

**ВЕСТНИК  
РЯЗАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА  
имени П. А. КОСТЫЧЕВА**

Научно-производственный журнал

*Заключением Высшей Аттестационной Комиссии (ВАК) Министерства образования и науки Российской Федерации от 25 мая 2012 года №22/49 журнал включён в Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёных степеней кандидата и доктора наук.*

Издается с 2009 года

*Выходит один раз в квартал*

№1 (17), 2013

Учредитель – ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный  
агротехнологический университет имени П. А. Костычева»

Главный редактор –

**Н. В. Бышов**, д-р техн. наук, профессор  
Зам. главного редактора – **Л. А. Пронина**

Редакционная коллегия:

**Д. В. Андреев**, Министр сельского хозяйства и продовольствия  
Рязанской области  
**В. А. Захаров**, д-р с.-х. наук, профессор  
**В. В. Калашников**, акад. РАСХН, д-р с.-х. наук, профессор  
**Л. Г. Каширина**, д-р биол. наук, профессор  
**Н. А. Кузьмин**, д-р с.-х. наук, профессор  
**В. И. Лебедев**, д - р с. - х. наук, профессор  
**В. И. Левин**, д-р с.-х. наук, профессор  
**В. Д. Липин**, канд. техн. наук, доцент  
**В. А. Макаров**, д-р техн. наук, профессор  
**Н. И. Морозова**, д-р с.-х. наук, профессор  
**В. М. Пашенко**, д-р биол. наук, профессор  
**С. Я. Полянский**, д-р эконом. наук, профессор  
**В. В. Романов**, канд. пед. наук, доцент  
**Г. М. Туников**, д-р с.-х. наук, профессор  
**И. А. Успенский**, д-р техн. наук, профессор  
**И. Г. Шашкова**, д-р эконом.наук, профессор  
**С. И. Шкапенков**, д-р эконом. наук, профессор

Компьютерная верстка и дизайн – **М. Г. Шабурова**

Корректор – **Е. Л. Малинина**

Перевод – **В. В. Романов**

**Подписной индекс 82422 в ОК "Пресса России" на первое полугодие 2013 года**

---

Адрес редакции: 390044, г. Рязань, ул. Костычева, д. 1. тел. (4912)34-30-27, e-mail: vestnik@rgatu.ru  
Тираж 1100. Заказ № 915 Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-51956 от 29 ноября 2012 г.  
Отпечатано в Издательстве ФГБОУ ВПО РГАТУ

# Содержание

## *ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ*

<b>Ф.Б. Вердиева.</b> ПИТАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ КОРМОВЫХ РАСТЕНИЙ ЛЕТНИХ ПАСТБИЩ ДАШКЕСАНСКОГО РАЙОНА АЗЕРБАЙДЖАНА.....	3
<b>Ю.В. Докукин.</b> ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛОФАНТА АНИСОВОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ.....	6
<b>Л. Г. Каширина, А. В. Антонов, И. А. Плющик.</b> ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ И АНТИОКСИДАНТ-НАЯ ЗАЩИТА ОРГАНИЗМА У МОЛОЧНЫХ КОРОВ РАЗНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ.....	8
<b>Э. В. Клейменов, М.Ю. Афанасьев.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССОВОЙ ДОЛИ БЕЛКА В СЕМЕНАХ.....	12
<b>В.И. Левин, С.А. Макарова.</b> КАСКАДНЫЙ ЭФФЕКТ ВНУТРИВИДОВОГО ДИСТАНЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЛУЧЕННЫХ СЕМЯН РАСТЕНИЙ НА НЕОБЛУЧЕННЫЕ .....	16
<b>Ж.С. Майорова, Г.М. Туников, Д.А. Эйвазов.</b> ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГУМАТА КАЛИЯ ПРИ ОТКОРМЕ СВИНЕЙ.....	21
<b>Ф.А. Мусаев, Д.В. Шелоумов.</b> ТЕХНОЛОГИЯ ДОРАЩИВАНИЯ И ОТКОРМА БЫЧКОВ КАЗАХСКОЙ БЕЛОГО-ЛОВОЙ ПОРОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЛЮКОЗЫ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ И И-САККА.....	24
<b>Л.Н. Савушкина, А.В. Бородачев.</b> ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПОЛУЧЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПЧЕЛИНЫХ МАТОК .....	27
<b>Г.Н. Фадькин, Я.В.Костин.</b> ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ФОРМ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ФОСФАТНЫЙ РЕЖИМ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ТЯЖЕЛОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ .....	31
<b>Н. И. Шестаков.</b> УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ.....	35

## *ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ*

<b>Г. А. Борисов, И. Н. Колодяжная, Ю. В. Ичанкин.</b> АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ Пониженных Температур .....	38
<b>Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, И.Ю. Богданчиков.</b> ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПОЛЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ УСТРОЙСТВА ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ НЕЗЕРНОВОЙ ЧАСТИ УРОЖАЯ .....	44
<b>Н.В. Бышов, Ю.В. Якунин, Н.Н. Якутин.</b> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СЕПАРАЦИИ КЛУБНЕСОДЕРЖАЩЕГО ВОРОХА НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ТЕХНОЛОГИИ УБОРКИ .....	49
<b>Д.Н. Бышов, Д.Г. Чурилов, А.А. Горохов, Т.Ю. Абрамова.</b> КОНТАКТНЫЕ УСЛОВИЯ ПРИ ОБКАТЫВАНИИ ДЕТАЛЕЙ РОЛИКАМИ.....	52
<b>Т.Н. Васильева, Л.В. Аронов.</b> ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПОТЕРИ МОЩНОСТИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ ПРИ НЕСИММЕТРИИ НАПРЯЖЕНИЯ.....	56
<b>В.И. Жигин, А.М. Кравченко.</b> СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ТОПЛИВА АВТОМОБИЛЬНОГО ДИЗЕЛЯ.....	58
<b>Г.Д. Кокорев.</b> СПОСОБ ОТБОРА РАЦИОНАЛЬНОЙ СОВОКУПНОСТИ ОБЪЕКТОВ, ПОДЛЕЖАЩИХ ТЕХНИЧЕСКОМУ ДИАГНОСТИРОВАНИЮ .....	61
<b>Г.К. Рембалович, И.А. Успенский, А.А. Голиков, Р.В. Безносюк, Р.К. Ахмедов.</b> АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫМ МАШИНАМ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИХ РАБОТЫ В УСЛОВИЯХ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	64
<b>А. А. Симдянкин, Г. З. Кайкацишвили.</b> СМЕШИВАНИЕ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ТОПЛИВА.....	68

## *ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ*

<b>С.О. Володина.</b> ИНВЕСТИЦИИ КАК ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КАТЕГОРИЯ И ИХ РОЛЬ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ ГОСУДАРСТВА .....	72
<b>С.С. Котанс.</b> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ АПК РЕГИОНА НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	76
<b>М.В. Куприянова.</b> ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ АГРОПРОИЗВОДСТВА .....	79

## *Трибуна молодых учёных*

<b>Е.П. Васильев, А.А. Николаев.</b> ЭЛЕКТРОННАЯ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ СРЕДА ОБУЧЕНИЯ.....	84
<b>В.М. Пашенко, В.И. Ванцов, М.В. Ванцов.</b> СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СЕРЫ В НЕФТЕПРОДУКТАХ .....	89
<b>ЮБИЛЯРЫ .....</b>	94
<b>РЕФЕРАТЫ .....</b>	95

# ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 631.553:631.82.04

*Ф.Б. Вердиева, Азербайджанский технологический институт*



## ПИТАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ КОРМОВЫХ РАСТЕНИЙ ЛЕТНИХ ПАСТБИЩ ДАШКЕСАНСКОГО РАЙОНА АЗЕРБАЙДЖАНА



### Введение

В последнее время специалисты, а затем все большая часть общества стали понимать, что опасность человечеству несет не только загрязненный воздух, отравленные воды, деградирующие почвы, но и погибающая в результате всего этого растительность и хрупкая пастбищная экосистема в целом. Одно только нарушение почвенного покрова способствует назреванию экологического кризиса тем, что вызывает изменение взаимодействия поверхности Земли с потоком солнечной энергии за счет уменьшения площадей, занятых растительностью. Именно экологические проблемы выживания человечества подталкивают его к реальной оценке почвенно-растительного покрова, как для сохранения биосферы, так и для выживания цивилизации [1].

### Объект и методика исследований

Объектом исследований являются фитоценозы и отдельные кормовые растения, распространенные на сенокосах и пастбищах северо-восточного склона Малого Кавказа в пределах Дашкесанского района Азербайджана. Биохимический состав кормов и расчет кормовых единиц проводили по общепринятой методике ВНИИ кормов им. Вильямса (1987). Оценка пастбищных земель отличается рядом специфических особенностей от оценки пахотных земель [2]. Критерием экологической оценки пастбищ наряду со свойствами почв является и продуктивность травостоя, выраженная в кормовых единицах. Определение продуктивности кормовых угодий дает возможность правильно установить емкость пастбищ, степень обеспеченности пастбищным кормом поголовья

скота. Выявление средней урожайности сенокосов и пастбищ – очень сложный процесс, так как зависит от метеорологических условий того или иного года и половодья рек [3].

### Результаты и их обсуждение

Питательная ценность кормовых растений определяется их химическим составом и переваримостью. Обычно в кормопроизводстве единицей измерения общей питательности кормов считается кормовая единица (к. ед.), за стандарт которой принята питательность 1 кг зерна овса. Кроме того, показателем высокой питательности кормов служит содержание переваримого протеина или белка.

Проведенные исследования показали, что кормовые угодья Дашкесанского района распространены на следующих четырех ландшафтах: горно-степные; лугостепные послелесные луга и степи; субальпийские луга и степи; альпийские луга и степи.

*Горно-степные кормовые угодья* включают три формации:

– бородачево-злаково-разнотравные степи с ксерофильными кустарниками на черноземовидных карбонатных, маломощных, легкосуглинистых почвах;

– злаково-разнотравные степи на покатых, среднекрутых склонах, на типичных горно-лесных черноземовидных, среднесуглинистых почвах;

– злаково-разнотравные степи с кустарниками на остепненных черноземовидных, маломощных, горно-луговых почвах.

*Лугостепные послелесные луга и степи* включают три формации:

– злаково-разнотравные типчаковые степи на пологих горных черноземных выщелоченных почвах;

– злаково-разнотравные повелецевые луга на умеренно-влажных лугах, на суглинистых черноземовидных почвах;

– злаково-бобово-разнотравные луга на среднекрутых северо-восточных склонах бурых лесных дерновых почв;

*Субальпийские луга и степи* включают четыре формации:

– типчаково-злаково-разнотравные степи с трагакантом и астрагалом на крутых юго-восточных склонах эродированных горно-луговых дерновых почв;

– типчаково-злаково-разнотравные степи с низкорослым можжевельником на среднекрутых склонах горно-луговых почв;

– злаково-осоково-разнотравные степи на среднекрутых горно-луговых черноземовидных торфянистых и дерновых почвах;

– злаково-бобово-разнотравные луга с преобладанием полевицы на среднекрутых северо-восточных склонах лугово-черноземных почв.

*Альпийские луга и степи* включает в себя четыре формации:

– типчаково-злаково-разнотравные альпийские степи на крутых склонах горно-луговых эродированных почв;

– белоусово-злаково-разнотравные степи на среднекрутых склонах горно-луговых бурых торфянистых и дерновых почв;

– осоково-разнотравные луга на горно-тундровых, щебенисто-суглинистых почвах;

– разнотравные альпийские луга с преобладанием чебреца Кавказского, одуванчика Стевена и осоки приземистой на горно-тундровых, торфянистых коричневых почвах.

Лугостепи, альпийские и субтропические луга и степи богаты высокопитательным растительным кормом, большая часть которого – злаково-разнотравные фитоценозы. Ниже мы приводим химический состав наиболее распространенных фитоценозов из различных поясов горно-степных, послелесных степей и лугов, субальпийских и альпийских лугов. Это, в основном, злаково-осоковые разнотравные, полевицево-злаковые разнотравные и злаково-типчаково-разнотравные луга.

Как видно из таблицы, из всех указанных основных фитоценозов наиболее широкое распространение имеет злаково-типчаковое разнотравье – 1982,8 га которое имеет и лучшее кормовое качество – 61.23 кормовых единиц, в то время как остальные фитоценозы – злаково-осоковое разнотравье – 1395,1 га и 56.22 корм. един. и полевицево-злаковое разнотравье – 1551,1 га и 58,90 корм. единиц.

Далее из таблицы видно, что почва со злаково-осоковым разнотравьем в основном каменистая и всего на 0,73% – чистая. Продуктивность этой

формации на чистых пастбищах – 14,2 ц/га, а на каменистых почвах она варьирует в пределах 9,5–11,3 ц/га; соответственно, нагрузка на один гектар составляет от 4,10 до 5,12 голов.

Следующая широко распространенная полевицево-злаково-разнотравная формация занимает площадь 1551,1 га, из них 149 га (2,89%) – чистое пастбище, а остальное – 1412,1 га – каменистое. Продуктивность чистого пастбища – 14,7 ц/га в то время как на каменистых пастбищах урожайность этой формации варьирует в пределах 7,0–12,0 ц/га. Нагрузка на каждый гектар чистого пастбища составляет 5,55 голов, а на каменистых меняется в пределах 2,64–4,53 голов на гектар.

Аналогичная картина прослеживается и на злаково-типчаково-разнотравном пастбище. Здесь чистое пастбище составляет всего 49 га, урожайность – 18,6 ц/га, а нагрузка – 7,3 гол/га. На каменистых склонах и равнинах урожайность варьирует в пределах 12,4–17,0 ц/га, а нагрузка на пастбищах составляет 4,87–6,67 голов на гектар.

Кроме этого, нами был произведен анализ видового состава на пастбище опытного участка (50 м<sup>2</sup>) в с. Баян Дашкесанского района. Опытный участок является злаково-разнотравным и находится на высоте 1800 м над уровнем моря. Экспозиция участка северо-восточная. Почвы опытного участка – горно-луговые, среднесуглинистые, выщелоченные, среднесуглинистые с содержанием гумуса 4–5%.

Анализ видового состава показал, что наибольшее количество в травостое принадлежит злаковым – овсянице бороздчатой (*Festuca lullata*) – 12%; типчаку (*Festuca O.*) – 2,7%, осоке приземистой (*Carex humiens*) – 3,2%; костру (*Branus varigatus*) – 2,4%; полевице обыкн. – 2,5% и т.д. Из разнотравья – лабазнику, скабиозе, одуванчику Стефен – 3,6%, чабрецу и т.д.; из бобовых широко распространены клевер, эспарцет, лядвенец рогатый и т.д.

Как видно, на опытном участке всего в 50 м<sup>2</sup> произрастает целый «букет» различных растений (более 60 видов). Среди них ведущее место принадлежит злаковым, они составляют 45,6% от всех трав, здесь овсяница доминирует – 12% от всех трав; за ней следует костер, осока и другие злаковые растения.

На видном месте стоят разнотравные растения. В этой хозяйственно-ботанической группе доминируют скабиоз, одуванчик, чабрец и т.д. Они составляют 42,6% от всех трав. Бобовые растения в этом злаково-разнотравном фитоценозе представлены эспарцетом – 3,2%, разновидностями клевера – 2,3%, лядвенца рогатого – 2,5% и т.д. В целом, бобовые составляют 12,8% от всего состава трав этого фитоценоза.

Таким образом, самая распространенная злаково-разнотравная формация представлена высокопитательными травами, что свидетельствует об уникальности и неповторимости паст-

Таблица – Питательность основных фитоценозов летних пастбищ Дашкесанского района

	Название формации	Тип пастбища	Площадь		В 100 кг сухого вещества		Продуктивность ц/га	Запас корма в центнерах	Емкость пастбищ (голов)		
			га	%	Корм. ед.	Переваримый протеин			на 1 га	на всю площадь	
1	Злаково-осоковые разнотравные	каменист.	266,1	5,40	56,22	5,40	9,5	2528	4,56	1213	
	Альпийские	чистый	38,0	0,77	56,22	5,40	14,2	539	5,12	194	
	Субальпийские	камен.	1091,0	22,14	56,22	5,40	11,3	12328,3	4,10	4474	
2	Повелицево-злаково-разнотравные	чист.	149	3,02	58,90	5,60	14,7	2190,3	5,55	827	
	с. Баян	камен.	1093	22,17	58,90	5,60	12,0	13116,0	4,53	4951	
	с. Пирсултан	камен.	309,1	6,28	58,90	5,60	7,0	2163,7	2,64	816	
3	Злаково-типчачковые разнотравные	чист.	49,0	0,99	61,23	5,87	18,6	911,4	7,30	358	
	Наклонные склоны	камен.	1147,7	23,28	61,23	5,87	12,4	14231,5	4,87	5589	
	Наклонная равнина	камен.	786,1	15,95	61,23	5,87	17,0	13363,7	6,67	5243	
Всего			4929	100	61372,5						

бищных экосистем Малого Кавказа Азербайджана в целом.

### Выводы

1. По вертикальной зональности кормовые угодья северо-восточной части Малого Кавказа делятся на горно-степные, лугостепные послелесные, субальпийские и альпийские луга и пастбища общей площадью более 10000 гектар.

2. Нами исследованы наиболее распространенные злаково-типчачково разнотравные формации, которые имеют питательность 56,22; 58,90 и 61,23 кормовых единиц в 100 кг сухого вещества.

3. Анализ видового состава злакового разнотравья опытного участка (50 кв.м) в с. Баян Дашкесанского района, который находится на высоте 1800 м с северо-восточной экспозицией на горно-луговых, среднемощных, выщелоченных, средне-суглинистых почвах показал, что среди 60 видов

растений наибольшее количество составляют злаки – 45,6% (доминирует овсяница –12%), на втором месте разнотравье – 42,6% (скабиоз, лабазник, одуванчик –3,6%); из бобовых (12,8%) наиболее распространены эспарцет – 3,2%, клевер – 2,3%; люцерна – 2,5%.

### Библиографический список

1. Мамедов Г.Ш. Земельная реформа в Азербайджане: правовые и научно-экологические вопросы. Баку: Элм, 2000, 371 с.
2. Мовсумов З.Р. Азот в земледелии Азербайджана. Баку: Элм, 1978, 160.
3. Mamedov G.S.h., Djafarov A.B., Mamedova S.Z. Antropogen factors of soil fertility under agriculture and other plants of Azerbaijan 16th World Congress of soil science. France, 1998, 20-25 aug., p.46

УДК 631.816:633.8:635.7:638.132

**Ю.В. Докукин**, канд. с.-х. наук, ГНУ НИИ пчеловодства  
Россельхозакадемии



## ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛОФАНТА АНИСОВОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ



### Введение

По данным академика А.А. Жученко, на земном шаре произрастает около 80 тыс. видов растений, потенциально пригодных для употребления в пищу. Сравнительно широко используются 150-300 видов. Причем только два десятка видов культурных растений обеспечивают производство 90 % продовольствия [5].

Интродукция новых растений является важным фактором развития человечества. Благодаря этому расширяется как ассортимент питания, так и использование их в разных отраслях промышленности. В последние десятилетия вводятся в культуру новые виды растений. Одним из таких малоизвестных видов является лофант анисовый.

Лофант анисовый (*Lophanthus anisatus* Benth.) – многолетнее эфиромасличное, травянистое растение семейства яснотковых родом из Северной Америки. В середине прошлого века был интродуцирован в Советском Союзе [2]. Первоначально его выращивали и изучали в Крыму и Молдавии, как эфирноносное растение. В дальнейшем данный вид начал распространяться в России.

Пряно-вкусовые растения, в частности лофант анисовый, являются богатейшими источниками природных БАВ, которые нейтрализуют свободные радикалы, канцерогенные вещества, тяжелые металлы и радионуклиды, способствуют их выведению, оздоровлению организма человека, улучшают качество жизни и увеличивают ее продолжительность. Одно из главных свойств растения – защита всей иммунной системы и нормализация обменных процессов в организме [6].

Это растение ярового типа развития можно возделывать как рассадным способом, так и посевом семян в грунт. Цветут растения первого года жизни при посеве семян в грунт в первой декаде августа, а посевы последующих лет жизни зацветают в первой декаде июля и цветут около 50 дней. В

условиях Рязанской области лофант анисовый произрастает на одном месте не менее трех лет, в дальнейшем может изреживаться. Используется как приправа и сырье для получения эфирного масла. Он обладает высокой продуктивностью семян.

Эфирное масло имеет сильный приятный запах аниса, не окисляется при хранении и обладает высокими бактерицидными свойствами [7]. Оно представляет собой легко подвижную жидкость от светло-желтого до желтого цвета. Наибольший выход эфирного масла наблюдается из соцветий и листьев (0,5-0,7 %) в период цветения. В состав масла входят 17 компонентов, главным из которых является метилхавикол, который составляет в общей массе около 62,08 % [1].

Лофант анисовый известен как хорошее нектароносное растение. По данным В.Д. Дроздова, Т.П. Самохваловой (2000), медопродуктивность составляет 112-125 кг/га [4].

Проведенные в Молдавии исследования показали, что это растение формирует большую надземную массу и в связи с этим отзывчиво на внесение минеральных удобрений [8].

Нами была поставлена цель изучить влияние органо-минеральных удобрений в медоносном семенном использовании этой культуры.

### Объекты и методы

В 2008 году был заложен двухфакторный опыт на опытном участке НИИ пчеловодства в Рязанской области в соответствии с методикой опытного дела в растениеводстве.

Схема опыта: фактор А: 1 – без навоза, 2 – навоз 60 т/га; фактор В: 1 – без удобрений, 2 –  $P_{45}K_{60}$ , 3 –  $N_{30}P_{45}K_{60}$ , 4 –  $N_{60}P_{45}K_{60}$ .

Почва серая лесная, тяжелосуглинистая; содержание гумуса 4,45 %, подвижного фосфора – 37,2 мг, калия – 9,0 мг на 100 г почвы; pH – 6,1.

Опыт заложен методом рандомизированных

повторений, повторность четырехкратная. Способ посева широкорядный – 45 см, норма высева – 4 млн. шт. всхожих семян.

Полуперепревший навоз вносили осенью под основную обработку, минеральные удобрения – весной в подкормку. В качестве минеральных удобрений использовали аммиачную селитру, двойной суперфосфат, хлористый калий.

Нектаропродуктивность определяли по содержанию сахара в нектаре цветков методом смывания с последующим анализом фильтрата микрометодом Гагедорн-Иенсена. Содержание сахара в одном цветке пересчитывали на единицу площади.

### Результаты исследований

Необходимо отметить, что если погодные условия 2008, 2009 годов были благоприятны для развития лобелии, то аналогичный период 2010 года в Центральном федеральном округе выдался

крайне экстремальным, что привело к резкому снижению продуктивности и, как следствие, отразилось на занижении средних данных.

Показателями, характеризующими степень развития растительного сообщества, являются высота растений и количество побегов на единице площади. Данные таблицы показывают, что внесение минеральных удобрений на естественном фоне плодородия существенно повышает высоту растений лобелии анисовой на 15,9-20,8 %. Дополнительное внесение навоза совместно с минеральными удобрениями приводит к увеличению данного показателя на 18,4-24,6 %.

Количество побегов на 1 м<sup>2</sup> не подвержено столь явному влиянию удобрений. Так, внесение навоза не сказывается на данном показателе лобелии анисовой в среднем за 3 года. В то же время норма минеральных удобрений N<sub>60</sub>P<sub>45</sub>K<sub>60</sub> производит максимальный эффект.

Таблица – Продуктивность лобелии анисовой в зависимости от удобрений (в среднем за 2008-2010 гг.)

Вариант	Высота растений, см	Количество побегов, шт./м <sup>2</sup>	Количество цветков, тыс. шт./м <sup>2</sup>	Нектаропродуктивность, кг/га сахара	Семенная продуктивность, ц/га
Без навоза					
1. Без удобрений – st	82,2±1,0	61,2	47,1	50,6	2,9
2. P <sub>45</sub> K <sub>60</sub>	95,3±1,4	84,0	72,7	76,3	3,3
3. N <sub>30</sub> P <sub>45</sub> K <sub>60</sub>	99,3±0,8	81,0	73,0	78,7	4,3
4. N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>60</sub>	98,2±0,9	98,8	98,0	110,5	3,7
Навоз 60 т/га					
1. Без удобрений	98,2±0,9	67,9	61,8	70,7	3,4
2. P <sub>45</sub> K <sub>60</sub>	107,3±1,1	80,3	109,6	119,6	3,8
3. N <sub>30</sub> P <sub>45</sub> K <sub>60</sub>	110,0±1,2	98,2	127,5	142,0	4,6
4. N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>60</sub>	112,9±0,9	106,8	138,3	152,6	4,1
HCP <sub>05</sub> (A)		F <sub>ф</sub> < F <sub>05</sub>			F <sub>ф</sub> > F <sub>05</sub>
HCP <sub>05</sub> (B)		14,7			0,2
HCP <sub>05</sub> частных различий		20,8			0,2

Количество цветков на единице площади в значительной мере определяет нектаропродуктивность и семенную продуктивность посевов. Наблюдается прямая зависимость этого показателя от удобрений. Внесение минеральных удобрений на естественном фоне плодородия увеличивает данный показатель по сравнению с контролем в 1,5-2,1 раза. Наибольшее влияние оказывают N<sub>60</sub>P<sub>45</sub>K<sub>60</sub>. Использование в качестве фона навоза усиливает образование цветков в 1,3-2,9 раза по сравнению с контролем.

Нектаропродуктивность при внесении минеральных удобрений без навоза возрастает в

1,5-2,2 раза. Дополнительное действие навоза сказывается на протяжении всех трех лет исследований. В вариантах с органикой количество сахара на единице площади возрастает по сравнению с участками без органики в 1,4-1,6 раза. Минеральные удобрения в дозе N<sub>60</sub>P<sub>45</sub>K<sub>60</sub> оказывают минимальное действие, тогда как с внесением N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>60</sub> получен наибольший эффект.

Органические и минеральные удобрения существенно влияют на семенную продуктивность лобелии анисовой. В вариантах с естественным фоном плодородия этот показатель возрастает на 13,8-48,3 %, а в вариантах с внесением навоза – на

11,8-35,3 %. Наибольшая урожайность семян получена при внесении  $N_{30}P_{45}K_{60}$ .

#### Выводы

1. Лофант анисовый – многолетняя эфиромасличная и медоносная культура с хозяйственным использованием до 3 лет. Это растение является ценным медоносом второй половины лета с продолжительным сроком цветения – около 50 дней.

2. Лофант анисовый отзывчив на плодородие почв. Внесение минеральных и органических удобрений положительно влияет на семенную и нектарную продуктивность посевов. Регулируя этот показатель, можно увеличить нектаропродуктивность в 3 раза и урожайность семян на 58,6 %.

3. Оптимальной нормой минеральных удобрений при медоносно-семенном использовании лопанта анисового в Рязанской области на серых лесных почвах можно считать дозу  $N_{30}P_{45}K_{60}$  в подкормку.

#### Библиографический список

1. Абделаал, Х.А.А. Анатомо-морфологические и биологические особенности нового растения для Астраханской области лопанта анисового [*Lorphanthus anisatus* (Benth.)]: Автореф. дис... канд. биологических наук: 03.02.01 / Х.А.А. Абделаал; Астраханский государственный университет. – Астрахань, Издательский дом «Астраханский университет», 2010. – 26 с.

2. Интродукция лекарственных, ароматических

и технических растений / Г.М. Балабас, Р.А. Буйко, А.Е. Гращенков и др. – М.-Л.: Наука, 1965. – 425 с.

3. Докукин, Ю.В. Технология возделывания лопанта анисового – культуры медоносного использования / Ю.В. Докукин, А.П. Савин. – Рыбное: ГНУ НИИП, 2010. – 17 с.

4. Дроздов, В.Д. Пчелы на лопанте / В.Д. Дроздов, Т.П. Самохвалова // Пчеловодство – 2000. – №6. – С.16-17.

5. Жученко, А.А. Адаптивная стратегия устойчивого развития сельского хозяйства России в XXI столетии. Теория и практика. В 2 т. Т.1. / А.А. Жученко; – М.: Агрорус, 2009-2011. – 816 с.

6. Пивоваров В.Ф., Гуркина Л.К. Вклад ВНИИССОК в расширение ассортимента овощных культур в России / Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: Материалы VII междунар. симпозиума. – М.: РУДН, 2007. – Т.1. – С. 5-9.

7. Смолянов, А.М. Эфиромасличные культуры / А.М. Смолянов, А.Т. Ксендз – М.: Колос, 1976. – 336 с.

8. Тимчук К.С., Чунту О.В., Человская Л.Н. Минеральные удобрения – важный фактор повышения продуктивности лопанта анисового / Физиолого-биохимические основы повышения продуктивности и устойчивости растений. Материалы IV респ. конф. физиологов и биохимиков Молдавии, 13-14 января 1986 г.– Кишинев, Штиинца, 1986. – С.100.

УДК 619:636.1.577.3

*Л. Г. Каширина, д-р биол. наук, профессор,  
А. В. Антонов, канд. биол. наук, доцент,  
И. А. Плющик, аспирант,  
Рязанский государственный агротехнологический  
университет имени П. А. Костычева*



## ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ И АНТИОКСИДАНТНАЯ ЗАЩИТА ОРГАНИЗМА У МОЛОЧНЫХ КОРОВ РАЗНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ



#### Введение

Перекисное окисление липидов (ПОЛ) происходит в организме всех животных постоянно, по механизму самоподдерживающейся цепной реакции. Его продукты необходимы для фагоцитоза, тканевого дыхания, обновления биологических мембран, разрушения ксенобиотиков, синтеза некоторых биологически активных веществ (например, простагландинов). В то же время чрезмерно сильное ПОЛ приводит к нарушению структуры

биологических мембран, что снижает устойчивость организма ко многим заболеваниям. Поэтому интенсивность реакций ПОЛ ограничивается антиоксидантной системой. В неё входят токоферол, каталаза, церулоплазмин и другие вещества. На данный момент хорошо изучена роль ПОЛ в патогенезе различных заболеваний. Но недостаточно исследованными остаются динамика ПОЛ и антиоксидантного статуса у коров в связи со стельностью, лактацией и уровнем молочной про-

© Каширина Л. Г., Антонов А. В., Плющик И. А., 2013

дуктивности.

Поэтому целью нашей работы было изучение процессов ПОЛ и функционального состояния антиоксидантной системы у молочных коров высокой и низкой продуктивности в период сухостоя и в середине лактации.

#### Объекты и методы

Эксперимент проведён в ЗАО «Московское» (пос. Поляны Рязанского района Рязанской области) на 14 коровах чёрно-пёстрой породы 6-7-летнего возраста, разделённых на две группы по 7 голов. В 1-ю группу вошли коровы с продуктивностью 4500-5500 кг молока за предыдущую лактацию, во 2-ю – с продуктивностью 3000-4000 кг. Кормление животных соответствовало зоотехническим нормам [10]. В период сухостоя коровам с целью улучшения воспроизводительной функции делали инъекции препарата «Е-селен». Кровь для анализов брали из яремной вены утром, до кормления. Взятие крови производили за 2 недели до ожидаемого отёла, затем на 3-м, 4-м, 5-м и 6-м месяцах лактации. В плазме крови определяли содержание первичных продуктов ПОЛ – диеновых конъюгатов (ДК) [3], вторичного продукта ПОЛ – малонового диальдегида (МДА) [1], а также антиоксидантов:  $\alpha$ -токоферола [2], каталазы [7] и церулоплазмина [9]. Молочную продуктивность коров учитывали ежемесячно способом контрольной дойки. В молоке определяли массовую долю жира и белка на приборе «Лактан». Результаты анализов обработаны статистически с помощью

программ TBAS и «Excel».

#### Результаты

Из таблицы 1 видно, что у всех животных 1-й группы молочная продуктивность на 4-м месяце лактации по сравнению с 3-м уменьшилась, причём в 1-й группе это уменьшение было достоверным. У животных 2-й группы тенденция к снижению молочной продуктивности наблюдалось и на 6-м месяце лактации. В результате на 6-м месяце у коров 1-й группы удой был ниже, чем на 3-м, на 15,8 % ( $P < 0,05$ ), суточная продукция жира – на 19,1 % ( $P < 0,05$ ), а белка – на 18,6 % ( $P < 0,01$ ). Во 2-й группе это снижение составило, соответственно, 21,4 %, 16,6 % и 20,6 %, но было недостоверным.

В таблице 2 приведены данные о содержании продуктов ПОЛ и антиоксидантов в плазме крови у коров. Эти данные свидетельствуют о том, что содержание ДК в плазме крови у всех животных на 3-м месяце лактации по сравнению с сухостойным периодом достоверно возросло. На 4-м месяце лактации у животных 1-й группы величина этого показателя почти не изменилась, а у животных 2-й группы уменьшилась. На 5-м месяце лактации значительных изменений уровня ДК в плазме не последовало, а на 6-м месяце у всех коров он понизился. Достоверная разница между группами отмечена только на 3-м месяце лактации, когда уровень ДК в плазме крови у коров 2-й группы был на 13,8 % выше, чем у коров 1-й группы ( $P < 0,01$ ).

Уровень МДА на 3-м месяце лактации по срав-

Таблица 1 – Молочная продуктивность коров

Группы коров	Суточный удой, кг.	Количество молочного жира, г/сут.	Количество молочного белка, г/сут.
3-й месяц лактации			
1	22,2±1,4	959,5±77,2	733,0±48,8
2	20,1±2,3	833,4±81,8	640,9±74,8
4-й месяц лактации			
1	18,0±1,2*	757,7±56,0*	580,9±39,1*
% к 3-му мес.	81,1	79,0	79,2
2	18,8±2,3	714,0±63,8	599,3±75,4
% к 3-му мес.	93,5	85,7	93,5
5-й месяц лактации			
1	18,2±1,2	749,2±58,6	583,7±41,2
% к 4-му мес.	101,1	98,9	100,5
2	18,9±0,9	799,8±52,9	601,6±28,3
% к 4-му мес.	100,5	112,0	100,4
6-й месяц лактации			
1	18,7±1,1	776,5±46,1	596,6±30,8
% к 5-му мес.	102,7	103,6	102,2
2	15,8±1,6	695,4±75,8	508,9±52,3
% к 5-му мес.	83,6	86,9	84,6

Достоверность разницы с предыдущим месяцем лактации: \*  $P < 0,05$ .

Таблица 2 – Содержание продуктов перекисного окисления липидов и антиоксидантов в плазме крови у коров

Группы коров	Диеновые конъюгаты, усл. ед. <sup>1</sup>	Малоновый диальдегид, мкмоль/л	$\alpha$ -токоферол, мкмоль/л	Активность каталазы, мкмоль/л·с	Активность церулоплазмينا, нмоль/л·с
Сухостойный период					
1	80,2±4,1	2,78±0,14	182,0±13,3	110,4±18,5	109,1±4,9
2	81,8±1,8	1,91±0,33	151,4±7,9	95,1±12,4	109,9±7,4
3-й месяц лактации					
1	165,5±4,5***	2,49±0,48	55,2±3,5***	53,2±3,3***	292,4±27,0**
% к сухостойному периоду	206,4	89,6	30,3	107,2	268,0
2	188,4±3,6***	2,89±0,55	53,2±3,3***	121,8±17,9	206,3±10,6***
% к сухостойному периоду	230,3	151,3	35,1	128,1	187,7
4-й месяц лактации					
1	163,8±3,5	4,98±0,51***	82,8±4,0***	75,0±4,9***	114,1±11,3***
% к 3-му мес.	99,0	200,0	150,0	63,4	39,0
2	153,0±7,2***	5,56±0,23***	67,3±5,1*	86,6±8,0	123,3±8,0***
% к 3-му мес.	81,2	192,4	126,5	71,1	59,8
5-й месяц лактации					
1	166,7±7,0	3,77±0,21*	146,8±3,8***	77,7±5,9	112,5±10,6
% к 4-му мес.	101,8	75,7	177,3	103,6	98,6
2	155,0±2,1	3,19±0,11***	138,2±7,1***	82,8±9,4	86,0±4,3**
% к 4-му мес.	101,3	57,4	205,3	95,6	69,7
6-й месяц лактации					
1	90,5±3,0***	3,90±0,10	58,5±2,7***	72,9±4,4	95,0±3,4
% к 5-му мес.	54,3	103,4	39,9	93,8	84,4
2	89,6±2,6***	3,65±0,23	54,3±3,8***	63,2±4,4	75,9±2,3
% к 5-му мес.	57,8	114,4	54,3±3,8***	76,3	88,3

<sup>1</sup> 1 усл. ед. – 1 единица оптической плотности, умноженная на 1000.

Достоверность разницы с предыдущим взятием крови: \* P < 0,05; \*\* P < 0,01; \*\*\* P < 0,001.

нению с сухостойным периодом у всех животных изменился недостоверно, на 4-м значительно возрос, на 5-м снизился, а на 6-м достоверных изменений не последовало.

Таким образом, на 3-м месяце лактации усилились первичные реакции ПОЛ (продукция ДК), а на 4-м – и вторичные, идущие с образованием токсичных продуктов, главный из которых – МДА. На 5-м месяце снизилась интенсивность вторичных стадий, а на 6-м – и первичных. Можно предположить, что усиление ПОЛ на 3-м и 4-м месяцах лактации было связано с начавшейся инволюцией секреторного эпителия в молочной железе у коров, которая и привела к снижению молочной продуктивности на 4-м месяце лактации. Из лите-

ратуры известно, что в механизме этой инволюции важная роль отводится процессам аутофагоцитоза [8], а они обычно сопровождаются повышенной интенсивностью ПОЛ [11].

Достоверные межгрупповые различия по содержанию ДК в плазме отмечены только на 3-м месяце лактации: во 2-й группе оно было выше, чем в 1-й, на 13,8 % (P < 0,01). Содержание МДА, наоборот, в 1-й группе животных было более высоким, чем во 2-й: в сухостойном периоде на 45,5 % (P < 0,05), и на 5-м месяце лактации – на 18,2 % (P < 0,05). Это можно объяснить тем, что низкоудойные коровы вследствие меньшей интенсивности обменных процессов в ряде случаев (но не всегда) отличаются пониженным уровнем

вторичных стадий ПОЛ – окисления ДК до МДА. Это может выражаться или в относительно низком уровне МДА, или же в повышенном содержании его предшественников – ДК – в плазме крови, не сопровождающемся, однако, повышением уровня МДА.

Содержание  $\alpha$ -токоферола в плазме крови у всех животных на 3-м месяце лактации по сравнению с сухостойным периодом резко снизилось, на 4-м и особенно на 5-м – возросло, на 6-м снова уменьшилось. Снижение этого показателя на 3-м месяце можно объяснить прекращением применения препарата «Е-селен», а последующее повышение – мобилизацией резервов витамина Е из тканевых резервов в ответ на усиление ПОЛ [4].

У коров 1-й группы в сухостойном периоде содержание  $\alpha$ -токоферола в плазме крови было выше, чем у животных 2-й группы на 20,2 % ( $P < 0,05$ ). Известно, что при применении у животных препаратов витамина Е он запасается в жировой ткани [6]. Полагаем, что у коров 1-й группы в тканях откладывалось меньше токоферола, а в крови его циркулировало больше. На 4-м месяце лактации животные 1-й группы также превосходили животных 2-й группы по уровню  $\alpha$ -токоферола на 23,0 % ( $P < 0,001$ ) – на этот раз, очевидно, из-за более активной мобилизации тканевых резервов. В обоих случаях повышенное содержание витамина Е в плазме свидетельствует об усиленной нагрузке на антиоксидантную систему у высокопродуктивных коров.

