гербицидов и фунгицидов). В частности, на пшенице – второй культуре после пара по зяблевой вспашке прибавка урожая зерна яровой пшеницы сорта Новосибирская 29 от комплекса химизации составила 1,70 т/га, в том числе от минеральных удобрений, фунгицидов – 1,40 и гербицидов – 0,30 т/га; на заключительной культуре 1,72 т/га, 1,28 и 0,44 т/га соответственно.



Таблица 4 – Прибавка урожая яровой пшеницы в зернопаровом севообороте от средств химизации при разных системах основной обработки почв, 2007–2017 гг.

Система обработки почвы	Прибавка урожая зерна от средств химизации, т/га			
	Комплекс химизации	В том числе		
		удобрения	гербициды	фунгициды
Пшеница по пару				
Вспашка	1,06	0,66	0,09	0,31
Плоскорезно-полосная	1,17	0,72	0,14	0,31
Безотвальная	1,18	0,75	0,14	0,29
Минимальная	1,13	0,75	0,13	0,25
«Нулевая»	1,11	0,76	0,09	0,26

Таблица 5 – Прибавка урожая яровой пшеницы по зерновому предшественнику в зернопаровом севообороте от средств химизации при разных системах основной обработки почв, 2007–2017 гг.

Система обработки почвы	Прибавка урожая зерна от средств химизации, т/га			
	Комплекс химизации	В том числе		
		удобрения	гербициды	фунгициды
Пшеница – вторая культура после пара				
Вспашка	1,76	1,30	0,18	0,28
Плоскорезно-полосная	1,99	1,44	0,21	0,34
Безотвальная	2,07	1,54	0,22	0,31
Минимальная	1,97	1,42	0,25	0,30
«Нулевая»	2,01	1,43	0,28	0,30
Пшеница – третья культура после пара				
Вспашка	1,89	1,27	0,37	0,25
Плоскорезно-полосная	1,92	1,28	0,38	0,26
Безотвальная	1,94	1,41	0,38	0,15
Минимальная	1,91	1,16	0,46	0,29
«Нулевая»	2,05	1,26	0,50	0,29

Таблица 6 – Прибавка урожая яровой пшеницы по зерновому предшественнику в зернопаровом севообороте от средств химизации при разных системах основной обработки почв, 2001–2017 гг.

Система обработки почвы	Прибавка урожая зерна от средств химизации, т/га		
	Комплекс химизации	В том числе	
		удобрения + фунгициды	гербициды
Пшеница – вторая культура после пара			
Вспашка	1,70	1,40	0,30
Плоскорезно-полосная	1,85	1,54	0,31
Безотвальная	1,89	1,58	0,31
Минимальная	1,86	1,53	0,33
«Нулевая»	1,85	1,50	0,35
Пшеница – третья культура после пара			
Вспашка	1,72	1,28	0,44
Плоскорезно-полосная	1,76	1,28	0,48
Безотвальная	1,80	1,27	0,53
Минимальная	1,74	1,20	0,54
«Нулевая»	1,82	1,26	0,56

Аналогичная закономерность по дифференциации изучаемых прибавок урожая от средств химизации отмечалась и в вариантах опыта с разным уровнем минимизации зяблевой обработки почвы. Например, на пшенице – второй культуре после пара по минимальной зяблевой обработке прибавка урожая зерна от комплекса химизации составила 1,86 т/га, сформированная за счет удобрений, фунгицидов (1,53 т/га) и гербицидов (0,33 т/га); на заключительной культуре 1,74 т/га, 1,20 и 0,54 т/га соответственно.

При рассмотрении более дробной дифференциации прибавок урожая от средств химизации сохранилась указанная ранее закономерность. В частности, за 2007–2017 годы исследований прибавка урожая зерна пшеницы по черному чистому пара со вспашкой от комплекса химизации составила 1,06 т/га, в том числе от удобрений – 0,66, от фунгицидов – 0,31 и от гербицидов – 0,09 т/га; на заключительной пшенице – 1,89 т/га, 1,27, 0,25 и 0,37 т/га соответственно. В вариантах опыта с минимизацией обработки почвы сохранялась указанная ранее закономерность по дифференциации прибавок урожая от средств химизации.

Список литературы

1. Власенко А. Н. Системы основной обработки черноземов лесостепи Западной Сибири при разных уровнях интенсификации земледелия : дис. ... д-ра с.-х. наук. Новосибирск, 1995. 41 с.
2. Кирюшин В. И. Научное наследие академика А. И. Бараева // Земледелие. 2008. № 5. С. 3–6.
3. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Новосибирской области / В. И. Кирюшин [и др.]. Новосибирск, 2002. 338 с.
4. Земледелие на равнинных ландшафтах в агротехнологии зерновых в Западной Сибири (на примере Омской области) / под ред. докторов с.-х. наук И. Ф. Храмцова, В. Г. Холмова / РАСХН. Сиб. отд-ние СибНИИСХ. Новосибирск, 2003. 412 с.
5. Синещеков В. Е. Управление продукционным процессом зерновых агроценозов юга Западной Сибири / РАСХН. Сиб. отд. ГНУ СибНИИЗХ. Новосибирск, 2008. 212 с.
6. Храмцов И. Ф. Ресурсосберегающие технологии производства зерна в Западной Сибири // Земледелие. 2009. № 4. С. 5–7.
7. Милащенко Н. З. Борьба с сорняками на полях Сибири. М., 1978. 133 с.
8. Рзаева В. В. Засоренность яровой пшеницы при различных способах обработки почвы в Северном Зауралье // Земледелие. 2013. № 8. С. 25–26.
9. Синещеков В. Е., Васильева Н. В. Тактика борьбы с сорной растительностью в полевых севооборотах при почвозащитном земледелии: монография / РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИЗХ. Новосибирск, 2012. 111 с.
10. Фузариозные корневые гнили зерновых культур в Западной Сибири и Зауралье / Е. Ю. Торопова [и др.] // Защита и карантин растений. 2013. № 9. С. 23–26.
11. Чулкина В. А., Коняева Н. М., Кузнецова Т. Т. Борьба с болезнями с.-х. культур в Сибири. М., 1987. 252 с.
12. Синещеков В. Е., Васильева Н. В. Фитосанитарная ситуация в зерновых агроценозах при минимизации обработки почвы : монография / ФГБНУ «СибНИИЗХ». Новосибирск, 2015. 138 с.
13. Кравченко В. И. Эффективность средств интенсификации в зернопаропропашном севообороте в условиях Западной Кулунды Алтайского края : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Барнаул, 2011. 18 с.
14. Холмов В. Г., Юшкевич Л. В. Интенсификация и ресурсосбережение в земледелии лесостепи Западной Сибири : монография. Омск : Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2006. 396 с.

Синещеков Виктор Ефимович, д-р с.-х. наук, г. н. с., зав. лабораторией агротехнологий, СибНИИЗХ СФНЦА РАН.

E-mail: sivi_01@mail.ru.

* * *

ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

STORING AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCE

УДК 664.0002.35:616.1

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОДУКТА ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ОБМЕННЫХ НАРУШЕНИЙ ПРИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ

И. В. Каплюченко, Н. А. Плешкова, В. М. Позняковский

Представлена характеристика рецептурных ингредиентов и их действующих начал нового специализированного продукта в форме биологически активной добавки (БАД): растительных стеролов, бета-каротина, альфа-токоферола и оливкового масла. Рассмотрен возможный механизм их участия в коррекции обменных процессов, обеспечивающих оздоровление сердечно-сосудистой системы. Научно обоснован количественный и качественный состав рецептуры, мг в 1 капсуле: оливковое масло нерафинированное – 550 (олеиновая кислота – 385); вегапур 95E – 526 (стерины - 310); бета-каротин, 20%-й – 5 (бета-каротин – 1,0); токоферола ацетат, 98%-й – 2,3 (витамин E – 2,25). Фитостеролы нормализуют обмен холестерина и снижают его содержание в крови. Бета-каротин и альфа-токоферол выполняют антиоксидантную функцию, обеспечивают иммунный статус организма, обладают индивидуальными свойствами в отношении коррекции обменных процессов при сердечно-сосудистых заболеваниях. Олеиновая кислота, входящая в состав оливкового масла, улучшает состояние кровеносных сосудов, способствуя профилактике инсультов и инфарктов. Установлены регламентируемые показатели пищевой ценности, мг/1 капсула: суммы стеринов – не менее 310; токоферола – 1,57–2,92; бета-каротина – 0,8–1,2. Определены сроки и режимы хранения на основании исследования органолептических, физико-химических, санитарно-гигиенических и санитарно-токсикологических показателей – 2 года при 25 °С в сухом защищенном от света месте с запасом «прочности» 3 месяца. Представлены материалы клинических исследований в качестве доказательства эффективности и функциональной направленности разработанного продукта путем его включения в рацион пациентов, больных ишемической болезнью сердца, по 1 капсуле 1 раз в сутки в течение 30 дней. На основании полученных данных даны рекомендации по оздоровлению сердечно-сосудистой системы.

Ключевые слова: специализированный продукт, рецептура, эффективность, функциональные свойства, механизм действия.

Современный вектор развития сельскохозяйственной науки, перерабатывающей и пищевой промышленности направлен на глубокую переработку продовольственного сырья и разработку конкурентоспособной продукции, исходя из требований рационального, сбалансированного питания [8]. Особую актуальность и практическую значимость в рассматриваемом аспекте представляют специализированные продукты, в том числе БАД с направленными функциональными свойствами. Накопленный международный и отечественный опыт убедительно свидетельствует, что этот путь является наиболее эффективным и

экономически целесообразным в коррекции питания и здоровья современного человека [1, 2, 5–7].

Наибольшее распространение среди «болезней цивилизации» получили сердечно-сосудистые патологии, профилактика и комплексное лечение которых являются приоритетными задачами здравоохранения и, в частности, нутрициологии, где фактору питания отводится особая роль [3, 4].

Цель исследования – дать научное обоснование ингредиентного состава рецептуры специализированного продукта с клинической апробацией функциональных свойств.

Материалы и методы

В качестве материалов использованы лабораторные и производственные образцы капсулированной формы БАД. Клинические исследования выполнены на репрезентативной группе больных с ишемической болезнью сердца, в рацион которых включали БАД по 1 капсуле ежедневно в течение 30 дней. Контрольная группа пациентов получала традиционное лечение. Средний возраст больных составил $56,4 \pm 2,3$ года. Интенсивность субъективных недомоганий оценивалась с помощью Гиссенского опросника «давления соматических жалоб», разработанного в психосоматической клинике Гиссенского Университета (Германия). Опросник выявляет интенсивность эмоционально окрашенных жалоб по поводу состояния физического здоровья, которая высоко коррелирует с маскированной депрессией. С помощью опросника вычисляются суммарные оценки недомоганий по следующим шкалам: «истощение»; «желудочные жалобы»; «боли в различных частях тела» и «ревматический фактор»; «сердечные жалобы». Эффективность лечения оценивалась по непосредственным результатам через 30 дней лечения. Для характеристики качества жизни изучались энергичность, болевые ощущения, эмоциональное состояние, сон, социальная изоляция, физическая активность. Показатели липидограммы включали: общий холестерин, липопротеиды низкой и высокой плотности, триглицериды, коэффициент атерогенности.

Оценка качества и безопасности БАД проводилась согласно требованиям нормативного документа [9].

Полученные данные обрабатывались статистически с использованием критерия Стьюдента.

Результаты исследований

Разработан новый вид специализированного продукта в виде капсулированной формы БАД. Дана характеристика ингредиентов, обладающих синергическими свойствами в отношении коррекции обменных процессов при сердечно-сосудистых заболеваниях.

Растительные стеролы («Vegapure»). Препятствуют абсорбцию холестерина пищевого происхождения. Стеролы и эфиры стеролов оказывают снижающее воздействие на уровень холестерина в крови.

Стеролы – это жирорастворимые соединения, имеющие природное происхождение. Субстанция «Vegapure» содержит в своем составе

базовые группы стеролов и станолов (ситостерин, ситостанол кампестерин и стигмастерин) в тех же пропорциях, в которых они присутствуют в пищевых продуктах. Для стеролов и станолов природного происхождения принят объединяющий термин – фитостеролы, под которым объединены растительные стеролы и станола в свободных или этерифицированных формах.

Для оценки влияния фитостеролов на липидный обмен представляется целесообразным дать краткую характеристику холестерина – одного из важных компонентов клеточных мембран, предшественника желчных кислот и некоторых гормонов. Основное количество холестерина вырабатывается печенью (около 1000 мг в день). Другая часть поступает с пищей, в основном богатой жирами (200–500 мг в день). Еще один и немаловажный источник холестерина – старые клетки кишечника, которые были отторгнуты (250–400 мг в день). Потребление жирорастворимых компонентов пищи, таких как триглицериды (жиры) и холестерин, инициирует выброс желчи из желчного пузыря в кишечник. Желчные кислоты необходимы для формирования мицелл (эмульгированных липидных капель). Так как внутренняя среда организма гидрофильна, то жирорастворимые компоненты пищи должны быть «упакованы» в эмульгирующее вещество, чтобы проникнуть в места назначения. В данном случае мицеллы необходимы для абсорбции жирорастворимых компонентов и холестерина в клетки кишечника. После попадания в клетки кишечника образуются новые структуры, так называемые хиломикроны, которые переносят жиры, холестерин и некоторые белки в печень. Печень трансформирует эти структуры и вырабатывает липопротеиновые частицы низкой плотности, которые в основном содержат жир, холестерин и небольшое количество белков. В итоге липопротеиновые частицы низкой плотности становятся липопротеидами низкой плотности (ЛПНП), известные как «вредный холестерин», который является атерогенным.

При приеме фитостеролов происходит снижение абсорбции холестерина в кишечнике. Фитостеролы в форме эфиров используются как средство доставки фитостеролов в кишечник, где происходит расщепление эфира до свободных фитостеролов. Химическое строение фитостеролов схоже со строением холестерина и отличается только дополнительной боковой цепью, которая присутствует в фитостеролах. В практическом смысле схожее химическое



строение становится естественным конкурентом для холестерина. Фитостеролы в кишечнике конкурируют с холестерином и выталкивают его из мицелл. Фитостеролы имеют большее сродство с мицеллами, чем холестерин, поэтому предотвращают проникновение холестерина в мицеллы, исключая его абсорбцию в клетки кишечника и возможность проникновения в хиломикроны. В ответ на снижение поступления холестерина в печень в организме имеется механизм обратной связи. При этом происходит увеличение выработки эндогенного холестерина меньше, чем снижающий эффект уровня холестерина фитостеролами. Это приводит к снижению общего холестерина крови. Фитостеролы уменьшают абсорбцию холестерина пищевого происхождения, а также абсорбцию холестерина из пищеварительного тракта. Это приводит к снижению уровня общего холестерина крови и липопротеидов низкой и очень низкой плотности и фактически не оказывает влияния на уровень липопротеидов высокой плотности («полезный холестерин»), тем самым снижается риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний (атеросклероз, ишемическая болезнь сердца).

Прием фитостеролов не противопоказан людям, принимающим статины, которые снижают уровень холестерина, замедляя его синтез. Фитостеролы и статины работают в направлении снижения уровня холестерина при помощи двух разных и сочетаемых механизмов. Фитостеролы не влияют на реабсорбцию жирорастворимых витаминов и каротиноидов в сыворотке крови. В том случае для полноценного обеспечения организма каротиноидами целесообразно вводить в рецептуру бета-каротин.

Бета-каротин. Необходим для восстановления адекватного уровня его в организме и обеспечения антиоксидантной защиты клеток артерий от окисления свободными радикалами, возникновения повреждений и воспалительных процессов в сосудах. Ненасыщенная структура бета-каротина позволяет его молекулам адсорбировать свет и предотвращать накопление свободных радикалов и активных форм кислорода. Бета-каротин подавляет выработку свободных радикалов, тем самым защищает клетки иммунной системы от повреждения свободными радикалами и может улучшать состояние иммунитета. Бета-каротин – естественный иммуностимулятор, который повышает иммунный потенциал организма независимо от вида антигенов, то есть действует неспецифично.

Альфа-токоферол. Легко вступает во взаимодействие со свободными радикалами и активными формами кислорода, чем определяют его антиоксидантные свойства: токоферол защищает полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), в том числе ПНЖК клеточных мембран от окисления. Биологические мембраны содержат примерно 1 молекулу альфа-токоферола на 1 тыс. молекул липидов. Способность альфа-токоферола реагировать с пероксидными радикалами намного больше, чем с ПНЖК. Поэтому когда в клеточной мембране цепная реакция перекисного окисления липидов достигает молекулы витамина E, она обрывается.

Витамин E обладает способностью угнетать активность фосфолипазы лизосом, разрушающей фосфолипиды мембран. Повреждение мембран лизосом приводит к выходу протеолитических ферментов в цитозоль, которые в последующем повреждают клетку. Наряду с защитой от окислительного повреждения клеточных и субклеточных мембран, важнейшей функцией витамина E является торможение свободнорадикального окисления липопротеидов – процесс, которому в настоящее время придается ведущая роль в патогенезе атеросклероза и связанных с ним сердечно-сосудистых заболеваний.

Другим объектом, в защите которого от окисления активными формами кислорода витамина E принимает участие совместно с другими антиоксидантами, являются белки с функционально активными тиоловыми группами и остатками метионина, легко поддающимся окислению. Исключительно важным окислительным процессом, находящимся под контролем витамина E, является окисление арахидоновой кислоты. С этим связано влияние, оказываемое токоферолом на агрегацию тромбоцитов, хемотаксис фагоцитов, освобождение интерлейкина-1 из макрофагов и тем самым на весь каскад иммунных реакций. Витамин E контролирует синтез убихинона – компонента дыхательной цепи и главного антиоксиданта митохондрий.

Токоферол участвует в пролиферации клеток, клеточном дыхании, других процессах метаболизма, предотвращает образование тромбов и способствует их рассасыванию. Недостаток витамина E как основной антиоксидантной системы организма приводит к нарушению метаболизма витамина A (токоферол – стабилизатор неопредельной боковой цепи ретинола), а также нарушениям в мембранах клеток, так как витамин E – стерический стабилизатор

фосфолипидного слоя биологических мембран. Это в свою очередь ведет к нарушению транспорта кислорода и деградации мембран эритроцитов. Витамин Е является главным питательным веществом-антиоксидантом, замедляет процесс старения клеток вследствие окисления, улучшает питание клеток, укрепляет стенки кровеносных сосудов и миокард.

Повышает чувствительность тканей к инсулину, препятствует повышению уровня холестерина. Оливковое масло включает олеиновую кислоту, которая занимает промежуточное положение между ненасыщенными и полиненасыщенными жирами, обладает полезными качествами тех и других. Олеиновая кислота, входя в состав клеточных мембран, улучшает состояние клеток, в частности кровеносных сосудов, кожи и волос. Способствует профилактике инсультов и инфарктов.

Вышеизложенное позволило обосновать качественный и количественный состав рецептуры разрабатываемого продукта, мг в 1 капсуле: оливковое масло нерафинированное – 550 (олеиновая кислота – 385); вегапур 95Е – 526 (стерины – 310); бета-каротин, 20%-й – 5 (бета-каротин – 1,0); токоферола ацетат, 98%-й – 2,3 (витамин Е – 2,25). В качестве вспомогательных веществ используются антиоксидант «Гриндокс» – 16,7 и желатиновая капсула – 430.

Технология производства БАД в твердых желатиновых капсулах представляет собой процесс заключения в оболочку биологически активных веществ рецептуры. Важным преимуществом используемой технологии является возможность комбинации нескольких несовместимых веществ в 1 капсуле. Наличие желатиновой оболочки дает возможность защищать рецептурные ингредиенты под воздействием неблагоприятных факторов как по скорости, так и локализации действия.