Активность каталазы у всех коров на 3-м месяце лактации по сравнению с сухостойным периодом незначительно возросла, а на 4-м месяце – снизилась. Далее существенных изменений этого показателя не последовало. Снижение активности каталазы можно объяснить истощением резервов для его биосинтеза. Значительной разницы между группами по активности каталазы не отмечено.

Активность церулоплазмينا у всех животных на 3-м месяце лактации по сравнению с сухостойным периодом увеличилась, а на 4-м месяце – вернулась к исходному уровню. На 5-м и 6-м месяцах лактации у коров 1-й группы величина этого показателя была практически стабильной, а во 2-й группе продолжала уменьшаться. Повышение активности церулоплазмينا на 3-м месяце лактации должно было компенсировать последствия снижения уровня  $\alpha$ -токоферола в плазме. Последующее снижение активности этого фермента обусловлено, очевидно, истощением резервов для его биосинтеза.

На 3-м, 5-м и 6-м месяцах лактации активность церулоплазмينا у коров 1-й группы была выше, чем 2-й, соответственно, на 41,7 % ( $P < 0,01$ ), 30,8 % ( $P < 0,05$ ) и 25,2 % ( $P < 0,001$ ). Следовательно, высокопродуктивные коровы, во-первых, отличаются более значительными функциональными резервами биосинтеза этого фермента, а во-вторых, их антиоксидантная система работает с большим

напряжением, так как церулоплазмин является её последним, резервным звеном, и его выработка увеличивается при недостатке прочих антиоксидантов [5].

Рассмотрев динамику всех изученных показателей в комплексе, мы можем заключить, что у коров в конце сухостойного периода повышенная активность антиоксидантной системы способствует ослаблению реакций ПОЛ, а значит, и усилению пролиферации эпителия в молочной железе. В нашем случае активация антиоксидантной защиты выразилась в высокой активности каталазы, чему способствовало также применение «Е-селена». Известно, что при дефиците витамина Е в организме активность каталазы в крови понижается [12].

В период с 3-го по 5-й месяцы лактации была повышена интенсивность первичных стадий ПОЛ (продукция ДК), а на 4-м – также и вторичных (продукция МДА). Это сопровождалось изменениями в работе антиоксидантной системы. На 3-м месяце лактации снижение уровня  $\alpha$ -токоферола после отмены «Е-селена» вызвало необходимость усиления биосинтеза церулоплазмينا, что часто бывает при усилении нагрузки на антиоксидантную систему. На 4-м месяце лактации активность антиоксидантных ферментов уменьшилась вследствие истощения резервов для их биосинтеза. Началась мобилизация тканевых запасов витамина Е, но это не воспрепятствовало росту продукции МДА. На 5-м месяце мобилизация резервов токоферола продолжалась с большей интенсивностью и привела к снижению интенсивности вторичных стадий ПОЛ. На 6-м месяце на фоне относительно низкого содержания антиоксидантов в плазме крови интенсивность ПОЛ уменьшилась. Это мы объясняем общим уменьшением интенсивности катаболизма в заключительную фазу лактации.

### Заключение

С 3-го по 5-й месяцы лактации антиоксидантная система организма коров испытывала повышенную нагрузку и не всегда действовала достаточно эффективно. Полагаем, что вызванное этим усиление вторичных стадий перекисного окисления липидов на 4-м месяце лактации способствовало повреждению клеток секреторного эпителия молочной железы, а следовательно, снижению молочной продуктивности именно в данный период. Эти закономерности распространяются как на высокопродуктивных, так и на низкопродуктивных животных. В то же время высокоудойные коровы отличались в ряде случаев повышенной интенсивностью продукции МДА, более интенсивной мобилизацией тканевых резервов токоферола и большей активностью церулоплазмينا.

### Библиографический список

1. Андреева, Л. И. Модификация методов определения перекисей липидов в тесте с тиобар-

битуровой кислотой / Л. И. Андреева, Л. А. Кожемякин, А. А. Кишкун // Лабораторное дело. – 1988, № 11. – С. 41 – 43.

2. Антонов, А. В. Динамика уровня  $\alpha$ -токоферола в плазме крови у троеборных лошадей в зимнем тренировочном сезоне / А. В. Антонов // Вестник РГАТУ. – 2010. - № 1. – С. 28 – 30.

3. Гаврилов, В. Б. Спектрофотометрическое определение содержания гидроперекисей липидов в плазме крови / В. Б. Гаврилов, М. И. Мишкорудная // Лабораторное дело. – 1983, № 3. – С. 33 – 35.

4. Голиков, П. П. Механизм активации перекисного окисления липидов и мобилизации эндогенного антиоксиданта  $\alpha$ -токоферола при стрессе / П.П. Голиков, Б. В. Давыдов, С. Б. Матвеев // Вопр. мед. химии. – 1987. – Т. 33, № 1. – С. 47 – 50.

5. Зенков, Н. К. Окислительная модификация липопротеидов низкой плотности / Н. К. Зенков, Е. Б. Меньщикова // Успехи соврем. биологии. – 1996. – Т. 116, № 6. – С. 729 – 748.

6. Колосова, Н.Г. Влияние гормонов надпочечников на распределение токоферола в организме / Н.Г. Колосова, Р.Н. Матаев, В.Ю. Куликов // Тез. II Всесоюз. конф. «Биоантиоксидант». – Черногоровка, 1986. – Т. 1. – С. 137 – 138.

7. Королюк, М. А. Метод определения активности каталазы / М. А. Королюк, Л. И. Иванова, И. Г. Майорова [и др.] // Лабораторное дело. – 1988, № 1. – С. 16 – 18.

8. Медведев, И. К. Изучение фундаментальных закономерностей биосинтеза компонентов молока / И. К. Медведев // Проблемы физиологии, биохимии, биотехнологии и питания сельскохозяйственных животных. – Боровск, 1993. – С. 167 – 171.

9. Методические указания по изучению минерального обмена у сельскохозяйственных животных / Б. Д. Кальницкий, С. Г. Кузнецов, А. Г. Батаева [и др.] – Боровск, 1988. - 128 с.

10. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / А. П. Калашников, В. И. Фисинин, В.В. Щеглов [и др.] - М., 2003. - 456 с.

11. Maranon, G. Equine colic induces intestinal apoptosis via a mitochondria-mediated pathway / G. Maranon, W. Manley, P. Cayado [et al.] // Proc. 10th Int. Congr. of World Equine Vet. Ass.. – Moscow, 2008. – P. 492.

12. Nair, P.P. Vitamin E and metabolic regulation / P.P. Nair // Ann. N.Y. Acad. Sci.. – 1972. – V. 203. – P. 53 – 61.

#### УДК 631. 53. 01

**Э. В. Клейменов**, канд. физ.-мат. наук, доцент  
**М.Ю. Афанасьев**, канд. с.-х. наук, доцент,  
Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева



## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССОВОЙ ДОЛИ БЕЛКА В СЕМЕНАХ



При исследовании влаги в сухих семенах (влажностью менее 20%) было установлено, что вся влага находится в связанном состоянии с различными биоконplexами семени. В соответствии с этим на основании работ Франка [1, 2] было установлено, что все модификации воды при влажности до 20% являются связанными. Однако в результатах, приведенных в указанной работе, не говорится, с какими биологическими комплексами семени связаны молекулы воды. В своих более подробных исследованиях Аскоченская Н.А. [3] установила на основании анализа связи молекул воды с различными биополимерами семени,

что вся влага в семени связана с различными биоконplexами, что представлено на рисунке 1.

Для экспериментального подтверждения структуры воды в семенах с влажностью менее 20 % были проведены эксперименты с использованием импульсного ядерного магнитного резонанса (ЯМР) (метод Hahn, 1950). На основании полученных экспериментальных данных было установлено, что при данной влажности вода, находящаяся в семени, является связанной с различными биополимерами, как и было ранее установлено. Более подробный анализ ЯМР при нагревании семян позволил установить, что наиболее извлекаемая

вода из семени связана с гидратной водой ионов и гидратной водой полисахаридов. Вода, связанная с депонированными или структурными белками, не извлекается из семян всеми типами внешних воздействий. Для извлечения воды, не связанной с белковым комплексом, на основании работы [4] необходимо нагреть исследуемые семена до температуры порядка 130°-133°С в течение 2-х часов. В этом случае вода, связанная с другими биологическими комплексами семени, будет удалена, и в исследуемом материале останется вода, связанная только с белковым комплексом.

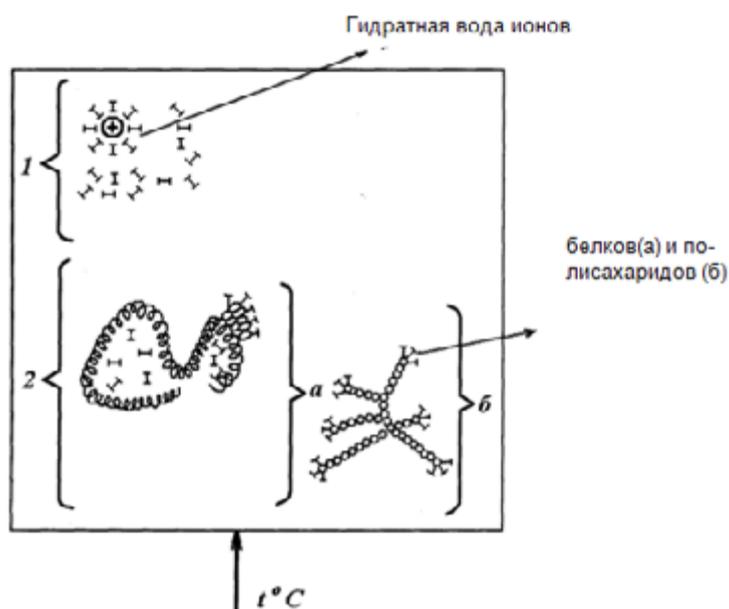
Таким образом, после определения количества влаги, связанной с белковым комплексом, представляется возможность определения массовой доли белка.

В настоящее время имеется большое количество работ, связанных с измерением влажности

исследуемых материалов.

Определение количества влаги, связанной с белковым комплексом, можно осуществить путем измерения диэлектрической проницаемости семян до тепловой обработки и после тепловой обработки. Однако, в силу малого изменения диэлектрической проницаемости семян не представляется возможным измерить столь малые изменения, так как в настоящее время отсутствуют Q-метры с такой высокой разрешающей способностью. Известно, что влага в различных исследуемых материалах, находящихся вблизи белковых комплексов, имеет структуру дальнего порядка (типа связанной воды), что позволяет установить частоту, при которой диполи воды в связанном состоянии могут резонансно реагировать на внешнее воздействие (рисунок 2) [5].

На основании рисунка 2, а также на основании



1– гидратная вода ионов; 2 – гидратная вода белков (а) и полисахаридов (б)

Рис.1 – Схема возможных структурных модификаций воды в живых объектах

работы [5] можно предположить, что молекулы воды, которые связаны с белковым комплексом, могут резонансно реагировать на внешнее электромагнитное поле в области частот от единиц Гц до 6 МГц, т.к. в данном диапазоне частот не наблюдается отставания колебаний молекул воды от внешнего электромагнитного поля.

Таким образом, для проведения эксперимента по определению содержания массовой доли белка в семенах необходимо выполнить следующие технологические операции:

1. необходима тепловая обработка семян до температуры, установленной в работе [4], причём температуры обработки для разных сортов семян могут отличаться;

2. после удаления влаги в других комплексах посредством термической обработки необходимо с применением современных методов исследований измерить влагу, которая связана только с белковым комплексом;

3. на основании построения градуировочного графика, например методом Кельдаля, установить связь между разработанным методом измерения и количеством белка в семенах.

К современным методам исследования поведения диполей воды (влажности исследуемых веществ) в свободном и связанном состояниях в настоящее время относятся кондуктометрический и диэлектрические способы измерения влаги. Кондуктометрический метод основан на

измерении прохождения электрического тока через исследуемый образец. В основном, данный метод применяется при исследовании влажности древесины, почвы и т.д. Диэлькометрические методы основаны на измерении диэлектрической проницаемости исследуемых веществ, а также на основе резонансного метода, где в качестве измерительного контура применяется конденсатор цилиндрической формы. Данный метод имеет ряд недостатков, связанных с поверхностями цилиндрических конденсаторов из-за их загрязнения или окисления, что приводит к увеличению ошибки измерения, а также из-за внешних электромагнитных наводок.

При исследовании всех диэлькометрических методов измерения влажности исследуемых систем было установлено, что для измерения влажности семян может применяться индуктивный метод, где в качестве измерительной ячейки используется катушка индуктивности.

Исходя из анализа рассмотренных выше методов, был предложен метод, основанный на применении катушки индуктивности как измерительной ячейки параллельного колебательного контура, постоянно находящегося в резонансном режиме, который ранее был использован при измерении водного режима семян [6].

Для исследований были взяты следующие виды семян сельскохозяйственных растений: гречихи, проса, ячменя, ржи и пшеницы. Все семена перед измерениями находились в одном помещении при одной и той же относительной влажности. От каждого вида брался образец массой  $m=5$  граммов и помещался в капсулу из фторопласта, которая устанавливалась в катушку индуктивности колебательного контура, находящегося в резонансном режиме.

Измерялась резонансная частота и определялся параметр  $G$  по формуле

$G = (f - f_0) / f \cdot m$ , где  $f$  – резонансная частота контура без образца, Гц;  $f_0$  – частота контура с образцом, Гц;  $m$  – масса образца, г. Затем этот же образец подвергали тепловой обработке и определяли параметр

$G_T = (f - f_{0,T}) / f \cdot m$ , где  $f_{0,T}$  – частота резонансного контура с образцом после тепловой обработки, Гц. По разности  $\Delta G = G - G_T$  определялось содержание белка в семенах. Данные результаты сравнивались с результатами, полученными методом Кельедаля и представлены в виде градуировочного графика на рисунке 3 и в таблице.

Из рисунка 3 и таблицы видно, что в пределах точности измерения наблюдается достаточно хорошая корреляция между массовой долей белка и электромагнитным параметром  $\Delta G$ .

Расчет ошибки измерения проводился методом среднеквадратичного отклонения измеряемой величины на основании ГОСТ 8.505-84 в соответствии с «Методикой нормативов точности в проектах стандартов на сырьё и материалы и на методы испытаний их химического состава и физико-химических свойств». В соответствии с данной методикой можно было провести 10 параллельных измерений резонансной частоты в течение одной минуты, т.е., времени, в течение которого не сказывалась нестабильность генератора. Расчет, проведённый по данной методике, имеет величину ошибки порядка 1,5%.

Таким образом, предложенный метод позволяет определять содержание белка в семенах экспрессным методом при наличии градуировочного графика с малой величиной относительной погрешности.



Рис.2 – Источники диэлектрических потерь в гетерогенных смесях

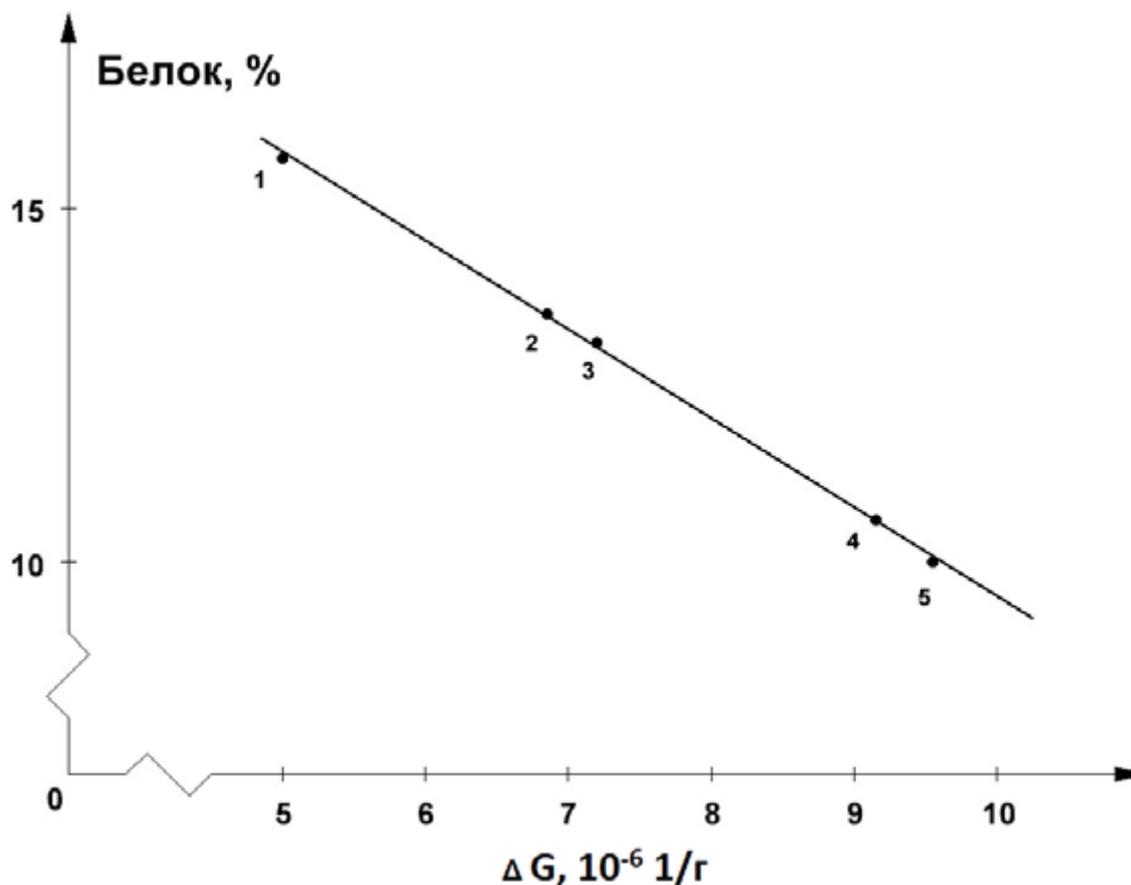


Рис. 3 – Градуировочный график зависимости массовой доли белка от электромагнитного параметра  $\Delta G$ .

Таблица – Зависимость массовой доли белка от электромагнитного параметра  $\Delta G$

Вид семян	Пшеница	Рожь	Ячмень	Просо	Гречиха
Номер эксперим. по рис. №3	1	2	3	4	5
Белок, %	15,8	13,4	13,1	10,7	10
Электромагнит. параметр G, 10 <sup>-6</sup> 1/г	4,93	6,9	7,24	9,16	9,5

**Библиографический список**

1. Franc H.S. Proc. Roy. Soc. N.Y., 1957, v.247(A), p.481 - 495
2. Franc H. S. Ann. N.Y. Acad. Sci. 1965 vol. 125, p. 730-732
3. Аскоченская Н.А. Водный режим семян// Аскоченская Н.А. Физиология семян. М.: Наука 1982, 203с.
4. Международные правила анализа семян. М.: Колос. 1984. С. 52
5. Рогов И.Н. Электрофизические методы переработки пищевых продуктов. М.: Агропромиздат 1988, С. 34
6. Клейменов Э.В. Исследование динамики водного режима семян с помощью электромагнитного поля./ Клейменов Э.В.// Вестник РГАТУ.- 2012.- №3.- С. 53

УДК 581.48:539.12.047:577.175.1

**В.И. Левин**, д-р с.-х. наук, профессор,  
**С.А. Макарова**, ассистент,  
 Рязанский государственный агротехнологический  
 университет имени П. А. Костычева



## КАСКАДНЫЙ ЭФФЕКТ ВНУТРИВИДОВОГО ДИСТАНЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЛУЧЕННЫХ СЕМЯН РАСТЕНИЙ НА НЕОБЛУЧЕННЫЕ



### Введение

Исследования материальной природы дистанционного воздействия облученных биологических объектов (семян, проростков семян, почек древесных пород) на необлученные инициированы в работах, где в качестве фактора дистанционного воздействия рассматривалось вторичное излучение электромагнитной природы, испускаемое гамма-облученными растительными организмами (Кузин А.М. Радиационный гормезис Радиационная биология. Радиоэкология. – 1994. - № 6. - С. 832 - 837).

Позже было показано, что воздействие облученных семян на необлученные проявляется только в условиях свободного газообмена между ними, тогда как в условиях воздушной изоляции облученных семян, биологического ответа у необлученных не обнаруживается (Пат. 2217894. Способ повышения всхожести интактных семян при совместном хранении с семенами, находящимися в состоянии стресса, Левин В. И.). Посредством активной аэрации ингибирующее влияние облученных семян на необлученные резко снижалось. Это указывает на способность облученных семян выделять специфические газообразные физиологически активные вещества (Еськов Е.К., Левин В.И. Специфичность дистанционного воздействия облученных семян растений на необлученные Радиационная биология. Радиоэкология. - 2002. - № 3. - С. 302-307.).

Эффект, сходный с тем, который наблюдался в результате дистанционного воздействия облученных семян на необлученные, обнаруживается при дистанционном воздействии механически травмированных семян яровой пшеницы, где исключена эмиссия излучений электромагнитной природы, на интактные (не поврежденные) (Левин В.И. Аллелопатические свойства летучих соединений семян зерновых культур, индуцированные стрессом Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2003.

- №3. - С. 159-163.).

В последующих публикациях при изучении квазирадиационных эффектов для системы «облученные – необлученные - необлученные» растения, выявлено не только влияние облученных растений на необлученные, но и обратное влияние. Однако остается полностью открытым вопрос о природе факторов этого обратного влияния. Делается предположительный вывод, что агенты взаимодействия являются достаточно стабильными в водной фазе химическими соединениями, газообразными биологически активными веществами или имеют электромагнитную природу. Не исключается сочетание этих групп факторов (Кравец А.П., Венгжен Г.С, Гродзинский Д.М. Эффекты дистанционного взаимодействия облученных и необлученных растений Радиационная биология. Радиоэкология. – 2009. - №4. - С. 490 – 494.).

Цель данного исследования - выявление возможности квазирадиационных эффектов для системы «облученные - необлученные - необлученные» семена растений, в зависимости от условий обеспечивающих свободный или ограниченный воздухообмен в системе. Результаты исследований, полученные на завершающем этапе системы, дифференцированной по интенсивности воздухообмена, позволят приблизиться к пониманию природы фактора дистанционного воздействия облученных семян растений на необлученные и развития этих процессов в системе.

### Объекты и методы.

Исследование проведено на семенах яровой пшеницы, отвечающих требованиям первого класса посевного стандарта (всхожесть, влажность, засоренность). Воздушно - сухие семена яровой пшеницы сортов Воронежская 6 и Приокская подвергали гамма-облучению в дозе 400 гр. Дистанционное взаимодействие в системе между семенами осуществлялось в два этапа по следующей

схеме:

свободный воздухообмен:

I этап : облученные – необлученные 1(0 – H1)

II этап: необлученные 1 – необлученные 2 (H1 – H2) ;

ограниченный воздухообмен:

I этап : облученные – Hнеоблученные 1 (0 – H1)

II этап: необлученные 1 – Hнеоблученные 2 (H1 – H2)

Контролем являлись интактные, т. е. целостные не подвергавшиеся воздействию семена, отдельно хранящиеся от облученных.

Хранили облученные и необлученные семена на первом и втором этапах при свободном воздухообмене - в тканевых пакетах, при ограниченном воздухообмене - в металлических замкнутых емкостях, по объему близкому к объему семян. Расстояние между облученными и необлученными семенами составляло от 1 до 20 см. Семена хранили в лабораторных условиях, где температура, влажность, освещение, радиационный фон были в пределах нормы. Продолжительность дистанционного взаимодействия семян на первом и втором этапах по времени была равной и составляла 9 месяцев. То есть это примерное время, в течение которого семена сельскохозяйственных растений хранятся от уборки урожая зерна, до его посева в поле. Масса навесок облученных и необлученных семян равнялась 500г. при соотношении в системе 1:1:1.

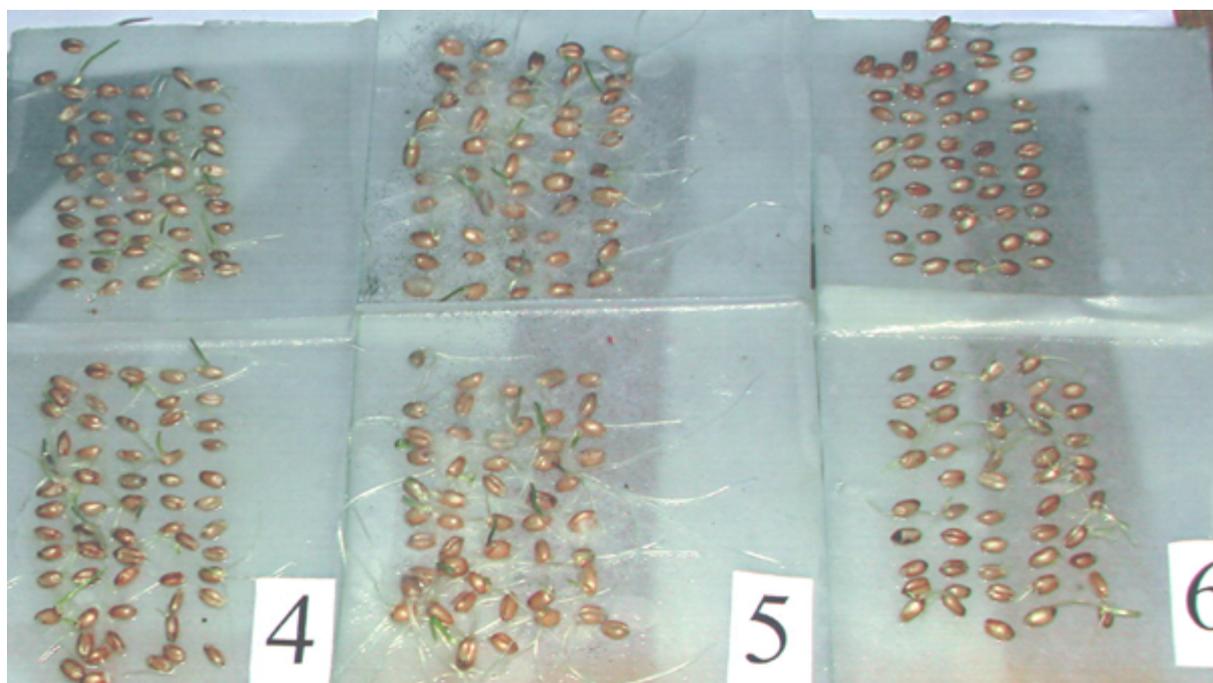
Эффект дистанционного воздействия оценива-

ли по морфологическим показателям трех - и семисуточных проростков: длина, число и масса зародышевых корешков, длина ростка и колеоптиле. Ростовые корреляции у проростков семян (зависимость роста одних органов от других) определяли как отношение длины ростка к длине наибольшего зародышевого корешка  $R:k$ , где R – росток, k - зародышевый корешок. Для этого по 25 штук семян в 6-ти кратной повторности проращивали в рулонах, в увлажненной фильтровальной бумаге. Энергию прорастания и лабораторную всхожесть определяли по доле нормально проросших семян соответственно на 3 и 7 сутки проращивания в растениях на увлажненной фильтровальной бумаге. Данные показатели выражали в процентах на 100 проращиваемых семян в 4-х кратной повторности. Достоверность различий между вариантами оценивали по t - критерию Стьюдента.

#### Экспериментальная часть

Экспериментально выявлена, способность гамма-облученных семян пшеницы дистанционно опосредовано оказывать ингибирующее влияние на развитие проростков в системе «облученные – необлученные - необлученные». Развитие каскадных процессов в определяющей степени зависело от режима воздухообмена в процессе хранения семян.

Пострадиационное хранение облученных семян, в течение 9-ти месяцев, при свободном воздухообмене резко подавляло прорастание необлученных семян (рисунок 1, таблица).



4 – гамма-облученные семена, 5 – необлученные семена (H1), совместно хранившиеся с гамма-облученными, 6 – необлученные семена (H2), совместно хранившиеся с необлученными (H1)

Рис. 1 – Совместное хранение гамма-облученных и необлученных семян яровой пшеницы сорта Приокская в условиях свободного воздухообмена

Таблица – Морфологические признаки проростков семян пшеницы сорта Воронежская 6 в системе «облученные-необлученные-необлученные»

Варианты опыта	3-х суточные					7-ми суточные				
	Зародышевые корешки			Росток	Колеоп- тиль	Зародышевые корешки			Росток	Колеоп- тиль
	Длина, мм	Число, шт	Масса, мг	Длина, мм	Длина, мм	Длина, мм	Число, шт	Масса, мг	Длина, мм	Длина, мм
Свободный воздухообмен										
облучен- ные	0	0	0	0	0	9,8±0,19*	2,4±0,05*	1,1±0,04*	6,23±0,12*	2,8±0,07*
I этап облучен- ные - не- облучен- ные 1 (О-Н1)	6,9±0,12*	1,2±0,02*	2,0±0,04*	1,3±0,01*	1,2±0,04*	20,78±0,77*	3,2±0,05*	3,5±0,05*	7,26±0,32*	3,2±0,07*
II этап необ- лученные 1-необлу- ченные 2 (Н1 –Н2)	9,2±0,17*	1,7±0,01*	3,1±0,05*	4,6±0,07*	1,5±0,03*	26,43±0,92*	3,2±0,06*	5,7±0,08*	8,86±0,22*	4,4±0,09*
контроль - интакт- ные семе- на яровой пшеницы	22,1±0,73	3,5±0,04	6,3±0,07	15,5±0,08	20,0±0,11	83,1±2,30	4,9±0,08	12,9±0,61	69,3±1,5	40,6±2,10
Ограниченный воздухообмен										
облучен- ные	8,3±0,55*	1,4±0,03*	1,9±0,05*	2,1±0,04*	2,1±0,04*	18,7±0,43*	2,9±0,14*	2,4±0,09*	12,8±0,62*	4,3±0,09*
I этап облучен- ные - не- облучен- ные 1 (О-Н1)	21,4±0,81	3,1±0,11	5,8±0,22	16,1±0,90	17,5±0,84	79,4±2,73	4,8±0,15	12,1±0,63	64,7±2,11	37,3±1,17
II этап необ- лученные 1-необлу- ченные 2 (Н1 –Н2)	23,0±0,92	3,3±0,09	6,2±0,61	15,7±0,83	18,3±0,69	82,7±3,07	4,9±0,21	12,5±0,71	67,5±3,09	40,5±1,56
контроль - интакт- ные семе- на яровой пшеницы	23,5±1,2	3,4±0,08	6,7±0,54	16,7±0,78	19,4±0,95	85,7±2,95	5,0±0,33	13,3±0,88	70,5±2,75	42,2±1,40

\* Различия достоверны для  $P \geq 0,95$ 

Угнетение необлученных семян Н1 и Н2 сопровождалось существенной модификацией морфологических признаков пятисуточных проростков семян пшеницы сорта Приокская. Отмечалось

наиболее сильное торможение роста coleoptile, развитие которого определяется уровнем и интенсивностью фитогормональных процессов. Линейные размеры coleoptile на порядок были мень-

ше, чем у интактных семян, форма ассиметрична, апикальная часть деформирована. Совокупность аномальных морфологических признаков колеоптиле у семян Н1 и Н2 указывало на присутствие квазирадиационных эффектов. Наблюдалось так же значительное угнетение апикального роста проростка и зародышевых корешков, причем у последних происходила мацерация корневых волосков, они были укороченными и утолщенными. Таким образом на этапе гетеротрофного питания активность меристемы всех органов проростка у семян Н1 и Н2 была резко подавлена. У облученных семян при хранении в условиях свободного воздухообмена отсутствовала энергия прорастания, лабораторная всхожесть равнялась 9%. У семян Н1 и Н2 данные показатели составляли соответственно 5 и 17%; 9 и 25%.

Хранение семян при ограниченном воздухообмене не вызывало морфологических аномалий у проростков семян Н1 и Н2 (рисунок 2).

Длина ростка, зародышевых корешков, их численность не отличались от проростков интактных семян, была выявлена только слабо выраженная тенденция снижения массы зародышевых корешков и длины колеоптиле, по сравнению с проростками интактных семян. В условиях ограниченного воздухообмена характер повреждений у облученных семян в значительной степени был меньшим, по сравнению с облученными семенами, хранившимися при свободном воздухообмене. Облученные семена проросли на третьи сутки, их лабораторная всхожесть равнялась 53%.

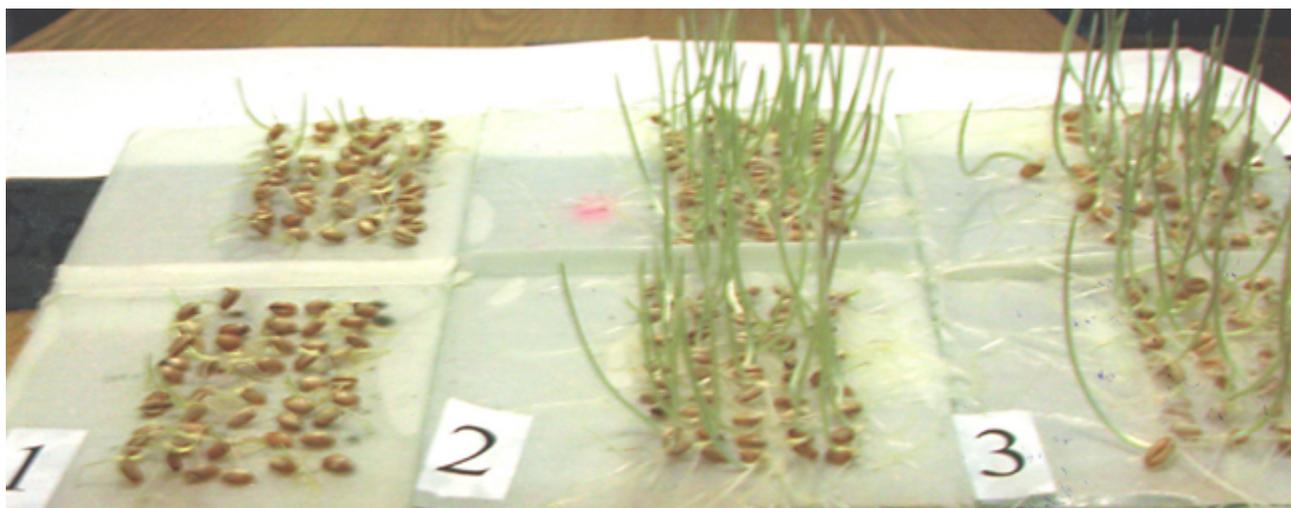
У необлученных семян Н1 и Н2 энергия про-

растания и лабораторная всхожесть составляли соответственно 71 и 73%; 92 и 93%, что было на уровне показателей интактных семян.

Дифференциация режима воздухообмена в системе «облученные – необлученные - необлученные» оказала существенное влияние на зависимость роста одних органов проростка от других, т.е. ростовые корреляции.

Типичным примером ростовых корреляций является отношение длины ростка к длине зародышевого корешка. На этапе гетеротрофного питания показатель (R:к) у семисуточных проростков облученных семян, хранившихся при свободном воздухообмене равнялся 0,29, тогда как при ограниченном воздухообмене он составлял 0,65. В условиях свободного воздухообмена показатель (R:к) у проростков необлученных семян на первом и втором этапах составлял 0,35 - 0,33. При ограниченном воздухообмене этот показатель оставался достаточно стабильным на всех этапах системы. Если в контрольном варианте показатель (R:к) был равен 0,83, то у необлученных семян Н1 и Н2 соответственно 0,82 и 0,79 (рис 3.).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что облученные семена только в условиях свободного воздухообмена способны подавлять метаболические процессы у необлученных семян первого этапа (Н1). В свою очередь необлученные семена Н1 дистанционно ингибируют необлученные семена Н2, то есть имеет место каскадный эффект, индуцированный облученными семенами.



1 – гамма-облученные семена, 2 – необлученные семена (Н1), совместно хранившиеся с гамма-облученными, 3 – необлученные семена (Н2), совместно хранившиеся с необлученными (Н1)

Рис. 2 – Совместное хранение гамма-облученных и необлученных семян яровой пшеницы сорта Приокская в условиях ограниченного воздухообмена

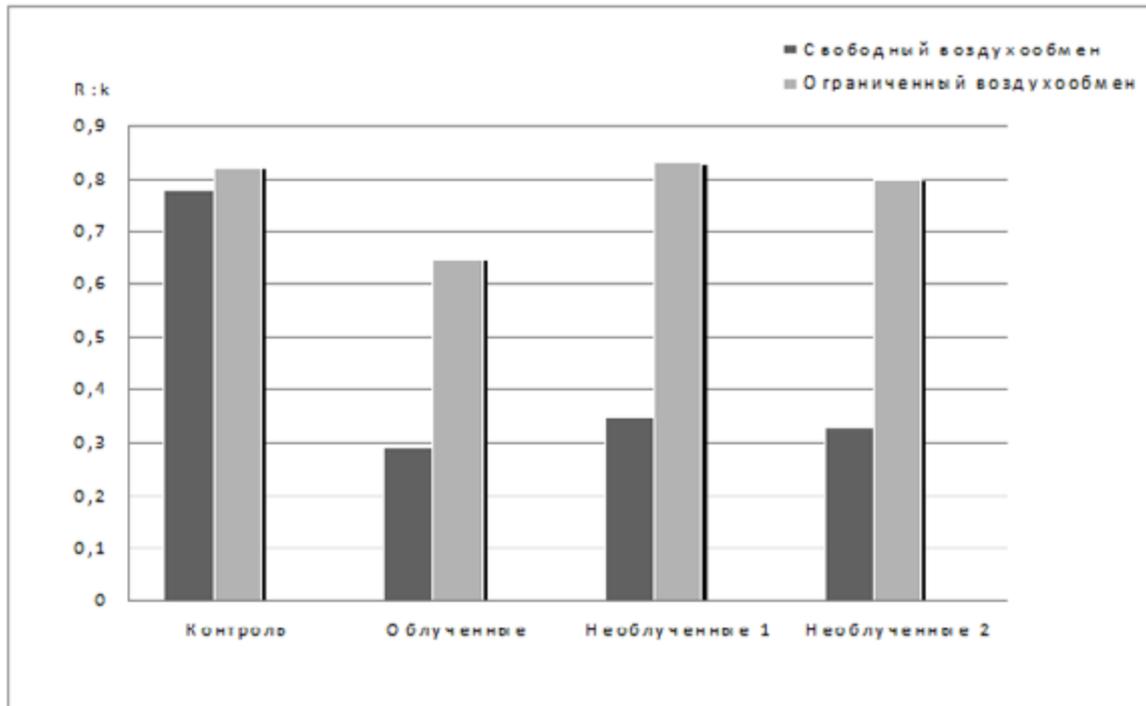


Рис. 3 – Ростовые корреляции у семисуточных проростков семян пшеницы сорта Приокская при различных условиях воздухообмена.

### Заключение

С позиций физиологии повреждающие воздействия, включая радиационные, переводят растительные организмы в состояние стресса. Стресс индуцирует в тканях растений развитие сложных метаболических процессов, в том числе образование фитогормона ингибирующей природы (например, этилена). Биосинтез этилена кислородозависимый процесс, не протекающий в условиях гипоксии (Полевой, В. В. Фитогормоны. Л.: Изд. ЛГУ, 1982. - 248 с.). Следовательно, дистанционное воздействие облученных семян в условиях свободного воздухообмена индуцирует выделение семенами газообразных физиологически активных веществ, предположительно этилена, который как типичный стрессор воздействует на семена Н1, переводя их в состояние стресса. Необлученные семена Н1, находясь в состоянии стресса, выделяют физиологически активные вещества, которые переводят в состояние стресса необлученные семена Н2. В условиях кислородного дефицита каскадные процессы отсутствуют, так как при этом исключается возможность образования летучих физиологически активных веществ. Свободный воздухообмен ключевой фактор развития каскадных процессов в системе «облученные - необлученные - необлученные».

Таким образом, с высокой степенью вероятности можно предполагать, что материальной природой квазирадиационных эффектов дистанционного взаимодействия между семенами в системе «облученные - необлученные - необлученные» являются летучие фитогормоны, обладающие сигнальной информацией.

### Библиографический список

- Кузин, А. М. Радиационный гормезис [Текст] / А. М. Кузин, Г. Н. Суркенова, А. Ф. Ревин // Радиационная биология. Радиозэкология. - 1994. - № 6. - С. 832 - 837.
- Пат. 2217894 Российская федерация, МПК7 А 01 С 1/00, А 01 F 25/14. Способ повышения всхожести интактных семян при совместном хранении с семенами, находящимися в состоянии стресса [Текст] / Левин В. И.; заявитель и патентообладатель Рязанская государственная сельскохозяйственная академия им. Проф. П. А. Костычева. - №2002109273/13; заявл. 09.04.2002; опубл. 10.12.2003, Бюл. № 34. - 4 с.
- Еськов, Е. К. Специфичность дистанционного воздействия облученных семян растений на необлученные [Текст] / Е. К. Еськов, В. И. Левин // Радиационная биология. Радиозэкология. - 2002. - № 3. - С. 302-307.
- Левин, В. И. Аллелопатические свойства летучих соединений семян зерновых культур, индуцированные стрессом [Текст] / В. И. Левин // Вісник аграрної науки Причорномор'я. - 2003. - №3. - С. 159-163.
- Кравец, А. П. Эффекты дистанционного взаимодействия облученных и необлученных растений [Текст] / А. П. Кравец, Г. С. Венгжен, Д. М. Гродзинський // Радиационная биология. Радиозэкология. - 2009. - №4. - С. 490 - 494.
- Полевой, В. В. Фитогормоны [Текст]: состояние в области физиологии и биохимии действия фитогормонов и в частности этилена / В. В. Полевой. - Л.: Изд. ЛГУ, 1982. - 248 с.

УДК 636.087.7:636.4

*Ж.С. Майорова, канд. с.-х. наук, доцент,  
Г.М. Туников, д-р с.-х. наук, профессор,  
Д.А. Эйвазов, аспирант,  
Рязанский государственный агротехнологический  
университет имени П. А. Костычева*



## ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГУМАТА КАЛИЯ ПРИ ОТКОРМЕ СВИНЕЙ



### Введение

Наиболее важной проблемой, стоящей перед агропромышленным комплексом РФ, является проблема обеспечения населения качественными продуктами питания, в том числе и мясом. Свиноводство относят к одной из приоритетных отраслей в государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия. В нашей стране оно является одним из крупнейших источников производства мяса.

В современных условиях интенсивного ведения животноводства идет активный поиск новых путей повышения продуктивности сельскохозяйственных животных при сохранении их здоровья и обеспечении экологической безопасности получаемой продукции. В свиноводстве 70% затрат, то есть большая часть себестоимости свинины, приходится на корма. Поэтому основным способом снижения затрат и увеличения производства качественной продукции является повышение эффективности использования рациона. В этой связи большое значение придается использованию в кормлении животных высокоэффективных биологически активных веществ естественного происхождения, оказывающих положительное влияние на их биохимические, иммунологические, гематологические и продуктивные показатели. Они недороги, доступны, нетоксичны при длительном использовании в рекомендуемых дозах.

Среди кормовых добавок, удовлетворяющих этим требованиям, особый интерес вызывают гуматы – водорастворимые соли природных гуминовых кислот, получаемые щелочной экстракцией растворами аммиака, гидроксидами калия или натрия, обладающие высокой биологической активностью [3]. Исследования, проводимые уче-

ными России, Германии, США, Италии, Австралии и других стран, доказывают высокую эффективность гуминовых веществ по отношению к растительным организмам [5, 6, 7]. Но, кроме того, известно, что гуматы обуславливают повышение иммуногенеза и общей резистентности организма животных, крайне положительно влияя на обменные процессы и при этом абсолютно экологичны, а также дешевы в производстве [2].

На территории Рязанской области имеется 1026 месторождений торфа, занимающих площадь порядка 75,1 тыс. га, с запасами 222 млн.т. Торф является отличным сырьем для получения гуматов. Производственные испытания и внедрение жидких гуминовых препаратов в животноводстве и птицеводстве Рязанской области в качестве биологически активной кормовой добавки ведутся с 2001 года [1, 4]. Но, тем не менее, данных по влиянию гумата калия на организм животных пока еще недостаточно.

### Объекты и методы

Целью наших исследований было изучение влияния гумата калия производства компании «ПИТЭР ПИТ» (гуминовая кормовая добавка «ПИТЭР ПИТ») на здоровье и продуктивность откармливаемого молодняка свиней.

Исследуемый препарат представляет собой калийную соль гуминовых кислот с общей суммарной концентрацией гуминовых кислот и фульвокислот (легкой фракции гуминовых кислот) не менее 36,74г/л, из них активных гуминовых кислот – 27,94г/л. Кроме того, в составе данного продукта присутствуют: азот – 1,75г/л, фосфор – 18,55г/л, калий – 35,55г/л, углерод – 18,77г/л, набор микроэлементов в хелатной форме.

Продукт представляет собой концентрат в виде

гомогенной коллоидной суспензии темно-коричневого цвета, со специфическим запахом, влажностью около 80%.

Данная добавка произведена методом ультразвуковой кавитации из низинного торфа, добываемого на территории Мещерского национального парка Рязанской области, и является экологически чистой продукцией без патогенной микрофлоры и токсических химических веществ. Гуминовые препараты, полученные данным методом, отличаются высокой биологической активностью и выходом водорастворимых органических веществ.

Научно-производственный опыт выполнен на базе ОАО «Рязанский свинокомплекс». Объектом исследований были подсвинки – трехпородные гибриды (крупная белая, ландрас, дюрок,) в возрасте 140 дней со средней живой массой 66кг.

Были сформированы 2 группы (контрольная и опытная) по 25 голов в каждой. Животные обеих групп весь период опыта находились в одинаковых условиях содержания. Кормление осуществлялось полнорационным комбикормом СК-6 вволю. Дополнительно подсвинки опытной группы получали в составе комбикорма исследуемую кормовую добавку в количестве 0,5мл на 1кг живой массы. Продолжительность опыта составила 60 дней.

За животными велось регулярное наблюдение с периодическим осмотром и определением: габитуса, состояния слизистых оболочек и некоторых клинических показателей; каждые 10 дней проводили контрольные взвешивания. Кроме того, в период опыта была исследована кровь, моча животных и кал на наличие патогенной микрофлоры.

### Результаты исследований

Исследования на откормочном молодняке свиней показали, что гуминовая кормовая добавка «ПИТЭР ПИТ» не оказывает негативного влияния на самочувствие животных. В течение опыта подсвинки опытной группы были подвижны, активны, отличались более ухоженным внешним видом и повышенным аппетитом, слизистые оболочки, состояние кожи и конечностей в норме. У животных отмечались нормальные клинические показатели, температура тела в течение всего опыта была в пределах 39,2-39,7°C, пульс в пределах 87-95 ударов в минуту, что несколько превышает норму, но вполне объясняется стрессовым состоянием во время осмотра.

По окончании опыта были рассчитаны показатели, характеризующие скорость роста подсвинков, а также затраты корма на единицу продукции. Результаты представлены в таблице 1.

Введение гуминовой кормовой добавки привело к повышению скорости роста подсвинков опытной группы на 14,9%, что видно по показателям среднесуточного и абсолютного прироста. Таким образом, к концу опыта их живая масса превос-

ходила этот показатель у животных контрольной группы на 5,4%. Соответственно большей скорости роста в опытной группе было больше на 14,9% получено и валового прироста массы, что составило 150кг. Все данные получены с высокой степенью достоверности ( $P \leq 0,05 - 0,001$ ).

Животные, получавшие кормовую добавку «ПИТЭР ПИТ», отличались более высоким аппетитом. В результате этого в опытной группе расход кормов составил 4297кг против 3869кг в контрольной группе, что выше на 11,1%. Тем не менее, затраты корма на 1кг прироста живой массы у опытных животных снизились на 3,4%. Соответственно в опытной группе на 1кг затраченного корма было получено прироста больше на 3,8% по сравнению с контролем.

Все гематологические показатели подсвинков обеих групп соответствовали физиологическим нормам и были характерны для клинически здоровых животных (таблица 2). В опытной группе было выявлено достоверное увеличение числа форменных элементов (лейкоцитов, эритроцитов и тромбоцитов), также у опытных животных отмечалось достоверное повышение уровня гемоглобина крови на 18,6 г/л.

Биохимический анализ крови (таблица 3) показал достоверное повышение в сыворотке крови уровня АСТ, общего белка и альбуминовой фракции, кальция и фосфора. Ферментная активность крови (АСТ, АЛТ, креатинин, ЛДГ) была в норме, что говорит об отсутствии серьезных нарушений со стороны работы почек, печени и сердца. Содержание калия и натрия также отмечено в пределах физиологической нормы и без существенных различий по группам.

В кале подсвинков обеих групп не было обнаружено патогенной микрофлоры. У животных опытной группы несколько выше, в границах нормы, количество кишечной палочки, что является положительным показателем, так как кишечные палочки с непатогенными свойствами необходимы для нормальной работы организма. Они играют важнейшую роль в функционировании желудочно-кишечного тракта, являясь основными конкурентами условно-патогенной микрофлоры при заселения кишечника. Они забирают из просвета кишечника кислород, вредный для полезных лакто- и бифидобактерий, вырабатывают витамины группы В и витамин К, участвуют в обмене холестерина, билирубина, холина и жирных кислот, оказывают влияние на всасывание железа и кальция.

Анализ мяса в соответствии с «Правилами ветеринарного осмотра убойных животных и ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясных продуктов» показал, что мясо опытных животных является доброкачественным, от здоровых животных. Оно не содержит пестицидов, а содержание свинца, мышьяка, кадмия ниже допустимых норм (СанПиН 2.3.2.1078-01; МУ № 1735-77).

Таблица 1 – Результаты опыта по откорму молодняка свиней

Показатели	Группы		Показатели опытной группы в % к контрольной
	контрольная	опытная	
Живая масса в начале опыта, кг	66,1 ± 0,37	65,8 ± 0,18	99,5
Живая масса в конце опыта (предубойная), кг	106,3 ± 1,83	112,0 ± 0,54**	105,4
Абсолютный прирост, кг	40,2	46,2	114,9
Среднесуточный прирост, г	670	770	114,9
Валовой прирост, кг	1005	1155	114,9
Убойная масса, кг	68,4 ± 0,76	72,9 ± 0,40***	106,6
Убойный выход, %	64,3	65,1	+ 0,8п.п.
Затраты корма всего, кг	3869	4297	111,1
Конверсия корма (затраты корма на 1кг прироста), кг	3,85	3,72	96,6
Получено прироста на 1кг корма, кг	0,26	0,27	103,8
Сохранность поголовья, %	100	100	-

\*\*P ≤ 0,01 \*\*\* P ≤ 0,001

Таблица 2 – Морфологические показатели крови опытных животных

Показатели	Ед. измерения	Контрольная группа	Опытная группа
Эритроциты (RBC)	10 <sup>12</sup> /л	5,3 ± 0,26	6,1 ± 0,07*
Лейкоциты (WBC)	10 <sup>9</sup> /л	16,1 ± 0,40	20,4 ± 0,62***
Лимфоциты (LYM)	10 <sup>9</sup> /л	7,8 ± 0,24	8,2 ± 0,02
Гемоглобин (HGB)	г/л	94,7 ± 5,04	113,0 ± 1,72**
Гематокрит (HCT)	%	34,2 ± 3,50	36,0 ± 0,24
Тромбоциты (PLT)	10 <sup>9</sup> /л	154,0 ± 6,61	257,2 ± 25,34**
Тромбокрит (PCT)	%	0,09 ± 0,04	0,19 ± 0,06

\*P ≤ 0,05 \*\*P ≤ 0,01 \*\*\* P ≤ 0,001

Таблица 3 – Биохимические показатели крови животных

Показатели	Ед. измерения	Контрольная группа	Опытная группа
АСТ	ед/л	23,8 ± 0,86	26,8 ± 0,49**
АЛТ	ед/л	37,4 ± 3,10	36,8 ± 3,57
ЛДГ	ед/л	427,6 ± 16,19	433,4 ± 16,01
Креатинин	мкмоль/л	72,0 ± 5,54	84,4 ± 5,19
Калий	ммоль/л	5,6 ± 0,29	4,6 ± 0,03
Натрий	ммоль/л	140,0 ± 1,68	142,0 ± 0,84
Кальций	мг%	9,6 ± 0,24	10,6 ± 0,24*
Фосфор	мг%	6,4 ± 0,24	7,0 ± 0,001*
Общий белок	г%	7,3 ± 0,11	8,2 ± 0,07***
Альбумины	%	45,8 ± 2,08	53,2 ± 1,04*
α-глобулины	%	11,9 ± 1,69	12,0 ± 0,84
β-глобулины	%	16,1 ± 3,93	8,6 ± 0,17*
γ-глобулины	%	26,1 ± 1,86	26,5 ± 1,09

\*P ≤ 0,05 \*\*P ≤ 0,01 \*\*\* P ≤ 0,001

**Выводы**

Таким образом, гуминовая кормовая добавка «ПИТЭР ПИТ» является экологически чистым продуктом, производимым из местного природного сырья. Она обладает высокой биологической активностью по отношению к животному организму, оказывает достоверное положительное влияние на здоровье и продуктивные качества молодняка свиней на откорме, повышает эффективность использования питательных веществ кормов, не вызывая при этом аллергической реакции и других побочных действий. На основании данных исследований получено свидетельство о государственной регистрации кормовой добавки для животных № ПВР – 2 – 13.12 / 02840.

**Библиографический список**

1. Косолапова, А.И., Смышляев, Э.И. Гуминовые препараты - нетрадиционная кормовая добавка для животных / А.И. Косолапова, Э.И. Смышляев // Гуминовые препараты и их применение в растениеводстве и животноводстве: материалы Всероссийской научно-практической конференции (17-19 мая 2005 г.): сб. науч. тр. - Рязань, 2005. - С.51-55.
2. Лотковская, Т.Р. Новые гуминовые препараты / Т.Р. Лотковская // Гуминовые препараты и их

применение в растениеводстве и животноводстве: материалы Всероссийской научно-практической конференции (17-19 мая 2005 г.): сб. науч. тр. - Рязань, 2005. - С.55-57.

3. Перминова, И.В. Гуминовые вещества – вызов химикам XXI века/ И.В. Перминова // Химия и жизнь. - 2008. - №1. - С.50-55.

4. Смышляев, Э.И., Косолапова, А.И., Косолапов И.Н., Соловов П.В. Опыт применения гуминовых препаратов в Рязанской области / Э.И. Смышляев, А.И. Косолапова, И.Н. Косолапов, П.В. Соловов // Биотехнологии на службе сельского хозяйства: материалы Всероссийской научно-практической конференции (16-18 февраля 2004 г.): сб. науч. тр. - Рязань, 2004. С.54-55.

5. Nardi, S., Concheri, G., Dell'Agnola, G. Biological activity of humic substances. In: Piccolo, A., (Ed.), Humic Substances in Terrestrial Ecosystems, Elsevier, Amsterdam. – 1996. - pp. 361–406.

6. Nardia, S., Pizzeghello, D., Muscolob, A., Vianello, A. Physiological effects of humic substances on higher plants // Soil Biology & Biochemistry. – 2002. - № 34. – pp.1527–1536.

7. Stevenson, F.J. Organic matter—micronutrient reactions in soil. In: Mortvedt, J.J., Cox, F.R., Shuman, L.M., Welch, R.M. (Eds.), Micronutrients in Agriculture, Soil Science Society of America, Madison, 1991. - pp. 145–186.

УДК 636.22./28.033.06

**Ф.А. Мусаев**, д-р с.-х. наук, профессор,  
**Д.В. Шелумов**, аспирант,  
Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева



## ТЕХНОЛОГИЯ ДОРАЩИВАНИЯ И ОТКОРМА БЫЧКОВ КАЗАХСКОЙ БЕЛОГОЛОВОЙ ПОРОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЛЮКОЗЫ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ И И-САККА

**Актуальность исследований**

В соответствии с Государственной программой на 2013-2020 годы подпрограмма «Развитие отрасли животноводства, переработки и реализации продукции животноводства» предусматривает увеличение объемов производства скота и птицы на убой (в живом весе) до 14,1 млн. тонн, а потребления мяса на душу населения с 68,2 до 73,2 кг. Средний уровень товарности скота увеличится с 73 до 78,5%, глубина переработки скота – с 69 до 90%[1].

Решение этой задачи будет осуществляться на основе породного обновления животных, стабилизации поголовья и увеличения мясной продуктивности за счет инновационных приемов в технологии производства говядины. В связи с тем, что в Рязанской области крупный рогатый скот на 98,5% представлен черно-пестрой голштинизированной породой, с целью ускоренного создания товарных мясных стад для откорма проводится разведение чистопородного скота мясных пород и скрещивание низкопродуктивных коров черно-пестрой по-

роды с быками мясных пород [4,5].

По мнению Шичкина Г., 2012, развитие отрасли мясного скотоводства должно базироваться на разведении скота мясных импортных и отечественных пород и прочной кормовой базе. В процессе выращивания и откорма молодняка важно раскрыть и сохранить потенциал его продуктивности, обеспечить высокий уровень воспроизводства [9].

Следовательно, необходимо строгое соблюдение технологии, сбалансированное кормление и проведение профилактических ветеринарных мероприятий.

Полноценность кормления бычков мясных пород должна быть достигнута за счёт набора традиционных кормов рациона и улучшения их качества, поедаемости и переваримости путем обогащения стимулирующими легкопереваримыми и биологически активными веществами.

В связи с вышеизложенным, целью нашей работы явилось изучение технологии выращивания и откорма бычков казахской белоголовой породы в Центральном Федеральном Округе РФ с использованием легкопереваримой углеводной добавки – глюкозы кристаллической и И-Сакка – натурального продукта, содержащего культуру живых дрожжей.

#### Материал и методика исследований

Научно-хозяйственный опыт проводили в ООО агрофирма «Федотьево» Рязанской области на бычках казахской белоголовой породы. Эта порода выведена в процессе скрещивания коров калмыцкой и казахской пород с герефордскими быками. Животные этой породы имеют ярко выраженный мясной тип телосложения, легко адаптируются к любым климатическим условиям, хорошо нагуливаются и имеют высокий показатель среднесуточных приростов.

Для опыта было отобрано 36 голов бычков семимесячного возраста живой массой 205-206 кг, из которых по принципу аналогов скомплектованы три группы бычков по 12 голов в каждой. Схема проведения опыта представлена в таблице 1.

В период дорастивания и откорма бычки контрольной группы содержались на основном рационе хозяйства (ОРХ), бычкам I и II опытных групп

к основному рациону хозяйства дополнительно вводили по 150 г на голову в сутки глюкозы кристаллической, а бычкам II опытной группы помимо глюкозы добавляли по 10 г на голову в сутки микробиологическую добавку И-Сакка.

Глюкоза кристаллическая – декстроза – известна как «кукурузный сахар», она используется в кормлении домашних животных и птицы для улучшения пищеварения.

И-Сакк представляет собой продукт, состоящий из живых дрожжевых культур *Saccharomyces cerevisia* (не менее 25%) и наполнителя – сухой послеспиртовой барды (не более 75%). Кормовая добавка предназначена для оптимизации пищеварения и повышения продуктивности жвачных животных и лошадей. При скармливании этой кормовой добавки в рубце жвачных животных происходит увеличение доступных сахаров, при этом микрофлора нормализует pH рубцового содержимого и предотвращает развитие ацидоза.

Бычки содержались на привязи в облегченных помещениях. Такой способ обеспечивает высокую продуктивность мясного скота, низкую его себестоимость и высокую производительность труда. Продолжительность опыта составляла 270 дней.

Ежемесячно учитывали рост и развитие подопытных животных с последующим определением абсолютного и среднесуточного приростов, а также относительной скорости роста.

Рационы подопытных животных составлялись в соответствии с детализированными нормами кормления (Калашников А.П. и др., 2003) и были рассчитаны на получение 700-1000 г среднесуточного прироста.

Рационы кормления составляли с учетом возраста в зависимости от продуктивности и физиологического состояния как в зимне-стойловый период, так и в летне-пастбищный.

#### Результаты исследований

Рационы кормления бычков были составлены по периодам дорастивания и откорма: 8-11 месяцев (120 дней); 12-15 месяцев (120 дней) и 16-18 месяцев (90 дней). Рацион кормления бычков на откорме с 15 и до 18-ти месяцев состоял в основном из зеленой массы многолетних и сеяных трав – 20 кг, концентратов – 5 кг, глюкозы кристаллической

Таблица 1 – Схема проведения опытов по дорастиванию и откорму бычков

Контрольная группа	I опытная группа	II опытная группа
Предварительный период (30 дней)		
ОРХ	ОРХ	ОРХ
Дорастивание бычков (150 дней)		
ОРХ	ОРХ+150 г глюкозы кристаллической	ОРХ+150 г глюкозы кристаллической+ И-Сакк -10 г/гол в сутки
Откорм бычков (90 дней)		
ОРХ	ОРХ+150 г глюкозы кристаллической	ОРХ+150 г глюкозы кристаллической+ И-Сакк -10 г/гол в сутки

ской – 150 г и И-Сакка – 10 г. Рацион был сбалансирован по ЭКЕ, сухому веществу, переваримому протеину, сахару, кальцию и фосфору.

Продолжительность доращивания составляла 8 месяцев (240 дней), а откорма – 3 месяца (90 дней) (таблица 2).

Живая масса бычков в конце предварительного периода была примерно одинаковой и находилась

в пределах 205,1-206,2 кг. За период доращивания и откорма живая масса бычков увеличилась в 2,2-2,4 раза и составила 460,3-512,8 кг.

Живая масса бычков I опытной группы, получавших дополнительно к рациону по 150 г глюкозы кристаллической, за период доращивания и откорма увеличилась на 293,3 кг и составила в конце откорма 499,1 кг. По сравнению с контрольной

Таблица 2 - Динамика живой массы бычков казахской белоголовой породы на доращивании и откорме

Возраст, в месяцах	Контрольная группа	I опытная группа	II опытная группа
Живая масса одной головы в предварительный период опыта, кг			
7	205,1±0,47	205,8±0,57	206,2±0,60
Живая масса одной головы в период доращивания (240 дней), кг			
8	228,8±0,91	231,6±1,7	232,5±0,93
12	323,6±0,92	336,6±1,7	339,8±0,92
15	391,6±0,92	413,3±1,7	414,8±0,92
Живая масса одной головы в конце откорма (90 дней), кг			
18	460,3±0,81	499,1±4,4	512,8±3,6

группой увеличение живой массы каждого бычка было на 38,8 кг или на 8,4% больше.

Результаты наших исследований согласуются с исследованиями Н.В. Курилова (1979), Н.И. Морозовой (1983), Ижболдиной С.Н. Они установили, что балансирование рационов по сахаро-протеиновому отношению оказывает существенное влияние на пищеварение и обменные процессы, на усвоение питательных веществ корма и качество продукции. [2,3,6,7,8].

Бычки II опытной группы в конце откорма имели самую большую живую массу 512,8 кг. На протяжении доращивания и откорма они дополнительно к основному рациону получали глюкозу кристаллическую в количестве 150 г и 10 г И-Сакк на голову в сутки. По сравнению с контрольной группой увеличение живой массы бычков II опытной группы было больше на 52,5 кг или на 11,4%.

Откорм – заключительный этап в технологии производства говядины. Он способствует повышению массы животных, повышению убойного выхода, улучшению вкусовых качеств мяса, снижению его себестоимости.

Таким образом, мы установили, что балансирование рационов бычков казахской белоголовой породы на доращивании и откорме с использованием глюкозы кристаллической в количестве 150 г/голову в сутки увеличивает абсолютный прирост на 38,8 кг или на 8,4%.

Введение в рационы бычков на доращивании и откорме глюкозы кристаллической в количестве 150 г/голову в сутки в сочетании с И-Сакком (10 г/гол. в сутки) способствует увеличению абсолютно прироста на 52,5 кг или на 11,4%.

#### Библиографический список

1. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сель-

скохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы. / <http://www.mcsx.ru>.

2.Ижболдина С.Н. Обмен веществ и энергии крупного рогатого скота. Монография. – Ижевск. – 2012. -155 с.

3.Курилов Н.В. Биохимические аспекты использования кормовых гидролизных сахаров в животноводстве. – В сб.: Проблемы использования отходов лесозаготовок и промышленной переработки древесины на корм. Л., 1979, с. 90-97.

4.Морозова, Н. И. Результаты скрещивания разных пород скота для создания мясного стада. /Н. И. Морозова, А. В. Потапов, А. С. Емельянова // Естественные и технические науки. - № 5. Спутник плюс, М., 2010. -С. 199-201.

5. Морозова, Н. И. Мясная продуктивность бычков черно-пестрой породы и ее помесей с симментальской, лимузинской и абердин-ангусской /Н.И. Морозова, А. В. Потапов //Вестник РГАТУ. № 3 (7). - Рязань, 2010. -С. 46-48.

6. Морозова Н.И. Качество молока и масла при использовании в рационах коров гидролизного сахара из отходов древесины и «лесного комбикорма» Автореферат канд. Дис... г. Москва.-1983.- 16 с.

7.Мусаев Ф.А. Мясная и молочная продуктивность крупного рогатого скота при балансировании углеводного питания. Монография. – Рязань. – 2003.- ЗАО «Приз». – 156 с.

8.Саликова М.В., Морозова Н.И., Мусаев Ф.А. Физиологическое обоснование и технология повышения мясной продуктивности бычков. Учебное пособие с грифом УМО. ИП Макеев С.В. Спасск Рязанской области. - 2010. - 188 с.

9. Шичкина Г. Актуальные вопросы производства говядины в молочном и мясном скотоводстве. //Молочное и мясное скотоводство. -2012.- № 1.- с.2-4.

УДК 638.145

*Л.Н. Савушкина, канд. с.-х. наук, доцент,  
А.В. Бородачев, д-р с.-х. наук, профессор,  
Рязанский государственный агротехнологический  
университет имени П. А. Костычева*



## ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПОЛУЧЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПЧЕЛИНЫХ МАТОК



Продуктивные и племенные качества пчелиной семьи определяются наследственностью матки и степенью ее физического развития, особенно репродуктивных органов. При выборе матки учитывают ее наследственные признаки (порода, продуктивность, ройливость, устойчивость к заболеваниям) и зоотехнические кондиции (масса, форма брюшка, отсутствие дефектов тела, количество и качество расплода). Наряду с наследственными признаками маток существенное значение имеют и условия их выращивания. Именно в личиночной стадии формируются основные признаки, характеризующие качество маток.

Поэтому качество маток существенно зависит от возраста прививаемых личинок, силы семьи-воспитательницы, ее состояния, возрастного состава пчел, запасов кормов в гнезде, приноса нектара и пыльцы, складывающихся погодных условий. Воспроизводительная способность матки определяется и количеством трутней в зоне спаривания, необходимых для ее полноценного осеменения. Насыщенность ими считается оптимальной, если на матку в период спаривания приходится не менее 100 половозрелых трутней.

Предлагаемая технология направлена на выращивание пчелиных маток высокого качества с учетом биотических и абиотических факторов и применением научно обоснованных приемов их воспроизводства.

Биологическое обоснование данной технологии заключается в том, что пчелиная семья при отборе или изоляции матки приступает к выращиванию новых маток. При этом пчелы перестраивают пчелиные ячейки в маточники и обильно обеспечивают маточных личинок молочком в течение всей личиночной стадии развития матки. Технологический процесс получения пчелиных маток состоит в создании оптимальных условий для вывода неплодных маток, выращивании полноценных трутней и содержании маток в нуклеусах в период спаривания с трутнями и начала откладки яиц.

Работу по совершенствованию технологии производства пчелиных маток высокого качества с применением современного оборудования проводили в 2000-2011 гг. на экспериментальной пасеке отдела селекции НИИ пчеловодства и КФХ «Бортники» в Рязанской области на пчелиных семьях породного типа среднерусской породы «Приокский».

### Объекты и методы

При организации и проведении работы руководствовались «Методическими указаниями к постановке экспериментов в пчеловодстве» (РАСХН, 2000) и «Методами проведения научных исследований в пчеловодстве» (ГНУ НИИП, 2002).

При производстве маток учитывали следующие показатели: силу пчелиных семей, количество расплода различного возраста, прием личинок на маточное воспитание, количество вышедших маток, массу неплодных маток и срок подсадки в нуклеусы, дату начала яйцекладки, массу плодных маток при их отборе из нуклеуса, период времени от подсадки в нуклеус неплодной матки до отбора плодной и др. Определяли взаимозависимость биологических признаков пчелиных маток и трутней.

При оценке пчелиных маток у неплодных учитывали: массу тела, длину хоботка, длину и ширину третьего тергита, размеры третьего стернита, переднего крыла, количество яйцевых трубочек в яичниках, а у плодных – яйценоскость.

При оценке трутней учитывали следующие признаки: массу тела и семенников, количество спермы, длину и ширину третьего тергита, переднего крыла и первого членика лапки задней ножки.

Массу тела неплодной матки определяли индивидуальным взвешиванием после выхода из маточника, трутня – из ячейки, с точностью до 0,1 мг.

Экстерьерные признаки неплодных маток и трутней измеряли по методике В.В.Алпатова (1948).

Массу отложенных яиц определяли взвешиванием на микроаналитических весах с точностью до 0,01 мг. Объем маточника измеряли с помощью микробюретки, а глубину – линейки. Массу остаточного корма в маточнике взвешивали после выхода матки. Количество яйцевых трубочек в яичниках пчелиной матки подсчитывали, расщепляя яичник препаровальными иглами под микроскопом МБС-9. Затем число яйцевых трубочек в одном яичнике умножали на 2.

Среднесуточную яйценоскость матки определяли по количеству учтенного в гнезде печатного расплода на определенную дату, разделив его на 12 и умножив на 100.

Отпрепарированные семенники трутня взвешивали на микроаналитических весах. Объем спермы трутня определяли с помощью предварительно тарированного капилляра.

Для стимулирования роста и развития с ранней весны пчелиным семьям опытных групп 2 раза в неделю давали углеводную подкормку с добавлением 5 % измельченной сухой пыльцы (ТУ 46 РСФСР 187-83). Пчелиные семьи контрольной группы развивались исключительно на естественных кормах.

Личинок для прививки использовали в возрасте 12-18 ч. Для ограничения в откладке яиц, с целью увеличения их массы и получения одновозрастных личинок, пчелиных маток в материнских семьях заключали на сутки на пластмассовых сотах разных модификаций.

### Результаты и выводы

Пчелиные семьи, получавшие углеводную подкормку с добавлением 5 % пыльцы, вырастили больше расплода по сумме трех учетов на 39,6 % по сравнению с контрольными. К началу опыта пчелиные семьи, получавшие стимулирующие подкормки, имели запас корма в гнезде около 10 кг, а сила их составляла 10-12 улочек пчел, что соответствовало требованиям к пчелиным семьям, используемым для вывода маток.

Стимулирующая подкормка (0,5 л на семью) в день постановки прививочной рамки достоверно увеличила прием личинок пчелами на 5,6-17,9 %.

При поступлении нектара от 0,5 до 1 кг за сутки (поддерживающий медосбор) и пыльцы отмечено увеличение приема личинок пчелами на 15,8 % по сравнению со средними показателями за матководный сезон. Масса неплодных маток при этом составляла 191,3-212,8 мг или выше средней (185,4 мг) на 2,6-11,5 %.

Понижение внешней температуры отрицательно влияет на выращивание пчелиных маток, уменьшая наполовину выход из маточников и снижая их массу. Тем не менее, экспериментально доказано, что похолодание не влияет на массу

и выход маток из уже запечатанных маточников. Понижение температуры сокращает обеспечение кормом маточных личинок и снижает темп их роста соответственно на 25,6 и 39,3 %. Незапечатанные маточные личинки, подвергшиеся влиянию низкой температуры и ее колебаниям, испытывавшие недостаток корма, не получают нормального развития, а часть уже запечатанных куколок погибает в маточниках. Семьи-воспитательницы, не способные поддерживать температуру в гнезде, необходимую для нормального развития маточных личинок (34-35°), при выводе маток в холодную погоду уменьшали количество принятых личинок на семью-воспитательницу до 15, благодаря чему получали маток, соответствующих стандарту (Л.Н.Савушкина, Т.А.Дорофеева, 2001).

Пчелиные семьи для вывода неплодных маток формировали без маток и открытого расплода (стартеры) и с частичной изоляцией маток (воспитательницы). В семьи-стартеры подставляли по 2 прививочные рамки с 24 личинками на каждой. Через сутки принятых личинок по 18-20 штук переносили в семьи-воспитательницы. Такая технология использования пчелиных семей позволила на протяжении всего матководного сезона обеспечить достаточно высокий прием личинок на маточное воспитание (в среднем 74,7 %) и необходимую массу неплодных маток (в среднем 189,5 мг).

В исследованиях испытали шесть видов искусственных сотов для получения одновозрастных личинок из непосредственно откладываемых матками в мисочки яиц: соты К. Джентера, В. Яранкина, Никот, В.Саратова, аналог сота К.Джентера, материнскую рамку В.Гуржеева. Конструктивная особенность сота К.Джентера, В.Яранкина и Никот позволяла получить около 90 личинок для прививки. Этим личинкам распределяли на 4-5 прививочных рамках. Использовать эти соты целесообразнее на пасеках, где получают небольшое количество неплодных маток. В пластмассовом соте – аналоге сота К.Джентера – получали 272 личинки, которых распределяли на 12-14 прививочных рамках. С помощью материнской рамки В.Гуржеева и сота В.Саратова получали личинок для 20-25 прививочных рамок. Эти конструкции пластмассовых сотов можно применять на крупных специализированных пасеках для массового вывода неплодных пчелиных маток (Л.Н.Савушкина, 2007).

Многие пчеловоды-любители и профессионалы для вывода пчелиных маток используют восковые мисочки, изготовление которых – достаточно трудоемкая и кропотливая работа. Чтобы ускорить и упростить эту работу, предложено изготавливать сразу 9 восковых мисочек в едином блоке с помощью разъемной формы из дерева, в которую заливают расплавленный воск. При выводе неплодных маток на 10-е сутки запечатанные маточники разрезают по одному вместе с пластиной и закрепляют в клеточках Титова для дальнейшего размещения в инкубаторе, или пчелиной семье.

Средняя масса неплодных маток, вышедших из этих маточников, составила 187,8 мг. Используя в работе сразу несколько форм для отливки блоков мисочек, можно в несколько раз сократить время на их изготовление.

Плодных пчелиных маток получали в четырехместных нуклеусных ульях на 1/16, 1/4, 1/2 гнездовой рамки (435x300 мм) в однокорпусном улье на 12 рамок, а также в двухместных нуклеусах в однокорпусном улье и шестиместных в ульях-лежаках. Полученные данные подтверждают эффективность использования в крупных разведенческих хозяйствах для спаривания маток четырехместных нуклеусных ульев на 1/4 гнездовой рамки, в которых получено по 4 плодные пчелиные матки с одного нуклеуса. При этом на заселение одного нуклеуса израсходовано 200 г пчел, использовано по 2,5 неплодной матки на одну плодную. В нуклеусах на полную гнездовую рамку показатели несколько иные: получены 3 плодные матки, при этом потребовалось 500 г пчел, 3 неплодные матки на каждый сформированный нуклеус. Однако, нуклеусы на гнездовую рамку легче объединить после их использования в пчелиную семью, для чего достаточно удалить перегородки между отделениями улья. Исходя из этого, данный тип нуклеусов может быть рекомендован для получения плодных маток и последующего восстановления количества пчелиных семей на небольших пасеках. Работа с нуклеусами на 1/16 гнездовой рамки показала, что в условиях средней полосы России они малоэффективны: наблюдалось до 50% слетов плодных маток вместе с пчелами от их общего количества. Нуклеусы на 1/2 гнездовой рамки могут быть использованы для круглогодичного содержания пчелиных маток.

Отмечена разница в массе при отборе плодных маток из нуклеусов разной силы. В нуклеусах на 1/4 гнездовой рамки она составила 227,4+1,41 мг; в нуклеусах на полную рамку – 264,3+1,99 мг, т.е. на 36,9 мг или 16,2 % больше, что объясняется, скорее всего, разным количеством яиц, которое матки успевают отложить. Чем больше объем нуклеуса и общая площадь сотов в гнезде, тем больше яиц откладывает матка, и у нее на момент отбора лучше развиты яичники и соответственно выше масса.

Для повышения пропускной способности нуклеусов целесообразно подсаживать в них неплодных маток в возрасте не менее 7 суток после выхода из маточников. Наиболее эффективный из использованных способов подсадки неплодных маток в нуклеусы – в клеточках Титова с последующим выпуском на сот. Прием неплодных маток составил 53,2-81,4% в зависимости от периода сезона и сложившихся погодных условий. Сроки начала яйцекладки пчелиных маток составили 13-24 суток (в среднем 17 сут.) после выхода из маточника (Л.Н.Савушкина, О.А.Старченкова, 2006).

Применение феромонных препаратов «Уфамил» и «Унирой» для подсадки неплодных маток

в нуклеусы повысило их прием пчелами на 10-50 %.

Обычно на объективную оценку качества матки уходит не менее двух лет. Поэтому возникает необходимость раннего отбора маток по определенным признакам в процессе их выращивания. Косвенными показателями качества будущих маток могут быть масса отобранных яиц для их выращивания и объем отстроенных пчелами маточников, так как между ними отмечается положительная средняя по значению взаимосвязь ( $r = 0,57; 0,48$ ).

При анализе корреляций между экстерьерными признаками и качеством пчелиных маток наиболее высокая по значению положительная корреляция выявлена между размерами третьего стернита ( $r = 0,77; 0,56$ ) и отрицательная между шириной переднего крыла ( $r = -0,30$ ) и массой маток. Поэтому ширина и длина третьего стернита могут служить показателями качества выведенных неплодных маток (таблица 1).

Хотя непосредственное влияние массы маток на их яйценоскость обусловлено множеством факторов, определяющихся внешними и внутренними условиями жизнедеятельности пчелиной семьи, эти признаки положительно взаимосвязаны ( $r = 0,31$ ). Таким образом, возможен косвенный отбор на яйценоскость по массе неплодных маток.

Установлена тесная корреляция между массой неплодных маток и количеством яйцевых трубочек у них ( $r = 0,72$ ), а также массой неплодных и плодных маток ( $r = 0,51$ ). Положительная корреляция между этими признаками дает возможность объективного раннего отбора качественных маток по массе неплодных.

Воспроизводительная способность матки определяется количеством и качеством трутней в зоне спаривания. Полноценных трутней выращивали в отобранных по комплексу признаков отцовских семьях, обеспечивая им условия для получения до 4 тыс. трутней к периоду спаривания с матками.

Проведенные исследования показали (таблица 2), что масса трутней положительно коррелирует с массой их семенников ( $r=0,74$ ), количеством спермы ( $r =0,44$ ) и экстерьерными признаками: размерами переднего крыла ( $r =0,58; 0,51$ ) и тарзальным индексом ( $r =0,60$ ) (Н.И.Кривцов, А.В. Бородачев, Л.Н.Савушкина, 2010).

Для сохранения плодных пчелиных маток в течение зимнего периода использовали четырехместные нуклеусные ульи на 1/2 гнездовой рамки (435 x 300).