Проведены органолептические, физико-химические, санитарно-гигиенические, санитарно-токсикологические исследования качества и безопасности специализированного продукта в процессе производства и 27 месяцев хранения при 25 °С в сухом защищенном от света месте. Полученные результаты показали гигиеническое благополучие продукта, исходя из требований нормативного документа и позволили установить сроки годности – 2 года с запасом «прочности» – 3 месяца при вышеуказанных условиях. Определены регламентируемые показатели пищевой ценности (табл. 1).

Таблица 1 – Регламентируемые показатели пищевой ценности БАД, мг в 1 капсуле

Показатель	Содержание
Сумма стерина, не менее	310
Токоферол	1,57–2,92
Бета-каротин	0,8–1,2

Проведены клинические испытания эффективности и функциональной направленности БАД в отношении сердечно-сосудистой системы.

До лечения у больных отмечались слабость, приступы стенокардии, повышенная утомляемость, головные боли, снижение памяти, расстройство сна, депрессия. Регистрировалось дислипидемия, которая характеризовалась повышенным уровнем холестерина, липопротеидов низкой плотности, триглицеридов, моноового диальдегида (МДА). По окончании курса диетотерапии отмечено достоверное снижение «давления жалоб» по шкалам психосоматических жалоб Гиссенского опросника, в баллах (по отношению к контрольной группе): сердечные жалобы – 15,2±0,9 (19,6±0,7); интенсивность жалоб – 34,5±1,6 (40,0±1,3). То же самое установлено по отношению к показателям качества жизни пациентов, в баллах: болевые ощущения – 49,5±1,2 (53,1±1,0); сон – 41,6±0,9 (42,1±0,8); физическая активность – 34,2±0,9 (41,1±1,0); общая сумма – 226,6±3,7 (245,8±4,0). Положительная динамика липидограммы характеризовалась следующими показателями, ммоль/л: общий холестерин – 5,9±0,5 (6,2±0,7); липопротеиды низкой плотности – 2,6±0,3 (2,9±0,7); триглицериды – 2,7±0,5 (3,1±0,3); МДА, мкмоль/л – 5,1±0,32 (5,6±0,12). Коэффициент атерогенности составил 2,8±0,4 (3,1±0,5).

Полученные данные и имеющиеся литературные материалы позволили предположить возможный механизм участия функциональных ингредиентов специализированного продукта в оздоровлении сердечно-сосудистой системы (рис. 1).

Разработана и утверждена техническая документация. Рецептура и технология БАД апробированы в условиях производства компании «Арт Лайф» (г. Томск). Стабильность качественных характеристик и конкурентоспособность обеспечивается внедрением на предприятиях компании. Системы менеджмента в рамках требований международных стандартов серии ISO 9001, 22000 и правил GMP.

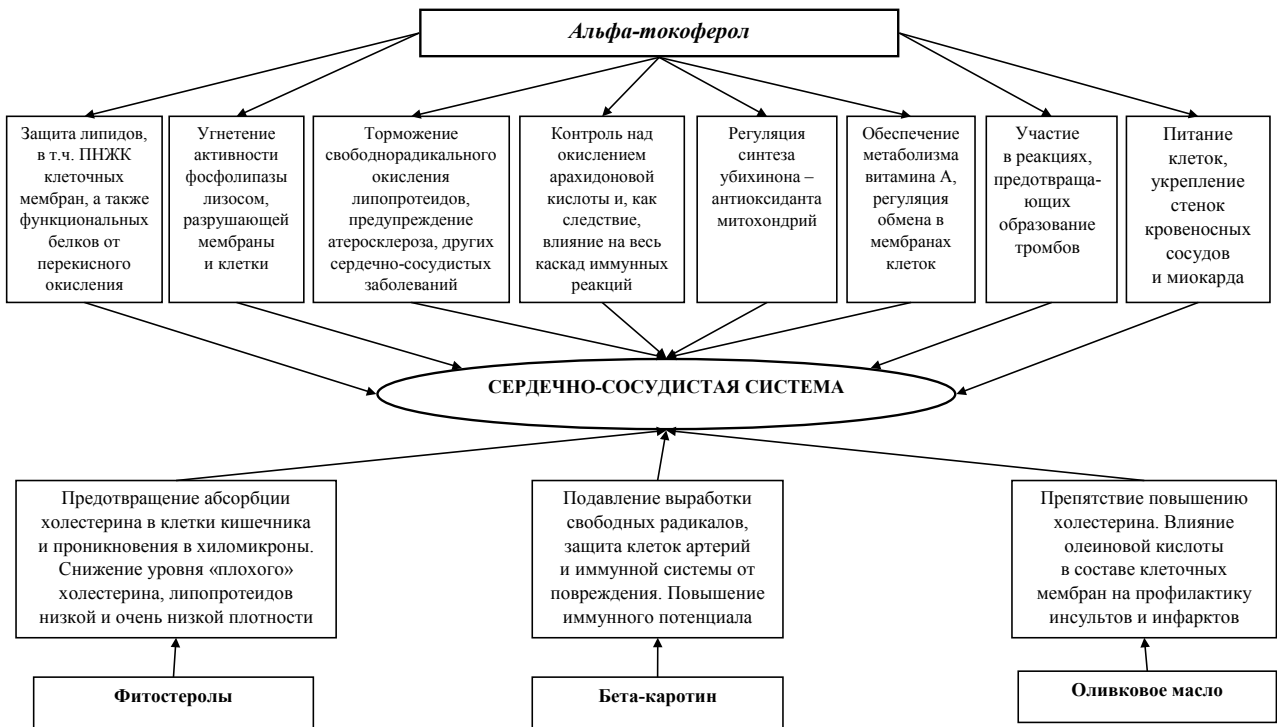


Рис. 1. Механизм участия БАД в оздоровлении сердечно-сосудистой системы

Выводы

Научно обоснована рецептура БАД, ингредиенты которой обладают синергическими свойствами в отношении коррекции обменных процессов при сердечно-сосудистых заболеваниях.

Установлены регламентируемые показатели содержания, мг/1 капсула: суммы стерина – не менее 310; токоферола – 1,57–2,92; бета-каротина – 0,8–1,2, характеризующие пищевую ценность и функциональные свойства специализированного продукта.

Приведены клинические доказательства эффективности и функциональной направленности БАД путем включения в рацион и оценки состояния обменных процессов у больных с ишемической болезнью сердца.

Рекомендации

Разработанный продукт может быть использован в комплексной диетотерапии, лечении пациентов с ишемической болезнью сердца и стенокардией, а также для профилактики указанных заболеваний.

Список литературы

1. Австриевских А. Н., Вековцев А. А., Позняковский В. М. Продукты здорового питания: новые технологии, обеспечение качества, эф-

фективность применения. Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2005. 416 с.

2. Герасименко Н. Ф., Позняковский В. М., Челнакова Н. Г. Методологические аспекты полноценного, безопасного питания: значение в сохранении здоровья и работоспособности // Человек. Спорт. Медицина. 2017. № 1. Т. 17. С. 79–86.

3. Доклад о ситуации в области неинфекционных заболеваний в мире, 2010 г. исполнительное резюме. Всемирная организация здравоохранения. Женева, 2011. 21 с.

4. Здоровье России : атлас / под ред. Л. А. Бокерия. 8-е изд. М. : НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН, 2012. 408 с.

5. Методы анализа минорных биологически активных веществ пищи / под ред. В. А. Тутельяна и К. И. Эллера. М. : Династия, 2010. 160 с.

6. Позняковский В. М. Эволюция питания и формирования нутриома современного человека // Индустрия питания. 2017. № 3. С. 5–12.

7. Позняковский В. М., Чугунова О. В., Тамова М. Ю. Пищевые ингредиенты и биологически активные добавки. М. : ИНФРА-М, 2017. 143 с.

8. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы».

9. Технологический регламент ТС 027 / 2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического, лечебного и диетического профилактического направления».

Каплюченко Ирина Валерьевна, аспирант базовой кафедры «Пищевая индустрия и функциональное питание», Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт.

E-mail: pvm1947@bk.ru.

Плешкова Наталья Анатольевна, канд. техн. наук, доцент, докторант кафедры «Пищевая индустрия и функциональное питание», Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт.

E-mail: aquaphorkuz@mail.ru.

Позняковский Валерий Михайлович, д-р биол. наук, профессор, руководитель научно-образовательного центра «Переработка сельскохозяйственного сырья и пищевые технологии», заведующий базовой кафедрой «Пищевая индустрия и функциональное питание», Заслуженный деятель науки РФ, Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт.

E-mail: pvm1947@bk.ru.

* * *

УДК 636.2:636.082(470.55/.58)

**ОСОБЕННОСТИ ВЕСОВОГО РОСТА МОЛОДНЯКА
БЕСТУЖЕВСКОЙ ПОРОДЫ И ЕЕ ПОМЕСЕЙ С СИММЕНТАЛАМИ****С. С. Жаймышева, В. И. Косилов, Д. С. Вильвер**

В статье приводятся результаты выращивания бычков и кастратов симментальской породы и ее помесей I поколения с симменталами при выращивании в условиях Южного Урала. Установлено проявление эффекта скрещивания у помесей по живой массе, абсолютному и среднесуточному приросту массы тела. При этом бычки-кастраты во всех случаях по продуктивным качествам уступали некастрированным сверстникам. Так, преимущество бычков I группы над кастратами III группы составляло 10,4 кг (5,7%) и помесных – 7,4 кг (3,9%). В 9-месячном возрасте эти различия в пользу бычков стали более существенными и по группе чистопородного молодняка составляли 12,9 кг (5,2%), помесного – 9,9 кг (3,8%), в 12 мес. соответственно 16,2 кг (5,0%) и 17,3 кг (5,1%), в 16 мес. – 18,8 кг (4,4%) и 21,2 кг (4,8%) и при окончании опыта в 19 мес. соответственно 24,6 кг (4,0%) и 26,1 кг (5,2%). При этом разница во всех случаях была статистически достоверна ($P < 0,05–0,001$). Установлено, что как за все время выращивания, так и за отдельные возрастные периоды помеси превосходили чистопородных сверстников по интенсивности роста, а кастраты во всех случаях уступали бычкам соответствующего генотипа. Достаточно отметить, что преимущество помесей над чистопородными аналогами за весь период выращивания от рождения и до 19 мес. по группе бычков составляло 30,6 г (3,5%), кастратов – 24,1 г (2,9%), а кастраты уступали бычкам на 42,3–48,8 г (5,1–5,7%).

Ключевые слова: скотоводство, бестужевская порода, симменталы, помеси, бычки, кастраты, живая масса, абсолютный и среднесуточный прирост массы тела.

Основной задачей агропромышленного комплекса Российской Федерации является ускоренное развитие всех отраслей животноводства с целью обеспечения населения страны высококачественными продуктами питания, в частности, говядиной [1–15]. С этой целью необходимо задействовать все имеющиеся ресурсы отрасли. Основным направлением при этом является рациональное использование отечественных пород скота. Известно, что на Южном Урале широкое распространение получили животные бестужевской и симментальской пород [16–25]. Исследования отечественных ученых свидетельствуют, что существенного повыше-

ния мясных качеств животных комбинированного направления продуктивности, к которым относятся бестужевская и симментальская породы, можно достичь путем межпородного промышленного скрещивания [26–30].

Целью работы являлась сравнительная оценка продуктивных качеств молодняка бестужевской породы и ее полукровных помесей с симменталами.

Материалы и методы

Научно-хозяйственный опыт проводился в СПК «Алга» Республики Башкортостан. Объектом исследования являлись животные

бестужевской породы и их помеси I поколения с симменталами.

При этом для опыта подбирались коровы бестужевской породы по 3–5-му отелу, которых осеменяли согласно схеме опыта спермой высококлассных быков соответствующих пород.

Коровы всех групп содержались зимой – беспривязно, на глубокой несменяемой подстилке, летом – на естественных пастбищах, без дополнительной подкормки.

Из полученного приплода были сформированы 4 группы бычков: 2 группы из чистопородных бестужевских; I и III и 2 группы из полукровных помесей симментал х бестужевская; II и IV. В 3-месячном возрасте бычков III и IV групп кастрировали открытым способом.

Начиная с 6-месячного возраста бычки и кастраты содержались в течение зимнего периода на откормочной площадке с кормлением сочными и концентрированными кормами в облегченном помещении, грубыми – на выгульной площадке, где для отдыха животных имелся курган. Поение производилось на улице из групповой поилки АГК-4. В летний период с 12 до 16 мес. молодняк всех групп выпасался на пастбище без дополнительной подкормки.

Оценку роста и развития молодняка проводили по показателям живой массы, среднесуточного прироста массы тела, относительной скорости роста в отдельные возрастные периоды по формуле С. Броди и коэффициента увеличения живой массы с возрастом путем деления массы тела в отдельные возрастные периоды на живую массу новорожденных телят.

Результаты исследований

Кормление является важнейшим фактором, влияющим на рост и развитие животного, формирование продуктивности и определяющим возраст его реализации на мясо. При этом организации полноценного кормления должно уделяться постоянное внимание при всех формах ведения скотоводства.

Известно, что уровень кормления и сбалансированность рационов по основным питательным веществам во многом способствуют проявлению генетического потенциала продуктивности, определяют тем самым энергию роста, живую массу и размеры животного, его экстерьер и убойные качества.

При проведении нашего опыта условия содержания и кормления для животных всех групп были одинаковыми. В зимний период коровы находились в помещении без привязи,

телята – в отдельном помещении в групповых клетках. Летом коровы выпасались на пастбище. В 3-месячном возрасте бычки III и IV групп были кастрированы открытым способом.

В 6-месячном возрасте бычки и кастраты всех групп были переведены для доращивания на откормочную площадку, где содержались до годовалого возраста в смежных загонах при одинаковых условиях кормления. Кормление сеном производилось на выгульно-кормовой площадке, а силосом, сенажом и концентратами – в помещении. Водопой осуществлялся из групповой автопоилки АГК – 4 с электроподогревом в зимний период. Содержание молодняка было беспривязным на глубокой несменяемой подстилке. На выгульном дворе для отдыха животных имелся курган.

В летний период с 12-месячного возраста молодняк всех групп для нагула был переведен на пастбищное выращивание, где до 16 мес. выпасался на естественных пастбищах без дополнительной подкормки.

После нагула, для заключительного откорма, подопытные животные снова были переведены на откормочную площадку, где содержались до 19-месячного возраста.

Рационы кормления составлялись исходя из планируемого прироста и состояли в зимний период из сена злаковых и бобовых культур, сенажа бобовых трав, кукурузного силоса и концентратов, летом – разнотравья естественных пастбищ. На протяжении всего периода опыта животные были обеспечены необходимой минеральной подкормкой.

Уровень кормления был достаточно высоким и вполне соответствовал потребностям растущих животных.

Следует отметить, что генетические различия и физиологическое состояние подопытного молодняка сказались и на поедаемости кормов, вследствие чего установлены определенные межгрупповые различия по расходу кормов.

При этом наименьшим потреблением корма отличались кастраты бестужевской породы. Так, за 16-месячный период наблюдений они уступали помесным кастратам по расходу кормовых единиц на 1,3 %, обменной энергии на 562,3 МДж, переваримого протеина – на 3,5 кг, чистопородным бычкам соответственно на 2,8 %, 1216,7 МДж и 7,7 кг, полукровным бычкам на 4,1 %, 1517,9 МДж и 11,5 кг. За 19-месячный период бестужевские кастраты уступали по потреблению питательных веществ кастрированным сверстникам соответственно на 1,4 %,



726,7 МДж, 4,7 кг, чистопородным бычкам на 3,1%, 1635,2 МДж, 11,1 кг, помесным бычкам на 4,4%, 2084,2 МДж и 15,7 кг.

Наибольшее количество корма и питательных веществ за период опыта потребили помесные бычки. В сутки они потребляли 6,6 корм. ед., 8,3 кг сухого вещества, 76,7 МДж обменной энергии, 626 г переваримого протеина, что больше в сравнении со сверстниками *I* группы соответственно на 1,3; 1,6; 1,1; 1,3%, *III* группы – на 4,6; 5,8; 5,0; 4,6% и *IV* группы – на 3,2; 3,7; 3,2; 3,1%.

Характерно, что за период опыта разница в потреблении кормов и питательных веществ у чистопородного молодняка *I* и *III* групп составляла 115,2 корм. ед., у помесных сверстников *II* и *IV* групп 115,8 корм. ед. в пользу бычков.

При анализе этого показателя в разрезе генотипов установлено, что помесные бычки превосходили чистопородных сверстников в период от рождения до 19 мес. на 50,0 корм. ед., а помесные кастраты своих чистопородных аналогов по физиологическому состоянию на 48,0 корм. ед. Также следует отметить, что помесные бычки в сравнении с чистопородными потребляли больше сена злаково-разнотравного на 36,3 кг, кастраты соответственно – на 29,5 кг, сенажа – на 50,4 и 7,6 кг, силоса кукурузного – на 47,8 и 14,2 кг, зеленой массы трав – на 14,0 и 8,0 кг, пастбищной травы – на 20,0 и 160,0 кг.

Аналогичная картина отмечалась и по отдельными возрастными периодам.

Анализ структуры рациона кормления подопытного молодняка свидетельствует о ее изменении в зависимости от сезона года, набора кормов и возраста молодняка.

При этом удельный вес концентратов в структуре рациона кормления по отдельным возрастным периодам был на сравнительно высоком уровне и находился в пределах 40,6–49,2%. В то же время за весь период опыта, от рождения до 19 мес., величина этого показателя составляла 32,2–35,0%, что является оптимальной величиной с точки зрения хозяйственно-экономической оценки.

При этом межгрупповые различия по структуре рациона кормления как за 19 мес. опыта, так и за отдельные периоды выращивания были несущественны. Уровень кормления и набор кормов во всех случаях обеспечивал потребности растущего молодняка в энергии и питательных веществах.

Известно, что индивидуальное развитие животного – это сложный процесс, включающий в себя комплекс взаимоотношений между организмом и внешней средой и непосредственно связанный с ростом.

При этом под ростом понимается увеличение клеток организма, массы его тканей и органов, объемных и линейных размеров в результате новообразований живого вещества.

Развитие же – это качественные изменения, происходящие в организме в процессе онтогенеза.

Доказано, что продуктивные качества животных формируются в период онтогенеза на основе наследственности в процессе сложных взаимодействий организма с окружающей средой. Поэтому знание закономерностей роста и развития животных приобретает большое практическое значение, так как творческое использование их в животноводческой практике позволит добиться реализации генетического потенциала продуктивности.

Известно, что основным фактором, определяющим эффективность ведения скотоводства и одним из важных показателей, характеризующим степень развития животного и уровень его мясной продуктивности, является масса тела. Живая масса является породным признаком. При этом промышленное скрещивание создает новые возможности повышения продуктивных качеств молодняка. Это обусловлено тем, что помеси, имея обогащенную наследственность вследствие комбинации полезных качеств родительских форм, при создании оптимальных условий кормления и содержания обладают потенциальными возможностями повышения мясной продуктивности. Это подтверждается и полученными нами материалами.

Следует иметь в виду, что при проведении исследований во все периоды выращивания молодняку создавались условия кормления и содержания, позволяющие достичь достаточно высокого уровня продуктивности. Это подтверждается показателями живой массы, которая во многом характеризует прижизненный уровень мясной продуктивности и генетически детерминирована. В то же время добиться реализации потенциала продуктивности можно при условии создания оптимальных условий кормления и содержания.