Осенью нуклеусы состояли из 3-4 сотов, 250-500 г пчел, 2-3 кг корма. В конце октября-начале ноября при внешней температуре 0-2 °С их помещали в термокамеру, в которой нагрев воздуха проводили термовентилятором, а температуру на уровне 8+0,5 °С поддерживали с помощью терморегулятора. Результаты зимовки нуклеусов показали, что сохранность нуклеусов составила в среднем 72,7 %. Расход корма – 1,5 кг, отход пчел – 35,2 % (таблица 3). Пчелы перенесли безоблет-

ный период в течение 151 дня. Нуклеусы силой менее 250 г пчел не перезимовали. Нуклеусы, вышедшие из зимовки силой 125-130 г, погибли в весенний период.

Исследования показали, что отбирать перезимовавших маток необходимо в конце апреля-начале мая. Пчелы в нуклеусах, из которых матки были отобраны в ранние сроки, вывели молодых маток, которые из-за неблагоприятных погодных условий не смогли вылететь на спаривание с трутнями и начали откладывать неоплодотворенные

яйца. Эти нуклеусы пришлось расформировывать. При использовании нуклеусов в активный период последний отбор плодных маток следует проводить не позднее третьей декады июля, с тем, чтобы дать возможность им нарастить достаточное количество пчел (350-500 г) для благополучной зимовки. В среднем ежегодно с каждого нуклеуса отобраны по 2,1 плодной матки и по одной матке оставили в зиму.

Учитывая расход пчел и неплодных маток для

Таблица 1 – Корреляции экстерьера маток с показателями их качества

Признак, коррелирующий с показателями качества маток	Масса неплодных маток, мг (n = 30)	Количество яйцевых трубочек в одном яичнике, шт. (n = 50)
Длина хоботка, мм (lim 4,0-4,3)	0,09	0,07
Длина третьего тергита, мм (lim 3,0-3,5)	0,33	-0,03
Ширина третьего тергита (условная), (lim 5,4-6,0)	0,29	0,36***
Длина третьего стернита, мм (lim 3,6-4,0)	0,56**	0,11
Ширина третьего стернита, мм (lim 4,5-5,2)	0,77***	0,19
Длина переднего крыла, мм (lim 9,5-10,0)	0,23	0,22
Ширина переднего крыла, мм (lim 3,0-3,3)	-0,30*	-0,50*

Примечание: \*, \*\*, \*\*\* – существенно при 5, 1 и 0,1 % уровнях значимости соответственно.

Таблица 2 – Корреляции массы трутней с другими биологическими признаками

Признак, коррелирующий с массой трутней (n = 32)	r
Масса семенников, мг (lim 15,3-25,6)	0,74**
Количество спермы, мм <sup>3</sup> (lim 0,7-1,3)	0,44*
Длина хоботка, мм (lim 3,6-4,3)	0,12
Длина третьего тергита, мм (lim 2,6-3,4)	0,09
Ширина третьего тергита (условная), мм (lim 6,2-7,3)	-0,36*
Длина переднего крыла, мм (lim 11,5-12,8)	-0,58**
Ширина переднего крыла, мм (lim 3,7-4,9)	-0,51**
Тарзальный индекс, % (lim 44,6-51,9)	0,60**

Таблица 3 – Результаты зимовки нуклеусов в четырехместных ульях на ½ гнездовой рамки

Показатель	lim	M±m	σ	C <sub>v</sub> , %
Количество сотов в нуклеусе, шт.	3-4	3,4±0,11	0,50	14,8
Сила нуклеусов осенью, улочек n=22 г	1-2 250-500	1,5±0,08 362,5±19,72	0,35 92,50	25,5 25,5
Сила нуклеусов весной, улочек n=16 г	0,7-1, 5 175-375	1,1±0,07 273,4±18,	0,29 73,30	26,8 26,8
Отход пчел, улочек г	0,5-0,6 125-150	0,5±0,01 128,1±2,13	0,03 8,54	6,7 6,7
Корм, кг: осень	2-3	2,6±0,08	0,39	15,0
весной	1-1,5	1,2±0,04	0,17	13,4
Расход корма, кг	1-2	1,5±0,07	0,30	19,80

Здесь M – среднее значение; m – ошибка среднего значения; σ – среднеквадратичное отклонение; C<sub>v</sub> – коэффициент вариации.

формирования нуклеусов, высокий расход корма в активный период и для зимнего содержания, затраты труда на обслуживание, экономическая эффективность зимних нуклеусов может быть достигнута только путем использования перезимовавших маток ранней весной для сохранения сильных безматочных семей или формирования пакетов пчел в ранние сроки, когда стоимость их достаточно высокая. Реализацией отдельных перезимовавших плодных маток не окупаются затраты на их получение (Л.Н. Савушкина, А.И. Торопцев, Н.В. Лапынина, 2009).

В результате проведенных исследований и испытаний нового инвентаря и оборудования подготовлена и освоена на пасеках усовершенствованная технология производства высококачественных пчелиных маток (А.В. Бородачев, Л.Н. Савушкина, 2009).

#### Библиографический список

1. Методические указания к постановке экспериментов в пчеловодстве М.: Россельхозакадемия, 2000.
2. Методы проведения научно-исследовательских работ в пчеловодстве /Методические указания. – Рыбное: ГНУ НИИП, 2002.

3. Савушкина Л.Н., Дорофеева Т.А. Репродукция пчелиных маток внутривидового типа “Приокский”.// М-лы коорд. совещ. и конф. / Итоги и проблемы НИР в пчеловодстве. Рыбное: НИИП, 2001. – С.46-49.

4. Савушкина Л.Н. Искусственные соты для вывода маток // Пчеловодство. - № 7. - 2007. – С.50-51.

5. Савушкина Л.Н., Старченкова О.А. Эффективность использования нуклеусов разных типов для получения плодных пчелиных маток // М-лы 4 Межд. научно-практ. конф. / Апитерапия сегодня. - Рыбное: НИИП, 2006. – С. 267-272.

6. Кривцов Н.И., Бородачев А.В., Савушкина Л.Н. Сигнальные показатели качества пчелиных маток и их яйценоскости // Пчеловодство. - 2010. - № 5.- С.8-9.

7. Савушкина Л.Н., Торопцев А.И., Лапынина Н.В. Зимнее содержание пчелиных маток в нуклеусах // М-лы Межд. научно-практ. конф. / Инновации в пчеловодстве. - Рыбное: НИИП, 2009. - С. 88-90.

8. Бородачев А.В., Савушкина Л.Н. Усовершенствованная технология производства высококачественных пчелиных маток. - М.: Россельхозакадемия, 2009. - 55 с.

УДК 631.84: 631.445.25

*Г.Н. Фадькин, канд. с.-х. наук, доцент,  
Я.В. Костин, д-р с.-х. наук, профессор,  
Рязанский государственный агротехнологический  
университет имени П. А. Костычева*



## ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ФОРМ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ФОСФАТНЫЙ РЕЖИМ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ТЯЖЕЛОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ



### Введение

Преобладающая часть почв Нечернозёмной зоны характеризуется низким естественным плодородием, бедна органическим веществом и зольными элементами питания растений, имеет высокую кислотность. Основой высоких урожаев на таких почвах являются удобрения. Сегодня, как и более полувека назад, справедлива мысль К.А.Тимирязева о том, что всё искусство земледелия, в конечном счете, сводится к тому, чтобы

создать в почве необходимый запас питательных веществ, недостаток которых влечёт за собой голод растений, низкие урожаи.

Минеральными удобрениями восполняется большая часть выносимых с урожаем питательных веществ. Однако чрезмерное внесение удобрений может негативно влиять, так как наряду с основными элементами питания в удобрениях присутствуют различные примеси (Дианова Т.М., 1998). К тому же, внесение удобрений нарушает

годовой ритм количества доступных растениям веществ (Уваров Г.И., Карабутов А.П., 2012; Prasad R., 1983).

Содержание фосфора в почве – показатель ее окультуренности. Обычно оно составляет 1,2 - 6 т/га и зависит от механического состава почвы и содержания гумуса. Фосфор в почве находится в минеральной и органической формах. Минеральные фосфаты присутствуют, как правило, в виде гидроксил- или фтор- апатитов, ди- и трикальцийфосфатов. В кислых почвах преобладают фосфаты железа и алюминия, в нейтральных и карбонатных – фосфаты кальция и магния (Афанасьев Р.А., Мерзлая Г.Е., 2012).

Органический фосфор накапливается в результате деятельности высших и низших растений, животных и микроорганизмов. В различных почвах его содержание составляет 14-44 % общего количества. Он находится в гумусе, плазме микроорганизмов и в фитине – кальциево-магниевой соли инозитфосфорной кислоты.

Фосфор обладает малой подвижностью. Фиксация фосфора происходит в результате связывания его кальцием, магнием или алюминием. Ионы  $H_2PO_4$  поглощаются глинистыми минералами. Вначале этот процесс носит обменный характер, затем переходит в химический с образованием  $AlPO_4$ . С химической адсорбцией связано неполное использование фосфора удобрений (Сдобникова О.В., Сушеница Б.А., 1991).

В связи с вышеизложенным целью настоящего исследования заключается в выяснении взаимосвязи между эффективностью азотных удобрений и фосфатным режимом серой лесной тяжелосуглинистой почвы в условиях многолетнего опыта.

### Научная новизна

Изучена трансформация фосфатов в почве при внесении суперфосфата простого, как фонового удобрения, а также форм азотных удобрений. Обоснована целесообразность использования форм азотных удобрений для обеспечения растений фосфорным питанием и регулирования фосфатного состояния почв. В результате многолетних исследований дана оценка длительного применения разных форм азотных удобрений и выявлено их действие на фосфатный режим почвы в условиях серой лесной тяжелосуглинистой почвы.

### Объект и условия исследований

В условиях стационарного опыта, который был заложен Жориковым Е.А. и Арнаутовой Н.И. в 1962 году по методике ВИУА на опытном поле агротехнологической опытной станции ФГБОУ ВПО РГАТУ в севообороте: однолетние травы, яровая пшеница, картофель, ячмень, мы изучали изменение фосфатного режима серых лесных почв под влиянием длительного (45 лет) бесменного применения разных форм азотных удобрений. Рельеф

участка опыта ровный. Размер делянки 210 кв. м, длина 30 м, ширина 7 м, повторность 3-кратная.

В опыте имеются варианты без удобрений и вариант РК-фон (контроль), на делянках которого вносятся фосфорные и калийные удобрения в виде суперфосфата простого гранулированного (21,8%  $P_2O_5$ ) и хлористого калия (59,6%  $K_2O$ ). На данном фоне изучались различные формы азотных удобрений: аммиачная селитра (34,4% N), кальциевая селитра (14,6% N), натриевая селитра (15,1% N), аммоний сернокислый (21,7% N) и хлористый (24,9% N), аммиачная вода (20,2%) и мочевины (46% N).

Удобрения вносились поделяночно вручную, под основную обработку – фосфорные и калийные, под предпосевную – азотные.

### Методы исследований

Для решения задач научно-исследовательской работы авторами использованы результаты предшественников, а также личные материалы, полученные при постановке стационарного опыта кафедры агрохимии, почвоведения и физиологии растений. Данный стационарный опыт по Б.А. Доспехову относится к группе агротехнических, подгруппе однофакторных. По длительности проведения – к группе многолетних. По числу экспериментов опыт является массовым.

Анализы почв выполнены в соответствии с существующими ГОСТами (ГОСТ 26490-85; ГОСТ 26488-85; ГОСТ 26204-91; ГОСТ 17.4.02-83). В почвенных образцах определяли: содержание фосфора и калия в одной почвенной навеске – по Кирсанову в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26207-84) с фотоколориметрическим окончанием определения подвижного фосфора; фракционный состав почвенных фосфатов – методом Ф.В.Чирикова.

### Результаты исследований

Проведя обобщение результатов предшественников и собственных исследований, пришли к следующим заключениям.

В исходной почве 1962 года в пахотном горизонте содержание валового фосфора было значительным – 1600 мг/кг, доступных для растений фосфатов I и II групп содержалось 210 мг/кг, а фосфатов III группы – 420 мг/кг, подвижного фосфора – 142 мг/кг (таблица).

Как показали многолетние исследования, питание растений, величина урожая в основном зависят от количества в почве подвижных фосфатов, извлекаемых по методу Кирсанова. Так, через 3 ротации севооборота наблюдалось одинаковое содержание их в следующих вариантах: натриевая, кальциевая селитра, аммиачная вода, а также мочевины; оно составило примерно 170-180 мг/кг почвы. За 10 ротаций проведения опыта на всех вариантах, за исключением абсолютного контроля, было внесено по 2800 кг/га  $P_2O_5$  в форме суперфосфата простого гранулированного, вы-

несено урожаями на контроле 854 кг/га, на вариантах – от 1253 до 1551 кг/га. За счет внесения суперфосфата простого в почве опыта в какой-то степени увеличилось содержание всех форм фосфатов, так как фосфорного удобрения вносили, примерно, в 2-3 раза больше, чем было использовано растениями. Несмотря на это, в фосфорно-калийном фоне (РК) резкого увеличения урожая не наблюдалось, так как уменьшение азота в почве в данном варианте ограничивало эффективность фосфора. Из неудобрявшейся почвы растениями использовано 795 кг/га обменного фосфора, поэтому его количество уменьшилось, но падение урожая в сравнении с фосфорно-калийным фоном было незначительным. Следовательно, растения в данном варианте часть своей потребности в фосфоре покрывали за счет нерастворимых почвенных запасов.

Рассмотрим более подробно состав почвенных фосфатов по Ф.В.Чирикову. После 3-х ротаций севооборота в неудобренной почве пахотного горизонта приходилось: на долю водорастворимого фосфора (I) – 11 мг/кг, уксуснорастворимого (II) – 162 мг/кг, солянокислорастворимого (III) – 408 мг/кг (таблица), то есть соотношение между формами фосфатов осталось на уровне естественного фона.

Суперфосфат простой увеличил содержание этой формы в верхнем горизонте примерно в 3 раза по сравнению с неудобренным вариантом.

При сравнении аммиачных форм удобрений с нитратными водорастворимого фосфора содержалось больше на первых. Это объясняется тем, что, во-первых, аммиачные формы способствовали переходу двухзамещенных (нерастворимых в воде) фосфатов кальция в однозамещенные фосфаты (растворимые в воде). Во-вторых, аммиачные удобрения оказывают некоторое растворяющее действие на почвенные фосфаты за счет физиологической кислотности и азотной кислоты, образующейся при нитрификации аммиака. Справедливость этого вывода подтверждается вариантом с аммиачной селитрой; в этом опыте содержание водорастворимых фосфатов в почве составило среднюю величину между их количеством в опытах с нитратными и аммиачными удобрениями.

Изучаемая почва имеет высокую степень насыщенности основаниями, в частности, кальцием и магнием, которые химически связывают не использованную растениями водорастворимую группу фосфатов суперфосфата простого и превращают ее из однозамещенных в двух- и трехзамещенные соли ортофосфорной кислоты. Последние в воде не растворяются, но в таком виде сохраняются в почве очень длительное время. В почве нашего опыта сумма поглощенных оснований больше в вариантах с нитратными удобрениями, поэтому процесс химического поглощения фосфора выражен сильнее. Кроме химического поглощения, во-

дорастворимый фосфор суперфосфата простого, не используемый растениями, подвергается биологическому закреплению микроорганизмами и физико-химическим превращениям.

Таким образом, различия между вариантами в содержании водорастворимого фосфора сложились в зависимости от химических и биологических свойств почвы, приобретенных в результате длительного применения минеральных удобрений. Но ввиду незначительного содержания, извлекаемая из почвы форма фосфора (I), существенного влияния на урожай культур не оказывает. Питание растений и высота урожайности в основном зависит от количества в почве фосфатов II группы по Чирикову или фосфатов, извлекаемых по Кирсанову.

Наименьшее содержание фосфатов II группы отмечено в варианте с мочевиной, это мы объясняем выносом их урожаем. Накопление фосфатов II группы за счет внесенного суперфосфата происходит в основном в пахотном горизонте, что имеет большое практическое значение, так как они могут служить источником питания для последующих посевов культур, то есть оказывать последствие.

Содержание фосфатов III группы за счет применяемого суперфосфата простого увеличилось, но значительно меньше, чем фосфаты I и II групп. Между азотными вариантами по этому показателю больших различий не отмечено, однако наблюдалась отчетливая тенденция уменьшения фосфатов III группы там, где было больше фосфатов II группы. Так, фосфатов в уксуснокислой вытяжке было больше в вариантах с сернокислым, хлористым аммонием и аммиачной селитрой, меньше с кальциевой и натриевой селитрой, фосфатов III группы, наоборот. Такая же закономерность наблюдалась и в других вариантах.

Сумма фосфатов I, II и III групп по всем вариантам, удобренным суперфосфатом, за первые три ротации севооборота была в пределах 650-730 мг/кг почвы. Следовательно, процесс формирования фосфатного фона в почве изменяется не только от длительности внесения суперфосфата простого, но и разных форм азотных удобрений. Что касается подвижного фосфора, определенного методом Кирсанова, то в первые три ротации севооборота наблюдалось одинаковое содержание его в следующих вариантах: фосфорно-калийный фон (РК), кальциевая селитра, аммоний сернокислый и хлористый, а также мочевина и составило примерно 140 -150 мг/кг почвы. Ниже этого уровня отличался вариант без удобрений, выше - варианты с применением аммиачной и натриевой селитрами, а так же аммиачной водой. Аналогичные закономерности были отмечены через 5-ть ротаций севооборота.

Наиболее отчетливые изменения в содержании фосфатов исследуемой почвы произошли после десяти ротаций севооборота опыта.

Установлено, что неиспользование в течение 42 лет опыта фосфорных удобрений ведет к ис-

Таблица – Состав фосфатного фонда (0-20 см), мг/кг почвы

Варианты	Валовый фосфор	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> по Кирсанову	Групповой состав фосфатов по Чирикову		
			I	II	III
1961г.	1600	142	34	167	420
Через три ротации севооборота (1976 год)					
без удобр.	1520	130	11	162	408
РК-фон, контроль	1650	215	32	220	440
РК+ NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	1620	189	27	211	469
РК+ Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1630	172	25	196	494
РК+ NaNO <sub>3</sub>	1620	174	23	187	493
РК+ (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1590	200	36	241	399
РК+ NH <sub>4</sub> Cl	1580	198	32	239	411
РК+ NH <sub>4</sub> OH	1640	181	32	252	368
РК+CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	1610	183	31	190	479
Через пять ротаций севооборота (1984 год)					
без удобр.	1410*	116	9,8	145	364
РК-фон, контроль	1670*	241	36	247	493
РК+ NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	1550*	217	31	242	473
РК+ Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1620*	202	39	275	466
РК+ NaNO <sub>3</sub>	1630*	188	35	265	469
РК+ (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1590*	220	29	202	492
РК+ NH <sub>4</sub> Cl	1570*	217	25	230	498
РК+ NH <sub>4</sub> OH	1670*	198	32	265	474
РК+CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	1690*	194	33	201	485
Через десять ротаций севооборота (2004 год)					
без удобр.	1280	205	7	130	371
РК-фон, контроль	1550	360	27	200	411
РК+ NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	1600	355	22	190	437
РК+ Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1540	328	23	170	368
РК+ NaNO <sub>3</sub>	1590	342	20	160	389
РК+ (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1490	305	33	220	468
РК+ NH <sub>4</sub> Cl	1440	314	29	210	461
РК+ NH <sub>4</sub> OH	1600	318	29	220	434
РК+CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	1650	299	28	170	481

Примечание: \*-Валовый фосфор определялся в 1980 году.

тощению данного элемента в исследуемой почве, в среднем на контрольных вариантах потери лежали в пределах 30 - 40 мг/кг. Поэтому, если перед закладкой опыта по фосфору почва относилась к IV классу обеспеченности, то после 10 ротаций явно виден переход к низкому, II классу. Напротив, внесение фосфора в дозе 60 - 100 кг/га д.в. создает благоприятные условия для его аккумуляции, что связано, по-видимому, с некоторой инерцией участия данного элемента в малом биологиче-

ском круговороте, в частности в системе: почва-растение. Причем, в наибольшей степени фосфор становится динамичным под влиянием сернокислого и хлористого аммония, где содержание его за указанное время было выше контрольных и других экспериментальных вариантов соответственно на 80 - 100 мг/кг. Главным образом пополнение подвижного фосфора происходит за счет элемента удобрений и общего пула. Этим, в частности, можно объяснить более низкое содержание по-

следнего на делянках с физиологически кислыми удобрениями- 1440 - 1490 мг/кг почвы, в то время как на фосфорно- калийном фоне - 1620 мг/кг, кальциевой селитры-1540 мг/кг почвы. Таким образом, процесс формирования фосфатного пула в почве изменяется не только от длительности внесения суперфосфата, но и разных форм азотных удобрений.

### Заключение

Проведя анализ среднесуточных данных содержания почвенных фосфатов, нами установлено, что неиспользование в течение длительного периода (более 40 лет) фосфорных удобрений ведет к истощению данного элемента в серой лесной почве. Внесение фосфора в дозе 60 - 100 кг/га д.в. создает благоприятные условия для его аккумуляции, что связано с некоторой инерцией участия данного элемента в малом биологическом круговороте, в частности в системе: почва-растение. Одновременно с этим, фосфор становится в наибольшей степени динамичным под влиянием сернокислого и хлористого аммония, где содержание его за указанное время было выше контрольных и других экспериментальных вариантов.

Подвижный фосфор пополняется за счет элемента удобрений и общего пула. Этим, в частности, можно объяснить более низкое содержание последнего на делянках с физиологически кислыми удобрениями. Таким образом, питание растений и высота урожайности в основном зависит от

количества в почве фосфатов II группы по Чирикову или фосфатов, извлекаемых по Кирсанову, которые изменяются не только от длительного внесения суперфосфата простого, но и разных форм азотных удобрений.

### Библиографический список

1. Афанасьев Р.А., Мерзлая Г.Е. Динамика подвижного фосфора в различных почвах// Плодородие.- 2012.- № 3.- С. 16-18.
2. Дианова Т.М. Химическая деградация почв в связи с применением минеральных удобрений // Антропоген. деградация почвен. покрова и меры ее предупреждения: Тез. и докл. Всерос. конф. Почв. ин-т им. В.В. Докучаева: РАСХН. М., 1998.-Т. 1.-С. 131-147.
3. Заришняк, А. С., Якусик М. М. Питательный режим серой лесной почвы и продуктивность сахарной свеклы при внесении зернистых фосфоритов //Агрохимия.- 2007.- №3. - С.12-27
4. Сдобникова О.В., Сушеница Б.А. Эколого-агрохимические основы применения фосфорных удобрений // Химизация сельского хозяйства. - 1991.- № 10. - С. 40-45.
5. Уваров Г.И., Карабутов А.П. Изменение агрохимических свойств чернозема типичного при применении удобрений в длительном полевом опыте// Агрохимия.- 2012. - № 4.- С. 14-20.
6. Prasad R. Efficiency of fertilizer use in India// Fert. Ind.- 1983.- № 2. - p. 133-145.

УДК 001.8 : (631.51:635.21)

*Н. И. Шестаков, канд. с.-х. наук, ГНУ ВНИМС  
Россельхозакадемии*

## УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ



Опыты проводили в период 2006-2009 гг. на дерново-подзолистой супесчаной почве со следующими агротехническими показателями: высокой обменной и гидролитической кислотностью ( $pH_{KCl}$  - 4,5-4,9;  $N_g$  = 3,3-4,0 мг-экв./100г почвы); высоким содержанием подвижного фосфора – 239-293 мг/кг почвы и ниже среднего обменного калия – 95-136 мг/кг почвы; низким содержанием гумуса – 1,6-1,9 %.

Минеральные удобрения в форме азофоски с добавлением кали-магнезии вносили вразброс

под культивацию и локально двумя лентами при нарезке гребней фрезерным культиватором, оборудованным туковысевающими аппаратами, в конце апреля. Расположение лент – шириной около 4 см на 4-5 см в каждую сторону от центра гребня и ниже будущего ряда клубней на 3-4 см. Посадку проводили 4 мая клоновой сажалкой ККС- 4, разработанной с участием автора в ГНУ ВНИМС, клубнями массой 50-80 г на глубину 8-10 см.

Объектами исследований были ранний сорт Жуковский и среднеранний сорт Невский. Схема

опыта предусматривала изучение следующих вариантов:

1.  $N_{90} P_{90} K_{120}$  – вразброс под культивацию;
2.  $N_{50} P_{50} K_{60}$  – локально в гребни двумя лентами;
3.  $N_{60} P_{60} K_{90}$  – локально в гребни двумя лентами.

Опыт закладывали в четырехкратной повторности, расположение делянок систематическое, площадь делянки 28 м<sup>2</sup>.

Фенологические наблюдения показали, что сроки наступления и продолжительность фаз развития растений определялись метеоусловиями в годы проведения исследований, биологическими особенностями сортов и не зависели от изучаемых агроприемов.

Локальное внесение удобрений двумя лентами при нарезке гребней способствовало увеличению высоты растений по сравнению с контролем, т.е. разбросным способом, на 0,2-3,0 см по сорту Жуковский и на 0,9-4,5 см по сорту Невский в зависимости от дозы удобрений (таблица 1).

Количество основных стеблей и клубней в расчете на один куст практически не изменялось по вариантам опыта, а зависело только от сорта.

При локализации удобрений на вариантах опыта возрастали масса ботвы и площадь листовой поверхности растений, соответственно, на 1,5-3,4 т/га и 1,8-4,2 тыс. м<sup>2</sup>/га по сорту Жуковский и на 0,5-1,3 т/га и 1,2-1,9 тыс. м<sup>2</sup>/га по сорту Невский по сравнению с контролем. Масса абсолютно сухих корней и их объем в расчете на один куст также увеличивались на вариантах с локальным применением удобрений. Эти показатели, соответственно, возрастали по сравнению с разбросным способом на 0,4-0,5 г и 3,8-5,1 см<sup>3</sup> по сорту Жуковский и на 0,5 г и 5,4-7,8 см<sup>3</sup> на один куст по сорту Невский (таблица 1).

Данные по отзывчивости сортов на исследуе-

мые агроприемы показывают (таблица 1), что в сложившихся разных погодных условиях вегетационных периодов 2008 и 2009 гг. наибольшую прибавку урожая по сравнению с контролем, т.е. традиционным разбросным способом внесения минеральных удобрений в дозе  $N_{90} P_{90} K_{120}$ , обеспечило эффективное локальное применение удобрений в дозе  $N_{50} P_{50} K_{60}$  двумя лентами при нарезке гребней. По раннему сорту Жуковский она составила в среднем за 2 года 3,4-3,7 т/га, или 14,7-15,9 %. По среднераннему сорту Невский – 1,8-2,1 т/га, или 7,1-8,3 %.

При локализации удобрений в дозе  $N_{50} P_{50} K_{60}$ , т.е., уменьшенной в два раза по сравнению с разбросным способом, урожайность сортов картофеля была на уровне или несколько выше контроля.

В 2008 – 2009 годах прибавка урожая от локального внесения удобрений в среднем по вариантам опыта была выше контроля на 2,4 т/га по сорту Жуковский и на 0,9 т/га по сорту Невский. Это свидетельствует об их разной реакции на этот агроприем в силу своих биологических особенностей.

В 2008-2009 годах, относительно благоприятных для роста, развития растений и формирования урожая клубней, прибавка урожая от локализации удобрений в среднем по вариантам составила 2,1 т/га по сорту Жуковский и 0,9 т/га по сорту Невский, а в 2010 году, крайне неблагоприятном (жара и засуха), – 2,8 и 0,9 т/га, соответственно. Это указывает на действенность локального способа применения удобрений в экстремальных погодных условиях за счет размещения их концентрированными очагами на заданной глубине в более влагообеспеченном слое почвы (таблицы 2,3).

Расчеты экономической эффективности возделывания сортов в 2009 году определили, что наилучшие показатели получены на вариантах опыта с локальным внесением удобрений в дозах N

Таблица 1 – Биометрические показатели растений в зависимости от сорта, доз и способов внесения удобрений (фаза цветения), среднее, 2008 - 2009 гг.

Сорт	Вариант опыта	Высота растений, см	Количество, шт./куст		Масса ботвы, т/га	Площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га
			Основных стеблей	клубней		
Жуковский	$N_{90} P_{90} K_{120}$ вразброс под культивацию (контроль)	55,0	4,0	11,0	15,7	20,0
	$N_{50} P_{50} K_{60}$ - локально в гребни двумя лентами	55,2	3,9	11,0	17,2	21,8
	$N_{60} P_{60} K_{90}$ - локально в гребни двумя лентами	56,6	4,0	11,0	19,1	23,2
Невский	$N_{90} P_{90} K_{120}$ вразброс под культивацию (контроль)	53,5	4,1	12,0	24,6	35,1
	$N_{50} P_{50} K_{60}$ - локально в гребни двумя лентами	54,4	4,1	11,5	25,1	36,7
	$N_{60} P_{60} K_{90}$ - локально в гребни двумя лентами	58,0	4,2	12,0	25,9	36,4

50-60 P50-60 K60-90 двумя лентами при нарезке гребней. По сорту Жуковский себестоимость продукции снижалась на 0,25-0,41 руб./кг, условный доход повышался на 24,3-41,5 тыс. руб./га, а уровень рентабельности – на 19,6-32,7 % по сравне-

нию с разбросным способом. По сорту Невский себестоимость урожая уменьшалась на 0,17-0,32 руб./кг, условный доход возрастал на 9,8-30,6 тыс. руб./га, а уровень рентабельности на 16,9-32,9% выше контроля.

Таблица 2 – Урожайность сортов картофеля в зависимости от доз и способов внесения удобрений, 2008 – 2009,2010 гг.

Сорт	Вариант опыта	Урожайность, т/га			+ к контролю	
		2008-2009 гг.	2010 г.	среднее	т/га	%
Жуковский	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> вразброс под культивацию (контроль)	33,8	12,5	23,2	-	-
	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>60</sub> - локально в гребни двумя лентами	34,1	13,8	24,0	+0,8	3,4
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> - локально в гребни двумя лентами	37,1	16,0	26,6	+3,4	14,7
	НСР <sub>05</sub> т/га	1,7	1,7			
Невский	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> вразброс под культивацию (контроль)	39,9	10,7	25,3	-	-
	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>60</sub> - локально в гребни двумя лентами	39,0	10,8	24,9	-0,4	-1,6
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> - локально в гребни двумя лентами	42,8	11,9	27,4	+2,1	8,3
	НСР <sub>05</sub> т/га	1,9	1,0			

Таблица 3 – Показатели качества клубней в зависимости от сорта, доз и способов внесения удобрений, среднее, 2008 - 2009 гг.

Сорт	Вариант опыта	Товарность, %	Крахмал, %	Нитраты, мг/кг	Витамин «С», мг%
Жуковский ранний	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> – вразброс под культивацию (контроль)	78	16,5	127	23,2
	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>60</sub> - локально в гребни двумя лентами	80	16,7	134	25,0
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> - локально в гребни двумя лентами	80	17,8	156	24,5
Невский	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> – вразброс под культивацию (контроль)	70	16,8	86	14,3
	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>60</sub> - локально в гребни двумя лентами	68	17,8	84	25,0
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> - локально в гребни двумя лентами	69	17,9	103	16,3

### Библиографический список

- Сбродов О.Ю. Машина-удобритель для картофеля с междурядьем 70 см// Достижения науки и техники АПК.-2008. - №6. -С.46-49.
- Туболев С.С. Машинные технологии и техника для производства картофеля / С.С. Туболев и др. – М.: Агроспас, 2010. -312 с.
- Лошаков В.Г. Севооборот и плодородие почвы /В.Г. Лошаков. – М.: НВИИА Россельхозакадемии, 2012. -512 с.

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 631.372

**Г. А. Борисов**, д-р техн. наук, профессор,  
**И. Н. Колодяжная**, канд. техн. наук,  
**Ю. В. Ичанкин**, аспирант,  
 Рязанский государственный агротехнологический  
 университет имени П. А. Костычева



## АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ПОНИЖЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР



Вопрос эксплуатации техники, оснащенной дизельными двигателями, в холодный период является очень острым, так как основу машинно-тракторного парка АПК по-прежнему составляет отечественная техника с достаточно длительным сроком эксплуатации, имеющая значительный износ.

Основные проблемы при эксплуатации возникают при пониженной температуре окружающего воздуха именно с пуском двигателя, так как техника обычно хранится под открытым небом.

В инструкциях по эксплуатации многих двигателей указано, что их легкий пуск вполне возможен при температуре окружающей среды примерно до  $-15^{\circ}\text{C}$ . Это не всегда соответствует действительности, особенно если двигатель изношен. Иногда уже при  $-5^{\circ}\text{C}$  дизель запускается с трудом. Применение современных моторных масел и охлаждающих жидкостей частично снизило остроту проблемы. Однако, по-прежнему острой остается проблема обеспечения хозяйств зимними сортами топлива (рисунок 1). Так, проведенный журналистами авторитетного автомобильного издания в декабре 2011г. рейд по АЗС Центрального Федерального округа показал, что даже на фирменных заправках под видом зимнего продается обычное летнее дизельное топливо (ДТ).

Начиная с 2010 года восстановление экономики привело ко вновь возникшему спросу на ДТ, и уже в 2011 потребление ДТ достигло максимального докризисного уровня – 1284,4 млн. тонн. По оценкам экспертов, прогнозируется его дальнейший рост примерно на 4,4-4,9% ежегодно. Такие перспективы обусловлены увеличением дизельного автопарка не только в России, но и во всем мире.

Основными потребителями дизельного топлива являются: железнодорожный транспорт, грузовой автотранспорт, водный транспорт и сельскохозяйственная техника, в последнее время также легковой дизельный автотранспорт.

Из приведенных данных видно, что прогнозируемая динамика спроса на дизельное топливо, вероятнее всего, приведет к его дефициту и увеличению цен в этом сегменте, так как суммарный объем производства дизтоплива всех российских НПЗ не в состоянии покрыть такой уровень спроса. Как уже отмечалось, особенно остро дефицит ощутим в межсезонье и зимний период, когда возрастает интерес к зимнему ДТ, которое, в свою очередь, выпускается в недостаточном количестве из-за более высокой стоимости производства.

Нехватка зимних и арктических сортов дизельного топлива, вызванная прежде всего технологическим отставанием отечественной переработки нефти и повышенным спросом, в том числе и на зарубежных рынках, приводит к постоянному росту цен на дизельное топливо, а также к увеличению доли низкокачественных и фальсифицированных продуктов.

А так как крупнейшим потребителем дизельного топлива в стране является агропромышленный сектор, то при отсутствии единой системы поставок и контроля качества топлива, предназначенного для сельскохозяйственной техники, велика вероятность приобретения и использования некачественных эксплуатационных материалов и даже круглогодичное использование летних сортов дизельного топлива.

А если используется низкокачественное зим-

нее или вообще летнее топливо, то пуск дизеля в условиях пониженных температур затруднен или просто невозможен. Причиной является нарушение работоспособности системы топливоподачи, то есть невозможность обеспечения определенной прокачиваемости в топливной системе.

Нарушения в прокачиваемости могут быть связаны с обильным загрязнением топлива механическими примесями, смолистыми веществами, микробиологическими осадками. Важное значение имеют также конструктивные особенности топливных насосов, фильтров, топливопроводов, форсунок.

Но наиболее важным фактором является скорость нарастания вязкости при охлаждении топлива, которая зависит от строения и молекулярной массы углеводородов. Исследования показали, что в первую очередь выпадают парафиновые

углеводороды нормального строения, причем это зависит не столько от их количества, сколько от их распределения по молекулярным массам. Необходимым условием начала процесса выпадения из топлива твердых углеводородов является наличие центров кристаллизации. Выделение кристаллов парафина приводит к забиванию фильтров и топливопроводов, что может привести к их повреждению и выходу из строя прецизионных деталей топливной аппаратуры.

На рисунке 2 приведены основные пути повышения работоспособности топливоподающей системы дизелей в условиях пониженных температур.

Известно, что основными параметрами топливных фильтров, влияющими на их работоспособность при пониженных температурах окружающего воздуха, являются площадь фильтрующего



Рис. 1 – Процентное соотношение видов дизельного топлива

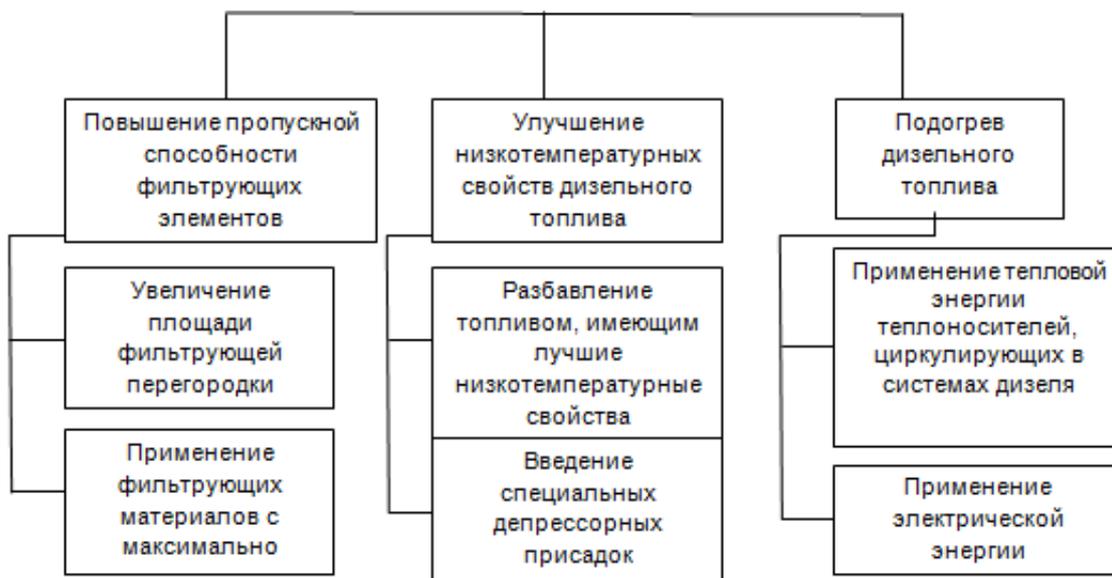


Рис. 2 – Основные пути повышения работоспособности топливоподающей системы дизелей в условиях пониженных температур

элемента и размер пор фильтрующего материала.

Увеличение площади фильтрующего элемента при определенных условиях может предотвратить полное его забивание до того времени, пока топливо, поступающее к фильтру, не прогреется и не растворит слой парафина, образующийся на поверхности элемента. Поэтому рекомендуется использовать фильтры больших размеров. Данный способ можно отнести к общим рекомендациям, применимым не только при эксплуатации в условиях пониженных температур, к тому же фильтры с повышенным запасом фильтрации имеют высокую цену.

Чем крупнее поры фильтрующего материала, тем медленнее происходит их забивание кристаллами парафиновых углеводородов. Однако размеры пор не могут превышать определенного значения, необходимого для надежной защиты прецизионных пар топливной аппаратуры. К тому же производители, стремясь повысить эксплуатационные и экологические качества дизельных двигателей, постоянно повышают степень фильтрации. Например, стандартные топливные фильтры Caterpillar задерживают частицы размером от 15 микрон, а фильтры CAEFF благодаря мелкоячеистому фильтрующему материалу способны уловить 98% частиц размером от 4 микрон.

На рисунке 3 показано, что даже невидимые частицы (менее 80 микрон) способны привести к износу форсунок и ухудшению эксплуатационных характеристик дизеля.

Таким образом, применение крупнопористых фильтрующих материалов оправдано лишь в топливных фильтрах с последовательно расположенными фильтрующими элементами, где второй фильтрующий материал имеет высокую степень фильтрации. Однако такие фильтры сложны в изготовлении и имеют высокую стоимость.

Для улучшения низкотемпературных свойств дизельного топлива, в том числе прокачиваемости, его разбавляют другим видом топлива (керосин, бензин) или добавляют специальные депрессорные присадки.

Разбавление летнего дизельного топлива бен-

зином или керосином допускается лишь в качестве временной меры. Кроме повышения материальных затрат, ухудшения смазывающих качеств, падения мощности двигателя, это приводит еще и к повышению пожарной опасности. А уже при незначительной отрицательной температуре в дизельном топливе начинают образовываться кристаллы парафина.

Известно, что зимнее дизельное топливо получают двумя способами. Первый – депарафинизация, когда на стадии производства из состава солянки удаляют углеводороды с высокой температурой плавления. Однако, данный способ дорог и малопривлекателен ввиду того, что выход дизельного топлива из сырой нефти уменьшается по сравнению с летним почти в два раза.

Другой способ, напротив, широко распространен благодаря своей дешевизне и технологичности. Он заключается в добавлении депрессорных присадок, способствующих замедлению роста кристаллов парафиновых углеводородов и уменьшению их размеров до 3-5 мкм, в результате чего уменьшается интенсивность снижения пропускной способности фильтров и трубопроводов. Правильно подобранная депрессорно-диспергирующая присадка, добавленная к летнему дизтопливу, позволит эффективно использовать летнее топливо даже при  $-15^{\circ}\text{C}$ . Начиная с 1981г. таким образом вырабатывают зимнее дизельное топливо марки ДЗп. Добавка сотых долей присадки обеспечивает снижение предельной фильтруемости до  $-15^{\circ}\text{C}$ , а температуры застывания – до  $-30^{\circ}\text{C}$ . Основную часть зимнего дизельного топлива у нас получают именно по этой технологии.

В таблице 1 представлены результаты испытаний дизельного топлива Л-0,2-62 и смеси (дизельное топливо Л-0,2-62 + 0,02% ДДП-Антигель).

Влияние присадок зависит от фракционного состава топлива; получение топлива с высокими потребительскими качествами требует дорогостоящего оборудования, что вызывает удорожание топлива. К тому же введение присадки депрессорно-диспергирующего типа должно производиться при температуре дизельного топлива

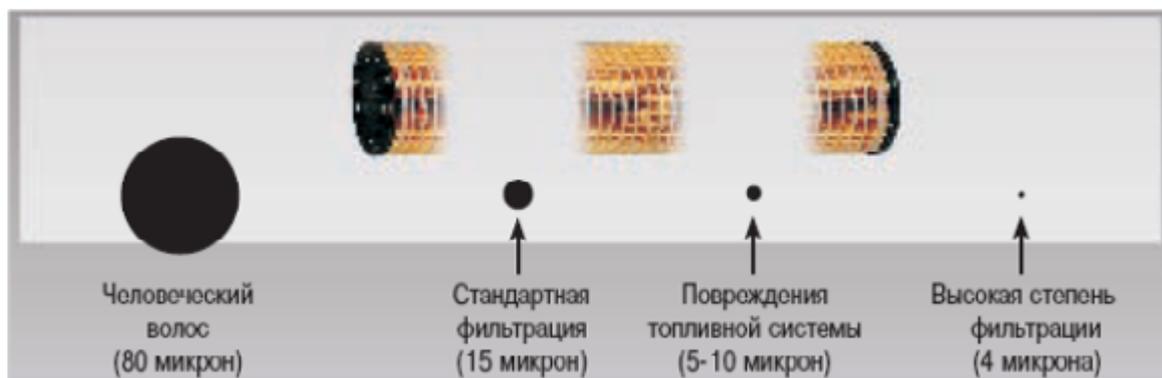


Рис. 3 – Соотношение частиц, способных привести к повреждению топливной системы дизеля

Таблица 1 – Результат испытания дизельного топлива Л-0,2-62 и смеси (дизельное топливо Л-0,2-62 + 0,02% ДДП-Антигель)

Наименование показателя	Метод испытания (ГОСТ)	Результат испытаний	
		Дизельное топливо летнее (Л-0,2-62)	Смесь (дизельное топливо Л-0,2-62 + 0,02% ДДП-Антигель)
Предельная температура фильтруемости, °С	ГОСТ 22254-92	-9	-20
Температура застывания, °С	ГОСТ 20287-91	-17	-32

как минимум на 2-7°С выше, чем температура начала помутнения данного топлива. В ином случае присадка ДДП-Антигель может не сработать или сработает слабо. Если дизельное топливо уже помутнело, то перед добавлением присадки его следует разогреть до полного растворения парафинов и только потом добавлять депрессор (растворение парафинов происходит при 30-40°С).

Эффективным средством предотвращения образования кристаллов парафиновых углеводородов, а также льда, является применение подогрева дизельного топлива в системе топливоподачи двигателя до температуры выше температуры плавления парафиновых кристаллов. Источником тепловой энергии для подогрева дизельного топлива могут служить как теплоносители, прогреваемые самим дизелем (сливаемое топливо, охлаждающая жидкость, моторное масло, отработавшие газы и др.), так и электрическая энергия, получаемая из промышленной сети электрического тока или бортовой сети дизеля. Подогревательные устройства могут быть расположены на различных участках системы питания, начиная от топливного бака до форсунки. Однако, с целью поддержания работоспособности топливных фильтров, наиболее приемлем подогрев топлива в непосредственной близости от них, так как накопление кристаллов парафиновых углеводородов и льда в фильтрующем элементе более вероятно и опасно.

Подогреватели дизельного топлива, использующие тепловую энергию теплоносителей, циркулирующих в системах дизеля, являются теплообменниками или смесителями. Такие устройства обеспечивают достаточный нагрев дизельного топлива только после пуска и прогрева дизеля до рабочей температуры. Данные устройства очень эффективны в борьбе с парафинизацией топлива в системе топливоподачи после запуска. Но все же их применение оправдано только совместно со средствами облегчения пуска.

На сегодня наиболее перспективным является применение подогревателей, использующих электрическую энергию. Источником обычно служит промышленная сеть 220В, но популярность набирают и подогреватели, получающие энергию от бортовой электрической сети дизеля. Для со-

средоточенных машинных парков предпочтителен первый вариант как более быстрый, безопасный и экологически чистый. Однако опыт показывает, что при недостаточной мощности электросети не обеспечивается необходимая потребляемая мощность бортовых электроподогревателей. Кроме того, этот вариант предпускового подогрева хорош для машин, работающих сосредоточенно. Поэтому широко предлагаются и бортовые подогреватели, возрастающая популярность которых объясняется универсальностью и возможностью в любой момент обеспечить подогрев дизельного топлива перед пуском и после него. Однако в этом случае необходимы мощные аккумуляторные батареи и генератор повышенной мощности для питания большего числа потребителей.

С целью обеспечения надежного пуска дизеля в период работы стартера электрический подогрев топлива, как правило, автоматически отключается.

Мощность  $P$ , потребляемая электрическим подогревателем, приближенно рассчитывается, исходя из количества тепловой энергии, требующейся для подогрева потока топлива через фильтр до определенной температуры,

$$P = Qc|t_1 - t_2|/\eta,$$

где  $Q$  – расход дизельного топлива через фильтр;  $c$  – удельная теплоемкость дизельного топлива;  $t_1$  и  $t_2$  – температура дизельного топлива до подогревателя и после него;  $\eta$  – тепловой КПД подогревателя.

В зависимости от размерности дизеля мощность электрического подогревателя заметно меняется и для мощных дизелей достигает 600Вт.

В настоящее время широко известны и активно применяются подогреватели фильтров предварительной и тонкой очистки топлива. Менее известны подогреватели топливных магистралей, топливных баков и топливозаборников. И только узкому кругу специалистов известны устройства подогрева дизельного топлива в головке топливного насоса и форсунке.

Из наиболее удачных конструкций следует отметить фильтры-сепараторы SEPAR 2000 с подогревом топлива фирмы SEPARTM (ФРГ).

Расположенный внутри отстойника Separ 2000 нагревательный элемент подогревает поток то-

плива, растапливая парафиновые хлопья и предотвращая их новообразование. Тем самым удается избежать забивания фильтра тонкой очистки и других элементов топливной системы автомобиля.

При использовании стандартных настроек подогрев топлива в фильтре происходит только при работающем двигателе.

Управление подогревом осуществляется автоматическим реле, включающим нагревательный элемент при температуре топлива ниже  $+5^{\circ}\text{C}$  и выключающим его при температуре выше  $+10^{\circ}\text{C}$ . Это означает, что даже если система активирована, при температуре топлива выше  $+10^{\circ}\text{C}$  потребления электроэнергии не происходит. О включении нагревательного элемента сигнализирует контрольная лампочка на блоке управления фильтром в кабине водителя. В аварийных случаях, когда температура превышает  $+80^{\circ}\text{C}$ , нагревательный элемент отключается с помощью теплового предохранителя, смонтированного внутри корпуса фильтра вместе с реле.

Для предотвращения замерзания топлива в подающем топливопроводе специалисты рекомендуют использовать подогреватели топлива ThermoLine™ фирмы Eberspächer™, обеспечивающие бесперебойную работу двигателя при любых морозах. Они обладают свойствами саморегулирования, отличаются надежностью и долговечностью конструкции и не имеет движущихся узлов. Этот подогреватель экономит ресурс двигателя, так как обеспечивает подачу уже подогретого топлива при запуске, уменьшает расход топлива на 5-10%, предотвращает издержки при простое по причине замерзания топливопроводов.

Особенностью подогревателей топлива ThermoLine, является саморегулирование – без термостата, путем применения саморегулиру-

ющихся нагревательных элементов с положительным температурным коэффициентом (позисторов). Применение ThermoLine™ исключает потерю мощности и остановку двигателя, обусловленную забиванием фильтра, и обеспечивает запуск двигателя при температурах до  $-40^{\circ}\text{C}$ . Управление осуществляется с приборной панели в кабине водителя. Устанавливается очень просто – заменяется отрезок топливопровода (рисунок 4).

Но все же, применение локального подогрева участков топливной системы во многих случаях является недостаточным для восстановления подачи топлива к двигателю. И общепризнано, что будущее за применением комплексных систем подогрева дизельного топлива, отличающихся своей высокой эффективностью. На сегодняшний момент на постсоветском пространстве лидером в разработке, производстве и внедрении комплексного подогрева дизельного топлива является белорусская фирма НОМАКОН (NOMACON), осуществляющая свою деятельность с 1993 года. Специалистами данной фирмы разработаны системы подогрева дизельного топлива автоматические (СПА), которые предназначены для комплексного решения задачи подогрева дизельного топлива с использованием отдельных подогревателей, объединенных в единую систему, управляемую автономным электронным блоком (таблица 2). СПА осуществляют предпусковой и маршевый подогрев топлива без участия водителя, чем существенно упрощают эксплуатацию дизельной техники в условиях пониженных температур. Помимо подогревателей, СПА включают датчик температуры топлива (Д1) и блок управления (БУ1), устанавливаемые в моторном отсеке, а также пульт управления (ПУ1), устанавливаемый в кабине автомобиля.

Система подогрева дизельного топлива авто-



Рис.4 – Обогреватель топливопровода ThermoLine TLN-024-600

Таблица 2 – Основные технические характеристики систем подогрева дизельного топлива автоматических (СПА) фирмы НОМАКОН™

№	Наименование	СПА-101
1	Напряжение питания постоянного тока, В	24
2	Максимальная потребляемая электрическая мощность, потребляемая в автоматическом режиме, Вт	425
3	Максимальная электрическая мощность, Вт, по каналам, обозначение	
	Максимальная электрическая мощность, Вт, по каналам, обозначение	250
	2 (ПП) – подогреватель проточный ПП-101 (102), ЭНГЛ-1	400
	3 (ПФ) – подогреватель фильтра-сепаратора ПС-101, ПС-201 ЭНГЛ-1	400
	4 (НЭ) – насадка топливозаборника подогреваемая НТП-101 (102), НТП-201 (202), электрический нагреватель топливозаборника	150
5 (КР) – электромагнитный клапан управления жидкостным подогревом топливозаборника	25	
4	5 (КР) – электромагнитный клапан управления жидкостным подогревом топливозаборника	-40°С до +45°С, ХЛ2
5	Управление подогревом	Автоматическое, ручное
6	Маркировка взрывозащиты	1ExibIIТЗ
7	Максимальный ток при включении, А, не более	20

матическая обеспечивает:

- автоматическое включение подогрева при понижении температуры топлива ниже предельной температуры подогрева;
- автоматическое выключение подогрева при повышении температуры топлива выше предельной температуры подогрева;
- оперативное управление подогревателями по заданной программе с изменением времени и режима подогрева в зависимости от температуры топлива;
- отключение подогрева при падении напряжения бортовой сети автомобиля ниже порогового уровня, при выходе из строя подогревателей, при коротком замыкании.

Эффективность применения системы подогрева дизельного топлива (СПА) Номакон™ доказана опытом эксплуатации как на отечественных, так и на зарубежных образцах дизельной техники. Имея определенные недостатки, в первую очередь, уступая в надежности иностранным образцам, СПА имеет большой потенциал и низкую цену. Нами на базе данного изделия белорусской фирмы создается его аналог, отличающийся иной конструкцией подогревателя топливопровода. Данное усовершенствование позволит повысить надежность и температуру подогрева дизельного топлива, не увеличивая цены устройства, при этом сохраняя простоту установки и эксплуатации.

#### Библиографический список

1. Двигатели внутреннего сгорания: Устрой-

ство и работа поршневых и комбинированных двигателей: Учебник для студентов вузов по специальности «Двигатели внутреннего сгорания»/ В.П.Алексеев, В.Ф.Воронин, Л.В.Грехов и др.; Под общ.ред. А.С.Орлина, М.Г.Круглова.- 4-е изд., перераб. И доп.- М.:Машиностроение, 1990.-288с.:ил. Оберемок В.З., Юрковский Ю.М.

2. Пат.2102438 Российская Федерация МПК С10L1/18. Депрессорная присадка для получения зимнего дизельного топлива/Никитин Н.А., Никонов.А.М., Попович П.Р.,Токарев М.С.,Черников Г.Е., Шерстнев М.П.; заявитель и патентообладатель ЗАО «Регул-ТМ»-96116639/04; заявл.15.08.99; опубл.20.01.98, -2.с.

3. Григорьев М.А., Борисова Г.В., Пхакадзе Г.А. Пути обеспечения работоспособности топливных фильтров дизелей в условиях отрицательных температур/ Григорьев М.А., Борисова Г.В., Пхакадзе Г.А.//Двигателестроение.-1991.-№10-11.-с.40-42.

4. Топливо для автотракторной техники: Справочник: учеб. Пособие для студентов учреждений сред. Проф.образования/ А.П.Картошкин.-М.: Издательский центр «Академия», 2012.-192с.

5. Фильтры Caterpillar: взгляд изнутри. 2008 Caterpillar.-12с.

6. Сайт фирмы Номакон™ [Электронный ресурс]. – Минск: Номакон™, 1993.– Режим доступа: <http://www.nomakon.by>, свободный. – Загл. с экрана.

УДК 631.871:631.872:631.875

*Н.В. Бышов, д-р техн. наук, профессор,  
А.Н. Бачурин, канд. техн. наук, доцент,  
И.Ю. Богданчиков, аспирант,  
Рязанский государственный агротехнологический  
Университет имени П. А. Костычева*



## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПОЛЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ УСТРОЙСТВА ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ НЕЗЕРНОВОЙ ЧАСТИ УРОЖАЯ



### Введение

Для того чтобы получать большие урожаи, необходимо удобрять почву, возвращая тем самым в нее утрачиваемые органические элементы. Эффективней и экономически выгодней с этой целью использовать незерновую часть урожая (НЧУ) в качестве удобрения. Ее использование обходится в 11 раз дешевле, чем применение минеральных удобрений, и в 4-5 раз дешевле внесения навоза, а эффект от внесения сохраняется 2-3 года [1]. Однако на практике применение данного удобрения ограничено, оно не применяется под озимые культуры. В первую очередь это связано с тем, что заделанная в почву растительная масса не успевает полностью разложиться до начала сева, а выделяющиеся при ее разложении фенольные соединения негативно влияют на развитие растений.

Скорость разложения НЧУ зависит от степени ее измельчения, равномерности распределения измельченной массы по поверхности поля и глубины заделки в почву [2]. Для ускорения процесса разложения необходимо также вносить компенсирующую дозу азотосодержащих удобрений [3]. В настоящее время, ввиду своей дешевизны, широкое распространения получили гуминовые удобрения, доказано их благотворное влияние на процесс ускорения разложения растительных остатков. Так, например, обработка соломы гуминовым препаратом «Эдагум СМ» ускоряет ее разложение на 15-17% [4].

С целью усовершенствования процесса уборки НЧУ нами было разработано устройство для утилизации незерновой части урожая и получен патент на полезную модель [5]. Данное устройство позволяет производить срезание, либо подбор из валка (в зависимости от применяемой технологии) растительного материала, измельчение, обработку растительной массы в процессе измельчения рабочим раствором препарата, ускоряющего процесс ее разложения, и равномерное распределе-

ние этой массы по поверхности поля.

### Объект, задачи и методы исследования

Одним из основных элементов разработанного устройства является форсунка. От ее работы во многом зависит процесс измельчения растительной массы (при чрезмерном увлажнении увеличится энергоемкость) и эффективность действия рабочего раствора гуминового препарата (при недостаточной дозе внесения она снижается). Важным показателем, характеризующим работу форсунки, является радиус конуса распыла, который определяется из выражения [6]:

$$R_k = 2 \cdot H \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad (1)$$

где  $R_k$  – радиус конуса распыла;

$\alpha$  – угол факела распыла форсунки;

$H$  – высота расположения форсунки над измельчающим барабаном.

Для достижения наилучших показателей работы форсунок значение радиуса конуса распыла должно быть равно значению радиуса измельчающего барабана [6]:

$$R_k = R_{бр}, \quad (2)$$

где  $R_{бр}$  – радиус измельчающего барабана.

Высота расположения форсунки  $H$  над измельчающим барабаном зависит от конструктивных особенностей машины, то есть расстояние от измельчающего барабана до верхнего кожуха есть максимально возможное значение  $H_{max}$ .

Оптимальная высота расположения форсунки должна обеспечивать условие:

$$H_{opt} \leq H_{max} \quad (3)$$

Из выражения (1) определяем угол факела распыла:

$$\alpha = 2 \cdot \operatorname{arctg} \frac{R_k}{H_{opt}} \quad (4)$$

Рассчитаем оптимальный угол факела распыла

для измельчителя-мульчировщика Kverneland fx 230. Исходными данными для расчета являются: высота расположения форсунки над измельчающим барабаном  $H_{\text{онт}} = 350$  мм и радиус измельчающего барабана (с учетом длины ножа)  $R_{\text{бр}} = 280$  мм.

Подставив исходные данные в выражение (4):

$$\alpha = 2 \cdot \arctg \frac{280}{350},$$

оптимальный угол факела распыла составит:  $\alpha = 77,32^\circ$

Для подтверждения теоретических исследова-

ний в июле 2012 года в СПК «Родина» Рязанской области нами были проведены полевые испытания опытного образца, который был изготовлен на базе серийного измельчителя-мульчировщика Kverneland fx 230 и принят за объект исследования (рисунок 1). Для этого дополнительно были установлены бак для рабочего раствора и форсуночная рампа 2, которая располагалась на кожухе измельчающего барабана (рисунок 2). Применялись центробежные распылители с углом факела распыла от  $30^\circ$  до  $120^\circ$  (рисунок 3).

Были поставлены следующие задачи исследо-



1 – бак для рабочего раствора; 2 – форсуночная рампа; 3 – измельчитель-мульчировщик Kverneland fx 230

Рис. 1 – Опытный образец



1 – бак для рабочего раствора; 2 – форсуночная рампа; 3 – измельчитель-мульчировщик Kverneland fx 230

Рис. 2 – Монтаж оборудования на опытный образец

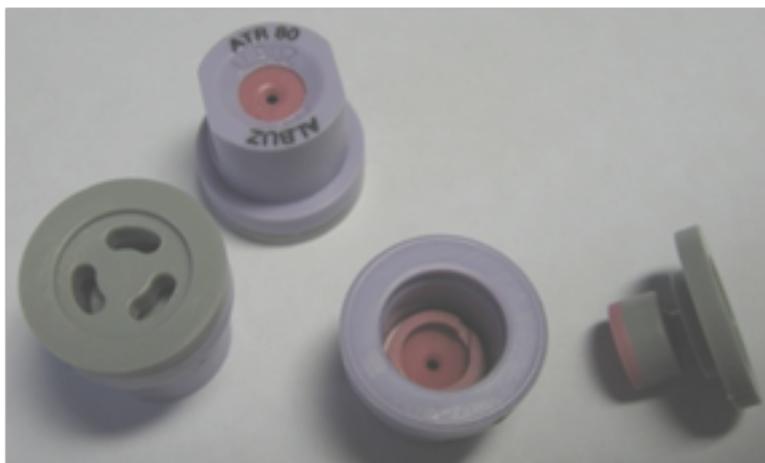


Рис. 3 – Центробежные распылители с углом факела распыла от 30° до 120°

вания:

1. проверка работоспособности опытного образца в полевых условиях;
2. контроль усвоения рабочего раствора измельченной растительной массой;
3. проверка качества измельчения в зависимости от увлажнения растительного материала;
4. подтверждение теоретических исследований и расчетов.

Контроль усвоения рабочего раствора измельченной растительной массой проводился по следующей методике: брались пробы соломы из валка до и после прохода устройства; в каждой пробе измерялась влажность; разность между значениями влажности в этих пробах определяет массу усвоенного соломой раствора. Для определения влажности соломы каждую пробу взвешивали, после чего высушивали в алюминиевых бьюксах в специальном сушильном шкафу в течение 4-х часов. После 4-х часов сушки образцы в бьюксах охлаждали и взвешивали с точностью до 0,01 г. Затем бьюксы вновь помещали в шкаф на 1 час, после чего взвешивали. Сушку прекращали после того, как разница между двумя последними значениями массы не превышала 0,01 г. Влажность растительной массы определяли по известной формуле:

$$W = \frac{m_x - m_{\text{сух}}}{m_x} \cdot 100, \quad (5)$$

где  $W$  – влажность растительной массы, %;

$m_x$  – масса образца до сушки, г;

$m_{\text{сух}}$  – масса образца после сушки, г.

Масса впитавшейся влаги определяется из выражения:

$$m_{\text{вп}} = m_x - m_{\text{сух}} \quad (6)$$

Масса влаги  $m_1$  (г) в одном грамме НЧУ определяется как:

$$m_1 = \frac{m_{\text{вп}}}{m_{\text{сух}}}, \quad (7)$$

Процент усвоения определяется из выражения:

$$Y_{\%} = \frac{m_1 \cdot Y \cdot 100}{N_{\text{эт}}}, \quad (8)$$

где  $Y_{\%}$  – процент усвоения;

$Y$  – урожайность НЧУ, кг/га;

$N_{\text{эт}}$  – эталонная норма внесения рабочего раствора (при урожайности НЧУ 20 ц/га), равная 300 л/га;

Урожайность НЧУ на рассматриваемом участке составила 21,2 ц/га.

Каждое измерение производили с трехкратной повторностью.

Проверка качества измельчения в зависимости от увлажнения растительного материала проводилась по следующей методике: после прохода опытного образца с отключенной и включенной форсуночной рампой собирались пробы соломы; собранный материал взвешивали и отбирали в каждой пробе частички длиной 30-50 мм, после чего устанавливали их процентное содержание от общей массы пробы. Оптимальной степенью измельчения считается, если частицы размером 30-50 мм составляют 50% и более от общей массы пробы.

Для проверки правильности теоретических исследований и расчетов нами был проведен полнофакторный эксперимент  $2^3$  [7]. Рассматривалось влияние параметров расхода препарата форсуночной рампой –  $Q$ , угол факела распыла форсунок –  $\alpha$ , расположение форсуночной рампы относительно измельчающего барабана –  $\beta$  на показатель влажности обработанной рабочим раствором растительной массы и на качество измельчения. Интервал варьирования факторов был выбран следующим:  $X_1 = Q = 100 - 500$  л/га;  $X_2 = \alpha = 30^\circ - 120^\circ$ ;  $X_3 = \beta = -45^\circ - +45^\circ$ . После формирования матрицы результатов полнофакторного эксперимента при помощи известных статистических формул анализировали полученные данные.

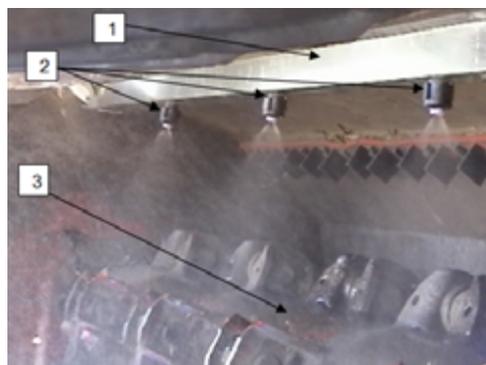
#### Экспериментальная часть

В ходе полевых испытаний было установлено, что опытный образец исправно функционирует

(рисунок 4). Также было выявлено, что дождевой туман (рисунок 5), который образуется при распылении рабочего раствора форсуночной рампы, способствует снижению запыленности (рисунок 6) во время измельчения растительной массы, что значительно улучшает условия труда механизато-



Рис. 4 – Работа опытного образца



1 – форсуночная рампа; 2 – центробежные форсунки; 3 – измельчающий барабан

Рис. 5 – Дождевой туман, образующийся при распылении рабочего раствора форсуночной рампой



Рис. 6 – Работа устройства для утилизации незерновой части урожая с включенной форсуночной рампой (слева) и выключенной (справа)

### Результаты и выводы

Результаты усвоения рабочего раствора растительной массой сведены в таблицу 1.

Из анализа данных таблицы 1 видно, что в среднем каждый грамм соломы впитал в себя 0,1233 грамма рабочего раствора, что соответствует 261,4 литра на 1 гектар, а процент усвоения – 87,1 % [4].

Результаты измерения качества измельчения в зависимости от увлажнения растительного материала сведены в таблицу 2.

Из данных таблицы 2 видно, что увеличение влажности растительной массы способствует

улучшению качества ее измельчения.

В результате многофакторного эксперимента были получены уравнения регрессии:

$$y = 18,05208 + 6,527083X_1 + 1,739583X_2 - 4,06458X_3 + 0,664583X_1X_2 - 1,62292X_1X_3 + 0,439583X_2X_3 + 0,397917X_1X_2X_3, \quad (9)$$

$$y' = 40,91042 + 13,18958X_1 + 0,285417X_2 - 2,07292X_3 + 0,547917X_1X_2 - 1,66042X_1X_3 + 4,11875X_2X_3 + 4,147917X_1X_2X_3, \quad (10)$$

где  $y$  – влажность ( $y \leq 20\%$ );

$y'$  – степень измельчения ( $y' \geq 50\%$ ).

Решив уравнения (9) и (10) получили оптималь-

Таблица 1 – Контроль массы усвоенного рабочего раствора

Показатель	Масса навески (исходная), $m_x$ гр	Масса сухой навески, $m_{\text{сух}}$ гр	Масса впитавшейся влаги, $m_{\text{вп}}$ гр	Влажность $W$ , %	Масса влаги в 1 гр. соломы
Пробы до прохода устройства	2,81	2,59	0,22	7,83	0,0783
	2,72	2,50	0,22	8,09	0,0809
	2,63	2,40	0,23	8,75	0,0875
Пробы после прохода устройства	4,60	3,63	0,97	21,00	0,211
	4,32	3,44	0,88	20,37	0,204
	4,30	3,37	0,93	21,63	0,216

Таблица 2 – Результаты измерения качества измельчения в зависимости от увлажнения растительной массы

Показатель	Масса навески, гр	Процентное содержание частиц длиной 30-50 мм, %
С отключенной форсуночной рампы	100	25,7
	100	28,3
	100	30,1
С включенной форсуночной рампы	100	58,6
	100	59,7
	100	60,1

ный угол факела распыла:

$$73^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ, \quad (11)$$

что соответствует значению  $\alpha=77,32^\circ$  полученного в теоретических расчетах.

Таким образом, полевые испытания на практике подтвердили результаты теоретических исследований. Разработанная нами машина позволяет повысить степень измельчения (по сравнению с серийным образцом) с 28% до 59%, ускорить на 25,7% процесс разложения за счет обработки растительной массы рабочим раствором. Это дает возможность использования машины в энергосберегающих технологиях с применением НЧУ в качестве удобрения. Для практического использования рекомендованы центробежные распылители ATR 80 фирмы ALBUZ (Франция) с углом факела распыла  $\alpha=80^\circ$ .

#### Библиографический список

1. Незерновая часть урожая как эффективный способ повышения плодородия почвы [Текст] / Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, И.Ю. Богданчиков, А.И. Мартышов // Повышение эффективности механизации сельскохозяйственного производства : материалы научн.-практ. конф. – Чебоксары: ФГБОУ ВПО ЧГСХА, 2011. – С. 52-56.

2. Устройство для утилизации незерновой части урожая [Текст] / Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, И.Ю. Богданчиков, А.И. Мартышов // Международный технико-экономический журнал. – 2012. – №1. – С. 114-117.

3. К вопросу об использовании раститель-

ных остатков для повышения плодородия почвы [Текст] / Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, И.Ю. Богданчиков, А.И. Мартышов // Сб. науч. тр. посвященный 60-летию инженерного факультета РГАТУ : материалы науч.-практ. конф. 2011 г. – Рязань : РГАТУ, 2011. – С. 103-105.

4. Изучение влагопоглощающих свойств соломы [Текст] / Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, И.Ю. Богданчиков, А.И. Мартышов // Особенности технического оснащения современного сельскохозяйственного производства : материалы Всероссийской науч.-практ. конф. молодых ученых. – Орел : Изд-во Орел ГАУ, 2012. – С. 297-301.

5. Пат. 116007 Российская Федерация, МПК7 А 01 D 34/43, А 01 F 29/00. Устройство для утилизации незерновой части урожая [Текст] / Бышов Н.В., Бачурин А.Н., Богданчиков И.Ю., Мартышов А.И.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО РГАТУ. – № 2011145324/13 ; заявл. 8.11.11 ; опубл. 20.05.12, Бюл. №14. – 1 с. : ил.

6. Богданчиков, И.Ю. К вопросу определения оптимального значения радиуса конуса распыла форсунки устройства для утилизации незерновой части урожая [Текст] / И.Ю. Богданчиков // Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК : материалы науч.-практ. конф. 2012 г. – Рязань : РГАТУ, 2012. – С. 55-60.

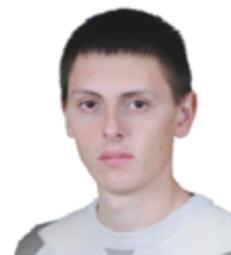
7. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментальных исследований и обработка опытных данных [Текст] / Г.В. Веденяпин. – М.: Колос, 1970. – 136 с.

УДК 631.356

*Н.В. Бышов, д-р техн. наук, профессор,  
Ю.В. Якунин, ст. преп.,  
Н.Н. Якутин, аспирант,  
Рязанский государственный агротехнологический  
университет имени П. А. Костычева*



## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СЕПАРАЦИИ КЛУБНЕСОДЕРЖАЩЕГО ВОРОХА НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ТЕХНОЛОГИИ УБОРКИ



Сепарация картофелесодержащего вороха по современным технологиям уборки проводится на различных этапах: на сепарирующих рабочих органах картофелеуборочных машин, во время транспортировки и на сортировальных пунктах. В таблице приведены значения полноты сепарации на различных этапах уборки [1].

При этом 12-15% оставшихся примесей, допустимых по прямоточной технологии при закладке картофеля на хранение [1], возможно снизить с помощью совершенствования рабочих органов картофелеуборочных машин и транспортных средств. Это позволит получить картофель той чистоты, которая аналогична при использовании сортировальных пунктов, то есть 2%.

В федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» (ФГБОУ ВПО РГАТУ) сотрудниками совершенствуются все этапы уборки и транспортировки картофеля по прямоточной технологии, что подтверждается новыми техническими решениями.

Так, для улучшения сепарации картофелесодержащего вороха в процессе работы картофелеуборочной машины было разработано сепарирующее устройство [2], представленное на рисунке 1.

Данное сепарирующее устройство работает следующим образом.

Клубненосный пласт поступает на сепарирующий прутковый элеватор 1, который транспортирует его к перфорированному барабану 2. Клубненосный пласт захватывается лопастями 3 перфорированного барабана и увлекается в круговое движение. При движении под перфорированным барабаном происходит интенсивная сепарация почвы за счет действия центробежных сил и

воздушного потока, исходящего от вентилятора 5 через направляющие горловины А и Б.

Клубни вместе с растительными примесями поднимаются до верхней точки перфорированного барабана, где подвергаются воздействию воздушного потока, исходящего от вентилятора через направляющую горловину В. Воздушный поток прижимает растительные остатки к поверхности сепарирующего пруткового элеватора, чему способствует полуцилиндрический отражатель 8. Растительные остатки по верхней нисходящей ветви сепарирующего пруткового элеватора выносятся назад, а клубни попадают на направляющий лоток 9, а затем на поверхность приемного отводящего транспортера 10.

Уравнение просева центробежно-выжимного сепаратора записывается в следующем виде [1]:

$$dQ = R \cdot d\alpha \cdot B \cdot q, \quad (1)$$

где  $R$  – радиус барабана, м;

$d\alpha$  – элемент дуги по окружности сепаратора, рад;

$B$  – ширина элеватора, м;

$q$  – интенсивность сепарации, кг/с.

Интенсивность сепарации  $q$  разработанного центробежно-выжимного сепаратора картофелеуборочной машины выражается в зависимости от давлений:  $P_u$  – от действия центробежных сил,  $P_d$  – от сил веса,  $P_{yc}$  – от упругих сил барабана и  $P_{вп}$  – от действия воздушного потока.

$$q = a \cdot Q^{b-k} \cdot (P_u + P_d + P_{yc} + P_{вп})^k \cdot (B \cdot V)^k, \quad (2)$$

где  $a$  – коэффициент линейности,

$$[a] = \frac{m \cdot a^{1-b} \cdot c \cdot b^{b+2k-1}}{M^{2+k}}$$

$Q$  – величина схода массы с сепаратора, кг/с;

$k$  – показатель степени влияния центробежных

сил, безразмерный;

$b$  – показатель степени влияния подачи, безразмерный.

Давления  $P_{ц}$ ,  $P_{д}$ ,  $P_{yc}$  и  $P_{вп}$  через параметры центробежно-выжимного сепаратора выражаются следующим образом.

1. Давление от действия центробежных сил  $P_{ц}$ :

$$P_{ц} = \frac{Q \cdot V}{R \cdot B}$$

где  $V$  – окружная скорость сепаратора, м/с.

2. Давление  $P_{д}$  от силы веса вороха сепарируемой массы:

$$P_{д} = \frac{Q \cdot g \cdot \cos \alpha}{B \cdot V}$$

где  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$\alpha$  – угол по окружности сепаратора.

3. Давление  $P_{yc}$  от упругих сил барабана:

$$P_{yc} = K_p \cdot P_6,$$

где  $K_p$  – коэффициент, учитывающий влияние давления упругого барабана на сепарацию, определяется экспериментально;  $0 < K_p < 1$ ;

$P_6$  – давление внутри барабана, Н/м<sup>2</sup>.

4. Давление  $P_{вп}$  от действия воздушного потока: давление воздушного потока, также как и дав-

ление от упругих сил барабана, создает значительное ускорение, поэтому целесообразно далее ввести коэффициент  $K_в$ , то есть:

$$P_{вп} = K_в \cdot P_{в1},$$

где  $K_в$  – коэффициент, учитывающий влияние давления воздушного потока на сепарацию, определяется экспериментально;  $0 < K_в < 1$ ;

$P_{в1}$  – давление воздушного потока, Н/м<sup>2</sup>.

Тогда уравнение (2) примет вид:

$$q = -a \cdot Q^{b-k} \cdot \left( \frac{Q \cdot V}{R \cdot B} + \frac{Q \cdot g \cdot \cos \alpha}{B \cdot V} + K_p \cdot P_6 + K_в \cdot P_{в1} \right)^k \cdot (B \cdot V)^k \quad (3)$$

Подставив значение  $q$  из уравнения (3) в уравнение (1), получим дифференциальное уравнение сепарации на разработанном сепарирующем устройстве:

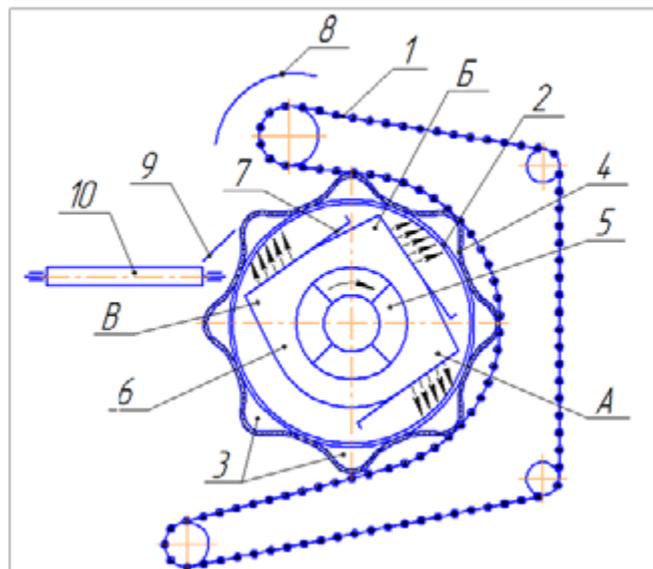
$$dQ = -a \cdot R \cdot B \cdot Q^{b-k} \cdot \left( \frac{Q \cdot V}{R \cdot B} + \frac{Q \cdot g \cdot \cos \alpha}{B \cdot V} + K_p \cdot P_6 + K_в \cdot P_{в1} \right)^k \cdot (B \cdot V)^k \cdot d\alpha,$$

Сепарацию картофелесодержащего вороха можно продолжить также во время транспортировки к потребителю или в хранилище.

Так, для осуществления процесса сепарации почвы при перевозке картофеля с поля к овощехранилищу нами предлагается конструкция кузова транспортного средства [3] (рис. 2).