Известно, что скрещивание позволяет за счет использования эффекта гетерозиса существенно повысить потенциальные возможности увеличения производства продукции.

Полученные данные свидетельствуют, что максимальным уровнем живой массы характеризовался помесный молодняк (табл. 1). Так, его преимущество над чистопородными сверстниками при рождении по величине изучаемого показателя составляло 2,1–2,4 кг (7,1–8,2%). Аналогичная закономерность сохранилась и в 3-месячном возрасте. При этом чистопородные бычки уступали помесям в этот возрастной период на 3,2–3,8 кг (3,0–3,5%).

После кастрации в возрасте 3 мес. ранг распределения молодняка по живой массе в 6-месячном возрасте изменился. При этом установлено лидирующее положение бычков над кастратами соответствующего генотипа по живой массе по окончании молочного периода.

Так, преимущество бычков I группы над кастратами III группы составляло 10,4 кг (5,7%) и помесных – 7,4 кг (3,9%). В 9-месячном возрасте эти различия в пользу бычков стали более существенными и по группе чистопородного молодняка составляли 12,9 кг (5,2%), помесного – 9,9 кг (3,8%), в 12 мес. соответственно 16,2 кг (5,0%) и 17,3 кг (5,1%), в 16 мес. – 18,8 кг (4,4%) и 21,2 кг (4,8%) и при окончании опыта в 19 мес. соответственно 24,6 кг (4,0%) и 26,1 кг (5,2%). При этом разница во всех случаях была статистически достоверна ($P < 0,05-0,001$).

Установлено, что вследствие проявления эффекта скрещивания помесный молодняк на всех этапах онтогенеза превосходил по живой массе чистопородных сверстников. Так, в 6-месячном возрасте по группе бычков преимущество помесей по массе тела составляло 6,8 кг (3,5%), а в группе кастратов – 9,8 кг (5,4%). Аналогичная закономерность отмечалась и в последующие возрастные периоды. Так,

в 9-месячном возрасте разница по живой массе в пользу помесей у бычков составляла 6,0 кг (2,3%), а кастратов – 9,1 кг (3,7%).

Характерно, что с возрастом вследствие более интенсивного роста пре имущество помесного молодняка по живой массе над чистопородными сверстниками увеличивалось. Так, в годовалом возрасте по группе бычков оно составляло 13,1 кг (3,8%), кастратов – 12,0 кг (3,7%). В 16 мес. разница в пользу помесей составляла у бычков 16,6 кг (3,7%), кастратов – 14,2 кг (3,3%) и при окончании опыта в 19 мес. 19,1 кг (3,6%) и 17,6 кг (3,5%). При этом разница во всех случаях статистически достоверна ($P < 0,05-0,001$).

Полученные данные свидетельствуют, что с возрастом степень проявления эффекта скрещивания по живой массе повышалась. Характерно, что наибольший эффект скрещивания наблюдался у бычков, нежели кастратов, у которых он был существенно ниже. Это обусловлено различиями в физиологическом состоянии молодняка.

С целью проведения более полной и объективной оценки продуктивных качеств чистопородного и помесного молодняка по возрастным периодам определяли валовой и среднесуточный прирост живой массы, относительную скорость роста по С. Броди и коэффициент увеличения живой массы с возрастом. Последний показатель вычисляли путем деления величины живой массы молодняка в определенном возрасте на ее уровень у новорожденных животных.

Полученные данные и их анализ свидетельствуют об определенных межгрупповых различиях по абсолютному приросту живой массы уже в ранний период выращивания (табл. 2).

Таблица 1 – Динамика живой массы подопытного молодняка, кг

Возраст, мес.	Группа							
	I		II		III		IV	
	показатель							
	X ± Sx	Cv, %	X ± Sx	Cv, %	X ± Sx	Cv, %	X ± Sx	Cv, %
Новорожденные	29,5±0,46	5,50	31,5±0,62	6,81	29,3±0,48	5,69	31,7±0,59	6,46
3	109,8±1,29	4,07	113,0±1,14	3,50	109,5±1,01	3,19	113,3±0,84	2,58
6	191,7±2,30	4,16	198,5±1,94	3,39	181,3±1,73	3,30	191,1±1,44	2,62
9	261,4±3,19	4,23	267,4±2,89	3,75	248,5±3,47	4,84	257,5±2,99	4,02
12	342,9±3,97	4,01	356,0±3,49	3,39	326,7±4,86	5,15	257,5±2,99	4,24
16	446,1±5,27	4,10	462,7±4,84	3,63	427,3±6,63	5,37	441,5±6,51	5,10
19	528,6±6,35	3,60	547,7±6,51	3,56	504,0±9,24	5,50	521,6±10,24	5,89



При этом в период от рождения до 3 мес. максимальной величиной изучаемого показателя характеризовались помесные бычки и кастраты *II* и *IV* групп. Чистопородные сверстники уступали им на 1,1–1,3 кг (1,4–1,6%). В период с 3 до 6 мес. динамика изменения абсолютного прироста живой массы молодняка *I* и *II*, *III* и *IV* групп была различной. У бычков отмечено увеличение абсолютного прироста массы тела на 1,5–4,1 кг (1,9–5,0%), а у кастратов наблюдалось его снижение на 3,7–8,4 кг (4,5–11,7%). Это обусловлено разным физиологическим состоянием животных после кастрации бычков *III* и *IV* групп. Характерно, что степень снижения абсолютного прироста у помесных кастратов была на 7,2% ниже, чем у чистопородных сверстников.

В период с 6 до 9 мес. наблюдалось снижение абсолютного прироста массы тела у животных всех групп. У молодняка *I* группы оно составляло 12,1 кг (17,4%), *II* – 16,6 кг (24,1%), *III* – 4,6 кг (6,8%), *IV* – 3,7 кг (5,6%). Это снижение обусловлено изменением типа кормления молодняка и переводом его на откормочную площадку.

В периоды с 9 до 12 и с 12 до 16 мес. отмечено повышение величины изучаемого показателя. Причем в анализируемые возрастные периоды уровень абсолютного прироста живой массы у молодняка всех групп был максимальным за весь период наблюдений.

После 16 мес. у молодняка всех групп отмечалось снижение величины абсолютного прироста живой массы, что обусловлено активизацией процесса жиरोотложения в организме.

Таким образом, в целом за период опыта от рождения до 19 мес. максимальным абсолютным приростом массы тела характеризовались бычки. Они превосходили кастратов на 24,1–26,4 кг (5,1–5,4%). При этом чистопородный молодняк уступал помесям: бычки на 17,4 кг (3,5%), кастраты на 15,1 кг (3,2%). Судя по этим показателям, у бычков эффект скрещивания проявился в большей степени, чем у кастратов.

Показатели интенсивности роста молодняка свидетельствуют о сходном характере межгрупповых различий и возрастной динамике валового прироста живой массы (табл. 3).

Таблица 2 – Динамика валового прироста живой массы подопытного молодняка, кг

Возрастной период, мес.	Группа							
	<i>I</i>		<i>II</i>		<i>III</i>		<i>IV</i>	
	показатель		показатель		показатель		показатель	
	X ± Sx	Cv, %	X ± Sx	Cv, %	X ± Sx	Cv, %	X ± Sx	Cv, %
0–3	80,3±1,58	6,80	81,4±0,76	3,25	80,2±0,67	2,91	81,5±0,61	2,59
3–6	81,8±1,38	5,85	85,5±1,03	4,19	71,8±1,04	5,00	77,8±0,73	3,23
6–9	69,7±1,34	6,64	68,9±1,05	5,30	67,2±2,07	10,60	66,4±1,63	8,55
9–12	81,5±1,22	5,17	88,6±1,03	4,04	78,17±2,33	10,33	81,2±1,81	7,74
12–16	103,2±2,22	7,44	106,7±1,98	6,43	100,6±2,21	7,61	102,8±3,57	12,02
16–19	83,0±2,26	8,17	85,3±3,59	12,62	78,2±2,89	11,08	82,3±3,77	13,72
0–12	313,4±4,16	4,59	324,4±3,13	3,35	297,3±4,58	5,34	306,9±3,81	4,29
0–16	416,6±5,53	4,60	431,1±4,51	3,62	397,9±6,39	5,56	409,8±6,12	5,17
0–19	498,9±6,71	4,04	516,3±6,49	3,77	474,8±9,02	5,71	489,9±9,99	6,12

Таблица 3 – Динамика среднесуточного прироста живой массы подопытного молодняка, г

Возрастной период, мес.	Группа							
	<i>I</i>		<i>II</i>		<i>III</i>		<i>IV</i>	
	показатель		показатель		показатель		показатель	
	X ± Sx	Cv, %	X ± Sx	Cv, %	X ± Sx	Cv, %	X ± Sx	Cv, %
0–3	892,5±17,53	6,80	904,6±8,48	3,24	890,7±7,47	2,91	905,5±6,77	2,59
3–6	909,2±15,34	5,85	950,0±11,48	4,19	798,1±11,51	4,99	864,8±8,07	3,23
6–9	775,0±14,87	6,64	765,7±11,72	5,30	746,3±22,96	10,66	737,9±18,22	8,55
9–12	905,5±13,51	5,17	948,2±11,48	4,04	868,5±25,91	10,33	901,8±20,14	7,74
12–16	859,7±18,49	7,44	888,9±16,49	6,43	838,2±18,42	7,61	856,9±29,74	12,02
16–19	922,2±25,12	8,17	948,1±39,89	12,62	869,1±32,11	11,08	914,8±41,62	13,73
0–12	870,6±11,55	4,59	901,2±8,72	3,35	825,9±12,74	5,34	852,5±10,57	4,30
0–16	867,9±11,52	4,60	898,1±9,40	3,62	828,9±13,32	5,56	853,6±12,74	5,17
0–19	875,2±11,78	4,04	905,8±11,39	3,77	832,9±15,84	5,71	857,0±18,34	6,42

Так, в период от рождения до 3 мес. наблюдалось преимущество помесей над чистопородными сверстниками по среднесуточному приросту живой массы, которое составляло 12,7–14,8 г (1,3–1,6%). С 3 до 6 мес. вследствие кастрации помеси IV группы, превосходя чистопородных кастратов III группы на 66,7 г (8,4%), уступали чистопородным бычкам по величине изучаемого показателя на 44,4 г (5,1%), а помесным на 85,2 г (9,8%). Вследствие кастрации у молодняка III и IV групп наблюдалось снижение интенсивности роста на 40,7–92,6 г (4,7–11,6%).

Характерно, что среднесуточный прирост живой массы у помесей снизился в меньшей степени, чем у чистопородных сверстников, что обусловлено, по-видимому, их большей стрессоустойчивостью.

У бычков в период с 3 до 6 мес. отмечалось повышение интенсивности роста, которое составляло 16,7–44,4 г (1,9–4,9%).

В более поздние возрастные периоды вследствие взаимодействия генетических и паратипических факторов наблюдались колебания величины среднесуточного прироста живой массы у молодняка всех групп. При этом с 6 до 9 мес. его уровень понижался, позднее до 12 мес. стабильно увеличивался, а затем до 16 мес. отмечалось снижение интенсивности роста в связи с переводом молодняка на пастбище. Затем с 16 до 19 мес. изучаемый показатель повышался вследствие постановки животных на стойловый интенсивный откорм.

В целом как за все время выращивания, так и за отдельные возрастные периоды помеси превосходили чистопородных сверстников по интенсивности роста, а кастраты во всех случаях уступали бычкам соответствующего генотипа. Достаточно отметить, что преимущество помесей над чистопородными аналогами за весь период выращивания от рождения

и до 19 мес. по группе бычков составляло 30,6 г (3,5%), кастратов – 24,1 г (2,9%), а кастраты уступали бычкам на 42,3–48,8 г (5,1–5,7%).

Известно, что абсолютный прирост живой массы (как валовой, так и среднесуточный) за отдельные периоды выращивания не может в достаточной степени охарактеризоваться действительной скоростью роста, хотя и является важным показателем интенсивности роста в различные стадии онтогенеза. Это обусловлено тем, что при этом учитывается рост только начальной массы тела. В этой связи рассчитывается относительная скорость роста, величина которой дает более объективную картину закономерностей роста (табл. 4).

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что максимальной величиной изучаемого показателя в период от рождения и до 3 мес. характеризовались бычки бестужевской породы. Их преимущество над помесными сверстниками по величине изучаемого показателя составляло 2,64–3,01%.

В период с 3 до 6 мес. ранг распределения молодняка по величине относительной скорости роста изменился. При этом помеси превосходили чистопородных сверстников в анализируемый возрастной период по величине изучаемого показателя на 0,72–1,74%. В последующие периоды выращивания относительная скорость роста молодняка подопытных групп была практически на одном уровне и лишь в заключительный период наблюдений с 16 до 19 мес у кастратов изучаемый показатель был несколько ниже, чем у бычков. Аналогичная закономерность отмечалась и за все время выращивания.

Данные по коэффициенту увеличения живой массы в молочный период свидетельствуют о большей его величине у чистопородного молодняка. Позднее преимущество было на стороне бычков, что является вполне закономерным.

Таблица 4 – Относительная скорость роста и коэффициент увеличения живой массы молодняка с возрастом

Группа	Показатель												
	относительная скорость роста, %						коэффициент увеличения живой массы						
	возрастной период, мес.												
	0–3	3–6	6–9	9–12	12–16	16–19	0–19	3	6	9	12	16	19
I	115,23	54,17	31,02	26,97	26,16	16,98	178,87	3,72	6,48	8,86	11,62	15,12	17,93
II	112,59	54,89	29,58	28,40	26,09	16,83	178,18	3,58	6,28	8,46	11,26	14,64	17,33
III	115,56	49,38	31,23	27,23	26,68	16,77	178,08	3,72	6,17	8,45	11,11	14,53	17,19
IV	112,55	51,12	29,60	27,24	26,35	16,71	177,10	3,57	6,03	8,12	10,68	13,93	16,47



Выводы

Таким образом, анализ динамики показателей, характеризующих весовой рост, свидетельствует о межгрупповых различиях, обусловленных генотипом животных и физиологическим состоянием. При этом преимущество в большинстве случаев было на стороне помесей, особенно некастрированных бычков. В то же время полученные данные свидетельствуют о достаточно высоком уровне продуктивности молодняка всех подопытных групп.

Характерно, что эффект скрещивания в наибольшей степени проявлялся у бычков. Кастрация приводила к снижению интенсивности роста и живой массы молодняка.

Рекомендации

Для повышения мясных качеств бестужевского скота целесообразно практиковать его скрещивание с симменталами. При этом предпочтительным является выращивание и откорм некастрированных бычков.

Список литературы

1. Нуржанов Б. С., Жаймышева С. С., Комарова Н. К. Обмен минеральных веществ в организме бычков при скармливании пробиотического препарата // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. № 4. (32). С. 155–157.
2. Быкова О. А. Мясная продуктивность молодняка симментальской породы при использовании в рационах кормовых добавок из местных источников // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 5 (55). С. 117–120.
3. Оценка качества мяса черно-пестрого скота / С. Батанов, О. Краснов, Е. Шахова, Р. Сафин // Молочное и мясное скотоводство. 2009. № 4. С. 2–4.
4. Косилов В., Мироненко С., Литвинов К. Мясная продукция красно-степного молодняка при интенсивном выращивании и откорме // Молочное и мясное скотоводство. 2008. № 7. С. 27–28.
5. Естеев Д. В., Нуржанов Б. С., Жаймышева С. С. Эффективность использования энергии и продуктивные качества бычков при скармливании различных доз пробиотического препарата // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 3 (41). С. 138–140.
6. Показатели экономической эффективности выращивания крупного рогатого скота раз-

ного направления продуктивности в условиях Южного Урала / С. И. Мироненко, В. И. Косилов, Д. А. Андриенко, Е. А. Никонова // Вестник мясного скотоводства. 2014. № 3 (86). С. 58–63.

7. Вильвер Д. С. Генетические параметры селекционных признаков коров первого отела в зависимости от линейной принадлежности // Актуальные проблемы науки. 2014. С. 65–68.

8. Косилов В. И., Никонова Е. А., Вильвер Д. С. Влияние пробиотической кормовой добавки Биогумитель 2Г на рост и развитие бычков симментальской породы // АПК России. 2017. Т. 24. № 1. С. 197–205.

9. Вильвер Д. С., Вильвер А. С. Влияние возраста телок при первом осеменении на воспроизводительные качества коров // АПК России. 2015. Т. 73. С. 151–155.

10. Daniel Z. Caraviello Length of Productive Life of High Producing Cows // Dairy Updates Reproduction and Genetics. 2009. No. 612. С. 1–8.

11. Мясная продуктивность кастратов казахской белоголовой породы и ее помесей с симменталами / В. И. Косилов, Х. Х. Тагиров, Р. С. Юсупов, А. А. Салихов // Зоотехния. 1999. № 1. С. 25–28.

12. Комарова Н. К., Косилов В. И., Востриков Н. И. Влияние лазерного излучения на молочную продуктивность коров разного типа стрессоустойчивости // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 3 (53). С. 132–134.

13. Спешилова Н. В., Косилов В. И., Андриенко Д. А. Производственный потенциал молочного скотоводства на Южном Урале // Вестник мясного скотоводства. 2014. № 3 (86). С. 69–75.

14. Косилов В. И., Швынденков В. А., Нуржанова С. С. Мясная продуктивность бычков симментальской, лимузинской пород и их помесей разных поколений // Развитие народного хозяйства в Западной Казахстане: потенциал, проблемы и перспективы : матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 40-летию Западно-Казахстанского аграрно-технического университета. Уральск, 2003. С. 213–214.

15. Вильвер Д. С. Влияние паратипических факторов на биохимический и морфологический состав крови коров черно-пестрой породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 3 (53). С. 137–139.

16. Жаймышева С. С., Швынденков В. А. Создание на Южном Урале маточных мясных стад на основе помесей симменталов

с лимузинами // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. № 1 (29). С. 88–90.

17. Вильвер Д. С., Фомина А. А. Влияние энергетической кормовой добавки на изменчивость показателей молочной продуктивности коров черно-пестрой породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 1 (63). С. 140–142.

18. Рост и развитие симментальских телок разных генотипов и их герефордских сверстниц / С. Д. Тюлебаев, М. Д. Кадышева, А. Б. Карсакбаев, В. Г. Литовченко // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 6 (38). С. 110–113.

19. Особенности роста и развития бычков мясных, комбинированных пород и их помесей / И. П. Заднепрятский, В. И. Косилов, С. С. Жаймышева, В. А. Швынденков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 6 (38). С. 105–107.

20. Вильвер Д. С., Вильвер А. С. Динамика приростов живой массы телок разных генотипов // Результаты научных исследований. 2015. С. 71–73.

21. Косилов В. И., Нуржанова С. С. Особенности роста бычков симментальской, лимузинской пород и их помесей при нагуле и заключительном откорме // Проблемы зоотехнии: матер. Междунар. науч.-практ. конф. «Состояние и перспективы увеличения производства продукции животноводства и птицеводства». Оренбург, 2003. С. 78–82.

22. Влияние пробиотической кормовой добавки биодарин на рост и развитие телок симментальской породы / В. Г. Литовченко [и др.] // АПК России. 2017. Т. 24. № 2. С. 391–396.

23. Потребление и использование питательных веществ рационами бычками симментальской породы при включении в рацион пробиоти-

ческой добавки Биогумитель 2Г / В. И. Косилов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 1 (63). С. 204–206.

24. Caraviello D. Z., Weigel K. A., Gianola D. Analysis of the relationship between type traits and functional survival in Jersey cattle using Weibull proportional hazards model // J. Dairy Sci. 2010. 86. С. 2984–2989.