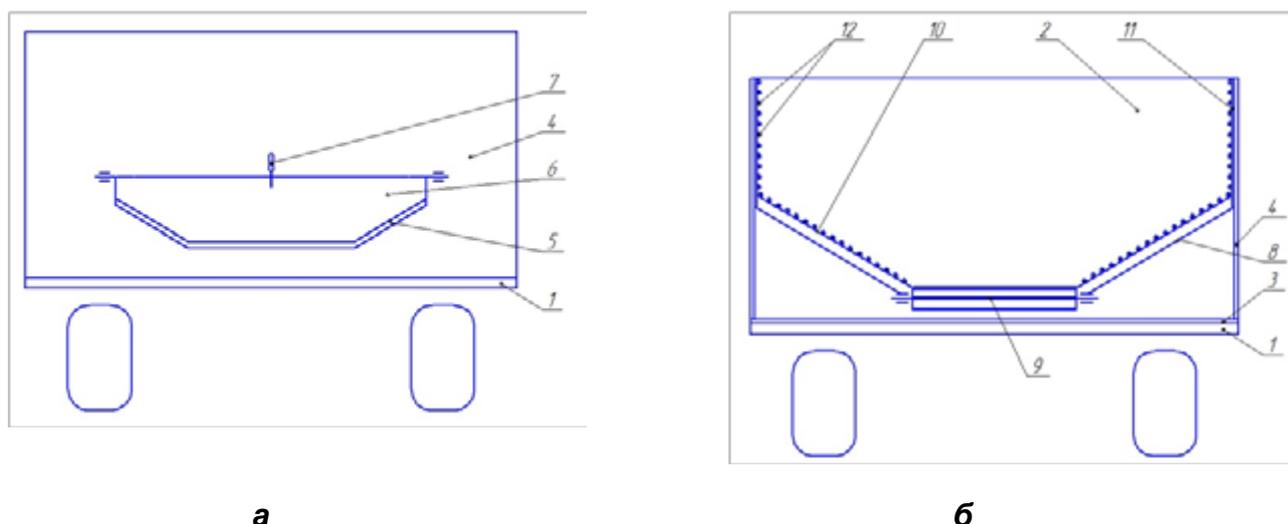
Таблица – Значения полноты сепарации почвы (%) на различных этапах уборки

Этап уборки	Значение полноты сепарации почвы
На сепарирующих рабочих органах картофелеуборочных машин	80-85
На сортировальных пунктах	13-18



1 – сепарирующий прутковый элеватор; 2 – перфорированный барабан; 3 – полые волнообразные лопасти; 4 – прорезиненный ремень; 5 – вентилятор; 6 – кожух вентилятора; 7 – заслонка; 8 – полуцилиндрический отражатель; 9 – направляющий лоток; 10 – приемный отводящий транспортер; А, Б, В – направляющие горловины

Рис. 1 – Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины



а – вид сзади; б – вид сзади (без борта); 1 – шасси с рамой транспортного средства; 2 – кузов; 3 – платформа; 4 – борт; 5 – выгрузное окно; 6 – заслонка; 7 – гидроцилиндр; 8 – съемный модуль; 9 – продольный прутковый транспортер; 10 – наклонная стенка; 11 – вертикальная стенка; 12 – обрезиненные прутки.

Рис. 2 – Кузов транспортного средства для перевозки картофеля

Кузов транспортного средства для перевозки картофеля эксплуатируется следующим образом.

При загрузке кузова клубни, неразрушенные комки почвы и растительные остатки поступают в кузов 2 транспортного средства, попадая при этом на наклонные стенки 10 и продольный прутковый транспортер 9. Комки почвы, а также почва на клубнях и растительных остатках размельчаются от удара о прутки 12. Размельченные и отделившиеся частицы почвы просеиваются между прутками 12 продольного пруткового транспортера 9 и наклонных стенок 10 и оседают на платформе 3 кузова 2 транспортного средства. Между прутками 12 наклонных стенок 10 и продольного пруткового транспортера 9 проходят также клубни картофеля массой до 20 граммов. При заполнении кузова 2 процесс сепарации почвы продолжается. Он осуществляется за счет колебаний кузова 2 при транспортировке картофеля к овощехранилищу. При транспортировке картофеля с поля к овощехранилищу под воздействием колебаний кузова почва отделяется от клубней и растительных остатков и просыпается между прутками 12 продольного пруткового транспортера 9 и наклонных стенок 10, выполненных из обрезиненных прутков 12. Непросыпавшаяся почва заполняет пространство между клубнями.

Для разгрузки кузова 2 транспортного средства открывают выгрузное окно 5 заднего борта 4, приподнимая заслонку 6 гидроцилиндром 7, и включают продольный прутковый транспортер 9. При этом осевшая между клубнями почва, освобождается и под действием силы тяжести, а также

под действием перемещающихся по наклонным стенкам 10 клубней просыпается между прутками 12. После завершения выгрузки картофеля полностью открывают задний борт 4 и опрокидывают кузов 2 транспортного средства гидроцилиндром (гидроцилиндр не показан), тем самым очищая платформу 3 от почвенных примесей и отходов картофеля.

Количество почвы, которое просеивается на бесконечно малой длине сепаратора  $dl$ , определяется следующей зависимостью [1]:

$$dQ = -dl \cdot B \cdot q \quad (4)$$

Однако, если учитывать не только изменение сепарации по длине решета, но и по его ширине, а также в случае неодинаковой подачи по ширине решета, то в уравнении (4) в его правой части необходимо дифференциал длины решета, умноженный на ширину решета, заменить дифференциалом площади, то есть:

$$dQ = -a \cdot Q^b \cdot B \cdot dl = -q \cdot dF \quad (5)$$

Разработанный модуль состоит из трех частей: двух наклонных стенок, установленных под углом  $\alpha$  (каждая из которых имеет площадь  $F_1$ ) и пруткового транспортера (с площадью  $F_2$ ).

Поэтому, для разработанного кузова транспортного средства для перевозки картофеля, уравнение (5) примет вид:

$$dQ = -a \cdot Q^b \cdot (2 \cdot dF_1 \cdot \cos\alpha + dF_2)$$

Проведя ряд экспериментов (установив разработанный кузов на прицеп тракторный самосвальный 2ПТС-4 и загружая ворох массой 2800 кг со средней засоренностью 20%), получим, что при использовании описанного кузова мы очи-

щаем ворох на 5-8% (в среднем) дополнительно к картофелеуборочной машине. Таким образом, применение предлагаемых технических решений совокупно, то есть при уборке и транспортировке картофеля, позволяет увеличить полноту очистки картофелесодержащего вороха при прямоточной технологии и снижает потребность в последующих операциях послеуборочной обработки.

#### Библиографический список

1. Бышов Н.В. Принципы и методы расчета и проектирования рабочих органов картофелеуборочных комбайнов: моногр. / Н.В. Бышов, А.А.

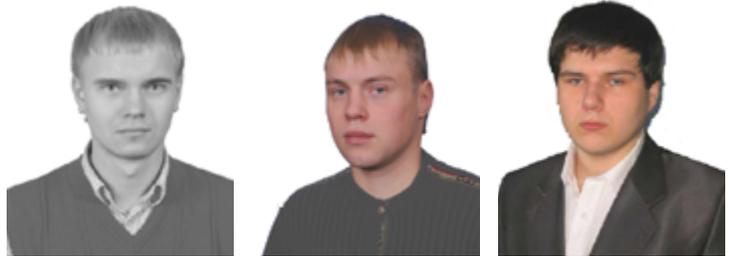
Сорокин. – Рязань: Скопинская типография, 1999. – 128с.

2. Пат. 116006 РФ, МПК51 А 01 D 17/00 Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины [Текст] / Бышов Н.В., Якунин Ю.В., Якутин Н.Н. (RU); заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО РГАТУ. – № 2011153633/13; заявл. 27.12.2011; опубл. 20.05.2012, бюл. №14. – 2 с.: ил.

3. Пат. 119299 РФ, МПК51 А 01 D 91/02 Кузов транспортного средства для перевозки картофеля [Текст] / Бышов Н.В., Якунин Ю.В., Якутин Н.Н. (RU); заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО РГАТУ. – № 2012112083/11; заявл. 28.03.2012; опубл. 20.08.2012, бюл. №23. – 2 с.: ил.

#### УДК 631.3.004

*Д.Н. Бышов, канд. техн. наук,  
Д.Г. Чурилов, аспирант,  
А.А. Горохов, студент,  
Т.Ю. Абрамова, студентка,  
Рязанский государственный  
агротехнологический университет имени  
П. А. Костычева*



## КОНТАКТНЫЕ УСЛОВИЯ ПРИ ОБКАТЫВАНИИ ДЕТАЛЕЙ РОЛИКАМИ



В настоящее время отделочные технологические процессы методами поверхностного пластического деформирования заменяют традиционные процессы резания и обеспечивают высокие качественные показатели обработанной детали, а также экономию материальных средств, что происходит за счет увеличения эксплуатационных сроков службы деталей, замены высоколегированных сталей менее легированными, а также снижения затрат труда [1].

Экспериментальные исследования по изучению распределения удельных нормальных давлений в диаметральной плоскости ролика проводились на обкатном приспособлении с использованием тензометрической аппаратуры. Полученные типичные осциллограммы в радиально-окружной плоскости ролика представлены на рисунке 1.

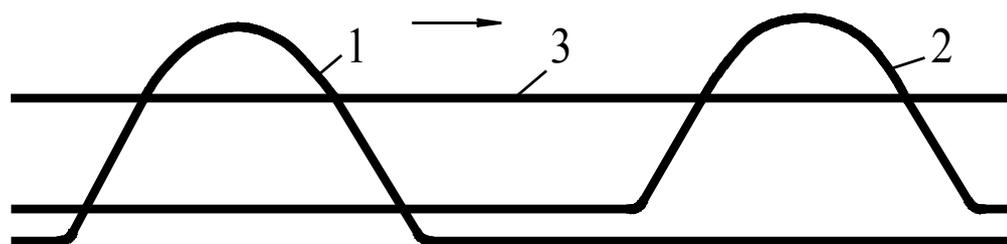
По внешнему виду осциллограммы соответствуют верхней половине синусоиды. Обработка осциллограммы, получили эпюры распределения нормальных удельных давлений и контактных сил трения в радиально-окружной плоскости ро-

лика для первого прохода (рисунки 2-6).

Обкатыванию подвергались образцы из сталей 5, 45, У8 и армо-железа, диаметром от 65 до 100 мм, Ra = 1,6 мкм, ролик устанавливался перпендикулярно оси образца. При рассмотрении полученных графических зависимостей видно, что они имеют одинаковый характер для всех обкатанных сталей. Имеются все три зоны контактного трения: опережения, прилипания и отставания [2].

Для исследования влияния смазок на распределение удельных нормальных давлений и контактных сил трения в радиально-окружной плоскости ролика применялись разнообразные смазки [3].

В процессе обкатывания каждая точка обрабатываемой детали подвергалась многократному воздействию деформирующего элемента. Кратность приложения нагрузки влияет на качественные характеристики получаемого слоя. Уменьшение подачи ролика или увеличение числа проходов может вызывать перенаклеп поверхности, и, следовательно, понижение предела выносливости детали [3]. Так как длина площадки контакта между роликом и обкатываемой деталью



1 – мессдоза радиальная; 2 – мессдоза наклонная; 3 – радиальная составляющая усилия обкатывания  $P_y$

Рис.1 – Типичные осциллограммы распределения удельных нормальных давлений в радиально-окружной плоскости для круглых образцов (12<sup>ый</sup> проход, сталь 45)

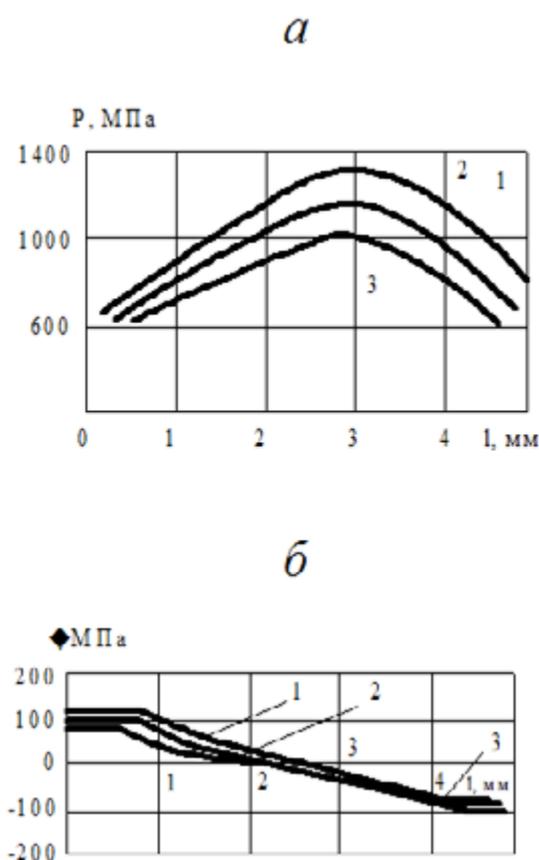


Рис.2 – Эпюры распределения удельных нормальных давлений (а) и контактных сил трения (б) в радиально-окружной плоскости для круглых образцов (1-ый проход, сталь Ст 5): 1 –  $P_y = 2000$  Н; 2 –  $P_y = 1750$  Н; 3 –  $P_y = 1500$  Н

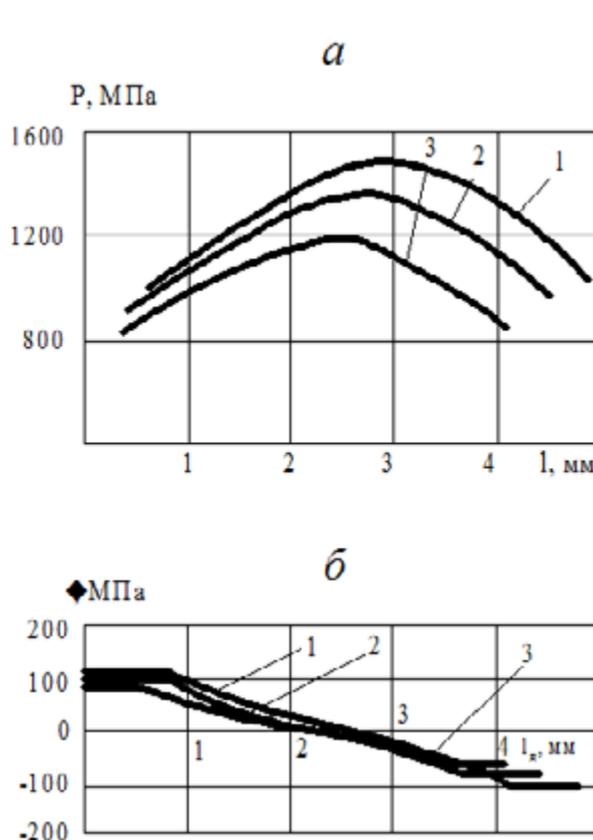


Рис.3 – Эпюры распределения удельных нормальных давлений (а) и контактных сил трения (б) в радиально-окружной плоскости для круглых образцов (1-ый проход, сталь 45): 1 –  $P_y = 2250$  Н; 2 –  $P_y = 2000$  Н; 3 –  $P_y = 1650$  Н

в осевом направлении больше подачи, то в процессе обкатывания значительная часть ролика обкатывает уже предварительно упрочненный материал. В процессе обкатывания могут быть два случая: радиальная составляющая усилия об-

катывания колеблется в значительных пределах и в процессе обкатывания радиальная составляющая колеблется незначительно, т.е. можно принять  $P_y = \text{const}$  [5].

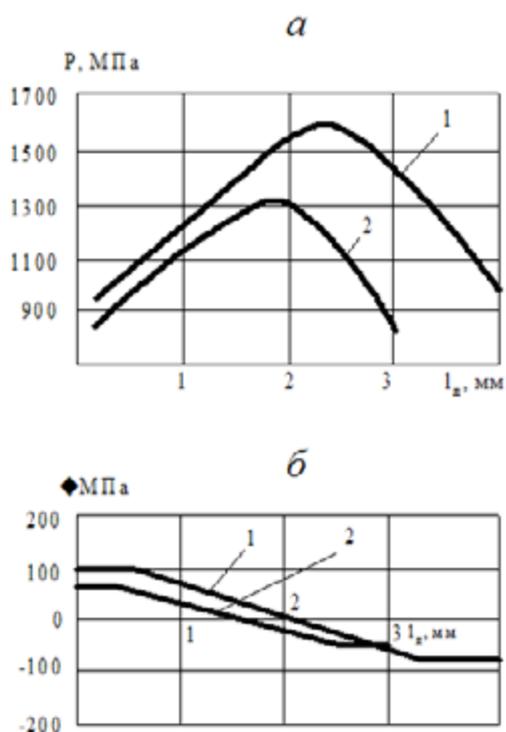


Рис.4 – Эпюры распределения удельных нормальных давлений (а) и контактных сил трения (б) в радиально-окружной плоскости для круглых образцов (1-ый проход, сталь У8): 1 –  $P_y = 2250$  Н; 2 –  $P_y = 1750$  Н

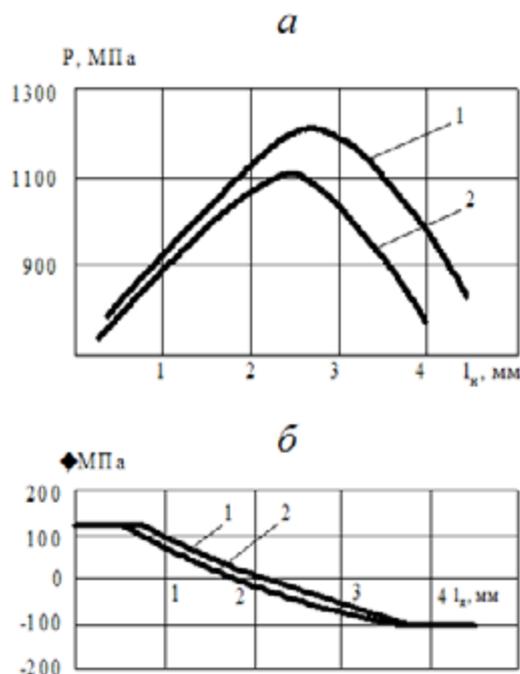


Рис.5 – Эпюры распределения удельных нормальных давлений (а) и контактных сил трения (б) в радиально-окружной плоскости для круглых образцов (1-ый проход, армо-железо): 1 –  $P_y = 1350$  Н; 2 –  $P_y = 1100$  Н

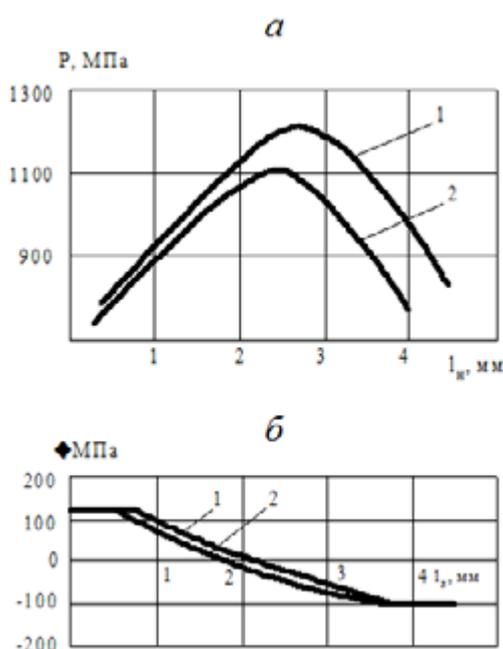


Рис.6 – Эпюры распределения удельных нормальных давлений (а) и контактных сил трения (б) в радиально-окружной плоскости для круглых образцов (1-ый проход, сталь 45): 1 – без смазки; 2 – с применением сульфозрезола с керосином; 1 –  $P_y = 1350$  Н; 2 –  $P_y = 1100$  Н

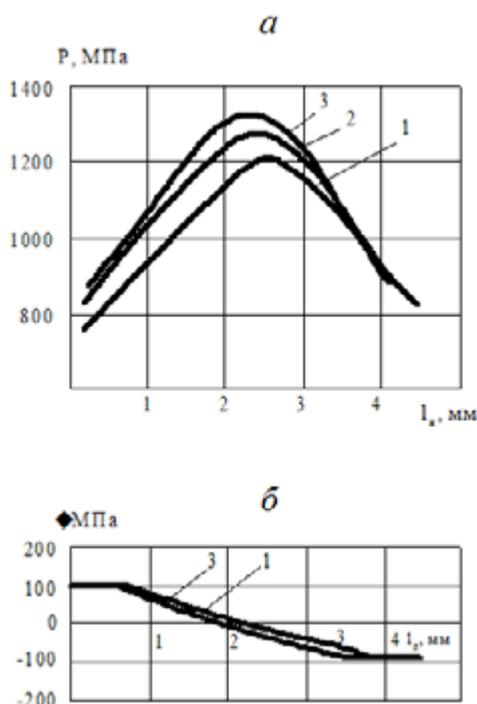


Рис.7 – Эпюры распределения удельных нормальных давлений (а) и контактных сил трения (б) в радиально-окружной плоскости для круглых образцов (Ст 5): 1 – 1<sup>ый</sup> проход; 2 – 3<sup>ий</sup> проход; 3 – 12<sup>ый</sup> проход

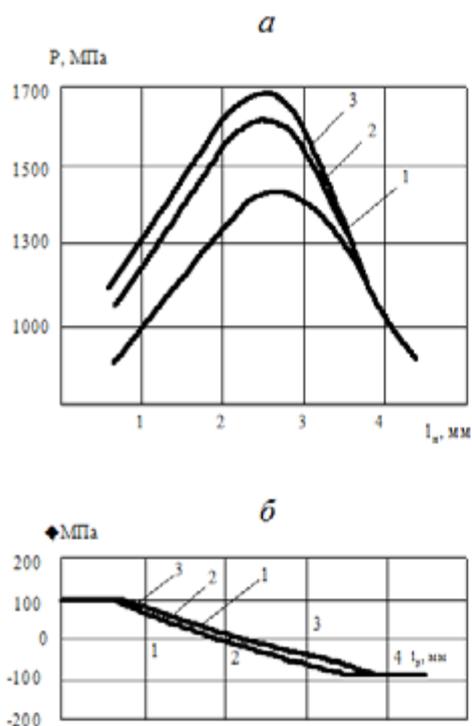


Рис.8 – Эпюры распределения удельных нормальных давлений (а) и контактных сил трения (б) в радиально-окружной плоскости для круглых образцов (сталь 45): 1 – 1<sup>ый</sup> проход; 2 – 3<sup>ий</sup> проход; 3 – 12<sup>ый</sup> проход

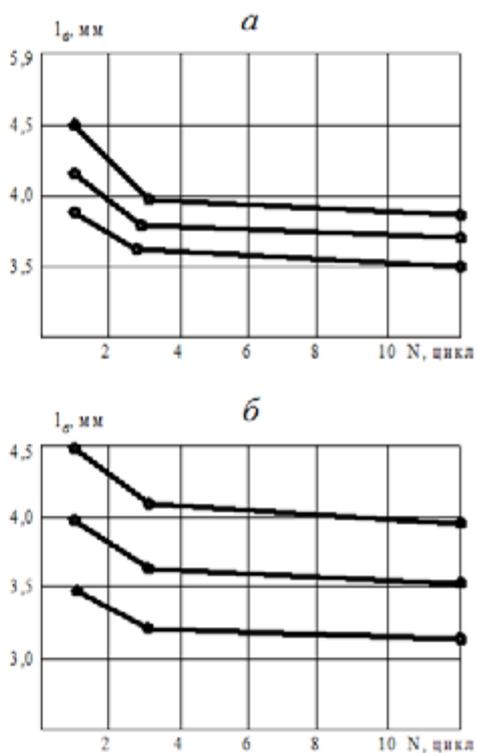


Рис.9 – Изменение длины дуги контакта для первого и последующих проходов ролика: а – для стали 45; б – для стали Ст 5

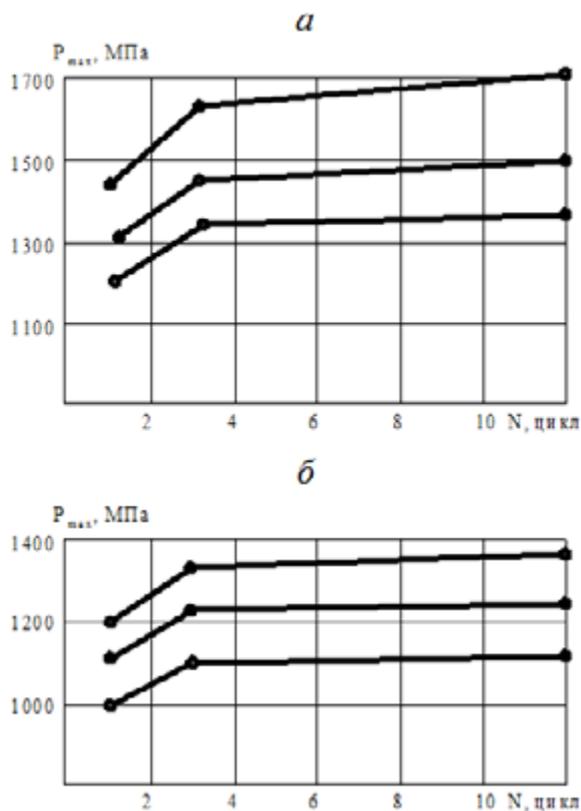


Рис.10 – Изменение максимальных удельных нормальных давлений для первого и последующих проходов ролика: а – для стали 45; б – для Ст 5

Обработка осциллограмм по градуировочным графикам месдоз позволила построить эпюры распределения удельных нормальных давлений и контактных сил трения в радиально-окружной плоскости ролика при различных проходах (рисунки 7, 8).

Характер эпюр удельных нормальных давлений одинаков для всех проходов дефор-мирующего ролика, однако происходит изменение длин дуг контакта (рисунок 9).

Так как в процессе обкатывания происходит упрочнение деформированного слоя, т.е. увеличение предела текучести на сдвиг и растяжение, а также изменение других механических свойств, то возрастает сопротивление деформированию при последующих проходах ролика. Это вызывает уменьшение длин дуг контакта и увеличение удельных нормальных давлений при постоянной радиальной составляющей усилия обкатывания (рис. 10). Таким образом, этот процесс интенсивно происходит на первых трех проходах ролика. При последующих проходах интенсивность упрочнения замедляется. Это вызывает меньшее изменение длин дуг контакта и удельных нормальных

давлений.

#### Библиографический список

1. Горохова М.Н. Комбинация методов упрочнения и пластического деформирования // Сборник докладов и материалов 9 конгресса «Кузнец – 2009»: «Состояние, проблемы и перспективы развития кузнечно-прессового машиностроения, кузнечно-штамповочного производства и обработки материалов давлением». – Рязань: ОАО «Тяжпрессмаш», 2009. - С. 233-238.

2. Горохова М.Н., Барковский Ю.Б. // Комбинированный метод электромагнитной наплавки и поверхностного пластического деформирования. Ремонт, восстановление, модернизация. – Москва, 2007. - №1. - С. 12-14.

3. Горохова М.Н. Граничные условия при обкатывании роликами при комбинации наплавки и пластического деформирования // Сборник докладов и материалов 9 конгресса «Кузнец – 2009»: «Состояние, проблемы и перспективы развития кузнечно-прессового машиностроения, кузнечно-штамповочного производства и обработки материалов давлением». – Рязань: ОАО «Тяжпрессмаш», 2009. - С. 221-225.

#### УДК 621.311.1

*Т.Н. Васильева, д-р техн. наук, профессор,  
Л.В. Аронов, соискатель,  
Рязанский государственный агротехнологический  
университет имени П. А. Костычева*



## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПОТЕРИ МОЩНОСТИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ ПРИ НЕСИММЕТРИИ НАПРЯЖЕНИЯ

Несимметрия токов и напряжений в сетях электроснабжения вызывается различными причинами: несимметричной нагрузкой или однофазными электроприемниками, разбросом коэффициентов трансформации и сопротивлений линий и т.д. По отношению к потребителю эти причины делятся на внешние и внутренние. Внешние причины обусловлены тем, что генераторы электрических станций не могут создать идеально симметричный режим; сопротивления фаз линий электропередачи и коэффициенты трансформации трансформаторов отличаются друг от друга; у соседних потребителей имеется мощная несимметричная нагрузка. Внутренние причины обусловлены од-

нофазными электроприемниками и трёхфазными приемниками с несимметричной нагрузкой.

Несимметрия напряжений отрицательно влияет на работу потребителей и приводит к дополнительной потере мощности в сетях электроснабжения. В процессе проектирования необходимо оценить уровень несимметрии напряжений и, в дальнейшем, в процессе эксплуатации вести постоянный её мониторинг. В связи с этим, целесообразно аналитически определять влияние несимметрии напряжения на потери мощности в электрической распределительной сети.

Дополнительные потери мощности от несимметрии напряжений в асинхронном двигателе

определяются по формуле [1]:

$$\Delta P_{2AD} = 2,41 \cdot K_{2U}^2 \cdot k_{AD} \cdot P_H \cdot 10^{-4}, \quad (1)$$

Где  $P_H$  – номинальная мощность асинхронного двигателя;

$K_{2U}$  – коэффициент несимметрии напряжений;

$k_{AD}$  – безразмерный коэффициент, зависящий от номинальной мощности.

В синхронных двигателях дополнительные потери мощности рассчитываются, как:

$$\Delta P_{2CD} = k'_{cm} \cdot K_{2U}^2 \cdot P_H \cdot 10^{-4}, \quad (2)$$

где  $k'_{cm}$  – безразмерный коэффициент, значение которого зависит от наличия или отсутствия успокоительной обмотки;

В конденсаторных установках дополнительные потери мощности рассчитываются по выражению:

$$\Delta P_{2KV} = Q_H \cdot K_{2U}^2 \cdot tg\delta \cdot 10^{-4}, \quad (3)$$

где  $Q_H$  – номинальная мощность конденсаторной установки, квар;

$\delta$  – угол диэлектрических потерь.

Трансформаторы применяются в сетях электроснабжения для повышения или понижения напряжения, измерения напряжения или тока, в качестве элемента измерительной цепи. Трансформаторы с коэффициентом трансформации, равным единице, применяются для создания гальванической развязки. Учитывая, что потери холостого хода  $\Delta P_{XX}$  принимаются пренебрежимо малыми, дополнительные потери активной мощности трансформаторов определяются по формуле:

$$\Delta P_{2TP} = \left( \Delta P_{XX} + \frac{\Delta P_{K3}}{u_{K3}^2} \right) \approx \frac{\Delta P_{K3} \cdot K_{2U}^2 \cdot 10^{-4}}{u_{K3}^2}. \quad (4)$$

Здесь  $\Delta P_{K3}$  – потери короткого замыкания, кВт;

$u_{K3}$  – напряжение короткого замыкания, %.

В линии электропередачи активное сопротивление фазы  $r$  одинаково как для прямой, так и для обратной последовательностей. Дополнительные потери активной мощности (в кВт) определяются по формуле

$$\Delta P_{2ЛЭЛ} = 3I_2^2 r = 0,3I_2^2 \cdot r \cdot 10^{-4}, \quad (5)$$

где  $I_2$  – ток обратной последовательности.

Математической моделью для расчета дополнительной потери мощности от несимметрии напряжений распределительной электрической сети сельскохозяйственного потребителя является:

$$\Delta P_{2СЕТИ} = \Delta P_{2AD} + \Delta P_{2CD} + \Delta P_{2KV} + \Delta P_{2TP} + \Delta P_{2ЛЭЛ}, \quad (6)$$

Для примера, рассчитаем зависимость дополнительной потери мощности силового трансформатора от номинальной мощности и несимметрии, результат представим в виде графиков, рисунок 1.

Графики построены для стандартного ряда номинальных мощностей трансформаторов  $S_n=25, 40, 63, 100, 160, 250, 400, 630$  кВ·А, значения коэффициента несимметрии изменяются от 0 до 4%, что соответствует верхней допустимой границе коэффициента несимметрии [1].

Рассмотрим более тяжелый случай (рисунок 2), когда коэффициент несимметрии превышает предельно допустимый уровень.

Покажем графики дополнительных потерь в режиме сильной несимметрии, превышающей предельно допустимый уровень.

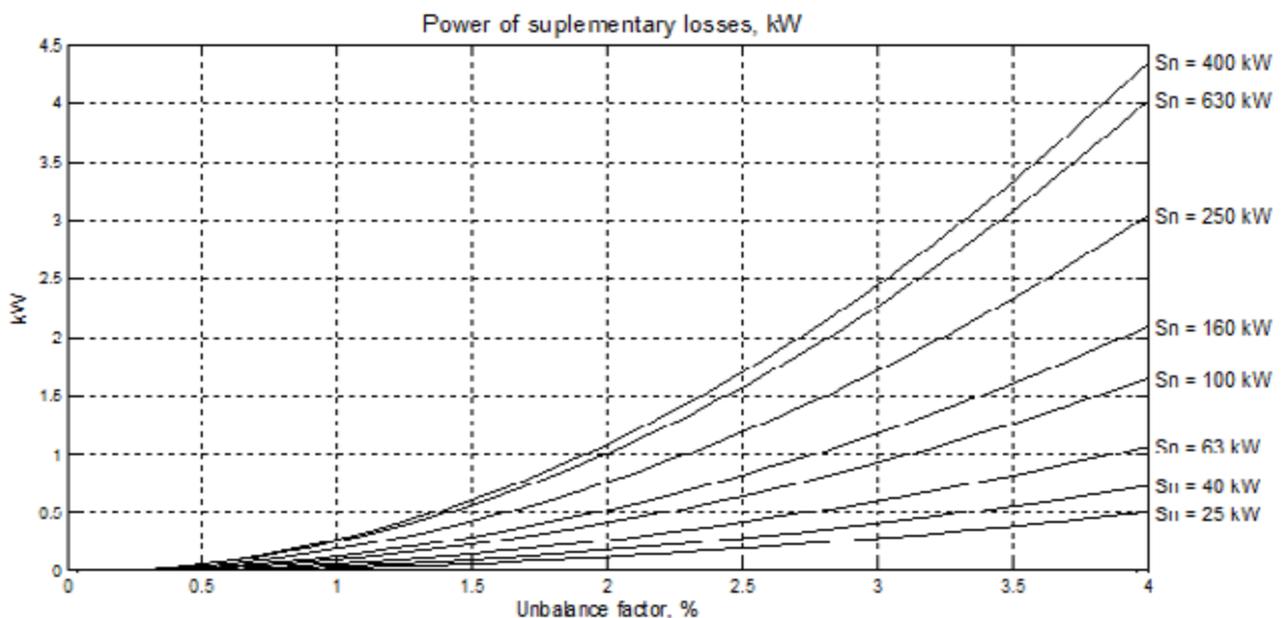


Рис. 1 – Дополнительные потери мощности, обусловленные несимметрией

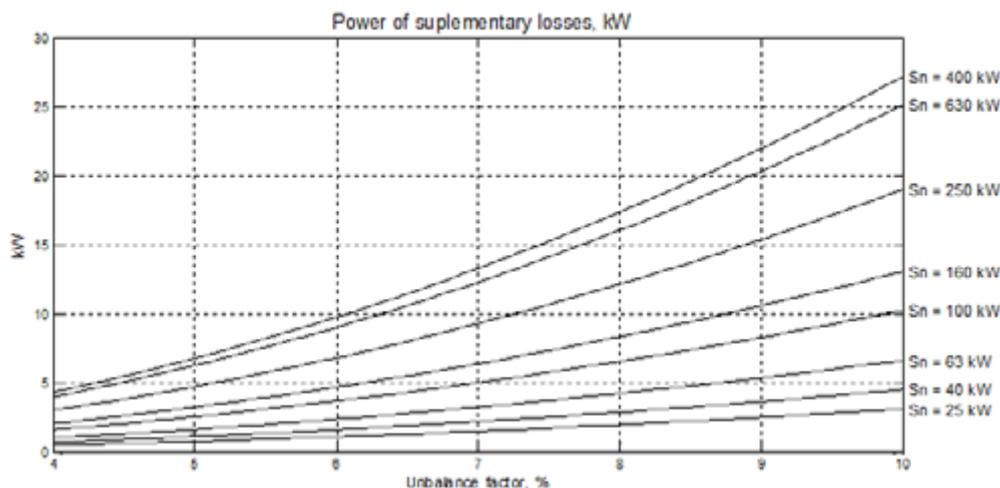


Рис. 2 – Дополнительные потери мощности, обусловленные несимметрией, превышающей предельно допустимый уровень

Превышение коэффициента несимметрии в 2,5 раза (рисунок 2) ведет к превышению потерь при предельно допустимом уровне (2%) примерно в 5 раз, или потерь при предельном рекомендуемом (4%) в 20-22,5 раза.

Разработанная математическая модель позволяет рассчитывать зависимости дополнительной потери мощности от несимметрии напряжений в распределительной электрической сети для элементов, являющихся трехфазными электроприемниками, т.е. для системы электроснабжения в целом. Данная модель может быть реализована на ЭВМ и расчет потери электроэнергии может производиться для различных трехфазных электроприемников в любом сочетании.

#### Выводы

1. Разработанная математическая модель позволяет рассчитывать дополнительные потери, вызванные несимметрией и несинусоидальностью для основных элементов трёхфазной электрической

сети: двигателей синхронных и асинхронных, трансформаторов, конденсаторных установок, линий электропередачи.

2. Степень воздействия несимметрии напряжений зависит от конструктивных особенностей конкретного устройства.

4. В среднем при увеличении коэффициента несимметрии от рекомендуемого значения (2%) до предельного (4%) дополнительные потери увеличиваются в 4-4,5 раза.

#### Библиографический список

1. Кузнецов В. Г. Электромагнитная совместимость. Несимметрия и несинусоидальность напряжения [ Текст ] / В. Г. Кузнецов, Э. Г. Куренный, А. П. Лютый. – Донецк, Донбасс, 2005 – 248 с.

2. ГОСТ 13109-97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. [ Текст ] – М. : Стандартинформ – 2006 – 31 с.

УДК 621.432 (075.8)

*В.И. Жигин, канд. техн. наук, доцент, Рязанское ВВДКУ*

*А.М. Кравченко, д-р техн. наук, профессор, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева*



## СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ТОПЛИВА АВТОМОБИЛЬНОГО ДИЗЕЛЯ



При эксплуатации автотранспортных средств (АТС) в условиях высокой температуры окружающей среды температура топлива в канале ТНВД

системы питания топливом дизеля может достигать 95°C. В результате снижения массовой цикловой подачи топлива происходит снижение мак-

симальной мощности дизеля более чем на 10%, что значительно снижает его эксплуатационные характеристики.

При температуре топлива, поступающего в цилиндр, близкой 90°C параметры рабочего процесса имеют наилучшее значение [1]. Наиболее рациональным способом обеспечения заданной температуры топлива для автотранспортных дизелей является утилизация теплоты охлаждающей жидкости (ОЖ) из системы охлаждения. Основным недостатком известных аналогов промышленных образцов теплообменников является необходимость значительного потребления электроэнергии из бортовых источников АТС. Кроме того, отсутствует возможность снижения экстремальных значений температуры топлива.

Разработанная в РВВДКУ термокомпенсирующая топливная система наиболее эффективна на режиме работы силовой установки по внешней скоростной характеристике в условиях высокой температуры окружающей среды, при этом система потребляет электроэнергию с бортовых источников АТС только на питание датчиков температуры, привод электромагнитного клапана перепуска топлива и штатной электрической схемы управления работой предпускового подогревателя (ПП). При этом обеспечивается требуемая надежность работы термокомпенсирующей топливной системы и не требуется больших материальных затрат и трудоемкости для монтажа. На рисунке 1 представлена принципиальная схема предлагаемой термокомпенсирующей топливной системы, защищенная патентом №120150.

Термокомпенсирующая топливная система работает следующим образом. Топливо поступает из топливного бака 1 в фильтр грубой очистки 2, топливоподкачивающий насос 3, фильтр тонкой очистки 4 и далее в жидкостно-жидкостный теплообменник 5. Из топливного контура теплообменника 5 топливо поступает в канал ТНВД 7. Из ТНВД 7 избыточное топливо через перепускной клапан 8 и открытый электромагнитный клапан 9 сливается в бак 1. Часть избыточного топлива отводится во внутренний топливный контур и поступает в топливопровод на вход в ТПН 3. Поступление охлаждающей жидкости во второй контур теплообменника 5 осуществляется из рубашки охлаждения компрессора 13 тормозной системы автомобиля через двухклапанный термостат 15. Из теплообменника охлаждающая жидкость поступает через двухклапанный термостат 14 в расширительный бачок 12.