25. Вильвер М. С. Особенности роста и развития телок черно-пестрой породы от коров-матерей разного возраста // Приоритетные научные направления: от теории к практике. 2015. С. 6–9.

26. Влияние пробиотической кормовой добавки биодарин на продуктивность телок симментальской породы / С. С. Жаймышева, В. И. Косилов, Т. С. Кубатбеков, Б. С. Нуржанов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 3 (65). С. 138–140.

27. Seltsov V. I., Sermyagin A. A. Assessment of persistence components of milk from Simmental cows-heifers of different origin // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2014. Т. 36. № 12. С. 3–8.

28. Sonck B., Daelemans J., Langenakens J. Preference test for free stall surface material for dairy cows // Presented at the July 18–21 Emerging Technologies for the 21st Century, Paper No. 994011. ASAE, 2950 Niles Road, St. Joseph, MI. 2011. С. 85–89.

29. Косилов В. И., Мироненко С. И. Повышение мясных качеств бестужевского скота путем скрещивания с симментальским // Зоотехния. 2009. № 11.

30. Левахин В., Косилов В., Салихов А. Эффективность промышленного скрещивания в скотоводстве // Молочное и мясное скотоводство. 1992. № 1. С. 9–11.

Жаймышева Сауле Серекпаевна, канд. с.-х. наук, доцент, доцент кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства, ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет».

E-mail: saule-zhaimysheva@mail.ru.

Косилов Владимир Иванович, д-р с.-х. наук, профессор, профессор кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства, ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет».

E-mail: Kosilov_vi@bk.ru.

Вильвер Дмитрий Сергеевич, д-р с.-х. наук, доцент, заведующий кафедрой биологии, экологии, генетики и разведения животных, ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: dmitriy.vilver@mail.ru.

* * *

TECHNICAL SCIENCES

The efficiency improving of diagnosing thermal gaps of timing valves using a vibration sensor (accelerometer)

A. S. Balyasnikov, A. V. Gritsenko, K. V. Glemba, K. I. Lukomsky

The article deals with the efficiency improving of diagnosing thermal gaps valves timing vibroacoustic method, by selecting the temperature index, the load on the engine, the choice of location and method of mounting the vibration sensor (accelerometer) giving a more accurate value with minimal distortion of the vibration signal. All existing methods (methods) of diagnostics of internal combustion engines by accelerometers are analyzed, their advantages and disadvantages are revealed. As a diagnostic tool was used USB Autoscope III, which has 8 channels for registration of analog signals. For measurement of vibration signals of collision of details of the gas-distributing mechanism the piezosensor PD-4 was used. Fittings were provided for the mounting clamp and attachments. Diagnosis by the vibroacoustic method was carried out on cars VAZ-2112 using the USB-oscilloscope. The data of vibration impacts were recorded in the form of an oscillogram of amplitude and phase parameters. In the first part of the experimental studies, the analysis of oscillograms taken at the engine crankshaft speed of 1000 min – 1 was considered. In the second under 2000 min-1. In the 4th cylinder was installed the thermal clearance of the exhaust valve 0.63 mm (all other clearances of the inlet and outlet valves had a nominal size). The place of application of the vibration sensor was chosen directly from the 4 cylinder. The oscilloscope recording was conducted over 8,183 seconds. Previously, the engine was warmed up to an operating temperature of 900C. The pressure sensor was screwed into the candle hole of the 1st cylinder. Thus, the experimental work has shown that vibration bursts from the collision of valves occur at strictly specified time moments. Further experimental work will be aimed at a comprehensive study of vibroimpact from the other valves and their mutual overlap. This method is recommended for use by road transport companies.

Keywords: diagnostics, control, engine, intake system, gas distribution mechanism, vibration, amplitude, phase.

References

1. Sosnin D. A. Avtotronika. E`lektrooborudovanie i sistemy` bor-tovoj avtomatiki sovremenny`x legkovy`x avtomobilej : ucheb. posobie. M. : SOLON-R, 2001. 272 s.
2. Komorska I. Diagnostic-Oriented Vibroacoustic Model of the Recipro-cating Engine // Solid State Phenomena. 2012. Vol. 180. P. 214–221. DOI: 10.4028/www.scientific.net/SSP.180.214.
3. Makushin A. A. Analiticheskie issledovaniya vliyaniya konstrukcii GRM na pokazateli DVS // Avtomobil`naya promy`shlennost`. 2012. № 3. S. 12–16.
4. Vetrogog A. A., Soustova L. I., Romanov A. S. Povy`shenie dinamicheskix xarakteristik dvigatelya vnutrennego sgoraniya // Aktual`ny`e napravleniya nauchny`x issledovanij XXI veka: teoriya i praktika. 2016. T. 4, № 5–4 (25–4). S. 216–221.
6. Koval`chuk L. I., Gusev G. A. Diagnostirovanie sistem toplivopodachi benzinovy`x DVS po parametram volnovy`x processov v toplivnoj rampe // Avtomobil`naya promy`shlennost`. 2011. № 4. S. 25–26.
5. Brail`chuk A. P., Trifonov A. A., Sanov R. S. Vibroakusticheskij metod e`kspres-diagnostiki forsunok vpry`ska legkix topliv // Vestnik XNADU. 2006. Vy`p. 34–35. S. 208–211.
7. Bánlaki P., Magosi Z. Part Failure Diagnosis for Internal Combustion Engine Us-ing Noise and Vibration Analysis // Periodica Poly-technica Transportation Engineering. 2010. Vol. 38(1). P. 53–60. doi: 10.3311/pp.tr.2010-1.09.
8. Kaźmierczak A., Krakowian K., Wróbel R. Dopplerowska Wibrometria Laserowa w Diagnostyce Silnika Spalinowego // Przegląd Elektrotechniczny. 2010. Vol. 86(10). P. 147–149. (in Polish).
9. Urbahs A., Andreyev S. The Problem of Vibro-Acoustic Diagnostics of Gas Turbine Engine Bearing Units // 20th International Scientific Conference: Mechanika 2015 – Proceedings. 2015. P. 268–271.
10. Yunusov S. M., Guseynov S. E. New Approach to the Formation of the Adequate Di-agnostic Matrix of the Gas Turbine Engine // Proceedings – 25th European Conference on Modelling and Simulation, ECMS 2011. 2011. P. 362–369.

11. Nonlinear Analysis of Combustion Engine Vibroacoustic Signals for Misfire Detection / P. Boguś, J. Merkiś, R. Grzeszczyk, S. Mazurek // SAE Technical Papers. 2003. Paper 2003-01-0354. doi:10.4271/2003-01-0354
12. Zlotin G. N., Lyutin K. I. Analiz vibracionny`x svojstv dvigatelya primenitel`no k sistemam vibrodiagnostiki mexanizma gazoraspredeleniya // Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo texnicheskogo universiteta. 2008. T. 1. № 6 (44). S. 8–11.
13. Lyutin K. I., Fedyanov V. E. Vibrodiagnostika sistem DVS s ispol`zovaniem nejronny`x setej // E`nergo- i resursoberezhenie: promy`shlennost` i transport. 2007. T. 2. № 8 (34). S. 88–90.
14. Rukovodstvo po e`kspluatacii USB Autoscope III, rukovodstvo po rabote s programmoj USB oscillograf. Rezhim dostupa : [http://www.autoscaners.ru /catalogue/files/689/program_usb_oscilloscope.pdf](http://www.autoscaners.ru/catalogue/files/689/program_usb_oscilloscope.pdf).
15. Kuznecov V. N., Belyaev V. I., Mel`nikov F. P. Vliyanie faz gazoraspredeleniya na izmenenie davleniya vo vpusknom kollektore mnogocilindrovogo dvigatelya // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 12 (122). S. 137–141.
16. Lavrinenko O. V. Opredelenie informativny`x parametrov dlya sistemy` diagnostiki gazoraspredelitel`nogo mexanizma DVS // Vestnik Nacional`nogo texnicheskogo universiteta / Xar`kovskij politexnicheskij institut. Ser. : Informatika i modelirovanie. 2014. № 62 (1104). S. 87–94.
17. Filipczyk J., Makarova I., Belyaev E. Analysis of Periodical Technical Inspection Systems in Automotive Transport the Experiences of Poland and Russia // Transport Problems. 2015. Vol. 10, Issue 4. P. 121–128.
18. The Possibilities of Improving the Operational Characteristics of Vehicle Gear by the Use of Cylindrical Arched Tooth Gear Drive / I. Ivanov, P. Rubin, A. Tarapanov, N. Kanatnikov // Transport Problems. 2016. Vol. 11, Issue 2. P. 61–66. DOI: 10.20858/tp.2016.11.2.6.
19. Borisenko V. A., Bary`shnikov S. A. Vliyanie iznosa profilya kulachka raspredelitel`nogo vala DVS na izmenenie faz gazoraspredeleniya // Materialy` LIV Mezhdunar. nauch.-texn. konf. «Dostizheniya nauki – agropromy`shlennomu proizvodstvu». Chelyabinsk : ChGAA, 2015. S. 19–23.
20. Uskov D. A., Mashrabov N. M., Borisenko V. A. Diagnostirovanie gazoraspredelitel`nogo mexanizma dvigatelya vnutrennego sgoraniya na xolostom xodu // Materialy` LV Mezhdunar. nauch.-texn. konf. «Dostizheniya nauki – agropromy`shlennomu proizvodstvu». Chelyabinsk : ChGAA, 2014. S. 107–111.
21. Borisenko V. A., Bary`shnikov S. A. K obosnovaniyu korrekcii faz gazoraspredeleniya pri remonte DVS // Materialy` LV Mezhdunar. nauch.-texn. konf. «Dostizheniya nauki – agropromy`shlennomu proizvodstvu». Chelyabinsk : ChGAA, 2014. S. 27–30.
22. Draganov B. X., Kruglov M. G. Konstruirovaniye vpuskny`x i vy`puskny`x kanalov dvigatelej vnutrennego sgoraniya. Kiev : Vishha shk., Golovnoe izd-vo, 1987. 175 s.
23. Droździel P., Komsta H., Krzywonos L. Repair Costs and the Intensity of Vehicle Use // Transport Problems. 2013. V. 8, Issue 3. P.131–138.
24. Czech P., Bąkowski H. Diagnosing of Car Engine Fuel Injectors Damage Using DWT Analysis and PNN Neural Networks // Transport Problems. 2013. V. 8, Issue 3. P. 85–91.
25. Zhdanovskij N. S., Nikolaenko A. V. Nadezhnost` i dolgovechnost` avtotraktorny`x dvigatelej. L. : Kolos, 1974. 223 s.
26. Nikitin E. A., Stanislavskij L. V., Ulanovskij E`. A. Diagnostirovanie dizelej. M. : Mashinostroenie, 1987. 224 s.
27. Diagnostika avtotraktorny`x dvigatelej / N. S. Zhdanovskij, V. A. Alliluev, A. V. Nikolaenko, B. A. Ulitovskij. 2-e izd., pererab. i dop. L. : Kolos, 1977. 264 s.
28. Gritsenko A., Kukov S., Glemba K. Theoretical underpinning of diagnosing the cylinder group during motoring. Procedia Engineering. 2016. T. 150. S. 1182–1187.
29. Plaksin A., Gritsenko A., Glemba K. Experimental studies of cylinder group state during motoring. Procedia Engineering. 2016. T. 150. S. 1188–1191.
30. Gricenko A. V. Metod diagnostirovaniya gazoraspredelitel`nogo mexanizma po parametram rasxoda vozduxa i faz gazoraspredeleniya DVS // APK Rossii. 2012. T. 62. S. 32–34

Balyasnikov Alexey Sergeevich, PhD student of the 3rd year of the Department EMTP, of the South Ural state agrarian University.
E-mail: btgr123@mail.ru.



Gritsenko, Aleksandr Vladimirovich, doctor of tech. Sciences, associate Professor, Professor of the Department of “Road transport”, South Ural state University (NRU); Professor of the Department of “Operation of the machine and tractor Park”, South Ural state agrarian University.

E-mail: alexgrits13@mail.ru.

Glemba Konstantin Vyacheslavovich, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Department “Automobile Transport”, South Ural State University, Professor of the Department “Operation of Machine and Tractor Fleet”, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: glemba77@mail.ru.

Lukomsky Konstantin Ivanovich, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Department “General Technical Disciplines”, Air Force Military Educational and Scientific Centre, Air Force Academy n.a. Prof. N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin (Voronezh), the Ministry of Defense of the Russian Federation.

E-mail: klukomsky@mail.ru.

The disk header utilization in the conditions of the Southern Urals

V. N. Vojnov, D. V. Yarosh

The main difference between the disc header and other tillage machines is that each disc is attached to the frame individually and has the ability to adjust the width of the capture by changing the angle of attack of the discs. The advantage of the diskator is that these tools are able to work under different climatic conditions and under any soil condition, which makes it possible to reduce the time of tillage and increase the productivity of units. The possibility of soil tillage by disc harrows clogged areas of soil with plant residues up to 2 m, which is required for the treatment of fallow lands. A detailed description of the test results of the drives in the field is given. The experiments were carried out on two units. The first consisted of a tractor K-700A and a drive PD BDM-6×4 “Ermak” by the production of JSC IPP “Tehartkom”, the second - of the tractor RTM-160 and the drive PD BDM-4×4 “Ermak”. The tests were carried out in different soil and climatic conditions. Before the experiments, the humidity and hardness of the soil, the number of weed plants, the mass of crop residues per 1 m² were determined. Soil treatment was conducted at a depth of from 0.06 to 0.12 m. the studies measured the depth of tillage, ridgeness of field surface, the unevenness of the bottom of the furrow the traction resistance of the disc cutter. The speed of the unit was from 3.8 to 18.4 km / h, the angle of attack of the disks varied from 10 to 30°. The effect of the speed of the unit, the angle of attack of the discs and working depth on the agronomic performance. It was found that with increasing speed of the unit increases the degree of soil crumbling at all angles of attack disks. There is an improvement in the incorporation of plant residues up to 68% with an increase in the speed of the unit while increasing the equalization of the field surface. The energy estimation of the unit at different angles of attack of disks, different depth of processing and different speed of movement is carried out. The article presents specific recommendations to improve the efficiency of the drives, the optimal parameters of the unit. The article will be useful to agricultural producers that use disc harrows for tillage.

Keywords: the disc, the angle of attack of the disks, the speed of movement of the unit, the depth of processing, the comb surface of the field, the crest of the bottom of the furrow, traction resistance.

References

1. Bledny`x V. V. Ustrojstvo, raschet i proektirovanie pochvoobrabaty`vayushhix orudij : ucheb. posobie. Chelyabinsk, 2010. 203 s.
2. Vojnov V. N. Diskatory`: obespechenie kachestvennoj obrabotki pochvy` // Traktory` i sel`skoxozyajstvenny`e mashiny`. 2006. № 7. S. 34–35.
3. Vojnov V. N. Tyagovoe soprotivlenie rabochix organov diskatora // Vestnik ChGAU. 2007. T. 50. S. 18–22.

4. Vojnov V. N. Issledovanie ustojchivosti xoda diskatora po glubine // Vestnik ChGAA. 2012. T. 62. S. 19–22.
5. Vojnov V. N. Opredelenie chisla diskov diskatora // Vestnik ChGAA. 2012. T. 62. S. 23–25.
6. Voczkij Z. I. Ispy`taniya sel'skoxozyajstvennoj texniki. Metody` ocenki e`nergeticheskix, e`kspluatacionno-texnologicheskix, e`konomicheskix pokazatelej i bezopasnosti truda : ucheb. posobie. Chelyabinsk, 2007.
7. Voczkij Z. I., Voczkij A. Z. Ispy`taniya sel'skoxozyajstvennoj texniki. Metody` ocenki funkcional`ny`x pokazatelej mashin dlya vzdely`vaniya i uborki sel'skoxozyajstvenny`x kul`tur : ucheb. posobie. Chelyabinsk, 2007.
8. Gorshkov Yu. G., Vojnov V. N., Kalugin A. A. Poluavtomaticheskoe ustrojstvo dlya regulirovaniya ugla ataki rabochix organov diskatora // Traktory` i sel`xozmashiny`. 2012. № 10. S. 8–9.
9. Osnovy` ispy`tanj sel'skoxozyajstvennoj texniki : ucheb. posobie / A. F. Kokorin [i dr.]. Chelyabinsk, 2008. 63 s.
10. Kushnarev A. S., Kushnarev S. A. Diskator – novoe texnicheskoe reshenie na ry`nke pochvoobrabaty`vayushhej texniki // Sel'skoxozyajstvenny`e mashiny` i texnologii. 2011. № 6. S. 35–37.
11. Kushnarev A. S., Kushnarev S. A., Vershkov A. Diskator – novoe texnicheskoe reshenie // Propozitsiya. 2010. № 10. S. 106–109.
12. Pokazateli e`ffektivnosti traktorov tipa RTM-160 / G. A. Okunev [i dr.] // Traktory` i sel'skoxozyajstvenny`e mashiny`. 2006. № 9. S. 5–6.
13. Okunev G. A., Kuznecov N. A. Obosnovanie e`ffektivnosti traktorov RT-M-160 // Vestnik ChGAU. 2007. T. 50. S. 96–99.
14. Plaksin A. M. E`nergetika mobil`ny`x agregatov v rastenievodstve : ucheb. posobie. Chelyabinsk, 2005. 204 s.
15. Raximov I. R., Konovalov V. N., Vojnov V. N. Analiz processa vzaimodejstviya prutkovogo katka i pochvy` // Vestnik ChGAU. 2007. T. 50. S. 100–105.
16. Obosnovanie i vy`bor kompleksa mashin dlya poseva zernovy`x kul`tur s primeneniem traktora TR-M-160 / R. S. Raximov [i dr.] // Materialy` L Mezhdunar. nauch.-texn. konf. «Dostizheniya nauki – agropromy`shlennomu proizvodstvu». Chelyabinsk, 2011. Ch. III. S. 189–195.
17. Ispol`zovanie resurso-sberegayushhej texniki v Chelyabinskoj oblasti / S. V. Stoyan [i dr.] // Zemledelie. 2007. № 3. S. 40–41.

Vojnov Valery Nikolaevich, cand. tech. Director of the research Institute of mechanization and automation of agricultural production, South Ural state agrarian University.

E-mail: valeryvoinov174@gmail.com.

Yarosh Dmitry Viktorovich, head of the farm.

E-mail: valeryvoinov174@gmail.com.

Analysis and solving the problems of electrical safety of racing cars on the example of bolid at Formula Student Electric

K. V. Glemba, A. V. Lopukhov, N. L. Fayzulloev, M. V. Nazarov, A. E. Kisel, R. B. Gaffatullin

This article deals with the problems of electrical safety of racing cars on the example of the Formula Student Electric car. Data on atmospheric pollution by various industries and transport are presented. Most of the pollution falls on road transport (39%). Cars with electric motors are free of harmful emissions, so this direction is a priority for many automakers. The consequence of this was the emergence of race cars with electric motors. The analysis of works of Russian scientists according to which fire safety is allocated in a separate kind of safety is presented. The main factor affecting the electrical safety of the car is the quality of the electrical wiring. The statistics of the causes of electrical wiring faults is given. The main causes of failure are: in 67% of cases - insulation faults, in 23% of cases - breakage of the wires, in 10% - violation of the contact of electrical connectors. The methods for determining the technical condition of the wire are considered and the most rational one



is determined. Details of the order of work for determining the technical condition of the wire based on the selected methodology. Analyzed and highlighted the main requirements for wiring according to the rules of the competition Formula Student. The circuit of connection of elements of high-voltage system of a racing car is presented. Features of selection and selection of power electric wires, and also the module of insulation control according to the rules of the competition are presented. Wires of the type RADOX SCREENED BATTERYCABLE (FLR41XC33X-1x__T150) with a cross-section of 6 mm² and an outer wire diameter of 6.6 ± 0.3 mm and a Bender A-ISOMETER® iso-F1 IR155-3203 insulation monitoring device were selected. The characteristics of the selected wires and the insulation monitoring device are presented.

Keywords: electric car, electrical safety, electrical wires, quality of electrical insulation.

References

1. Formula Student, chto e`to. Rezhim dostupa : <https://www.drive2.ru/b/288230376151890656/>.
2. Bezopasnost` transportny`x sredstv (avtomobili) / V. A. Gudkov, Yu. A. Komarov, A. I. Ryabchinskij, V. N. Fedotov. M. : Goryachaya liniya – Telekom, 2010. 431 s.
3. Lopuxov A. V. Analiz i reshenie problem e`lektrobezopasnosti gonochny`x mashin na primere bolida klassa Formula Student Electric : diplom. rabota. Chelyabinsk : FGAOU VO «Yuzhno-Ural`skij gosudarstvenny`j universitet», 2018. 76 s.
4. 2017–2018 Formula SAE Rules. Rezhim dostupa : <http://fsaeonline.com/cdsweb/gen/DocumentResources.aspx>.
5. Sidorin E. S. Sovershenstvovanie organizacii texnicheskogo obsluzhivaniya e`lementov sistemy` e`lektrooborudovaniya legkovy`x avtomobilej : dis. ... kand. texn. nauk. Orenburg, 2015. 148 s.
6. RADOX® SCREENED BATTERY CABLE information. Rezhim dostupa : <https://literature.hubersuhner.com/Marketsegments/Transportation/AutoProductCatalogueEN/?page=28>.
7. Insulation monitoring device – Bender A-ISOMETER® iso-F1 IR155-3203 information. Rezhim dostupa : http://formula-hybrid.org/pdf/iso-F1-IR155-32xx-electricvehicles_DB_en_20101202.pdf.
8. Aspekty` povy`sheniya e`kologicheskoy bezopasnosti avtotransporta / A. V. Gricenko, K. V. Glemba, S. S. Kukov, D. D. Bakajkin // Problemy` funkcionirovaniya sistem transporta : mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. studentov, aspirantov i molody`x ucheny`x : v 2-x tomax / otv. red. V. I. Baue`r. Tyumen`, 2015. S. 176–181.
9. Issledovanie sposoba povy`sheniya e`kologichnosti i e`konomichnosti avtotransporta na testovy`x rezhimax xolostogo xoda raboty` dvigatelya vnutrennego sgoraniya / A. V. Gricenko [i dr.] // Transport Urala. 2016. № 1 (48). S. 97–102.
10. Gricenko A. V., Glemba K. V., Larin O. N. Priborny`e metody` i sredstva povy`sheniya e`kologicheskoy bezopasnosti na avtotransporte // Al`ternativny`e istochniki e`nergii na avtomobil`nom transporte: problemy` i perspektivy` racional`nogo ispol`zovaniya : sb. nauch. tr. po mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. / pod obshh. red. A. I. Novikova. 2014. S. 200–205.
11. Uchebny`e stendy`-trenazhery` po e`lektrooborudovaniyu avtomobilej / S. S. Kukov [i dr.] // APK Rossii. 2006. T. 47. S. 67–69.
12. Novy`j metod, sredstvo i programmaya sreda` dlya testirovaniya E`MF avtomobilya / A. V. Gricenko [i dr.] // Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo texnicheskogo universiteta. 2014. T. 6. № 18 (145). S. 53–56.
13. Gricenko A. V., Glemba K. V., Larin O. N. Sovershenstvovanie metodov, sredstv i processov testovogo diagnostirovaniya sistem DVS // Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo texnicheskogo universiteta. 2014. T. 18. № 6 (145). S. 49–52.
14. Razrabotka metoda i sredstva diagnostirovaniya e`lektrobenzinasosov sistemy` toplivopodachi DVS / A. V. Gricenko [i dr.] // Transport: nauka, texnika, upravlenie. 2015. № 1. S. 40–44.
15. Testovy`e metody` diagnostirovaniya sistem dvigatelej vnutrennego sgoraniya avtomobilej : monografiya / A. M. Plaksin [i dr.]. Chelyabinsk : FGBOU VO Yuzhno-Ural`skij GAU, 2016. 210 s.

Glemba Konstantin Vyacheslavovich, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Department «Automobile Transport», South Ural State University, Professor of the Department «Operation of Machine and Tractor Fleet», South-Ural State Agrarian University.

E-mail: glemba77@mail.ru.

Lopukhov Alexander Viktorovich, undergraduate of the Department «Automobile Transport», South Ural State University.

E-mail: lav2807@yandex.ru.

Fayzulloev Najibullo Lutfulloevich, bachelor student of the Department «Automobile Transport», South Ural State University.

E-mail: hmnemo@gmail.com.

Nazarov Maksim Valeryevich, post-graduate student of the Department «Automobile Transport», South Ural State University.

E-mail: hmnemo@gmail.com.

Kisel Artyom Evgenyevich, bachelor student of the Department «Wheeled and Tracked Vehicles», South Ural State University.

E-mail: hmnemo@gmail.com.

Gaffatullin Ruslan Bulatovich, bachelor student of the Department «Automobile Transport», South Ural State University.

E-mail: gaffatullinr@gmail.com.

Planning an experiment on the time of grain drying in a shaft dryer

V. G. Zakhahatnov, P. V. Kashin, G. D. Kokovin

The efficiency of the operation of grain dryers is largely determined by the level of their automation. Along with the automatic control of loading, unloading and maintaining the level in the drying bunker, the automatic control system must maintain a predetermined moisture content of the grain at the outlet from the drying zone. To do this, dryers are equipped with flow measuring moisture of grain, which have a significant cost, not high accuracy and low reliability. A method is proposed for determining the drying time, corresponding to the specified moisture content of the grain discharged from the dryer, based on the use of an experimentally obtained model that relates the drying time to the initial moisture and temperature of the grain, and the temperature of the coolant. The experiments were carried out on an installation simulating the processes of convective drying in mine and column dryers. To obtain the model, the Box-Bencken plan is implemented for three factors - initial humidity, grain temperature and coolant temperature. The experiment was carried out on soft wheat with a constant coolant velocity equal to 0.5 m / s and a thickness of the blown layer of 200 mm. The temperature of the heat carrier varied within the range of 60 ... 90 ° C, the grain humidity was 18 ... 30%, the grain temperature was 10 ... 30 ° C. Checking the coefficients of the obtained model for significance allowed us to exclude from the model the initial temperature factor and all quadratic terms. This indicates that the initial grain temperature within 10 ... 30 ° C practically does not influence the drying time, since the amount of heat spent for heating the grain from 10°C to 30°C is much less than the amount of heat expended in evaporation of moisture during the drying process. The obtained model is designed to determine the drying time at known values of the initial moisture content of the grain and the temperature of the coolant.

References

1. Avtomatizaciya texnologicheskogo processa sushki zerna / S. K. Manasyan, V. N. Czuglenok, G. N. Manasyan, N. N. Kulikov / Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011. № 1. S. 149–152.
2. Murav`yov A. V., Osipov V. V., Svetlakov A. A. Analiz processa sushki zerna s cel`yu sozdaniya adaptivnoj sistemy` upravleniya // Doklady` Tomskogo gosudarstvennogo universiteta sistem upravleniya i radioe`lektroniki. 2005. № 3. S. 115–122.
3. Sekanov Yu. P. Vlagometriya sy`puchix i voloknisty`x rastitel`ny`x materialov. M. : VIM, 2001. 189 s.



4. Xobin V. A. Sovershenstvovanie sistem avtomaticheskogo upravleniya rezhimami raboty` zernosushilok kak osnova povy`sheniya ix e`ffektivnosti // Xranenie i pererabotka zerna. 2005. № 4 (70). S. 41–44.

5. Pat. RF № 2340854. Sposob opredeleniya dlitel`nosti sushki produktov, sodержashhix svobodnuyu i svyazannuyu vlagu, pri smene rezhima sushki / M. V. Arapov, V. M. Arapov, S. V. Buturlin, K. S. Popov ; opubl. 27.02.2003, Byul. № 6. 5 s.

6. Pat. RF № 2492398. Sposob prognozirovaniya temperatury` melkodispersnogo materiala, sodержashhego svobodnuyu i svyazannuyu vlagu, v processe konvektivnoj sushki / V. M. Arapov, A. V. Bulavin, M. N. Py`lev ; opubl. 10.09.2013, Byul. № 25. 5 s.

7. Chary`kov V. I., Chumakov V. G., Sokolov S. A. Nekotory`e aspekty` avtomatizacii zhalyuzijny`x zernosushilok // Materialy` LV Mezhdunar. nauch.-texn. konf. «Dostizheniya nauki–agropromy`shlennomu proizvodstvu». Chelyabinsk : FGBOU VO Yuzhno-Ural`skij GAU, 2016. S. 285–291.

8. K voprosu upravleniya processom kombinirovannoj sushki zerna / V. A. Afon`kina [i dr.] // Vestnik Mordovskogo universiteta. 2016. № 1. S. 33–40.

9. Spiridonov A. A. Planirovanie e`ksperimenta pri issledovanii texnologicheskix processov. M. : Mashinostroenie, 1981. 184 s.

10. Adler Yu. P., Markova E. V., Granovskij Yu. V. Planirovanie e`ksperimenta pri poiske optimal`ny`x uslovij. M. : Nauka, 1975. 407 s.

Zakhahatnov Viktor Glebovich, Cand. tech. Sci., Associate Professor of the Department of Cand. tech. in Economics, Associate Professor of the Department “Energy Supply and Automation of Technological Processes”, South Ural state agrarian University.

E-mail: zahvg@inbox.ru.

Kashin Pavel Viktorovich, master of the chair “Energy supply and automation of technological processes”, South Ural state agrarian University.

E-mail: george-ju@yandex.ru

Kokovin Grigory Dmitrievich, master of the chair “Energy supply and automation of technological processes”, South Ural state agrarian University.

E-mail: grigoriykokovin@jmail.ru.

Theoretical and experimental studies to determine the parameters of the dividing head of a pneumatic grain seeder

M. V. Pyataev, S. S. Pritchyn, K. V. Antonova, E. D. Kameneva

The article presents the results of theoretical and experimental studies on the establishment of rational design parameters of dividing heads of vertical type distributors for pneumatic grain drills. On the basis of theoretical studies found that it is preferable to use in the dividing heads of cone reflectors with an angle of inclination of the generatrix to the base of at least 60°. In the course of theoretical studies to determine the parameters of the reflector, the provisions of the theory of impact were used, as well as expressions for constructing trajectories of seed particles after their interaction with the reflector. Also on the basis of modeling in the software complex FlowVision rational parameters of the diffuser of the dividing head are determined in the first approximation. Experimental studies were carried out on a laboratory facility that allows to change the parameters under consideration. In particular, reflectors and diffusers were replaced during the experiments. Used in experimental studies, the laboratory setup allowed for visual observation of the movement of seeds in the dividing head. During the observation, a decrease in the velocity of the seed particles after their interaction with reflectors having a slope angle of the generator to the base of less than 60° was established. The particles that have reduced their velocity inside the collector are mixed with the newly arrived particles through the supply pipeline, which negatively affects the uniformity of distribution. The results of experimental studies have confirmed the theoretical background. The highest uniform-

ity was obtained with the use of the reflector of conical shape with the angle of inclination of the generatrix to the base 70° and diffuser with opening angle of 50°.

Keywords: pneumatic grain seeder, vertical type seed distributor, dividing head, diffuser, reflector.

References

1. Zy`ryanov A. P., Pyataev M. V. Ocenka kachestva poseva zerna seyalkoj nta 3510 c traktorom BUHLER VERSATILE-2425 // Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo agroinzhenernogo universiteta. 2009. T. 54. S. 130.
2. Astaxov V. S. Mexaniko-texnologicheskie osnovy` poseva sel`skoxozyajstvenny`x kul`tur seyalkami s pnevmaticeskimi sistemami gruppovogo dozirovaniya : avtoref. dis. ... d-ra texn. nauk. SPb., 2007. 40 s.
3. Sharafutdinov A. V. Obosnovanie kontstruktivno-texnologicheskix parametrov raspredelitel`nogo ustrojstva pnevmaticeskoy sistemy` seyalki // Izvestiya Mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovaniya. 2013. № 17. S. 140–145.
4. Yatskul A., Lemièrè J. P., Cointault F. Influence of the divider head functioning conditions and geometry on the seed's distribution and accuracy of the air-seeder // Biosystems Engineering. 2017. № 161. PP. 120–134.
5. Yatskul A. I., Lemièrè J. P. Experimental determination of flow concentration for pneumatic conveying systems of air-seeders // INMATEH-Agricultural Engineering. 2014. № 44(3). P. 17–24.
6. Kryuchin N. P., Andreev A. N. Razrabotka i obosnovanie parametrov gorizontal`nogo raspredelatelya semyan dlya pnevmaticeskogo vy`seva // Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoj sel`skoxozyajstvennoj akademii. 2013. № 3. S. 3–8.
7. Astaxov V. S. Analiz pnevmaticeskix centralizovanny`x vy`sevayushhix sistem // Traktory` i sel`skoxozyajstvenny`e mashiny`. 1997. № 10. S. 33–34.
8. Pyataev M. V., Zy`ryanov A. P. Opredelenie racional`ny`x parametrov delitel`noj golovki pnevmaticeskoy zernovoj seyalki // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. № 3(138). S. 88–94.
9. Pyataev M. V., Zy`ryanov A. P., Ognev I. I. K obosnovaniyu parametrov podvodyashhego truboprovoda raspredelatelya vertikal`nogo tipa dlya pnevmaticeskoy zernovoj seyalki // Texnologii i sredstva mexanizacii v APK : mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Instituta agroinzhenerii, posvyashh. 80-letiyu so dnya rozhd. akad. RAN, d-ra texn. nauk V. V. Bledny`x. Chelyabinsk : FGBOU VO Yuzhno-Ural`skij GAU, 2018. S. 116–125.
10. Obosnovanie parametrov pnevmaticeskoy sistemy` transportirovaniya semyan i udobrenij pochvoobrabaty`vayushhego posevnogo agregata / Z. S. Raximov [i dr.] // APK Rossii. 2017. T. 24. № 1. S. 91–104.

Pyataev Maxim Vyacheslavovich, cand. tech. Sciences, associate Professor, associate Professor of Department “Operation of the machine and tractor Park”, South Ural state agrarian University.
E-mail: 555maxim@mail.ru.

Pritchyn Svyatoslav Sergeevich, master of the 1st year, of Department “Operation of the machine and tractor Park”, South Ural state agrarian University.
E-mail: mcx85@mail.ru.

Antonova Ksenia Vasilyevna, master of the 1st year, of Department “Operation of the machine and tractor Park”, South Ural state agrarian University.
E-mail: ksu1995_13@mail.ru.

Kameneva Evgeniya Dmitrievna, student of the 4th year of the Engineering technology Department, South Ural state agrarian University.
E-mail: jenyakam97@mail.ru.



Functional electronic beekeeping systems

S. S. Salikhov, A. S. Salikhova

In the article is discussed the calculation of the electric field of the electrode beekeeping system. A new design of the electrode system for collecting propolis is proposed.

Keywords: electrode systems, electric field intensity, behavior of honey bees.

References

1. Es'kov E. K., Salixov S. S. Metodologiya razrabotki i issledovaniya e'lektrotexnologicheskix i e'lektrotexnicheskix sistem pchelovozhdeniya // Informacionno-izmeritel'ny'e, diagnosticheskie i upravlyayushhie sistemy'. Diagnostika. Kursk, 2009. S. 36–39.
2. Salixov S. S. O mexanizmax vospriyatiya pchelami e'lektricheskix polej // Materialy` 2-j Vseros. nauch.-prakt. konferencii. M., 2003. S. 93.
3. Salixov S. S., Morozov A. E. E'lektrodinamicheskie e'ffekty` pri vozdeystvii e'lektricheskogo polya na medonosnyuyu pchelu // Materialy` XI Mezhdunar. nauch.-texn. konf. «Mediko-e`kologicheskie informacionny'e texnologii-2008» / Kursk. gos. texn. un-t. Kursk, 2008. S. 194–198.
4. Salixov S. S., Morozov A. E. E'lektroodny'e sistemy` e'lektrotexnologicheskix ustrojstv sistem pchelovozhdeniya // Materialy` Mezhdunar. nauch.-texn. konf. «Informacionno-izmeritel'ny'e, diagnosticheskie i upravlyayushhie sistemy'». (Kursk, 13...15 maya 2009 g.). Kursk, 2009. S. 48–51.
5. Pat. 2284692 Rossijskaya Federaciya, MPK A01K 47/00. Sposob sbora propolisa i ustrojstvo ego osushhestvleniya / S. S. Salixov [i dr.].
6. Pat. 2294098 Rossijskaya Federaciya, MPK A01K 47/00. Sposob aktivizacii dvigatel'noj aktivnosti pchel i ustrojstvo dlya ego osushhestvleniya / S. S. Salixov [i dr.].
7. Pat. 24383303 Rossijskaya Federaciya, MPK 47/00. Sposob regulirovaniya temperaturnogo rezhima ul'ya i ustrojstvo dlya ego osushhestvleniya / S. S. Salixov, E. V. Skachilov, S. V. Fomin.
8. Salixov S. S. K voprosu primeneniya funkcional'no generiruemyx e'lektricheskix polej dlya optimizacii mikroklimata pchelinogo zhilishha // Aktual'ny'e voprosy` agroinzhenerny`x nauk: teoriya i praktika : mater. nacional'noj nauch. konf. Instituta agroinzhenerii / pod red. prof., d-ra s.-x. nauk M. F. Yudina. Chelyabinsk : FGBOU VO Yuzhno-Ural'skij GAU, 2018. S. 296–301.
9. Tarushkin V. I. Metodika rascheta ponderomotornoj sily` // Mex. i e'lekt. soch. sel. xozyajstva. 1978. № 3.
10. Salixov S. S., Gafarov F. F. E'lektroodnaya sistema dlya sbora propolisa // Informacionny`j listok. №74-002-2018. Chelyabinsk : Chelyabinskij CzNTI-Filial FGU «RE`A». 5 s.
11. Salixov S. S., Gafarov F. F. E'lektroiskrovaya magnitnaya e'lektroodnaya sistema dlya texnologij pchelovozhdeniya // Informacionny`j listok. № 74-001-2018. Chelyabinsk : Chelyabinskij CzNTI-Filial FGU «RE`A». 4 s.
12. Innovacionny`j proekt «E'lektrotexnologicheskie sistemy` i e'lektrotexnicheskije ustrojstva pchelovozhdeniya» / S. S. Salixov [i dr.] // Informacionny`j listok. № 74-003-2018. Chelyabinsk : Chelyabinskij CzNTI-Filial FGU «RE`A». 6 s.
13. Salixov S. S., Golovanov A. V. Sily`, dejstvuyushhie na pchel v e'lektricheskom pole // Informacionno-izmeritel'ny'e, diagnosticheskie i upravlyayushhie sistemy'. Diagnostika. Kursk, 2009. S. 44–45.

Salikhov Sagit Sabitovich, cand. technical Sciences, associate Professor, South Ural state agrarian University.

E-mail: nich_csaa@mail.

Salikhova Anita Sagitovna, student, chair of mechatronics and automation, South-Ural State University.