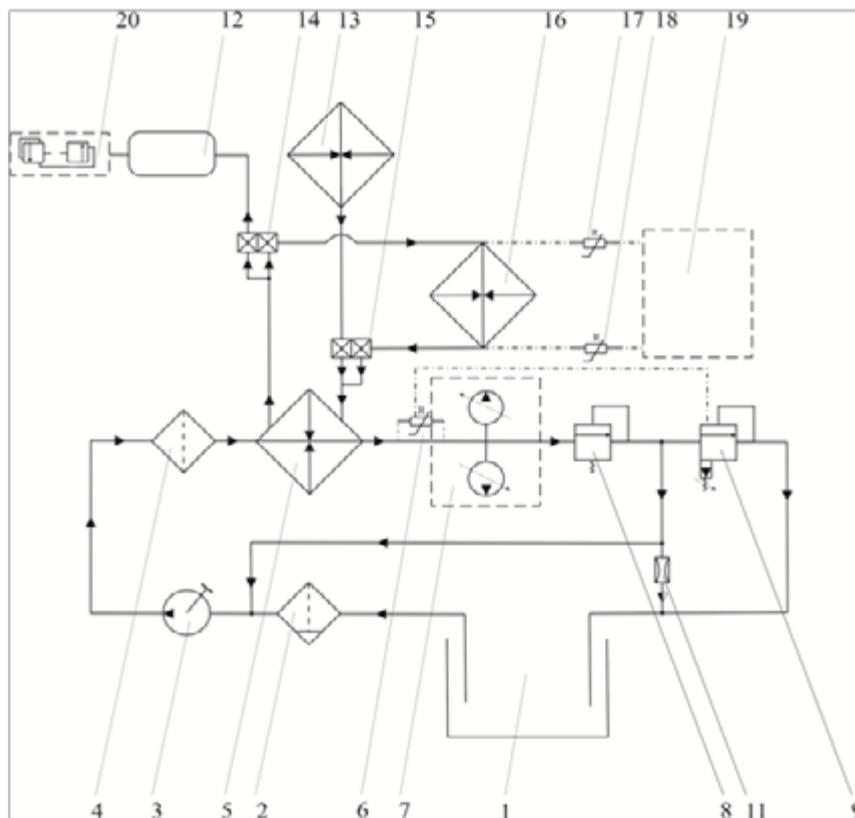
Конструктивно тепловые характеристики теплообменника подобраны таким образом, что он обеспечивает стабильную температуру топлива 90°C в диапазоне ее изменения от 20°C до 95°C при температуре ОЖ от 40°C до 90°C. При температуре топлива ниже 80°C на входе в ТНВД 7 по сигналу датчика-терморезистора 6 через блок усиления электромагнитный клапан 9 отключает

магистраль слива избыточного топлива и все избыточное топливо поступает во внутренний топливный контур: топливо из ТНВД 7 через перепускной клапан 8 поступает по топливопроводу внутреннего контура на вход в топливоподкачивающий насос 3. В топливный бак 1 отводятся паровые фазы через дроссель 11. В результате обеспечивается снижение мощности, необходимой на нагрев топлива в теплообменнике 5.

Упор рейки ТНВД 7, ограничивающий максимальную подачу топлива и установленный в постоянное положение корректирования цикловой подачи топлива, обеспечивает увеличение объемной максимальной цикловой подачи таким образом, что сохраняется масса топлива, которая должна поступать в цилиндры при номинальной нагрузке.

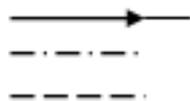
Работа от ПП: при снижении температуры ОЖ до 80°C двухклапанные термостаты 14 и 15 переключают контур охлаждающей жидкости теплообменника 5 на котел ПП 16. ОЖ с выходного патрубка котла ПП 16 через термостат 15 поступает на вход теплообменника 5 и через термостат 14 ОЖ подводится к входному патрубку котла 16. На теплообменнике ПП 16 установлен штатный датчик 18. В штатной схеме контакты датчика 18 включены в цепь терморегулятора температуры кабины со встроенным реле. Датчик 18 переключают на блок управления электрической схемы 19 ПП. Контакты датчика 18 замыкаются при температуре ОЖ в системе плюс 40°C, и в таймере штатной электрической схемы 19 ПП блокируется кнопка «Подогрев» – немедленной выдачи сигнала на включение котла ПП 16. Горение будет продолжаться до тех пор, пока температура ОЖ не достигнет заданного значения, после чего контакты штатного датчика температуры 17 самого ПП разомкнутся, и топливный электромагнитный клапан обесточивается, подача топлива и горение прекращаются. При снижении температуры ОЖ ниже заданного предела контакты датчика 17 замкнутся и вновь произойдет розжиг ПП, как и при работе штатной системы предпускового подогрева. При повышении температуры ОЖ выше 85°C термостаты 14 и 15 переключат контур ОЖ теплообменника на поступление ОЖ из рубашки охлаждения компрессора 13 в расширительный бачок 12. Система предпускового разогрева при этом находится в режиме немедленной выдачи сигнала на включение ПП по сигналу датчика 17.

На рисунке 2 представлена экспериментальная оценка эффективности термокомпенсирующей топливной системы. Стабилизация температуры топлива в магистрали низкого давления системы питания дизеля КамАЗ 740.56-320 позволила обеспечить рациональные значения эффективных показателей при изменении температуры подаваемого топлива в диапазоне от 20°C до 90°C, при этом снижение мощности не превышает 3% и крутящего момента – 2% от номинальных значений.



1 – бак топливный; 2 – фильтр грубой очистки топлива; 3 – топливоподкачивающий насос; 4 – фильтр тонкой очистки топлива; 5 – теплообменник; 6,17,18 – датчики-терморезисторы; 7 – топливный насос высокого давления; 8 – клапан перепускной; 9 – клапан с электромагнитным управлением прямого действия; 11 – дроссель; 12 – бачок расширительный; 13 – рубашка охлаждения компрессора; 14,15 – термостаты двухклапанные; 16 – котел ПП; 19 – схема электрическая ПП; 20 – клапан паровоздушный

Рис. 1 – Схема термокомпенсирующей топливной системы



направление потока;  
связь электрическая (через усилитель сигнала);  
обозначение устройства.

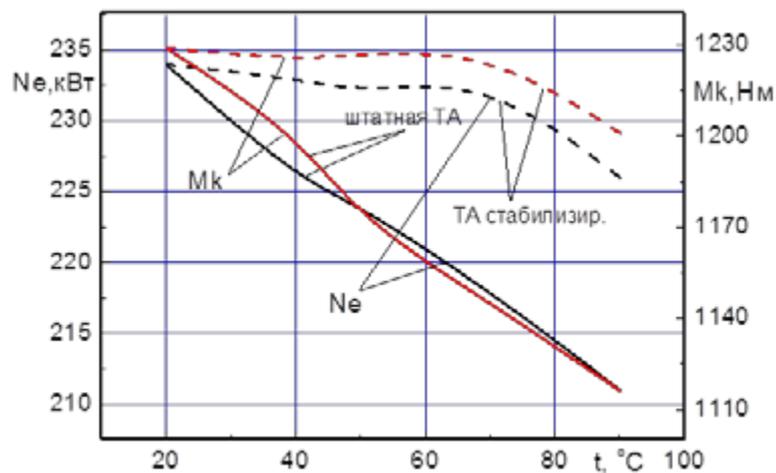


Рис. 2 – Изменение номинальной мощности и максимального крутящего момента дизеля Ка-МАЗ-740.56-320 в зависимости от температуры топлива при штатной топливной аппаратуре и с термокомпенсирующей топливной системой

**Выводы**

Предлагаемая конструкция термокомпенсирующей топливной системы может быть с успехом применена при эксплуатации АТС в экстремальных условиях (при повышенной температуре окружающей среды). Направлениями дальнейших исследований считаются установление оптимальных значений конструктивных параметров и рабочих режимов устройства.

УДК 629.113.004.53

*Г.Д. Кокорев, канд. техн. наук, доцент,  
Рязанский государственный агротехнологический университет  
имени П. А. Костычева*

## СПОСОБ ОТБОРА РАЦИОНАЛЬНОЙ СОВОКУПНОСТИ ОБЪЕКТОВ, ПОДЛЕЖАЩИХ ТЕХНИЧЕСКОМУ ДИАГНОСТИРОВАНИЮ

**Библиографический список:**

1. Файнлеб Б.Н. Топливная аппаратура авто-тракторных дизелей: Справочник. – Л.: Машиностроение. 1990.
2. Двигатели внутреннего сгорания: Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей: Учебник для студентов вузов/ В.П. Алексеев, В.Ф. Воронин, Л.В. Грехов и др.; Под общей ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. – 4-е изд., - М.: Машиностроение, 1990.

Выбор параметров, подлежащих техническому диагностированию, должен формироваться с учетом задач, стоящих перед контролем технического состояния. В общем виде система должна определять, исправен или неисправен объект контроля и, соответственно, можно или нельзя продолжать эксплуатацию образца мобильного транспорта (МТ), отслеживать динамику изменения технического состояния объекта и образца МТ в целом.

Установлено [1,3], что условием и начальным этапом, предшествующим выбору диагностических параметров, должно быть обоснование состава объектов контроля. Методически выбор объектов для технического диагностирования должен в наибольшей степени отражать всю сумму значимых эксплуатационных факторов. Выбор объектов контроля можно рассматривать как задачу разделения исходного множества

$\bar{R}_0$  на два непересекающихся подмножества:

$$\bar{R}_0 = R_K \cup R_H \quad (1)$$

$$\text{где } R_K = \bigcup_{j=1}^K R_j -$$

подмножество, состоящее из объектов, подлежащее техническому диагностированию;

$R_H = \bigcup_{j=K+1}^P R_j$  – подмножество, состоящее из объектов, не подлежащих техническому диагностированию;

– общее число первоначально выделенных объектов диагностирования.

Рассмотрим построение методического аппарата отбора объектов, подлежащих техническому диагностированию. Для этого сформируем комплекс критериев отбора таким образом, чтобы он в полной мере опирался на уже созданную информационную базу эксплуатации МТ в отношении надежности узлов МТ, последствий и возможностей выявления отказов, затрат и условий их устранения.

При этом критерии должны отвечать следующим основным требованиям:

– критерий должен иметь количественную характеристику;

– значения критерия должны определяться достаточно точно без значительных затрат средств и времени;

– критерий должен базироваться на получаемых при эксплуатации и испытаниях образцов МТ исходных данных.

МТ как совокупность объектов диагностирования может быть представлен не единственным образом. Рациональная структура объектов контроля должна обеспечиваться достоверными исходными данными эксплуатации автомобилей в рассматриваемых условиях.

Учитывая сложившуюся систему сбора данных по результатам подконтрольной эксплуатации и испытаний МТ, образец МТ можно представить как сложную систему, состоящую из отдельных подсистем (двигатель, электрооборудование и др.), которые в свою очередь подразделяются на множество узлов и деталей. Все эти составные части образца МТ представляют собой объекты диагностирования. Структурная модель образца МТ представлена на рисунке 1.

Применение модели позволит систематизировать исходные данные и на их основе выявить объекты, которые следует диагностировать в первую очередь. В качестве объекта диагностирования (ОД) рассматривается узел, агрегат или их совокупность, имеющие отказы в эксплуатации.

Для формирования целесообразной совокупности объектов проанализируем информационную базу наиболее значимых факторов, определяющих отбор ОД. Структура информационной базы, построенная на основе целевого подхода [2] и анализа опыта эксплуатации и испытаний МТ, представлена на рисунке 2.

Анализ структуры базы и итеративный перебор количественных оценок позволяют сформировать критерии отбора с учетом предъявляемых к ним требований и перейти к расчету ОД по исходным эксплуатационным данным. В дальнейшем необходимо получить количественные оценки и по выбранным критериям проранжировать их по множеству объектов.

Затем в зависимости от общей суммы рангов, полученной каждым объектом, и последующей оценки результатов ранжирования выявляется со-

вокупность объектов, которую целесообразно диагностировать.

Анализ структуры информационной базы показал, что не по каждому фактору могут быть получены эксплуатационные данные и определен соответствующий критерий. Поэтому для практического использования отобраны лишь два фактора, для которых известно количественное значение и накоплены исходные данные.

Для анализа последствий отказов сравниваемых объектов диагностирования в процессе эксплуатации предлагается использовать критерий  $B_j$  относительной весомости отказа объекта (подсистемы) [3]:

$$B_i = \frac{1}{L} \sum_{j=1}^M n_{ij} K_{ij} (Z_{ij} \tau_{ij} + C_1), \quad (2)$$

где  $M$  – количество отказов  $j$ -го ОД на пробеге  $L$ ;

$n_{ij}$  – число  $j$ -х одноименных отказов  $i$ -го ОД на данном пробеге;

$K_{ij}$  – коэффициент влияния ОД на работоспособность образца МТ;

$Z_{ij}$  – средняя величина заработной платы специалистов ремонтного подразделения при устранении  $i$ -го отказа  $i$ -го ОД, руб./чел.-ч;

$\tau_{ij}$  – средняя трудоемкость устранения  $j$ -го отказа  $i$ -го ОД, чел.-ч;

$C_1$  – стоимость заменяемых при  $l$ -ом текущем ремонте узлов или деталей (в общем случае  $l \neq M$ ), руб.

В таблице даны значения коэффициента  $K_{ij}$  [3]

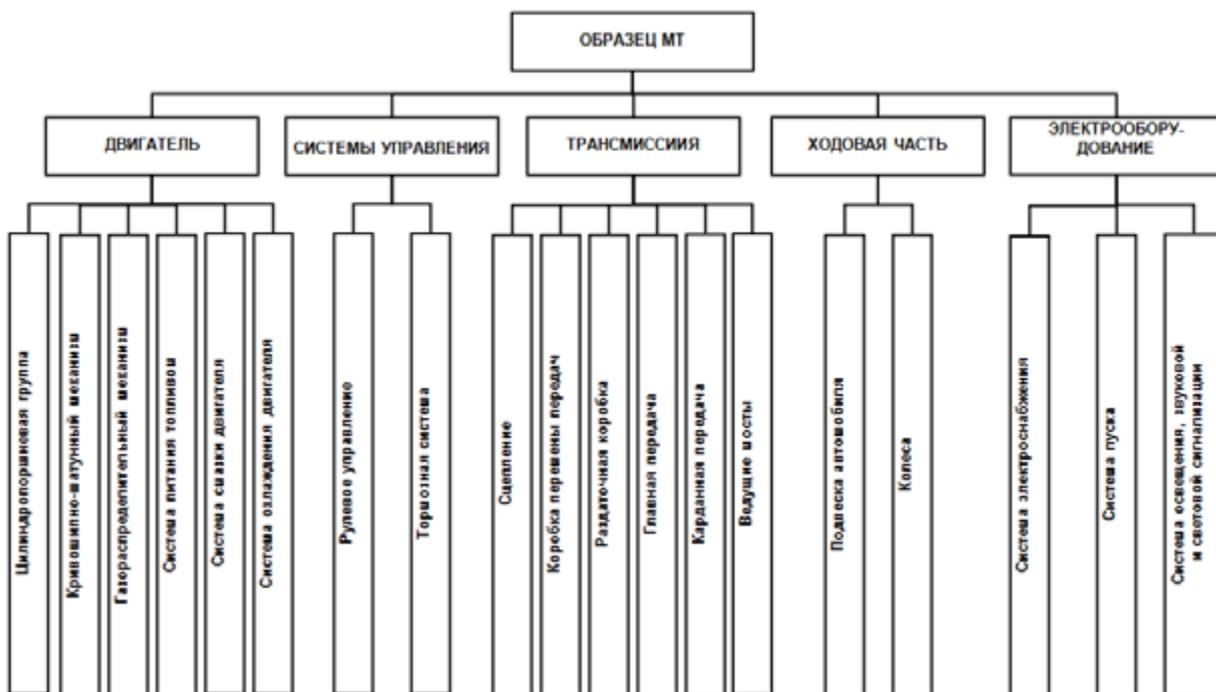


Рис. 1 – Структурная модель образца МТ

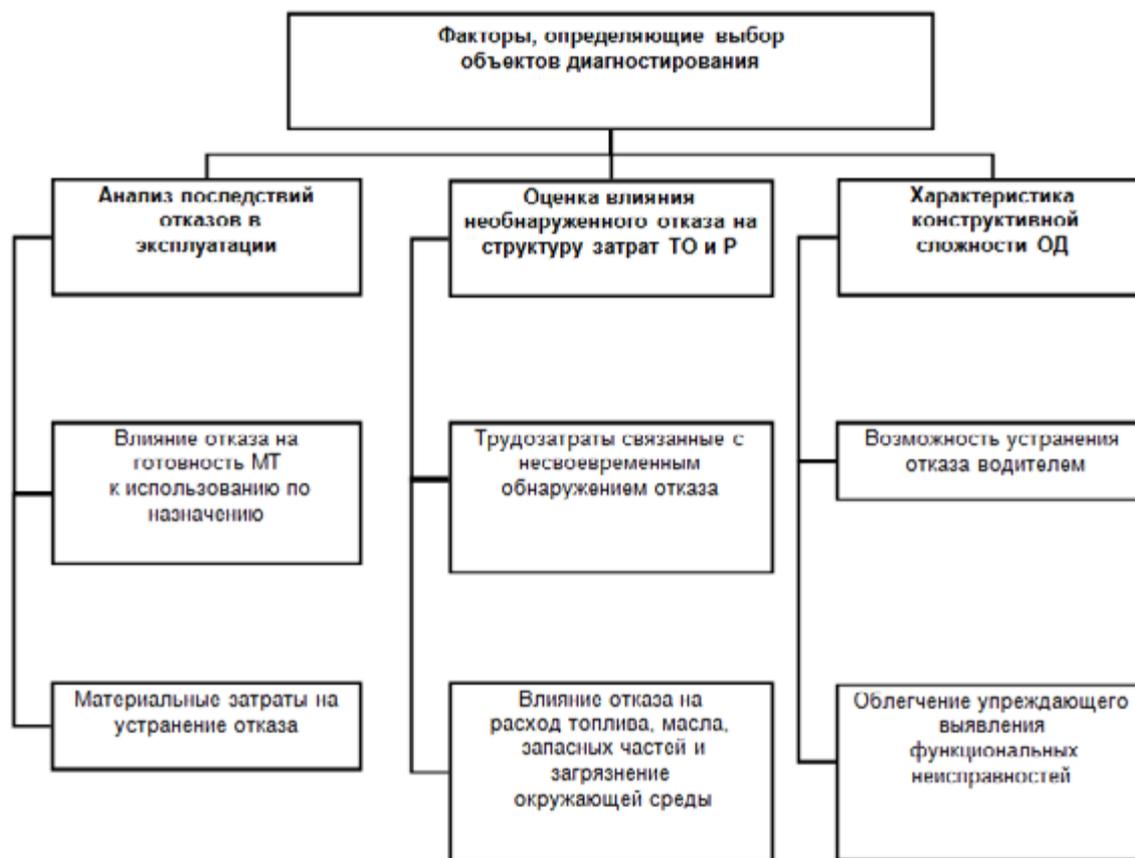


Рис. 2 – Структура информационной базы формирования оценки целесообразности диагностирования объектов

в зависимости от последствий отказа. Коэффициент характеризует значимость  $j$ -го отказа при эксплуатации  $i$ -го ОД и влияние его последствий на работоспособность образца МТ в целом.

Критерий  $B_{ij}$  характеризует потери времени и удельные материальные затраты на устранение  $j$ -го отказа  $i$ -го объекта диагностирования с учетом его влияния на работоспособность образца МТ.

Таблица – коэффициент  $K_{ij}$  влияния  $j$ -го отказа  $i$ -го объекта диагностирования на работоспособность образца МТ

Последствия $j$ -го отказа $i$ -го объекта диагностирования	Значение $K_{ij}$
Нарушение функционирования систем и ухудшение функциональных качеств МТ без потери его работоспособности в целом	0,05-0,1
Эксплуатация образца МТ с неисправностями, определяющими вероятный дорожный отказ на пробеге между очередными ТО и ухудшение технико-экономических показателей по отношению к требованиям технической документации	0,1-0,2
Эксплуатация с ухудшенными технико-эксплуатационными характеристиками образца МТ на предельных и аварийных режимах за счет повышения частоты выполнения водителем управляющих воздействий с приложением дополнительных усилий, а также при ускоренном износе узлов или с угрозой для безопасности движения или экологии	0,2-0,4
Дорожный отказ, то есть полная потеря работоспособности и невозможность продолжения движения	0,4-0,6
Тяжелые последствия отказа, повлекшие значительные затраты на восстановление (например, выход из строя двигателя, ДТП и др.)	0,6-1

В качестве характеристики конструктивной сложности ОД предлагается использовать долю отказов неустранимых водителем, при условии наличия запасных частей и отсутствии специального оборудования [3]:

$$V_i = \frac{H_i}{M_i}, \quad (3)$$

где  $H_i$  - количество отказов  $i$ -го объекта диагностирования неустранимых водителем;

$M_i$  - общее количество отказов  $i$ -го объекта диагностирования.

По результатам расчета приведенных критериев строится матрица следующего вида:

– строки матрицы соответствуют наименованиям объектов контроля; столбцы матрицы соответствуют обозначениям показателей и рангов;

– на каждом пересечении строки и столбца проставляется численное значение показателя для конкретного ОД и его ранга;

– последняя пара столбцов содержит общую сумму рангов и место ОД по отношению к другим.

Анализируя содержание таблицы и общее место, занятое конкретным объектом, а также учитываемая равнозначность критериев между собой [4], на заключительном этапе отбирается состав объектов контроля, подлежащих диагностированию.

#### Библиографический список

1. Периодичность контроля технического состояния мобильной сельскохозяйственной техники/ Кокорев Г. Д. [и др.] // Научный журнал КубГАУ – 2012. - № 81(07). – С. 390-400

2. Райзберг Б.А. Программно-целевое планирование и управление./ Б.А. Райзберг – Инфра-М, 2002. – 428 с.

3. Никитин Е.А., Станиславский Л.В. Диагностирование изделий./ Е.А. Никитин, Л.В.Станиславский – М.: Машиностроение, 1987. – 224 с.

4. Аксенов П.В. Системный подход в задачах проектирования, исследования и испытания автомобилей./ П.В. Аксенов - М.: Минавтосельхозмаш, 1990. – 16 с.

#### УДК 631.356

*Г.К. Рембалович, канд. техн. наук, доцент,  
И.А. Успенский, д-р техн. наук, профессор,  
А.А. Голиков, аспирант,  
Р.В. Безносок, ассистент,  
Р.К. Ахмедов, студент,  
Рязанский государственный  
агротехнологический университет имени  
П. А. Костычева*



### АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫМ МАШИНАМ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИХ РАБОТЫ В УСЛОВИЯХ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ



Методики проведения испытаний отечественной и зарубежной сельскохозяйственной техники в Российской Федерации разработаны специально для машиноиспытательных станций (МИС).

Данные документы разрабатываются в рамках Ассоциации испытателей сельскохозяйственной техники и технологий (АИСТ); их рекомендуется применять повсеместно.

В настоящее время в стандартах для испытаний новой техники заложена оценка показателей в соответствии с их значениями, указанными в техническом задании (ТЗ) на разработку. Причем ТЗ разрабатываются и утверждаются самими разработчиками и изготовителями сельскохозяйственной техники, без согласования с Минсельхозом России, и в ТЗ закладываются лишь легко выполнимые требования. Поэтому прошедшие стандартные испытания машины не удовлетворяют в полной мере требуемым нормам.

За весь период работы системы государственных МИС в нашей стране базой сравнения новых образцов сельскохозяйственной техники являлись:

- аналог;
- агротехнические требования (АТТ) на испытываемую машину;
- аналог, агротехнические требования (АТТ) и международные требования;
- техническое задание;
- агротехнические требования на процесс или машину, техническое задание.

В последние годы в РФ испытания проводятся на соответствие техническому заданию без сравнения с аналогом и с использованием АТТ и технических условий (ТУ).

Анализ многолетних данных по требованиям, заложенным в АТТ, ТЗ, ТУ показывает, в частности, что:

1. требования, заложенные в различных документах, не одинаковы;
2. за последние десятилетия прекратились разработки АТТ на большинство видов сельскохозяйственных процессов;
3. требования, заложенные в нормативных документах (АТТ, ТЗ и ТУ) не учитывают почвенных, погодных, сортовых особенностей культуры, назначения и сроков их уборки, что затрудняет испытание машин;

Из-за того, что существующая нормативная документация не рассматривает разнообразие условий применения техники на производстве, прекращены работы по разработке агротехнических требований, а в технические задания закладывается ограниченное количество показателей с учетом их возможного соблюдения, возникает необходимость в создании более эффективной базы сравнения при испытании новой сельскохозяйственной техники.

В Рязанском государственном агротехнологическом университете ведутся многолетние исследования технологий и средств машинного производства картофеля, и, в частности, его уборки [1-5]. Применяемые в качестве базы сравнения картофелеуборочных машин эксплуатационно-технологические показатели, заложенные в отраслевых АТТ, в реальных условиях эксплуатации на различных территориях Рязанской

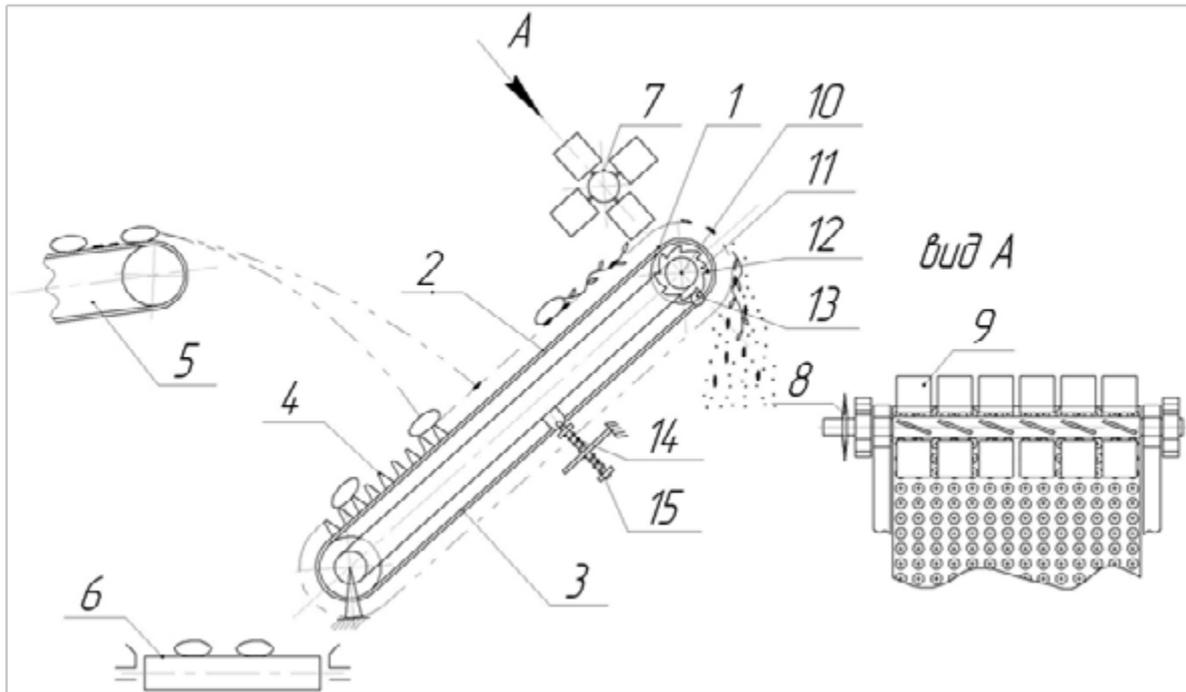
области недостаточно обоснованы. Поэтому в соответствии с планом НИР ФГБОУ ВПО РГАТУ по теме «Совершенствование технологических процессов, разработка и повышение надежности технических средств возделывания, уборки, транспортировки и хранения сельскохозяйственных культур в условиях ЦФО РФ», № гос. регистрации 01201174432, а также с планом научной работы «Разработка и внедрение перспективных средств механизации уборки картофеля в условиях сельскохозяйственных предприятий Рязанской области», выполняемой по заказу Министерства сельского хозяйства и продовольствия региона, перед группой исследователей под руководством профессора И.А. Успенского была поставлена задача: проанализировать показатели работы картофелеуборочных комбайнов классической (двухъярусной) компоновки в различных почвенных зонах Рязанской области, и на основании полученных результатов разработать эксплуатационно-технологические требования к ним, учитывающие тип почвы и погодные условия уборки. В качестве определяющего погодного фактора, влияющего на показатели работы машин, была принята влажность почвы. Результаты анализа представлены в таблице.

Анализировались показатели работы серийных картофелеуборочных комбайнов классической компоновки, а также показатели работы усовершенствованных картофелеуборочных машин, оснащенных комплектом рабочих органов для работы в тяжелых условиях, разработанных в Рязанском агротехнологическом университете. Комплект включает (для различных комбайнов могут поставляться различные комплектации) лопастной отбойный валик сепарирующей горки (патент на полезную модель №95960 от 20.07.2010) [6] (рисунок 1), встряхиватель сепарирующей горки (патент на изобретение с №2399191 от 20.09.2010) [7], интенсификатор сепарации основного элеватора (патент на изобретение №2438289 от 10.01.2012) [8] (рисунок 2), устройство для снижения повреждений на прутковом элеваторе (заявка на изобретение №2011105634 от 15.02.2011). Испытания проводились по методике, изложенной в СТО АИСТ 8.5-2010 «Испытание сельскохозяйственной техники. Машины для уборки и послеуборочной обработки картофеля. Методы оценки функциональных показателей».

Технология разработки базы сравнения заключается в следующем:

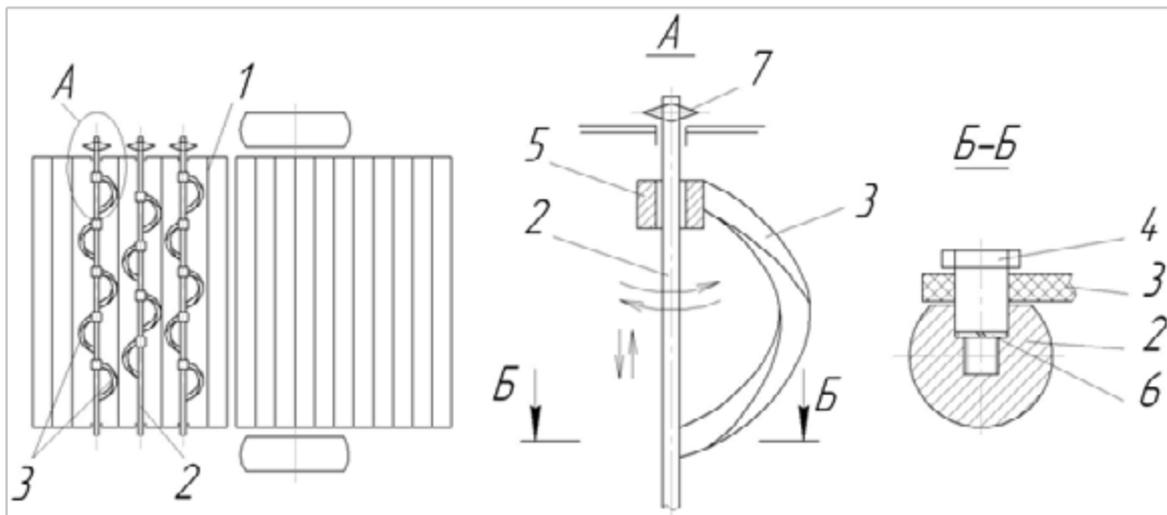
- анализируются данные испытаний группы машин в зависимости от типа почвы, влажности почвы, физико-механических свойств культуры и т.д. по всем показателям, предусмотренным нормативно-технической документацией (НТД) на виды испытаний;

– для каждой полученной группы выбирается максимально достигнутый уровень, он при-



1 – разделительная горка; 2 – рабочая поверхность транспортной ленты; 3 – обратная поверхность транспортной ленты; 4 – упругие пальцы; 5 – конвейер загрузки корнеклубнеплодов; 6 – конвейер выгрузки корнеклубнеплодов; 7 – отбойный валик; 8 – приводная звездочка отбойного валика; 9 – лопасти; 10 – приводной вал горки; 11 – диск; 12 – выступы; 13 – цилиндрический опорный ролик; 14, 15 – пружины сжатия.

Рис. 1 – Усовершенствованный орган вторичной сепарации уборочной машины



1 – просеивающий элеватор; 2 – приводной вал интенсификатора сепарирующего устройства; 3 – рабочий элемент интенсификатора; 4 – шарнир; 5 – промежуточная втулка; 6 – пружинная шайба; 7 – привод.

Рис. 2 – Схемно-конструктивное решение усовершенствованного органа первичной сепарации уборочной машины

Таблица – Показатели работы картофелеуборочных комбайнов, заложенные в нормативных документах

Основные показатели технологического процесса	Агротехнические требования (АТТ)	Влажность почвы, %	Комбайн DR-1500		Комбайн КПК-2-01	
			серийный	новый	серийный	новый
Тип, механический состав почвы			Серая лесная, средний суглинок		Чернозем выщелоченный, тяжелый суглинок	
Производительность, га/ч	не менее 0,3 (0,15 на рядок)	Ниже 16%	0,39	0,45	0,27	0,30
		16-23%	0,52	0,54	0,33	0,36
		Свыше 23%	0,28	0,35	0,20	0,26
Полнота отделения, %	не менее 80%	Ниже 16%	76,4	89,7	73,2	84,6
		16-23%	84,8	90,3	81,9	87,5
		Свыше 23%	69,2	82,4	67,7	80,6
Повреждения клубней, %	не более 10%	Ниже 16%	15,14	6,64	23,32	9,44
		16-23%	6,03	4,46	8,87	7,35
	не более 5%	Свыше 23%	6,15	3,67	7,95	4,87
Количество клубней, собранных в тару, %	не менее 97%	Ниже 16%	94,4	97,8	94,0	97,6
		16-23%	98,4	98,9	95,1	98,2
		Свыше 23%	93,7	97,3	92,0	97,2
Коэффициент использования сменного времени	не менее 0,60	Ниже 16%	0,64	0,69	0,58	0,62
		16-23%	0,77	0,80	0,65	0,68
		Свыше 23%	0,54	0,62	0,52	0,60

нимается за основу сравнения;

– достигнутые уровни всех показателей сводятся в таблицу по определенному типу машин для данных конкретных условий работы (в таблице представлен краткий перечень показателей);

– документ утверждается в Минсельхозе региона и становится базой сравнения для всех испытываемых машин (опытных, серийных, зарубежных) на территории региона;

– машина считается прошедшей испытания, если по всем показателям она выше достиг-

нутого уровня минимум на 7%;

– периодически уточняются и переутверждаются базы сравнения.

Результаты проведенных испытаний показывают, что на данном уровне развития техники за базу для сравнения эксплуатационно-технологических показателей картофелеуборочных машин в конкретных почвенно-климатических условиях Рязанской области необходимо принять показатели работы комбайнов, оснащенных комплектом рабочих органов для работы в тяжелых

условиях. В дальнейшем за базу для сравнения эксплуатационно-технологических требований предлагается взять достигнутый уровень основных показателей по испытываемым машинам [2]. База может дополняться, уточняться, в неё могут вноситься изменения в соответствии с полученными показателями испытаний машин в условиях конкретных территорий Рязанской области.

### Библиографический список

1. Борычев, С. Н. Оценка уровня эксплуатационной надежности технических средств, используемых при уборке картофеля. / Борычев С.Н., Успенский И.А., Бышов Н.В., Рембалович Г.К. // В журн. «Вестник РГАТУ». – 2009 г., № 4 стр. 40-42.
2. Рембалович, Г.К. Взаимозависимость характеристик повреждаемости клубней с параметрами технического состояния сельскохозяйственной техники в процессе производства картофеля. / Г.К. Рембалович, И.А. Успенский, Н.А. Рязанов Н.А. и др. // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011, №74(10), с. 881. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/10/pdf/21.pdf>
3. Рембалович, Г.К. Повышение надежности технологического процесса и технических

средств машинной уборки картофеля по параметрам качества продукции / Рембалович Г.К., Успенский И.А., Безносок Р.В., Рязанов Н.А., Селиванов В.Г. // В журн. «Техника и оборудование для села». – 2012 г., № 3 стр. 6-8.

4. Туболев, С.С. Инновационные машинные технологии в картофелеводстве России / С.С. Туболев, Н.Н. Колчин, Н.В. Бышов, И.А. Успенский, Г.К. Рембалович // В журн. «Тракторы и сельхозмашины». – 2012 г., № 10 стр. 3...5.
5. Успенский, И. А. Сепарирующая горка с лопастным отбойным валиком / И. А. Успенский, Р.В. Безносок, Г.К. Рембалович // В журн. «Вестник РГАТУ». – 2010 г., № 2 стр. 57-59.
6. Патент № 95960, RU, М.кл.2 А 01 D 33/08 Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей / Безносок Р.В., Бышов Д.Н., Рембалович Г.К. и др. – Оpubл. 20.07.2010, бюл. №20.
7. Патент № 2399191, RU, М.кл.2 А 01 D 33/08 Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей / Бышов Н.В., Борычев С.Н., Бойко А.И., Рембалович Г.К.. – Оpubл. 24.02.2009, бюл. №26
8. Патент №2438289, RU, М.кл.2 А 01 D 33/08 Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины / Рязанов Н.А., Успенский И.А., Рембалович Г.К. и др.. – Оpubл. 10.01.2012, бюл. №1

### УДК 631.3.004

**А.А. Симдянкин**, д-р техн. наук, профессор, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева,  
**Г.З. Кайкацишвили**, инженер, Российский ГАЗУ



## СМЕШИВАНИЕ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ТОПЛИВА



Известно, что для улучшения процесса сгорания необходимо «разбить» струю впрыскиваемого топлива на возможно более мелки

фракции [1]. Это достигается, например, за счет снижения коэффициента поверхностного натяжения жидкости при использовании эф-

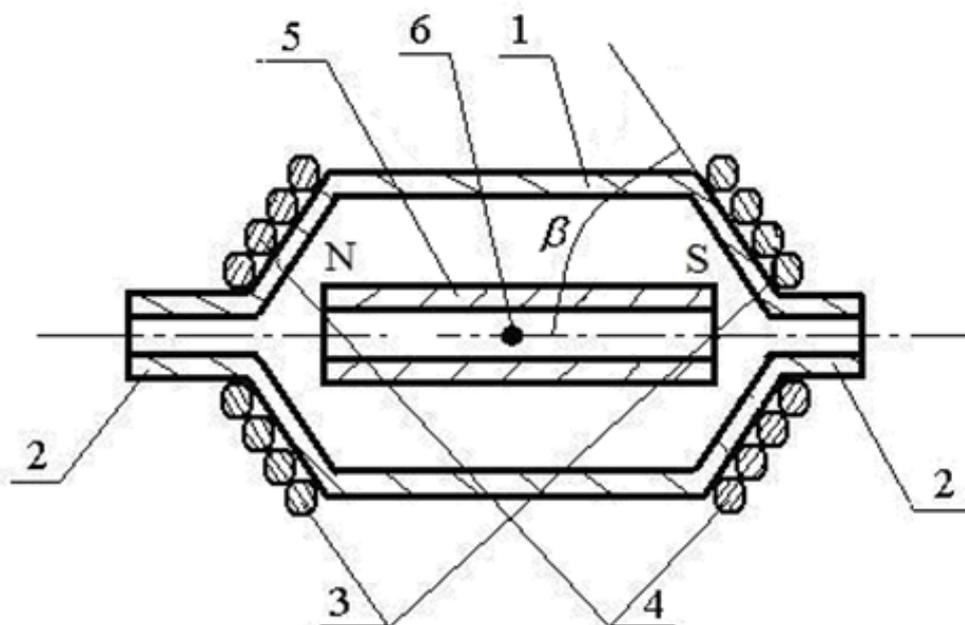
фекта кавитации [2]. Источником может быть пластина, располагающаяся в потоке топлива, частота колебаний которой будет лежать в требуемой зоне частот (8000-20000 Гц). Образующиеся при ее колебаниях вакуумные пузырьки, разрывая сплошность жидкости, будут способствовать снижению коэффициента поверхностного натяжения.