E-mail: apis-plus@yandex.ru

Upgrading of the electrostatic smoking installation

V. V. Selunsky, R. V. Banin, K. J. Yabykov

The paper presents data on the existing types and methods of smoking fish products. The classification of all smoke generators is shown. The mechanism and methods of smoke production, its composition and raw materials for production are described. The expediency of using electrostatic smoking technology in the production of fish products is substantiated. The analysis of existing factory installations of electrostatic smoking is given, their shortcomings are shown. It is proposed to modernize the design of the installation of electrostatic smoking UEC-1 by using a remote smoke generator of decay. Drawings of the smoke generator and its connection scheme with the Smoking chamber at various ways of Smoking are given: hot and cold. In addition, it is proposed to install corona electrodes on the top cover of the smoke chamber of the UEC-1 installation. This will eliminate or significantly reduce the ingress of smoke outside the smoking chamber through the cracks between the top cover and the walls of the smoking chamber, as well as increase the uniformity of the surface treatment of fish with smoky substances.

Keywords: smoke generator, smoke, electrostatic smoking, corona electrodes.

References

1. Mezenova O. Ya., Kim I. N., Bredixin S. A. *Proizvodstvo kopcheny`x pishhevyy`x produktov*. M. : Kolos, 2001. 208 s.
2. Voskresenskiy N. A., Logunov L. L. *Texnologiya ry`bny`x produktov*. M. : Pishhevaya promy`shlennost`, 1968. 424 s.
3. Abdrafikov S. N., Selunskiy V. V. *Proizvodstvo ry`boproduktov*. Chelyabinsk : ChGAU, 2002. 280 s.
4. Selunskiy V. V., Churin V. Yu. *Proizvodstvo kopchenoj ry`by` v polevy`x usloviyax s pomoshh`yu e`lektrostaticheskoy koptil`noj ustanovki // Vestnik ChGAA*. 2010. T. 57. S. 147–150.
5. Selunskiy V. V., Churin V. Yu. *E`lektrostaticheskaya koptil`naya ustanovka // Vestnik ChGAU*. 2008. T. 53. S. 116–119.
6. *Optimizaciya e`lektrostaticheskogo sposoba kopcheniya ry`by` / V. A. Butorin, V. V. Selunskiy, R. V. Banin, K. Zh. Yaby`kov // APK Rossii*. 2018. T. 25. № 1. S. 89–96.
7. Banin R. V., Selunskiy V. V., Atabaev M. R. *Primenenie e`lektrostaticheskoy koptil`noj ustanovki v polevy`x usloviyax // Sovremennyy`e texnologii v e`lektroenergetike i e`lektrotexnike: zadachi, problemy`, resheniya : sb. tr. Vseros. (s mezhdunar. uchastiem) nauch.-prakt. konf. nauch., nauch.-ped. rabotnikov, aspirantov i studentov*. Chelyabinsk : Poligraf-Master, 2017. S. 63–69.
8. Banin R. V., Selunskiy V. V., Tixonov A. V. *Issledovanie e`lektrostaticheskogo processa kopcheniya produktov // Sovremennyy`e texnologii v e`lektroenergetike i e`lektrotexnike: zadachi, problemy`, resheniya : sb. tr. Vseros. (s mezhdunar. uchastiem) nauch.-prakt. konf. nauch., nauch.-ped. rabotnikov, aspirantov i studentov*. Chelyabinsk : Poligraf-Master, 2017. S. 70–75.
9. *Vy`sokovol`tnyy` istochnik pitaniya dlya e`lektrotexnologicheskix ustanovok / O. A. Zhunin, A. V. Konoshenko, A. G. Savinovskix, V. V. Selunskiy // Aktual`ny`e problemy` sovremennoj nauki: vzglyad molody`x : sb. tr. VI Vseros. nauch.-prakt. konf. studentov, aspirantov i molody`x ucheny`x*. Chelyabinsk : OU VO «Yuzhno-Ural`skij institut upravleniya i e`konomiki», 2017. S. 431–433.
10. Savinovskix A. G., Selunskiy V. V., Shukshin B. E. *Modernizaciya i upravlenie e`lektrostaticheskoy koptil`noj ustanovki s razrabotkoj avtonomnogo istochnika pitaniya // Upravlenie v sovremennyy`x sistemax : sb. tr. VII Vseros. nauch.-prakt. konf. nauchny`x, nauchno-pedagogicheskix rabotnikov i aspirantov*. Chelyabinsk : OU VO «Yuzhno-Ural`skij institut upravleniya i e`konomiki», 2017. S. 125–130.

Selunski Vasily Vyacheslavovich, cand. tech. Sciences, associate Professor, Department “Electrical and Electrotechnology”, South Ural state agrarian University.

E-mail: vas-selunskiy@mail.ru.

Banin Roman Valerievitch, Cand. tech. Sciences, associate Professor, head of the Department of electrical Equipment and electrical engineering, South Ural state agrarian University.

E-mail: Barom@mail.



Yabykov Kairat Jumartovitch, postgraduate student of Department of “Electrical and Electrotechnology”, South Ural state agrarian University.
E-mail: yabykov_k@mail.ru.

Improving the smokeless technology of electrostatic method of smoking fish products

V. V. Selunsky, R. V. Banin, K. J. Yabykov

The authors give a classification of the ways the electrostatic smoking of food products for example fish products. The stages of the process of the electrostatic smokeless method and the electrophysical processes occurring at the same time are considered in detail. The scheme of the contact method of charging the smoking preparation and mathematical dependences, allowing to calculate the main characteristics of the smoking environment in smokeless smoking are proposed. Theoretically, the forces acting on the charged particle of the smokeless smoking preparation depending on the parameters of the installation, the technological regime and the properties of the material of the smoking preparation are studied. Recommendations are given to optimize the process under consideration, as well as the design and technical characteristics of the electrostatic smokeless smoking installation.

Keywords: fish products, electrostatic smoking, smoking preparations, charged particles.

References

1. Mezenova O. Ya., Kim I. N., Bredixin S. A. Proizvodstvo kopcheny`x pishhevyy`x produktov. M. : Kolos, 2001. 208 s.
2. Abdrafikov S. N., Selunskij V. V. Proizvodstvo ry`boproduktov. Chelyabinsk : ChGAU, 2002. 280 s.
3. Ry`ba i ry`bny`e produkty`. Ry`ba kopchenaya, vyalenyaya i sushenyaya // Gosudarstvenny`e standarty`. M. : IPK Izd-vo standartov, 1997. 154 s.
4. GOST 11482-2003. Ry`ba xolodnogo kopcheniya. Texnicheskie usloviya, 2003. 45 s.
5. Selunskij V. V., Churin V. Yu. Proizvodstvo kopchenoj ry`by` v polevy`x usloviyax s pomoshh`yu e`lektrostaticheskoy koptil`noj ustanovki // Vestnik ChGAA. 2010. T. 57. S. 147–150.
6. Selunskij V. V., Churin V. Yu. E`lektrostaticheskaya koptil`naya ustanovka // Vestnik ChGAU. 2008. T. 53. S. 116–119.
7. Voskresenskij N. A., Logunov L. L. Tekhnologiya ry`bny`x produktov. M. : Pishhevaya promy`shlennost`, 1968. 424 s.
8. Optimizatsiya e`lektrostaticheskogo sposoba kopcheniya ry`by` / V. A. Butorin, V. V. Selunskij, R. V. Banin, K. Zh. Yabykov // APK Rossii. 2018. T. 25. № 1. S. 89–96.
9. Banin R. V., Selunskij V. V., Atabaev M. R. Primenenie e`lektrostaticheskoy koptil`noj ustanovki v polevy`x usloviyax // Sovremenny`e tekhnologii v e`lektroenergetike i e`lektrotexnike: zadachi, problemy`, resheniya : sb. tr. Vseros. (s mezhdunar. uchastiem) nauch.-prakt. konf. nauch., nauch.-ped. rabotnikov, aspirantov i studentov. Chelyabinsk : Poligraf-Master, 2017. S. 63–69.
10. Banin R. V., Selunskij V. V., Tixonov A. V. Issledovanie e`lektrostaticheskogo processa kopcheniya produktov // Sovremenny`e tekhnologii v e`lektroenergetike i e`lektrotexnike: zadachi, problemy`, resheniya : sb. tr. Vseros. (s mezhdunar. uchastiem) nauch.-prakt. konf. nauch., nauch.-ped. rabotnikov, aspirantov i studentov. Chelyabinsk : Poligraf-Master, 2017. S. 70–75.
11. Vy`sokovol`tny`j istochnik pitaniya dlya e`lektrotexnologicheskix ustanovok / O. A. Zhunin, A. V. Konoshenko, A. G. Savinovskix, V. V. Selunskij // Aktualny`e problemy` sovremennoj nauki: vzglyad molody`x : sb. tr. VI Vseros. nauch.-prakt. konf. studentov, aspirantov i molody`x ucheny`x. Chelyabinsk : OU VO «Yuzhno-Ural`skij institut upravleniya i e`konomiki», 2017. S. 431–433.
12. Savinovskix A. G., Selunskij V. V., Shukshin B. E. Modernizatsiya i upravlenie e`lektrostaticheskoy koptil`noj ustanovki s razrabotkoj avtonomnogo istochnika pitaniya // Upravlenie v sovremenny`x sistemax : sb. tr. VII Vseros. nauch.-prakt. konf. nauchny`x, nauchno-pedagogicheskix rabotnikov i aspirantov. Chelyabinsk : OU VO «Yuzhno-Ural`skij institut upravleniya i e`konomiki», 2017. S. 125–130.

Selunski Vasily Vyacheslavovich, cand. tech. Sciences, associate Professor, Department “Electrical and Electrotechnology”, South Ural state agrarian University.

E-mail: vas-selunskiy@mail.ru.

Banin Roman Valerievitch, Cand. tech. Sciences, associate Professor, head of the Department of electrical Equipment and electrical engineering, South Ural state agrarian University.

E-mail: Barom@mail.

Yabykov Kairat Jumartovitch, postgraduate student of Department of “Electrical and Electrotechnology”, South Ural state agrarian University.

E-mail: yabykov_k@mail.ru.

An iterative method of optimization of spare parts stock of electric repair enterprises of agriculture at the district level with the use of nomograms

I. B. Tsarev, R. V. Banin, V. A. Butorin

Currently, in agriculture, about 20% of the fleet of electric motors is annually sent for repair. In this regard, there is an acute problem of providing electric repair enterprises with spare parts for their smooth functioning. However, an unreasonably large reserve of spare parts entails excessive costs for its creation and maintenance. When optimizing the period and level of supply of spare parts, an interdisciplinary field of knowledge – the theory of inventory management, which comes from the economic optimality of the system of procurement, transportation, storage of spare parts and elimination of the consequences of possible shortage of consumers, is becoming increasingly widespread. A distinctive feature of the electric repair enterprises of agriculture of the district level is that the winding wire in value calculation is the overwhelming nomenclature. This allows rigorous optimization only for him, and related items to put together with the winding wire, with a common period. The Central concept of inventory management theory is the cost function. The article attempts to optimize the function of costs arising from the operation of electric repair enterprises of agriculture at the district level for the period of supply of spare parts and the level of their replenishment. The solution is based on the method of successive approximations (iterations). The first approximation is obtained on the basis of a deterministic model in which the requirements for spare parts are received uniformly, at equal intervals. This approximation is further refined in view of the fact that the real demand for spare parts is a random Poisson process. During iterations, there is a need to solve complex equations, the analytical study of which is associated with great mathematical difficulties. As an output, it is proposed to use circular and mesh nomograms.

Keywords: electric repair enterprises of district level, spare parts, cost function, optimization, nomogram.

References

1. Butorin V. A., Czarev I. B. Funkciya zatrat na zapasy` v ediniczu vremeni e`lektroremontny`x predpriyatij pri diskretnom sprose // Vestnik ChGAU. 2003. T. 39. S. 28–33.
2. Butorin V. A., Czarev I. B. Planirovanie zapasov obmotochnogo provoda na e`lektroremontny`x predpriyatiyax rajonnogo urovnya // Texnika v sel`skom xozyajstve. 2008. № 3. S. 21–23.
3. Ry`zhikov Yu. I. Teoriya ocheredej i upravleniya zapasami. SPb. : Pi-ter, 2001. 384 s.
4. Xovanskij G. S. Nomografiya i ee vozmozhnosti. M. : Nauka, 1977.
5. Xovanskij G. S. Osnovy` nomografii. M. : Nauka, 1976.

Tsarev Igor Borisovich, Cand. tech. Sciences, associate Professor, South Ural state agrarian University.

E-mail: tsarev@citydom.ru.

Banin Roman Valerievich, Cand. tech. Sciences, associate Professor, head of department “Electrical equipment and electrical engineering”, South Ural state agrarian University.

E-mail: barom@mail.ru.



Butorin Vladimir Andreevich, doctor of engineering. Sciences, Professor, South Ural state agrarian University.

E-mail: butorin_chgau@list.ru.

AGRONOMICAL SCIENCES

Starch accumulation in potato tubers depending on agrotechnics methods

A. K. Gorbunov, A. A. Vasilev, A. A. Mushinsky

The methods of agrotechnics have a significant effect on the starchiness of potatoes in the conditions of the forest-steppe zone of the Chelyabinsk region. The highest content of starch in tubers was noted against the background of natural fertility: in the Rosara variety – 15.04-17.68% with the planting scheme of 75x27 cm and 15.58-17.75% with the planting scheme of 75x19 cm, in the Kuzovok variety – 14.38-16.32% and 14.74-16.63%, respectively. The use of mineral fertilizers, calculated for a yield of 25 tons per hectare, reduced this figure in the Rosara variety by an average of 0.76 percent, in the Kuzovok by an average of 0.30 percent, and, in the calculation for 40 tons / ha, by 1.11 and 0, 65%. The thickening of plantings from 49 to 70 thousand tubers per 1 ha contributed to an increase in the studied indicator in the Kuzovok variety by an average of 0.20%, while in the Rosara variety, only against the background of fertilizers, by 0.15%. The greatest accumulation of starch in tubers is observed when potatoes planting was in the second decade of May, with seeding the seed material to a depth of 10-12 cm (in the Rosara variety – 17.12%, Kuzovok – 16.19%). Planting in the third decade of May, without reducing the yield, causes a significant decrease in the starchiness of tubers: in the variety Kuzovok – by 1,19-1,33%, Rosara – by 1,50-1,69% compared with the planting on May 12-15. Late planting dates (June 5-12) are accompanied by a significant decrease in not only starch content in tubers (Rosara – 1.78-1.95%, Kuzovok – 2.05-2.16%), but also potato yields (Rosara – by 2.4-4.8 t/ha, Kuzovok – by 4.1-6.3 t/ha). Fine seeding of seed tubers (5-6 cm) should be used during planting in the second decade of May (this period of planting should be considered optimal for the zone), as this ensures the greatest potato yield and a higher gathering of starch from a unit area. At later planting times, the seeding depth should be increased to 10-12 cm.

Keywords: potatoes, term of planting, depth of embedding, starch, productivity.

References

1. Karmanov S. N., Kiryuxin V. P., Korshunov A. V. Urozhaj i kachestvo kartofelya. M. : Rossel' xozizdat, 1988. 167 s.
2. Kiryuxin V. P. Nakoplenie kraxmala v rastushhix klubnyax // Kartofel' i ovoshhi. 1989. № 11. S. 11–12.
3. Filippova G. I. Sistematischeskoe primenenie vozrastayushhix doz udobrenij i lezhkost' kartofelya pri xranenii // Nauchny'e trudy' NIIKX. M., 1982. Vy'p. 39. S. 117–123.
4. Korshunov A. V. Nakoplenie kraxmala kartofelem v zavisimosti ot uslovij vy'rashhivaniya // Kachestvo kartofelya i kartofeleproduktov / pod red. A. V. Korshunova. M., 2001. S. 37–88.
5. Fedotova L. S. Kartofel' v menyayushhemsya mire // Kartofel' i ovoshhi. 2008. № 8. S. 6–7.
6. Vasil'ev A. A. Zavisimost' urozhaya i kachestva kartofelya v lesostepnoj zone Yuzhnogo Urala ot urovnya mineral' nogo pitaniya i gustoty' posadki // Doklady' Rossel' xozakademii. 2014. № 5. S. 25–28.
7. Vasil'ev A. A., Gorbunov A. K. K voprosu o srokax i glubine posadki kartofelya (nauchny'j obzor) // Selekcija, semenovodstvo i texnologiya plodovo-yagodny'x kul'tur i kartofelya : sb. nauch. tr. / FGBNU YuUNIISK. Chelyabinsk, 2017. T. XIX. S. 207–223.
8. Dospexov B. A. Metodika polevogo opy'ta. M. : Agropromizdat, 1985. 351 s.
9. Selevcev V. F. Programmirovanie urozhaev. Perm', 1993. 86 s.
10. Fedotova L. S. Postuplenie e'lementov pitaniya, ix raspredelenie po organam rastenij kartofelya, vy'nos pitatel'ny'x e'lementov i kachestvo produkcii // Voprosy' kartofelevodstva. Aktual'ny'e problemy' nauki i praktiki : nauch. tr. M. : VNIKX, 2006. S. 157–166.
11. Zari'pov N. S. Urozhajnost' i kachestvo novy'x sortov kartofelya v zavisimosti ot gustoty' posadki i urovnya mineral' nogo pitaniya v usloviyax Yuzhnogo Urala : avtoref. dis. ... kand. s.-x. nauk. Kurgan, 2008. 18 s.

12. Avdeev Yu. S. Vliyanie udobrenij na kachestvo klubnej kartofelya // *Agroximiya*. 1991. № 3. S. 133–139.
13. Palamarchuk M. V., Loginov Yu. P. Vy`birajte optimal`ny`e sxemy` posadki // *Kartofel` i ovoshhi*. 2008. № 2. S. 10.
14. Dmitrienko P. A., Vitrixovskij P. I. Gustota stoyaniya rastenij i kachestvo urozhaya polevy`x kul`tur v svyazi s primeneniem udobrenii // *Agroximiya*. 1973. № 5. S. 143–156.
15. Pisarev B., Vladimirov M. Udobrenie, ploshhad` pitaniya i urozhaj kartofelya v Srednem Povolzh`e // *Kartofel` i ovoshhi*. 1970. № 12. S. 3–4.
16. Popov N. N. Urozhaj i kachestvo klubnej razny`x sortov kartofelya v zavisimosti ot sroka, gustoty` posadki i normy` mineral`ny`x udobrenij v lesostepi CzChR : avtoref. dis. ... kand. s.-x. nauk. Voronezh, 2004. 18 s.
17. Xusnutdinov R. G. Formirovanie kartofelya sorta Nevskij pri razny`x urovnjyx pitaniya, sroka, gustote i glubine posadki na seroj lesnoj pochve : avtoref. dis. ... kand. s.-x. nauk. M., 1991. 27 s.
18. Usov S. V. Povy`shenie produktivnosti i ustojchivosti agrocenoza kartofelya v usloviyax Tambovskoj oblasti : avtoref. dis. ... kand. s.-x. nauk. Voronezh, 2006. 27 s.
19. Fazy`lov Yu. X. Agrobiologicheskoe obosnovanie mer bor`by` s koloradskim zhukom v yugozapadnoj chasti Nechernozem`ya : avtoref. dis. ... kand. s.-x. nauk. Voronezh, 2003. 24 s.
20. Karamulina I. A. Produkcionny`j process i texnologicheskaya ocenka klubnej kartofelya v Central`nom regione Rossii : avtoref. dis. ... kand. s.-x. nauk. M., 2008. 26 s.
21. Palamarchuk M. V. Povy`shenie urozhajnosti i kachestva klubnej kartofelya v lesostepnoj zone Tyumenskoj oblasti : avtoref. dis. ... kand. s.-x. nauk. Tyumen`, 2007. 16 s.
22. Andrianov A. D. Osobennosti formirovaniya urozhaya i kachestva rannego kartofelya v zavisimosti ot sroka, gustoty` posadki i krupnosti semenny`x klubnej v usloviyax lesostepi Bashkortostana : avtoref. dis. ... kand. s.-x. nauk. M., 1993. 23 s.
23. Formirovanie urozhajnosti sortov kartofelya v zavisimosti ot e`lementov texnologii vozdely`vaniya v lesostepi Novosibirskogo Priob`ya / R. R. Galeev, Yu. G. Sapozhnikova, M. S. Shul`ga, V. V. Shekera // *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2013. № 2 (27). S. 7–11.
24. Mikalayunas I. Yu. Glubina posadki kartofelya i uxod za nim na supeschany`x pochvax Litovskoj SSR : avtoref. dis. ... kand. s.-x. nauk. Kaunas, 1963. 22 s.
25. Andrushko O. D. Osnovny`e agrotexnicheskie priemy` vy`rashivaniya rannego kartofelya v usloviyax Prikarpat`ya : avtoref. dis. ... kand. s.-x. nauk. L`vov, 1972. 29 s.
26. Leskov N. V. Osobennosti rosta, razvitiya i produktivnosti rastenij kartofelya v zavisimosti ot primeneniya bakterial`ny`x preparatov i glubiny` posadki : avtoref. dis. ... kand. s.-x. nauk. M., 2000. 15 s.

Gorbunov Anatoly Konstantinovich, researcher, head of the laboratory of elite potato seed production, Ural Federal agrarian research center of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences.
E-mail: kartiofel_chel@mail.ru.

Vasilyev Alexander Anatolievich, doctor of agricultural Sciences, scientific Secretary, Ural Federal agrarian research center of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences.
E-mail: kartiofel_chel@mail.ru.

Mushinsky Alexander Alekseevich, doctor of agricultural Sciences, Professor, head of the Department of potato growing, Federal scientific center of biological systems and agricultural technologies RAS.
E-mail: san2127@yandex.ru.

Evaluation of new introduced grape varieties in Azerbaijan

M. A. Guseinov, Kh. N. Nasibov, A. S. Shukurov, V. S. Salimov

As a result of years of scientific research has explored some of the introduced varieties of grapes grown in Dzhaliabad district. During the research it was found that in the conditions of Jalilabad the yield of introduced grape varieties is high. The average weight of bunches at the studied grape varieties are



significantly different: varieties of the Cardinal - 327,7 g, Sultanina – 338,0 g, Prima – 344,0 g, Alphonse LaValle – 378,6 g, Centennial Sedlis – 413,3 g, Red glob – 426,7 g and Autumn Royale – 440,7. And for the variety Parkent the biggest average weight of bunches is 639,3 g. The average yield of the bushes is in the range of 6.0 to 12.4 kilos. For the varieties of the Cardinal (6,0) and Prima (7.5 kg) it is relatively low. These indicators for varieties Sultanina (8.2 kg), Alphonse LaValle (9.7 kg), Autumn Royale (9.8 kg), Red globe (10.8 kg), Centennial Sedlis (11,0 kg) and Parkent (12.4 kg) were significantly higher. Mathematical and static studies were carried out in comparison with the control varieties. It was found that the yield of the Bush in comparison with the studied varieties has a significant accuracy (according to the criteria – U, $p < 0.05$ $p < 0.001$) and the average increase in the control varieties is 20.0–51.6%. The article presents the results of the study and comparative analysis of morphological, biological and economic and technological features of local and introduced grape varieties in the conditions of Dzhaliabad district, as well as a digital description of the features and properties of genotypes that determine the prospects of grape varieties, made on the basis of the use of ampelodescriptors developed by the international organization of Grapes and Wine (OIV).

Keywords: table grape variety, ampelographic collection, phenology, yield, fruit-bearing shoots, fruitless shoots, sugar content, titratable acidity

References

1. Razrabotka i realizaciya nacional'noj programmy` sovershenstvovaniya sortimenta vinograda v Ukraine / A. M. Avidzba [i dr.]. Yalta : NIViV «Magarach», 2009. 15 s.
2. Lazarevskij M. A. Izuchenie sortov vinograda. Rostov-na-Donu : Izd-vo Rostovskogo universiteta, 1963. 152 s.
3. Py'tel' I. F., Voly`nkin V. A., Olejnikov N. P. Realizaciya modelej selekcionny`x sortov vinograda texnicheskogo napravleniya v GBU NNiViV «Magarach» // «Magarach» vinogradarstvo i vinodelie. 2015. № 3. S. 74–75.
4. Rokiczkiy P. F. Biologicheskaya statistika. Minsk : Vy`ssh. shk., 1973. 320 s.
5. Salimov V. S. Metody` ampelograficheskogo issledovaniya genetipov vinograda. Baku : Muallim, 2014. 183 s.
6. Troshin L. P., Magradze D. N. Ampelograficheskij skringing genofonda vinograda. Krasnodar : KGAU, 2013. 120 s.

Guseinov Movlud Arastun, cand. tech. Sciences, leading researcher, research Institute of viticulture and winemaking, Azerbaijan Republic, Baku.
E-mail: movludh@mail.ru

Nasibov Khikmet Nasir, cand. agricultural Sciences, head of Department, research Institute of viticulture and winemaking, Azerbaijan Republic, Baku.
E-mail: khikmet@mail.ru

Shukurov Azar Salman, cand. agricultural Sciences, head of Department, research Institute of viticulture and winemaking, Azerbaijan Republic, Baku.
E-mail: a.shukurov@mail.ru

Salimov Vugar Suleyman, doctor of agricultural Sciences, head of Department, research Institute of viticulture and winemaking, Azerbaijan Republic, Baku.
E-mail: vugar_salimov@yahoo.com

Global trends and promising directions of development in precision farming and agriculture

M. A. Pokalchik, D. G. Shadrin, M. V. Fedorov

The review examines the global trends in the financing of research projects for precision farming and precision agriculture for the period from 2008 to 2017. Six priority areas of research are identified:

artificial intelligence and data visualization, animal husbandry, crop production, information systems, genetics, earth Sciences. The importance of interdisciplinary projects, including not only the collection of indicators, but also the use of methods for processing large amounts of data, is growing. The most relevant scientific direction of development of precision farming and agriculture today is the introduction of artificial intelligence systems and digital methods of data processing for various elements of the agro-industrial sector.

Keywords: agricultural sector, trends, technology, big data, innovation, artificial intelligence.

References

1. Shatalina L. P. *Tochnoe zemledelie kak odin iz putej k e`nergosberezeniyu resursov v sel'skoxozyajstvennom proizvodstve // APK Rossii. 2017. T. 24. № 4. S. 949–953.*
2. *Farm management systems and the Future Internet era / A. Kaloxylou [et al.] // Computers and Electronics in Agriculture. 2012. V. 89. P. 130–144.*
3. "Global Precision Farming Market 2018–2023" Orbis. Rezhim dostupa : <http://orbisresearch.com/reports/index/global-antenna-market-analysis-of-growth-trends-and-forecasts-2018-2023>.
4. *A decision support system for agriculture and farming / R. Rupnik [et al.] // Computers and Electronics in Agriculture. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.04.001>.*
5. *Implementing precision irrigation in a humid climate – Recent experiences and on-going challenges / A. Daccache [et al.] // Agricultural Water Management. 2015. № 147. P. 135–143. URL : <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.05.018>.*
6. *Nefedov B. A. Innovacionny`e texnologicheskie processy`i mashiny` dlya vnutri-pochvennogo vneseniya mineral`ny`x udobrenij v sisteme tochnogo zemledeliya : monografiya. 2-e izd. M. : ME`SX, 2015. 124 s.*
7. *Wolfert S., Ge L., Verdouw C., Bogaardt M. J. Big Data in Smart Farming – A review // Agricultural Systems. 2017. V. 153. P. 69–80. Doi: 10.1016/j.agsy.2017.01.023.*
8. *Kiryushin V. I. Texnologicheskaya modernizaciya zemledeliya – neotlozhnaya zadacha // E`konomika sel'skogo xozyajstva Rossii. 2009. № 2. S. 17–25.*
9. *Yakushev V. P., Lekomcev P. V., Petrushin A. F. Tochnoe zemledelie: opy`t primeneniya i potencial razvitiya // Informaciya i kosmos. 2014. № 3. S. 50–56.*
10. *Shpaar D., Zaxarenko A. V., Yakusheva V. P. Tochnoe sel'skoe xozyajstvo (Precision Agriculture) : ucheb.-prakt. posobie. SPb. : Pushkin, 2009. 397 s.*
11. *Truflyak E. V. Tochnoe sel'skoe xozyajstvo: Vchera, Segodnya, Zavtra // In-novacionny`e texnologii v nauke i obrazovanii (ITNO-2017) : mater. V Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii. 2017. S. 469–474.*
12. *Robotics for Microfarms. URL : https://cordis.europa.eu/project/rcn/212217_en.html ; Improved risk prediction for precision agriculture: automated monitoring of pathogen movement <http://gtr.ukri.org/projects?ref=101821> (data obrashheniya: 15.06.2018)*
13. *Specim IQ: Evaluation of a New, Miniaturized Handheld Hyperspectral Camera and Its Application for Plant Phenotyping and Disease Detection / J. Behmann [et al.]. Sensors. 2018. 18. 441.*
14. *Kuska M. T., Mahlein A. K. Eur J Plant Pathol (2018). Aiming at decision making in plant disease protection and phenotyping by the use of optical sensors//SI: Plant Pathology for In-novative Agroecology. 1-6. <https://doi.org/10.1007/s10658-018-1464-1>.*
15. *Mahlein A.-K., Oerke E.-C., Steiner U., and Dehne H.-W. Recent advances in sensing plant diseases for precision crop protection. European Journal of Plant Pathology, 133(1): 197–209, 2012.*
16. *Evaluating multi-spectral images and vegetation indices for precision farming applications from uav images / S. Candiago [et al.]. Remote Sensing, 7(4): 4026–4047, 2015.*
17. *Improved risk prediction for precision agriculture: automated monitoring of pathogen movement. URL : <http://gtr.ukri.org/projects?ref=101821> (data obrashheniya: 15.06.2018)*
18. *Mitchell P. D. Methods and Assumptions for Estimating the Impact of Pyrethroid Insecticides on Pest Management Practices and Costs for U.S. Crop Farmers. AgInfomatics, Madison, WI 2017.*
19. *Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 25 avgusta 2017 g. № 996 «Ob utverzhdenii Federal'noj nauchno-texnicheskoj programmy` razvitiya sel'skogo xozyajstva na 2017–2025 gody`». Rezhim dostupa : <http://www.consultant.ru>.*



Pukalchik Maria Alekseevna, PhD, Researcher, Skolkovo Institute of Science and Technology.
E-mail: m.pukalchik@skoltech.ru.

Shadrin Dmitry Germanovich, PhD candidate, Skolkovo Institute of Science and Technology.
E-mail: Dmitry.Shadrin@skolkovotech.ru.

Fedorov Maxim Valerievich, Doctor of chemical sciences, Professor, Director of the Center for Computational and Data-Intensive Science and Engineering, Skolkovo Institute of Science and Technology.
E-mail: M.Fedorov@skoltech.ru.

Chemicalization is a key factor in the productivity of cereals crops in the forest steppe

V. E. Sineschekov

Based on years of experimental data (2001-2017) was studied the role of chemicalization and its components (fertilizer, herbicides, fungicides) in the formation of productivity of spring wheat in grain-fallow crop rotation on the multifactor field stationary experiment of SibNII ZiX RAN on the forest-steppe chernozem of Novosibirsk Priobye. It was revealed that the maximum yield of spring wheat was observed against the background of complex chemicalization in comparison with the separate use of chemicals (fertilizers, herbicides, fungicides). At the same time, the increase in the grain yield from the chemical complex was equal to the sum of the crop increments obtained from fertilizers, herbicides and fungicides.

Keywords: chemicalization, harvest, yield, wheat, fertilizers, herbicides, fungicides, minimization of processing of soil.

References

1. Vlasenko A. N. Sistemy` osnovnoj obrabotki chernozemov lesostepi Zapadnoj Sibiri pri razny`x urovnyax intensivkacii zemledeliya : dis. ... d-ra s.-x. nauk. Novosibirsk, 1995. 41 s.
2. Kiryushin V. I. Nauchnoe nasledie akademika A. I. Baraeva // Zemledelie. 2008. № 5. S. 3–6.
3. Adaptivno-landshaftny`e sistemy` zemledeliya Novosibirskoj oblasti / V. I. Kiryushin [i dr.]. Novosibirsk, 2002. 338 s.
4. Zemledelie na ravniny`x landshaftax v agrotexnologii zernovy`x v Zapadnoj Sibiri (na primere Omskoj oblasti) / pod red. doktorov s.-x. nauk I. F. Xramczova, V. G. Xolmova / RASXN. Sib. otd-nie SibNII SX. Novosibirsk, 2003. 412 s.
5. Sineshhekov V. E. Upravlenie produkcionny`m processom zernovy`x agrocenozov yuga Zapadnoj Sibiri / RASXN. Sib. otd. GNU SibNII ZX. Novosibirsk, 2008. 212 s.
6. Xramczov I. F. Resursosberegayushhie texnologii proizvodstva zerna v Zapadnoj Sibiri // Zemledelie. 2009. № 4. S. 5–7.
7. Milashhenko N. Z. Bor`ba s sornyakami na polyax Sibiri. M., 1978. 133 s.
8. Rzaeva V. V. Zasorennost` yarovoj pshenicy pri razlichny`x sposobax obrabotki pochvy` v Severnom Zaural`e // Zemledelie. 2013. № 8. S. 25–26.
9. Sineshhekov V. E., Vasil`eva N. V. Taktika bor`by` s sornoj rastitel`nost`yu v polevy`x sevooborotax pri pochvozashhitnom zemledelii: monografiya / RASXN. Sib. otd-nie. SibNII ZiX. Novosibirsk, 2012. 111 s.
10. Fuzariozny`e kornevy`e gnili zernovy`x kul`tur v Zapadnoj Sibiri i Zaural`e / E. Yu. Toropova [i dr.] // Zashhita i karantin rastenij. 2013. № 9. S. 23–26.
11. Chulkina V. A., Konyaeva N. M., Kuzneczova T. T. Bor`ba s boleznyami s.-x. kul`tur v Sibiri. M., 1987. 252 s.
12. Sineshhekov V. E., Vasil`eva N. V. Fitosanitarnaya situaciya v zernovy`x agrocenozax pri minimizacii obrabotki pochvy` : monografiya / FGBNU «SibNII ZiX». Novosibirsk, 2015. 138 s.
13. Kravchenko V. I. E`ffektivnost` sredstv intensivkacii v zernoparopropashnom sevooborote v usloviyax Zapadnoj Kulundy` Altajskogo kraja : avtoref. dis. ... kand. s.-x. nauk. Barnaul, 2011. 18 s.

14. Xolmov V. G., Yushkevich L. V. Intensifikaciya i resursosberezhenie v zemledelii lesostepi Zapadnoj Sibiri : monografiya. Omsk : Izdat-vo FGOU VPO OmGAU, 2006. 396 s.

Sineschekov Victor Efimovich, Dr. of agricultural Sciences, leading research scientist, head of agricultural technologies laboratory, SibNIIH SFNCA RAN.

E-mail sivi_01@mail.ru.

STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCE

Scientific substantiation of the formulation of a specialized product for the correction of metabolic disorders in cardiovascular diseases

I. V. Kaplyuchenko, N. A. Pleshkova, V. M. Poznyakovsky

The characteristic of the recipe ingredients and their active principles of a new specialized product in the form of a biologically active additive (BAA): plant sterols, beta-carotene, alpha-tocopherol and olive oil is presented. A possible mechanism for their participation in the correction of metabolic processes providing for the recovery of the cardiovascular system is considered. The quantitative and qualitative composition of the formulation is scientifically justified, mg in 1 capsule: unrefined olive oil - 550 (oleic acid - 385); vegapur 95E - 526 (sterols - 310); beta-carotene, 20% - 5 (beta-carotene - 1.0); tocopherol acetate, 98% - 2,3 (vitamin E - 2,25). Phytosterols normalize the exchange of cholesterol and reduce its content in the blood. Beta-carotene and alpha-tocopherol perform antioxidant function, provide the immune status of the body, have individual properties with respect to correction of metabolic processes in cardiovascular diseases. Oleic acid, part of the olive oil, improves the condition of blood vessels, contributing to the prevention of strokes and heart attacks. Regulated indicators of nutritional value are established, mg / 1 capsule: the sum of sterols is not less than 310; tocopherol - 1.57-2.92; beta-carotene - 0.8-1.2. The terms and regimes of storage are determined on the basis of the study of organoleptic, physico-chemical, sanitary-hygienic and sanitary-toxicological indicators - 2 years at 25 ° C in dry protected from light with a margin of "strength" - 3 months. The materials of clinical studies are presented as evidence of the effectiveness and functional orientation of the developed product by including it in the diet of patients with coronary heart disease 1 capsule once a day for 30 days. On the basis of the data obtained, recommendations for the improvement of the cardiovascular system are given.

Keywords: specialized product, formulation, efficiency, functional properties, mechanism of action.

References

1. Avstrieviskix A. N., Vekovcev A. A., Poznyakovskij V. M. Produkty` zdorovogo pitaniya: novy`e texnologii, obespechenie kachestva, e`ffektivnost` primeneniya. Novosibirisk : Sib. univ. izd-vo, 2005. 416 s.
2. Gerasimenko N. F., Poznyakovskij V. M., Chelnakova N. G. Metodologicheskie aspekty` polnocennogo, bezopasnogo pitaniya: znachenie v soxranenii zdorov`yu i rabotosposobnosti // Chelovek. Sport. Medicina. 2017. № 1. T. 17. S. 79–86.
3. Doklad o situacii v oblasti neinfekcionny`x zabolevanij v mire, 2010 g. ispolnitel`noe rezjume. Vsemirnaya organizaciya zdravooxraneniya. Zheneva, 2011. 21 s.
4. Zdorov`e Rossii : atlas / pod red. L. A. Bokeriya. 8-e izd. M. : NCzSSX im. A. N. Bakuleva RAMN, 2012. 408 s.
5. Metody` analiza minorny`x biologicheski aktivny`x veshhestv pishhi / pod red. V. A. Tutel`yana i K. I. E`llera. M. : Dinastiya, 2010. 160 s.
6. Poznyakovskij V. M. E`volyuciya pitaniya i formirovaniya nutrioma sovremennogo cheloveka // Industriya pitaniya. 2017. № 3. S. 5–12.
7. Poznyakovskij V. M., Chugunova O. V., Tamova M. Yu. Pishhevy`e ingredienty` i biologicheski aktivny`e dobavki. M. : INFRA-M, 2017. 143 s.



8. Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj ot 25 avgusta 2017 g. № 996 «Ob utverzhdenii Federal'noj nauchno-texnicheskoj programmy` razvitiya sel'skogo xozyajstva na 2017–2025 gody`».

9. Texnologicheskij reglament TS 027 / 2012 «O bezopasnosti ot del'ny`x vidov specializirovannoj pishhevoj produkcii, v tom chisle, dieticheskogo, lechebnogo i dieticheskogo profilakticheskogo napravleniya».

Kaplyuchenko Irina Valerievna, postgraduate student of the basic department “Food industry and functional nutrition”, Kemerovo State Agricultural Institute.

E-mail: pvm1947@bk.ru.

Pleshkova Natalia Anatolievna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, doctoral student of the Department “Food Industry and Functional Nutrition”, Kemerovo State Agricultural Institute.

E-mail: aquaphorcuz@mail.ru.

Poznyakovskiy Valeriy Mikhailovich, head of the scientific and educational center “Processing of agricultural raw materials and food technologies”, head of the basic department “Food Industry and Functional Nutrition”, Honored Scientist of Russia, Doctor of Biological Sciences, Professor, Kemerovo State Agricultural Institute.

E-mail: pvm1947@bk.ru.

VETERINARY SCIENCES

Weight growth features of Bestuzhev breed young cattle and its crosses with Simmental

S. S. Jaymisheva, V. I. Kosilov, D. S. Vilver

The article presents the results of cultivation of bull-calves and eunuchs of the Simmental breed and its crosses of first generation with Simmental in the cultivation in conditions of southern Urals. Manifestation of effect of crossing at hybrids on live weight, absolute and average daily gain of body weight is established. At the same time, castrate bulls in all cases were inferior to non – castrated peers in terms of productive qualities. So, advantage of calves in group I on the neuter third group was 10.4 kg (5.7 percent) and hybrid – 7.4 kg (3.9 percent). At the age of 9 months, these differences in favor of bulls became more significant and in the group of purebred young animals were 12.9 kg (5.2 %), cross – bred-9.9 kg (3.8 %), in 12 months. respectively 16,2 kg (5,0 %) and 17,3 kg (5,1 %), in 16 months. - 18.8 kg (4.4 %) and 21.2 kg (4.8 %) and at the end of the experiment in 19 months. respectively 24,6 kg (4,0 %) and 26,1 kg (5,2 %). The difference in all cases was statistically significant ($P < 0.05-0.001$). It is established that both for all the time of cultivation, and for separate age periods of a crossbred surpassed purebred contemporaries in intensity of growth, and castrates in all cases conceded to bull-calves of the corresponding genotype. It is enough to note that the advantage of hybrids over purebred analogues for the entire period of cultivation from birth to 19 months. the group of bulls was 30.6 g (3.5%), castrates – 24.1 g (2.9%), and castrates were inferior to bulls by 42.3–48.8 g (5.1–5.7%).

Keywords: cattle, Bestuzhev breed, Simmental, cross-breeds, bulls, castrated males, live weight, absolute and average daily growth of body weight.

References

1. Nurzhanov B. S., Zhajmy`sheva S. S., Komarova N. K. Obmen mineral'ny`x veshhestv v organizme by`chkov pri skarmlivanii probioticheskogo preparata // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011. № 4. (32). S. 155–157.

2. By`kova O. A. Myasnaya produktivnost` molodnyaka simmental'skoj porody` pri ispol`zovanii v racionax kormovy`x dobavok iz mestny`x istochnikov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 5 (55). S. 117–120.

3. Ocenka kachestva myasa cherno-pestrogo skota / S. Batanov, O. Krasnov, E. Shaxova, R. Safin // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2009. № 4. S. 2–4.

4. Kosilov V., Mironenko S., Litvinov K. Myasnaya produkcija krasno-stepnogo molodnyaka pri intensivnom vy`rashhivaniya i otkorme // *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*. 2008. № 7. S. 27–28.
5. Estefeev D. V., Nurzhanov B. S., Zhajmy`sheva S. S. E`ffektivnost` ispol`zovaniya e`nergii i produktivny`e kachestva by`chkov pri skarmlivanii razlichny`x doz probioticheskogo preparata // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2013. № 3 (41). S. 138–140.
6. Pokazateli e`konomicheskoy e`ffektivnosti vy`rashhivaniya krupnogo rogatogo skota raznogo napravleniya produktivnosti v usloviyax Yuzhnogo Urala / S. I. Mironenko, V. I. Kosilov, D. A. Andrienko, E. A. Nikonova // *Vestnik myasnogo skotovodstva*. 2014. № 3 (86). S. 58–63.
7. Vil`ver D. S. Geneticheskie parametry` selekcionny`x priznakov korov pervogo otela v zavisimosti ot linejnoy prinadlezhnosti // *Aktual`ny`e problemy` nauki*. 2014. S. 65–68.
8. Kosilov V. I., Nikonova E. A., Vil`ver D. S. Vliyanie probioticheskoy kormovoj dobavki Biogumitel` 2G na rost i razvitie by`chkov simmental`skoj porodny` // *APK Rossii*. 2017. T. 24. № 1. S. 197–205.
9. Vil`ver D. S., Vil`ver A. S. Vliyanie vozrasta telok pri pervom osemnenii na vosproizvoditel`ny`e kachestva korov // *APK Rossii*. 2015. T. 73. S. 151–155.
10. Daniel Z. Caraviello Length of Productive Life of High Producing Cows // *Dairy Updates Reproduction and Genetics*. 2009. No. 612. S. 1–8.
11. Myasnaya produktivnost` kastratov kazaxskoj belogolovoj porodny` i ee pomesej s simmentalami / V. I. Kosilov, X. X. Tagirov, R. S. Yusupov, A. A. Salixov // *Zootexniya*. 1999. № 1. S. 25–28.
12. Komarova N. K., Kosilov V. I., Vostrikov N. I. Vliyanie lazernogo izlucheniya na molochnuyu produktivnost` korov raznogo tipa stressoustojchivosti // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2015. № 3 (53). S. 132–134.
13. Speshilova N. V., Kosilov V. I., Andrienko D. A. Proizvodstvenny`j potencial molochnogo skotovodstva na Yuzhnom Urale // *Vestnik myasnogo skotovodstva*. 2014. № 3 (86). S. 69–75.
14. Kosilov V. I., Shvy`ndenkov V. A., Nurzhanova S. S. Myasnaya produktivnost` by`chkov simmental`skoj, limuzinskoj porod i ix pomesej razny`x pokolenij // *Razvitie narodnogo xozyajstva v Zapadnom Kazaxstane: potencial, problemy` i perspektivy`* : mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashh. 40-letiyu Zapadno-Kazaxstanskogo agrarno-texnicheskogo universiteta. Ural`sk, 2003. S. 213–214.
15. Vil`ver D. S. Vliyanie paratipicheskix faktorov na bioximicheskij i morfologicheskij sostav krovi korov cherno-pestroj porodny` // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2015. № 3 (53). S. 137–139.
16. Zhajmy`sheva S. S., Shvy`ndenkov V. A. Sozdanie na Yuzhnom Urale matochny`x myasny`x stad na osnove pomesej simmentalov s limuzinami // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2011. № 1 (29). S. 88–90.
17. Vil`ver D. S., Fomina A. A. Vliyanie e`nergeticheskoy kormovoj dobavki na izmenchivost` pokazatelej molochnoj produktivnosti korov cherno-pestroj porodny` // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2017. № 1 (63). S. 140–142.
18. Rost i razvitie simmental`skix telok razny`x genotipov i ix gerefordskix sverstnicz / S. D. Tyulebaev, M. D. Kady`sheva, A. B. Karsakbaev, V. G. Litovchenko // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2012. № 6 (38). S. 110–113.
19. Osobennosti rosta i razvitiya by`chkov myasny`x, kombinirovanny`x porod i ix pomesej / I. P. Zadnepryanskij, V. I. Kosilov, S. S. Zhajmy`sheva, V. A. Shvy`ndenkov // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2012. № 6 (38). S. 105–107.
20. Vil`ver D. S., Vil`ver A. S. Dinamika prirostov zhivoj massy` telok razny`x genotipov // *Rezul`taty nauchny`x issledovanij*. 2015. S. 71–73.
21. Kosilov V. I., Nurzhanova S. S. Osobennosti rosta by`chkov simmental`skoj, limuzinskoj porod i ix pomesej pri nagule i zaklyuchitel`nom otkorme // *Problemy` zootexnii* : mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Sostoyanie i perspektivy` uvelicheniya proizvodstva produkcii zhivotnovodstva i pticevodstva». Orenburg, 2003. S. 78–82.
22. Vliyanie probioticheskoy kormovoj dobavki biodarin na rost i razvitie telok simmental`skoj porodny` / V. G. Litovchenko [i dr.] // *APK Rossii*. 2017. T. 24. № 2. S. 391–396.
23. Potreblenie i ispol`zovanie pitatel`ny`x veshhestv racionov by`chkami simmental`skoj porodny` pri vklyuchenii v racion probioticheskoy dobavki Biogumitel` 2G / V. I. Kosilov [i dr.] // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2017. № 1 (63). S. 204–206.



24. Caraviello D. Z., Weigel K. A., Gianola D. Analysis of the relationship between type traits and functional survival in Jersey cattle using Weibull proportional hazards model // *J. Dairy Sci.* 2010. 86. S. 2984–2989.

25. Vil'ver M. S. Osobennosti rosta i razvitiya telok cherno-pestroj porody` ot korov-materej raznogo vozrasta // *Prioritetny`e nauchny`e napravleniya: ot teorii k praktike.* 2015. S. 6–9.

26. Vliyanie probioticheskoy kormovoj dobavki biodarin na produktivnost` tyolok simmental'skoj porody` / S. S. Zhajmy'sheva, V. I. Kosilov, T. S. Kubatbekov, B. S. Nurzhanov // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* 2017. № 3 (65). S. 138–140.

27. Seltsov V. I., Sermyagin A. A. Assessment of persistence components of milk from Simmental cows-heifers of different origin // *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences.* 2014. T. 36. № 12. C. 3–8.

28. Sonck B., Daelemans J., Langenakens J. Preference test for free stall surface material for dairy cows // Presented at the July 18–21 Emerging Technologies for the 21st Century, Paper No. 994011. ASAE, 2950 Niles Road, St. Joseph, MI. 2011. S. 85–89.

29. Kosilov V. I., Mironenko S. I. Povy'shenie myasny`x kachestv bestuzhevskogo skota putem skreshhivaniya s simmental'skim // *Zootexniya.* 2009. №11. S. 2–.

30. Levaxin V., Kosilov V., Salixov A. E`ffektivnost` promy'shленного skreshhivaniya v skotovodstve // *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo.* 1992. № 1. S. 9–11.

Jaymisheva Saule Serikpaevna, PhD. agricultural Sciences, associate Professor, associate Professor of technology of production and processing of livestock products, FSBEI he “Orenburg state agrarian University”.

E-mail: saule-zhaimysheva@mail.ru.

Kosilov Vladimir Ivanovich, doctor of agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of technology of production and processing of animal products, FSBEI he “Orenburg state agrarian University”.

E-mail: Kosilov_vi@bk.ru.

Vilver Dmitry Sergeevich, doctor of agricultural Sciences, associate Professor, head of the Department of biology, ecology, genetics and animal breeding, South Ural state agrarian University.

E-mail: dmitriy.vilver@mail.ru.

Правила предоставления рукописей статей в научный журнал «АПК России»

Представленная в электронном варианте статья должна соответствовать **научному профилю** журнала.

Объем текста статьи не должен превышать 15 стр. для доктора наук, для остальных авторов объем статьи составляет от 5 до 10 стр. Ответственность за использование данных, не предназначенных для открытой публикации, несут авторы статей в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Статья должна содержать: аннотацию, ключевые слова, основной текст, сведения об авторах (фамилия, имя, отчество авторов полностью; место работы, занимаемая должность; ученая степень, звание; адрес для переписки, e-mail и телефоны для связи), список литературы.

Метатекст (название статьи, аннотация, ключевые слова, ФИО авторов полностью, сведения об авторах, список литературы) должен быть представлен на **русском** и **английском** языках.

Рекомендуемый объем аннотации – не более 5–7 строк. Не следует начинать аннотацию с повторения названия статьи! В аннотации необходимо осветить цель исследования, методы, результаты (желательно с приведением количественных данных), кратко и четко сформулировать выводы. В аннотации не допускается разбивка на абзацы и использование вводных слов и выражений, элементы сложного форматирования (индексы, символы и т. п.).

Структура статьи должна содержать следующие **основные** разделы:

1. Введение.
2. Методы исследования.
3. Результаты исследований.
4. Обсуждения.
5. Список литературы (ГОСТ Р 7.0.5–2008)

Новизна может быть не общенаучной, а отраслевой. Статья не должна иметь фактических ошибок, выводы и заключения не должны противоречить известным законам природы и общенаучным истинам.

Автор (авторы) заполняют анкету при представлении в редакцию статьи.

Невыполнение вышеуказанных требований в полном объеме является поводом для отказа в приеме материала статьи.

Статьи, соответствующие указанным требованиям, регистрируются редакцией.

Решение о публикации статьи принимается по результатам **рецензирования** и обсуждения на редколлегии.

Информацию о прохождении статьи авторы могут уточнить по тел. редакции: +7 (351) 266-65-20, а также по электронной почте: gusapk@bk.ru.

Представляя свои материалы для опубликования, автор тем самым дает согласие на размещение электронной версии своей статьи на сайте и в научной библиотеке вуза, а также в электронной научной библиотеке eLibrary в открытом доступе.

Все статьи рецензируются, отклоненные статьи авторам не возвращаются, о причинах отклонения автор уведомляется на основании заключения редколлегии.

Гонорар за публикации не предусмотрен.



Правила оформления статьи

Указать тематическую рубрику (код УДК) в верхнем левом углу статьи.

ФИО авторов полностью, место работы, занимаемая должность; ученая степень, звание, телефон и e-mail (каждого автора).

Аннотация на русском языке.

Ключевые слова на русском языке.

Все поля – 2 см. Шрифт текста – TimesNewRoman. Размер шрифта – 14 пт, интервал – 1,5.

Буквы латинского алфавита – курсивного начертания, буквы греческого и русского алфавитов, индексы и показатели степени, математические символы \lim , \lg , const , \cos , \sin , \max , \min и др. – прямого начертания.

Набор формул в стандартных редакторах формул MathType либо Equation, шрифт Times New Roman. Нумеровать только те формулы, на которые есть ссылки в тексте. Номер формулы ставить с правой стороны в конце формулы с выравниванием по правой границе страницы. Обозначения в формулах: прямо – русские буквы, греческие символы, функции, цифры; курсив – латинские буквы.

Таблицы и рисунки помещать за первой ссылкой на них в тексте после окончания абзаца. Графики и диаграммы должны быть активны и сохранены в отдельной папке с обозначением каждого рисунка, согласно тексту статьи. Рисунки выполнять, используя программные продукты, и представлять в виде отдельного файла: в растровом формате Tiff, JPG, BMP (300 dpi); в векторных форматах CDR, EPS, wmf; рисунки Word – в формате DOC.

Фотографии выполнять с разрешением не менее 600 dpi.

Обозначения, термины и иллюстративный материал должны соответствовать действующим государственным стандартам.

Список литературы должен быть оформлен в соответствии с последовательностью ссылок в тексте согласно ГОСТ Р 7.0.5-2008.

Все аббревиатуры необходимо расшифровать.

Название статьи, аннотация, ключевые слова, ФИО авторов полностью, сведения об авторах дублируются на английском языке.

*С уважением,
редакция журнала*

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК

Название статьи

И. О. Фамилия

Аннотация:

Ключевые слова: (от 5 до 7 слов)

Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст.
Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст.
Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст.
Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст.
Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст.
Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст.
Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст.
Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст.
Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст.

Список литературы

1. Федоренко И. Я., Садов В. В. Ресурсосберегающие технологии и оборудование в животноводстве : учеб. пособие. СПб. : Лань, 2012. 304 с.
2. Николаев В. Н., Яворский В. И. Анализ процесса экструзии кормов и совершенствование экструдера // Вестник ЧГАА. 2015. Т. 71. С. 61–66.

Фамилия Имя Отчество, ученая степень, ученое звание, должность, полное наименование места работы, город, тел.: 8(900)000-00-00, E-mail.

Название статьи (на английском языке)

И. О. Фамилия (на английском языке)

Аннотация (на английском языке):

Ключевые слова (на английском языке): (от 5 до 7 слов)

Фамилия Имя Отчество, ученая степень, ученое звание, должность, полное наименование места работы, город, тел.: 8(900)000-00-00. (на английском языке), E-mail.



В редакцию журнала «АПК России»

Анкета автора*
представленной в редакцию рукописи статьи:

(название статьи)

ФИО <i>(полностью)</i>	
Ученая степень	
Ученое звание <i>(при наличии)</i>	
Должность	
Место работы, учебы <i>(полное наименование организации)</i>	
Адрес места работы, учебы <i>(с указанием индекса)</i>	
Контактный телефон <i>(с указанием кода города)</i>	
Адрес электронной почты	
Адрес, на который следует выслать авторский экземпляр журнала <i>(с указанием индекса)</i>	
Иные сведения	

* – В случае подготовки статьи в соавторстве сведения предоставляются каждым из авторов.

Вниманию читателей!
Подписку на журнал можно оформить
в почтовых отделениях ФГУП «Почта России».
Издание включено в объединенный
и электронный каталог «Пресса России».

Требования к статьям, представляемым
к публикации, размещены на сайте журнала
<http://www.rusapk.ru>

Полнотекстовая версия журнала «АПК России»
размещена на сайте электронной научной
библиотеки: <http://www.elibrary.ru>,
сайте журнала: <http://www.rusapk.ru>,
сайте Университетской библиотеки онлайн:
www.biblioclub.ru.

Dear Readers, attention, please!
Subscription to the journal can be obtained at post
offices «Russian Post».
The journal is included in the combined
and the electronic catalog «Press of Russia.»

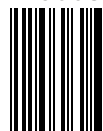
Requirements for articles submitted for publication,
available on the website:
<http://www.rusapk.ru>

The full-text version of the journal
«Agro-Industrial Complex of Russia» is available
online on the e-Science Library website:
<http://www.elibrary.ru>,
on the journal website: <http://www.rusapk.ru>,
on the University Library website: www.biblioclub.ru.

ISSN 2587-8824



25003



Заместитель главного научного редактора –
доктор биологических наук
А. В. Мифтахутдинов
E-mail: rusapk@bk.ru

Ответственный секретарь –
канд. техн. наук
А. А. Калугин

Верстка
М. В. Шингареева

Корректор
М. В. Вербина

Перевод на англ. язык – *Д. Л. Зайкова*

Подписано в печать 15.09.2018.
Формат 60×84/8. Гарнитура Times.
Усл. печ. л. 15,1. Тираж 300 экз.
Заказ № 156

Адрес редакции: 454080, г. Челябинск,
пр. им. В. И. Ленина, 75. Тел.: 8(351) 266-65-20

Адрес издателя: Южно-Уральский
государственный аграрный университет
457100, г. Троицк, ул. Гагарина, 13
Тел.: 8(35163) 2-00-10, факс: 8(35163) 2-04-72
E-mail: tvi_t@mail.ru

Отпечатано: ИПЦ Южно-Уральского ГАУ,
Адрес: 454080, г. Челябинск, ул. Энгельса, 83

The deputy of the editor-in-chief
is Doctor of Biological Sciences
A. V. Miftakhutdinov
E-mail: rusapk@bk.ru

Executive secretary –
A. A. Kalugin

Design
M. V. Shingaryova

Proof reader
M. V. Verbina

English rendering – *D. L. Zaikova*

Signed to print 15.09.2018.
Format 60×84/8. Times script.
Conventional printed sheet 15,1.
Circulation 300 copies.
Order № 156

Editors office: 454080, Chelyabinsk,
Lenin Avenue, 75. Phone: 8(351) 266-65-20

Publishers address: South-Ural State
Agrarian University
457100, Troitsk, Gagarin Str, 13
Phone: 8(35163) 2-00-10, Faxe: 8(35163) 2-04-72
E-mail: tvi_t@mail.ru

Printed in South-Ural State Agrarian University
Publishing House: 454080, Chelyabinsk,
Engels Str., 83

Свободная цена

Free-market price