В рамках реализации данной идеи авторами была разработана конструкция устройства (рисунок 1), которое состоит из канала 1, в продольном сечении представляющего собой две зеркально установленные большими основаниями друг на друга трапеции, боковые поверхности которых образуют угол  $30^\circ < \beta < 90^\circ$  с продольной осью канала. На боковых поверхностях трапеций располагаются катушки индуктивности 3 и 4, индуцирующие магнитное поле в топливе, находящемся в канале 1, при подаче на них управляющего сигнала. Внутри канала коаксиально расположен постоянный магнит 5, свободно вращающийся вокруг оси 6, установленной в плоскости, перпендикулярной продольной оси канала 1 [3].

Работает устройство следующим образом: канал 1 подсоединяется через патрубки 2 к топливопроводу двигателя автомобиля, а также через тройник (на рисунках не показан) – к баку, например, с биотопливом (рапсовое, рыжико-

вое и др. масло). При подаче управляющего сигнала (сигналов) на катушки индуктивности 3 и 4 они индуцируют собственное магнитное поле, превышающее значение горизонтальной составляющей вектора магнитной индукции поля Земли, и вынуждающее поворачиваться постоянный магнит 5 на оси 6 на угол по вектору напряженности или по результирующему вектору напряженности магнитного поля катушек 3 и 4, если управляющие сигналы подаются сразу на обе катушки. В зависимости от типа управляющих сигналов катушки индуктивности 3 и 4 могут индуцировать в топливе, находящемся в канале 1, и постоянное, и переменное магнитное поле, вынуждающее постоянный магнит 5 как колебаться, так и вращаться на оси 6. На катушки индуктивности 3 и 4 могут подаваться различные типы управляющих сигналов, например, модулированный сигнал, или на катушку 3 – высокочастотный сигнал, а на катушку 4 – низкочастотный и т.д.

В случае вращения магнита будет происходить перемешивание компонентов топлива с одновременной ориентацией его диполей в заданном направлении. При этом, для интенсификации процесса перемешивания постоянный магнит может быть выполнен, например, в виде ротора, а катушки – в виде статора электродвигателя.



1 – канал (корпус); 2 – патрубки; 3 и 4 – катушки индуктивности; 5 – постоянный магнит (N – северный полюс, S – южный полюс); 6 – ось

Рис.1 – Продольный разрез устройства

Модель предлагаемого технического решения была реализована на базе фильтра тонкой очистки топлива карбюраторного двигателя. Однако, испытания конструкции показали недостаточную управляемость процессом вращения магнита в потоке жидкости вследствие высокой скорости последнего.

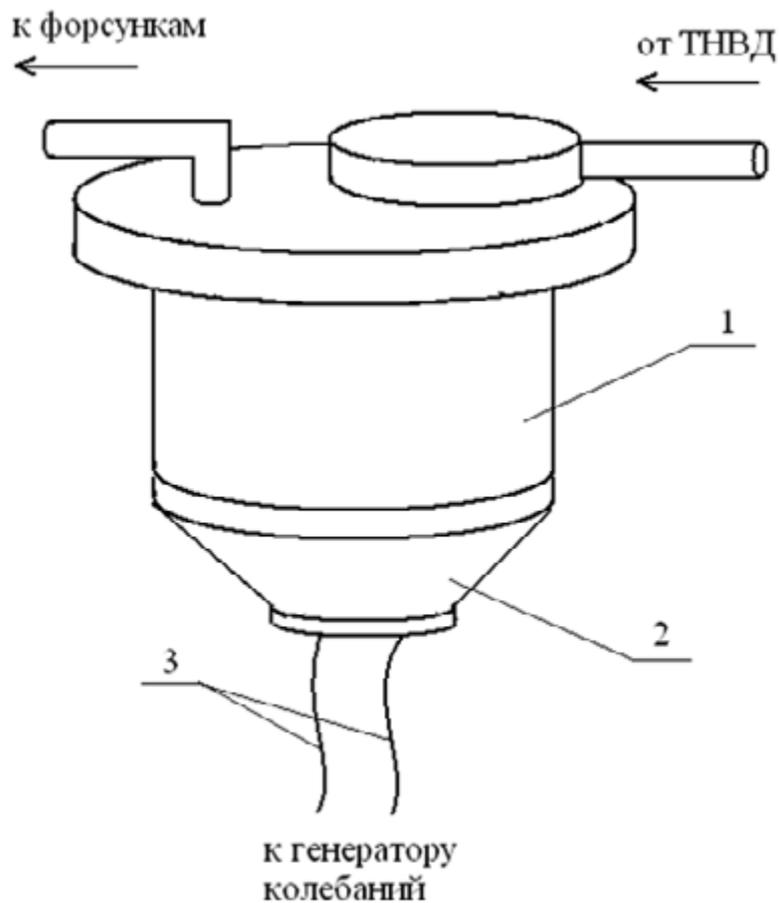
Поэтому был реализован вариант построения устройства на базе фильтра тонкой очистки топлива, на нижней стенке которого закреплен динамик (рисунок 2). Вход динамика подключен к генератору колебаний, схема которого приведена на рисунке 3.

Диапазон частот колебаний диафрагмы динамика регулируется переключателем: в одном положении он составляет 4-17 кГц, в другом – 50-200 Гц. Точная настройка осуществляется при помощи двух регуляторов, каждый из которых отвечает за свой полупериод формируемой акустической волны. Для получения

симметричного сигнала необходимо повернуть регуляторы на один и тот же угол. Третий регулятор обеспечивает изменение мощности на выходе устройства от 0 до 20 Вт на каждом из двух выходов.

Напряжения питания устройства управления – 11-15 вольт, при этом мощность источника питания должна быть не менее 80 Вт (при работе с полной нагрузкой).

Принцип работы электрической схемы устройства (рисунок 3) следующий. Микросхема IC1 формирует сигнал. При включении питания конденсатор C8 (C8 и C9) начинает заряжаться через резисторы R1 и R3. Когда напряжение на конденсаторе C8 (C8 и C9) достигнет  $2U_{пит}/3$ , напряжение на выходе (вывод 3) таймера IC1 уменьшится до нуля и одновременно с этим откроется внутренний транзистор таймера, соединив его выход с открытым коллектором (вывод 7) с общим проводом (в дальнейшем для



1 – фильтр тонкой очистки; 2 – динамик; 3 – соединительные провода

Рис.2 – Конструкция смесителя с использованием динамика

краткости выход с открытым коллектором будем называть "выходом с ОК"). Конденсатор С8 (С8 и С9) теперь разряжается через резисторы R1 и R4 VD1. При уменьшении напряжения на конденсаторе С8 (С8 и С9) до напряжения  $U_{пит}/3$  внутренний транзистор таймера закрывается, и цикл работы генератора повторяется.

Грубо частота сигнала изменяется подключением и отключением конденсатора С9, более точная настройка частоты производится резисторами R3 и R4.

Сигнал, получаемый на выходе 3 микросхемы IC1, подается на транзистор VT1. Когда выходе 3 микросхемы напряжение не равно 0, то

на эмиттере VT1 формируется сигнал до +0,25 В. Когда на выходе 3 микросхемы IC1 напряжение равно 0, то на эмиттере формируется сигнал – 0,25 В. Таким образом модулируется сигнал в виде симметричного меандра, который подается на усилитель IC2. На выходах усилителя IC2 формируется сигнал в виде меандра мощностью до 20 ватт в зависимости от положения резистора R10 и сопротивления нагрузки.

Микросхема VR1 обеспечивает постоянную величину напряжения питания микросхемы IC1, что обеспечивает точность сигнала, генерируемого микросхемой IC1. VD1 установлен для

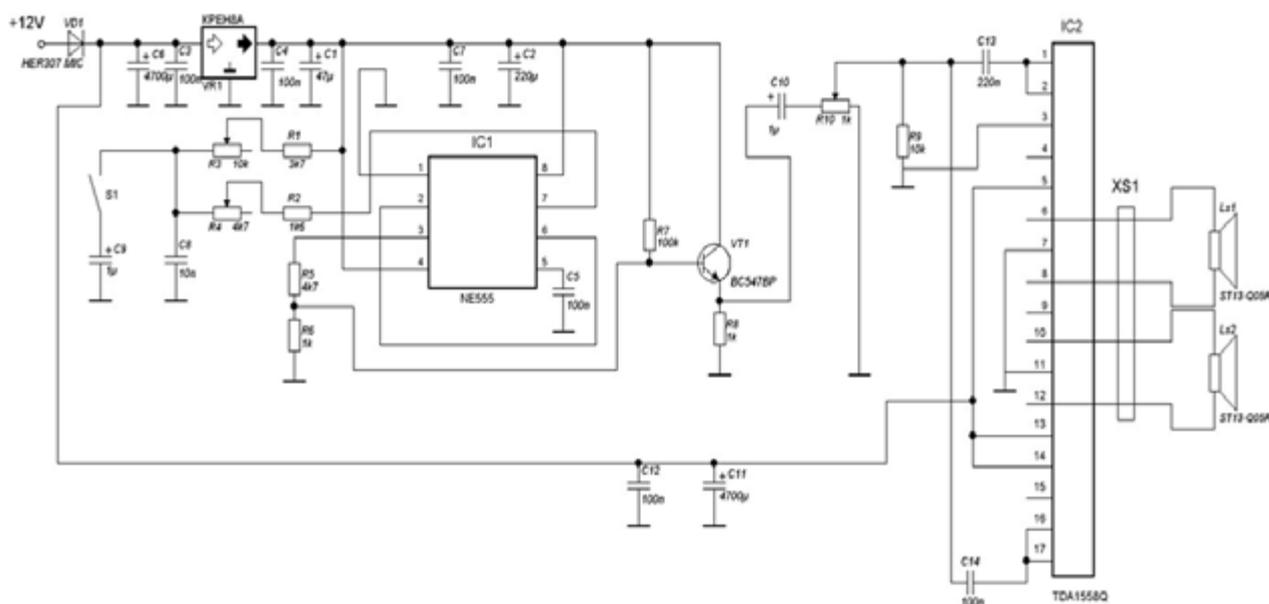


Рис. 3 – Электрическая схема устройства управления

защиты схемы от «переплюсовки». Конденсаторы С6 и С3 установлены для сглаживания помех сети. Конденсаторы С1 и С4 служат для снижения влияния пульсаций тока, воздействующих на микросхему VR1 при переключении микросхемы IC1.

В настоящее время данное техническое решение проходит апробацию в условиях реальной эксплуатации.

#### Библиографический список

1. Мальцев, В.М. Основные характеристики

горения / В. М. Мальцев, М. И. Мальцев, Л. Я. Кашпоров. – М. : Изд. «Химия», 1977. – 320 с.

2. Агранат, Б.А. Основы физики и техники ультразвука: Учеб. пособ. для вузов / Б .А. Агранат, М. Н. Дубровин, Н. Н. Хавский, Г. И. Эскин. – М. : Высшая школа, 1987. – 352 с.

3. Пат. 2463472 РФ, МПК51 F02M 27/04, F02B 51/04, F02M 29/00 Устройство для энергоснабжения жидкого топлива [Текст] / Симдянкин А.А., Симдянкина Е.Е., Кайкацишвили Г.З. (RU); заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО РГАЗУ. - №2010112901/06; заявл. 02.04.2010; опубл. 10.10.2012, бюл. № 28.

# ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 330.322.01

**С.О. Володина**, аспирант,  
Рязанский агротехнологический университет имени П.А. Костычева



## ИНВЕСТИЦИИ КАК ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КАТЕГОРИЯ И ИХ РОЛЬ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ ГОСУДАРСТВА



Осуществление инвестиционной деятельности является необходимым условием социально-экономического развития страны. Масштабы, структура и эффективность инвестиций, во многом определяющие текущее состояние и будущие перспективы различных секторов национального хозяйства и экономики страны в целом, закладываются и на уровне отдельных предприятий, в том числе сельскохозяйственных.

Термин «инвестиция» происходит от латинского слова «investire» – облачать. В условиях централизованной плановой экономики данный термин отождествлялся с капитальными вложениями, т.е. долгосрочными вложениями капитала в различные отрасли экономики. В процессе вступления российской экономики в период реформирования точка зрения на содержание категории «инвестиции» изменилась, что нашло отражение в законодательстве [3].

Определение инвестиций в первую очередь дано в Законе РСФСР от 26.06.1991 N 1488-1 «Об инвестиционной деятельности в РСФСР». Под ними понимаются вложения денежных средств и иного имущества в объекты предпринимательской либо иной деятельности с целью достижения прибыли или иного положительного социального эффекта (п. 1 ст. 1 Закона N 1488-1). В п. 2 ст. 1 Закона N 1488-1 говорится об одном из видов инвестиционной деятельности – капитальных вложениях, под которыми понимается создание и воспроизводство основных фондов, т.е. основных средств. Этот вид инвестиций могут делать только организации или индивидуальные предприниматели, так как у физических лиц не может быть в

собственности объектов основных средств (основных фондов) [4].

Порядок осуществления капитальных вложений (инвестиций в форме капитальных вложений) определяет Федеральный закон от 25.02.1999 N 39-ФЗ «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений» (далее - Закон N 39-ФЗ). Согласно данному закону «инвестиции - денежные средства, ценные бумаги, иное имущество, в том числе имущественные права, иные права, имеющие денежную оценку, вкладываемые в объекты предпринимательской и (или) иной деятельности в целях получения прибыли и (или) достижения иного полезного эффекта» [4].

Как отмечает в своей статье Верещагин С.Е., в законе N 39-ФЗ говорится только о некоторых инвестициях, а именно о вложениях в основные средства (внеоборотные активы). Согласно п. 4 Положения по бухгалтерскому учету «Учет основных средств» ПБУ 6/01 ими признаются активы, принадлежащие организации (находящиеся в хозяйственном ведении или оперативном управлении) и предназначенные для получения дохода от их эксплуатации в течение длительного периода времени (превышающего как минимум 12 месяцев) и изначально не подлежащие продаже [1].

По сравнению с Законом N 1488-1 Закон N 39-ФЗ сужает понятие инвестора и инвестиционной деятельности. Цель инвестиционной деятельности по Закону N 39-ФЗ – создание и восстановление объектов основных средств (в том числе и объектов недвижимости). Если деньги вкладываются в возведение объекта недвижимости, изна-

чально предназначенного для передачи другим лицам, это уже не осуществление капитальных вложений, а создание оборотного актива. Лицо, намеренное получить от такой деятельности прибыль, с точки зрения Закона N 39-ФЗ инвестором считать уже нельзя.

В ПБУ 23/2011 содержится еще одно понятие инвестиционной деятельности как деятельности, связанной с движением внеоборотных активов организации. Оно совпадает с определением, данным в Законе N 1488-1, так как операции с внеоборотными активами направлены на получение прибыли. В некоторой степени понятия пересекаются и с Законом N 39-ФЗ, поскольку объекты основных средств также признаются внеоборотными активами. Однако, тем не менее, в соответствии с ПБУ 23/2011 понятие инвестиционной деятельности включает и другие операции, не признаваемые таковыми по Закону N 39-ФЗ. Так, продажа объекта основных средств согласно ПБУ 23/2011 признается инвестиционной операцией, по Закону N 39-ФЗ - нет. Или, допустим, выдача долгосрочного (больше, чем на год) займа является инвестиционной операцией по ПБУ 23/2011, но к Закону N 39-ФЗ никакого отношения не имеющая.

Верещагин С.Е. указывает, что нормативный акт, вступивший в силу с 2012 г., – Международный стандарт финансовой отчетности (IAS) 40 «Инвестиционное имущество» – определяет инвестиционное имущество как недвижимость, находящуюся во владении (собственника или арендатора по договору финансовой аренды) с целью получения арендных платежей либо прироста стоимости капитала (п. 5 IAS 40). При этом подчеркивается, что недвижимость, используемая при производстве продукции, выполнении работ, оказании услуг или в административных целях, уже не может быть признана инвестиционной. В этом случае договор на приобретение здания, предназначенного для последующей сдачи в аренду, можно признать инвестиционным, а для эксплуатации в своих интересах (например, как административного) – уже нет.

МСФО (IAS) 28 «Инвестиции в ассоциированные предприятия» также дает свое понятие инвестиций и инвестиционной деятельности [1].

Понятие «инвестиции» является одним из наиболее часто используемых как на законодательном уровне, так и в экономической литературе. Попытки дать данному термину универсальное определение в настоящее время не увенчались успехом, что обусловлено множественностью подходов к пониманию экономической природы инвестиций.

Для наиболее полного понимания экономической природы инвестиций и их роли в воспроизводственном процессе необходимо рассмотреть основные характеристики, формирующие сущность понятия.

1. Инвестиции – наиболее активная форма использования капитала. Инвестиции предполагают сбережения. Но не все сбережения становятся инвестициями, а только те, которые не находятся в пассивной форме и используются для расширения производства с целью извлечения дохода.

2. Инвестиции осуществляются во всех формах капитала: в денежной, натурально-вещественной, смешанной. В процессе инвестирования денежная форма капитала требует трансформации в другие формы.

3. Вложение капитала в процессе инвестирования носит целенаправленный характер. Инвесторы имеют собственные цели и самостоятельно определяют объекты и инструменты инвестирования.

4. Инвестиционная деятельность образует отдельный вид рынка – инвестиционный рынок, характеризующийся спросом, предложением и ценой, а также совокупностью определенных субъектов рыночных отношений.

5. Инвестиции являются объектом собственности и распоряжения, и обладают потенциальной способностью приносить доход. Право собственности и право распоряжения не всегда связаны с одними и теми же субъектами. Такое разделение прав часто формирует потенциальный конфликт интересов между акционерами и менеджментом.

6. Инвестициям свойственен определенный срок вложения средств, который в каждом случае индивидуален. Кроме этого, инвестор всегда имеет альтернативный выбор между неинвестиционным потреблением капитала или его вложением с целью приумножения существующих ресурсов.

7. Инвестиции характеризуются наличием риска вложения капитала. При осуществлении инвестиций инвестор рискует не получить доход или потерять (частично или полностью) инвестиционный капитал. Таким образом, фактор риска взаимосвязан с доходностью инвестиционной деятельности, и, более того, они находятся в прямой зависимости.

8. Инвестиции характеризуются определенной степенью ликвидности. Под ликвидностью понимается возможность их реализации по рыночной стоимости. Эта способность инвестиций обеспечивает высвобождение капитала, вложенного в различные объекты и инструменты, при наступлении неблагоприятных экономических и других условий его использования.

Инвестиции можно определить как вложение капитала во всех его формах с целью достижения экономического или внеэкономического эффекта, осуществление которого базируется на рыночных принципах и связано с факторами времени, риска и ликвидности.

Следует отметить, что данное вложение капитала можно определить как преобразование ресурсов в затраты. Дж.М. Кейнс рассматривал инвестиции в единстве двух аспектов: ресурсов

(капитальных ценностей) и вложений (затрат). По мнению Дж.М. Кейнса, инвестиции – это часть дохода за данный период, которая не была использована для потребления, текущий прирост ценностей капитального имущества в результате производительной деятельности данного периода [5].

Инвестиции как экономическая категория выполняют ряд важных функций, без которых невозможно развитие экономики. На макроуровне инвестиции способствуют ускорению научно-технического прогресса, улучшению качества отечественной продукции, созданию необходимой сырьевой базы промышленности, развитию

социальной сферы, определяют рост экономики в целом и повышают ее производственный потенциал. На микроуровне инвестиции необходимы для обеспечения нормального функционирования предприятия, стабильного финансового состояния и максимизации прибыли хозяйствующего субъекта [4]. Таким образом, инвестиции являются необходимым условием экономического роста как отдельных регионов, так и страны в целом. Социально-экономическое развитие государства в первую очередь зависит от положения дел в реальном секторе экономики, где немаловажная роль отведена сельскому хозяйству. Нарастание материально-технической базы сельского хозяй-

Таблица – Динамика валового регионального продукта (ВРП) и вложений в основной капитал на примере Рязанской области

Показатели	Год					
	2007	2008	2009	2010	2011	2011 г. в % 2007 г.
ВРП, млрд. руб.	121,31	150,15	153,63	173,53	201,50	1,66 раза
Инвестиции в основной капитал, млрд. руб.	33,63	53,23	38,04	40,62	53,08	1,56 раза
В % к ВРП	27,72	35,45	24,76	23,41	26,34	-1,38 п.п.
Индекс физического объема инвестиций в основной капитал (в постоянных ценах), %	112,80	128,70	71,00	100,70	122,60	+9,80 п.п.
Индекс физического объема ВРП (в постоянных ценах), %	104,40	103,80	93,60	104,50	104,60	+0,20 п.п.
Доля инвестиций в основной капитал сельского хозяйства в общем объеме инвестиций, %	8,60	5,50	15,70	9,10	11,60	+3,00 п.п.

ства является приоритетным направлением его развития.

Как отмечалось ранее, к реальным инвестициям (капитальным вложениям) относятся вложения средств в элементы основного капитала: здания, сооружения, земельные участки, оборудование. Рассмотрим наиболее важные показатели инвестиционной деятельности на примере Рязанской области.

Анализ таблицы свидетельствует о том, что инвестиции в основной капитал занимают значительную долю в структуре валового регионального продукта Рязанской области – от 23 до 35%. Капитальные вложения также оказывают прямое воздействие на уровень ВРП в будущем. Так, сокращение доли инвестируемых средств в экономику региона в 2009 г. на 29% привело к снижению

ВРП на 6,4%, и наоборот, увеличение инвестиций в 2010г. на 0,7% позволило повысить ВРП на 4,5%.

Следует отметить, что мировой экономический кризис, начавшийся в 2008г., а также засуха 2010г. негативно отразились на величине ВРП и валовой добавленной стоимости сельского хозяйства, а также инвестиций в основной капитал: в 2010г. Валовая добавленная стоимость (ВДС) отрасли составила 14869,5 млн. руб., что на 15,7% меньше показателя предыдущего года; инвестиции сократились почти в 2 раза. Замедление темпов роста инвестиций в сельское хозяйство относительно динамики НДС позволяет судить о спаде деловой активности сельскохозяйственных товаропроизводителей. Так, по данным статистики, индекс физического объема продукции сельского хозяйства в 2010г. сократился на 34,1 процентных

пункта и составил 74,3% [7]. Сложившаяся ситуация свидетельствует о снижении эффективности использования капитала, что в целом негативно отразилось на динамике экономического роста региона. Так, за исследуемый период степень износа основных фондов выросла на 1,4 процентных пункта, тогда как коэффициент обновления снизился на 4,4 процентных пункта. Такая негативная тенденция связана с неэффективным распределением финансовых ресурсов, которые в большом объеме вкладываются в пассивную часть основных фондов – в 2011г она составила 40,2%, тогда как основной целью инвестирования в сельском хозяйстве должна выступать замена изношенной техники и оборудования.

В ходе реализации целевых государственных программ по развитию АПК в 2011г., когда доля инвестиций в сельское хозяйство региона увеличилась до 11,6%, Рязанская область смогла показать умеренный рост: валовый региональный продукт повысился на 4,6%, а объем производства в сельском хозяйстве вырос на 24% (что является огромным достижением после падения производства в 2010г на 25,7% ввиду аномальной засухи) [7].

Как отметил в своем отчетном докладе губернатор Рязанской области О.И. Ковалев, рост инвестиций в основной капитал в 2011г. превысил общероссийские данные на 14%, в результате чего регион вошел в тройку лидеров в ЦФО. При этом увеличение доли инвестиций в отрасль сельского хозяйства позволило вырасти объему производства сельскохозяйственной продукции в 2011г. на 24,1%. Администрация Рязанской области прогнозирует умеренный рост экономики региона и в среднесрочной перспективе [6].

В августе 2012 года международное рейтинговое агентство «Fitch Ratings» присвоило Рязанской области долгосрочный рейтинг категории «В+» – Стабильный [8]. Данный рейтинг отражает уменьшение потребности региона в рефинансировании и свидетельствует о минимальном риске, связанном с предприятиями госсектора. В целом данный рейтинг позволяет говорить о развитии региона и экономическом росте, принимая во внимание умеренный размер экономики региона.

Несмотря на положительную динамику, темпы прироста инвестиций все равно остаются недостаточными для обеспечения планомерного экономического развития агропромышленного комплекса. Поэтому ключевую роль в активизации инвестиционных процессов региона должно играть государство, осуществляющее поддержку сельскохозяйственных товаропроизводителей на основе целевых программ. К числу проблем, которые призваны решать эти программы, относятся невысокие темпы технологической модернизации сельского хозяйства; недостаточный приток инвестиций в развитие отрасли региона, что связано со значительным воздействием природно-

климатических условий на финансовое состояние сельскохозяйственных товаропроизводителей [2].

Повышение инвестиционной привлекательности сельского хозяйства региона создает благоприятные условия для увеличения производства растениеводческой и животноводческой продукции за счет развития инфраструктуры села и технического перевооружения производства.

Роль инвестиций в экономике имеет огромное значение для ее развития. Количественное изменение инвестиций воздействует на объем производств и соответственно занятости, сдвиги в развитии экономики, развитие различных отраслей хозяйства. Кроме того, что, благодаря инвестициям происходит накопление фондов предприятия, инвестиции также оказывают влияние на текущие и будущие результаты хозяйственной деятельности. Поэтому объективное представление о сущности инвестиций определяет возможность их организации, их оптимального соотношения, которое является основой успешного функционирования любого, в том числе сельскохозяйственного, предприятия.

### Библиографический список

1. Верещагин, С.Е. «Инвестиции» или «инвестиционная деятельность». Поговорим об определениях / С.Е. Верещагин [Электронный ресурс] // АО «Консультант Плюс». – 2012. – №27.
2. Долгосрочная целевая программа «Развитие агропромышленного комплекса Рязанской области на 2013-2020 годы»: Постановление Правительства Рязанской области от 28.09.2012 №277 // Министерство сельского хозяйства и продовольствия Рязанской области [Электронный ресурс] – Рязань, 2011. – Режим доступа : <http://www.gyazagro.ru>
3. Игонина, Л.Л. Инвестиции / Л.Л. Игонина. – М.: Магистр, 2010. – 752 с.
4. Инвестиции / Г.П. Подшиваленко [и др.]. – М.: КНОРУС, 2009. – 496 с.
5. Кейнс, Дж. М. Общая теория занятости, процента и денег / Дж. М. Кейнс. – М.: Эксмо, 2007. – 960 с.
6. Отчетный доклад Губернатора Рязанской области О.И. Ковалева по итогам работы Правительства Рязанской области за 2011 год и об основных направлениях деятельности в 2012 году // Правительство Рязанской области [Электронный ресурс] – Рязань, 2012. – Режим доступа : <http://www.gyazanreg.ru>
7. Территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Рязанской области [Электронный ресурс]. – Рязань, 2010. - Режим доступа : <http://ryazstat.gks.ru>
8. Fitchratings в России и СНГ [Электронный ресурс]. – М., 2013. - Режим доступа : <http://www.fitchratings.ru>

УДК 338.242.2

*С.С. Котанс, ассистент,  
Рязанский государственный агротехнологический  
университет имени П. А. Костычева*



## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ АПК РЕГИОНА НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



Агропромышленный комплекс является сложной системой взаимосвязанных между собой элементов, которые тесно взаимодействуют с внешней средой. Из внешней среды АПК получает трудовые, финансовые и прочие ресурсы, включая информацию. Конечный продукт реализуется также во внешнюю среду.

По целям и характеру выполняемых функций органы управления АПК можно разделить на две группы: государственного управления, хозяйственного управления.

Одной из главных целей АПК с позиций государственных интересов является обеспечение продовольственной безопасности страны, населения – продовольствием, работой и доходами. В 2007 году в рамках реализации Федерального закона от 29 декабря 2006 года № 264-ФЗ "О развитии сельского хозяйства" и во исполнение Постановления Правительства Российской Федерации от 14 июля 2007 г. № 446 "О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008-2012 годы" правительством Рязанской области была разработана целевая программа "Развитие агропромышленного комплекса Рязанской области на 2008-2012 годы", утвержденная Постановлением Правительства Рязанской области от 10.12.2007 № 333.

Проведенный нами анализ выявил расхождение значений плановых показателей целевой программы от фактических. Так, например, в растениеводстве валовой сбор картофеля, овощей и сахарной свеклы оказался ниже прогнозных величин (картофеля в 2008 году – на 52,67%, в 2009 году – на 44,58%; сахарной свеклы в 2008 году – на 12,84%, в 2009 году – на 6,57%; овощей в 2008 году – на 30,55%, в 2009 году – на 30,34%). В животноводстве согласно прогнозам поголовье

КРС в сельскохозяйственных предприятиях в 2008 году должно было составить 186 тыс. голов, а в 2009 году – 197,6 тыс. голов. Однако фактически поголовье КРС в 2008 году составило 170 тыс. голов, а в 2009 году – 166 тыс. голов, что меньше прогнозных величин на 8,5% и 15,81% соответственно. При этом фактическое поголовье коров молочного стада в сельскохозяйственных предприятиях в 2008 году оказалось меньше прогнозного на 11,85%, а в 2009 году – на 19,56%.

Для предотвращения в будущем похожей ситуации необходимо создать информационную систему, позволяющую своевременно отслеживать изменения финансовых и производственных показателей, сравнивать их с прогнозными как в разрезе районов, так и в разрезе отдельных сельскохозяйственных предприятий или групп предприятий области, и в случае невыполнения запланированных показателей вовремя принимать управленческие решения, направленные на достижение поставленных целей.

Создание и функционирование такой системы невозможно без использования современных информационных технологий, которые в первую очередь обеспечат не только оперативность поступления информации, необходимой для принятия управленческих решений, но и ее быструю обработку.

При этом сбор, обработку и предоставление информации можно представить в виде следующей последовательности действий (рисунок 1).

Обеспечение функционирования подобной информационной системы могла бы взять на себя ИКС области.

Для решения поставленной задачи нами на основе информационных технологий разработана единая информационная система, позволяющая координировать и систематизировать информа-

цию о деятельности АПК региона. Система обеспечивает достоверность передаваемой и получаемой информации, ее полноту, качество и оперативность. Входной информацией для работы системы служат бухгалтерская (финансовая) и производственная информация (рисунок 2).

Бухгалтерская (финансовая) информация включает в себя годовые отчеты: бухгалтерский баланс; отчет о прибылях и убытках; сведения о производстве, затратах, себестоимости и реализации продукции растениеводства; сведения о производстве, себестоимости и реализации продукции животноводства.

Производственная информация состоит из таких показателей, характеризующих производство, как урожайность сельскохозяйственных культур (зерновых, сахарной свеклы, картофеля, овощей открытого грунта); посевная площадь сельскохозяйственных культур (зерновых, сахарной свеклы, картофеля, овощей открытого грунта); валовый сбор сельскохозяйственных культур (зерновых, сахарной свеклы, картофеля, овощей открытого грунта); площадь сельскохозяйственных угодий предприятий; общая земельная площадь сельскохозяйственных предприятий; поголовье (КРС, свиней); поголовье коров; надои молока на одну фуражную корову; надои молока; среднесуточный привес (КРС, свиней); яйценоскость.

Разработанная нами система состоит из трех блоков. Блок 1 обеспечивает обработку информа-

ции на уровне сельскохозяйственных организаций районов области. Информация собирается, обрабатывается и передается в районное управление сельским хозяйством и продовольствием, где происходит ее консолидация и обработка в целом по району (блок 2). Затем информация передается в региональное управление сельским хозяйством, что позволяет получить и проанализировать данные по региону в целом (блок 3).

Разработанная нами информационная система позволит руководителям сельскохозяйственных предприятий оперативно получать данные о текущем положении дел, проводить сравнительный анализ, делать прогнозы развития (краткосрочные, среднесрочные и долгосрочные), обеспечит графическое представление информации в виде диаграмм (рисунок 3).

При обработке информации на уровне районных управлений и на уровне регионального управления сельским хозяйством разработанная нами система производит расчет основных экономических и производственных показателей, таких как урожайность сельскохозяйственных культур, производительность животных, надой молока на одну фуражную корову, выручка и рентабельность, в том числе по отраслям сельского хозяйства, среднемесячная зарплата, среднегодовая численность сотрудников, занятых в сельском хозяйстве и т.д.; позволяет формировать рейтинги предприятий и районов региона по одному или группе по-

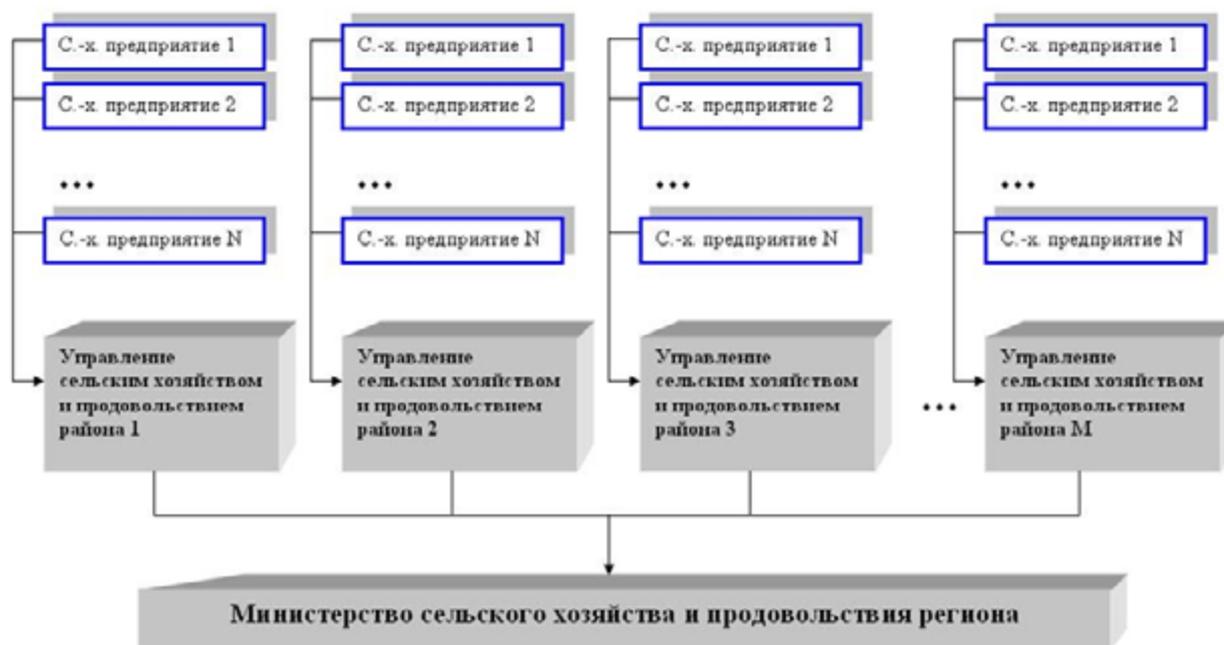


Рис. 1 – Схема передачи информации от сельскохозяйственных организаций управлению (министерству) сельского хозяйства и продовольствия региона

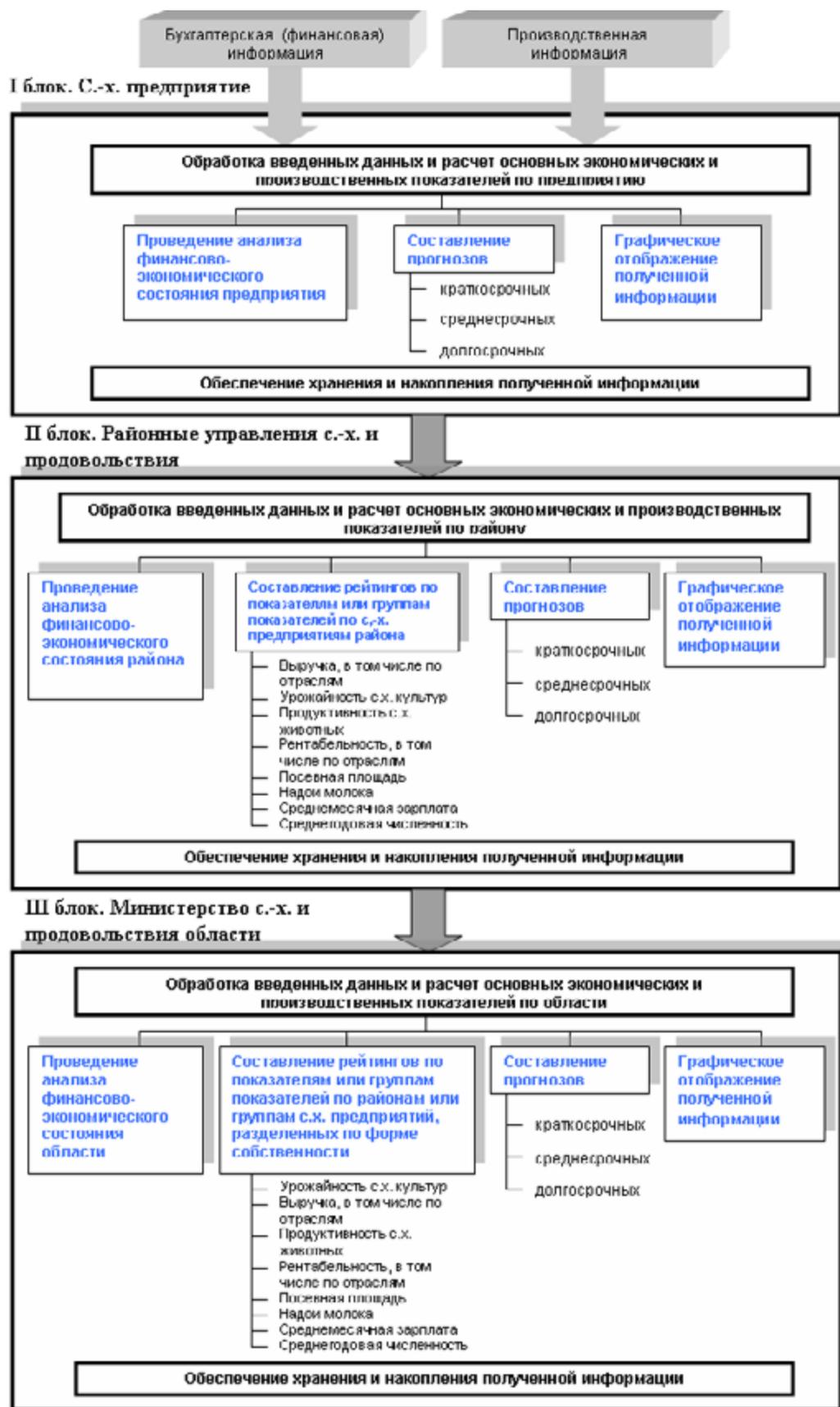


Рис. 2 – Схема обработки и передачи производственной информации по модулям информационной системы

казателей и прогнозировать изменения основных показателей на разные периоды времени, а также представляет полученные данные в графической форме.

Мы считаем, что разработка, создание и внедрение подобной многоуровневой информационной системы позволит руководителям разных

уровней управления АПК Рязанской области быстро реагировать на изменения внешней среды и принимать эффективные управленческие решения, направленные на снижение рисков и обеспечение конкурентоспособности, как на отдельном предприятии, так и региона в целом.

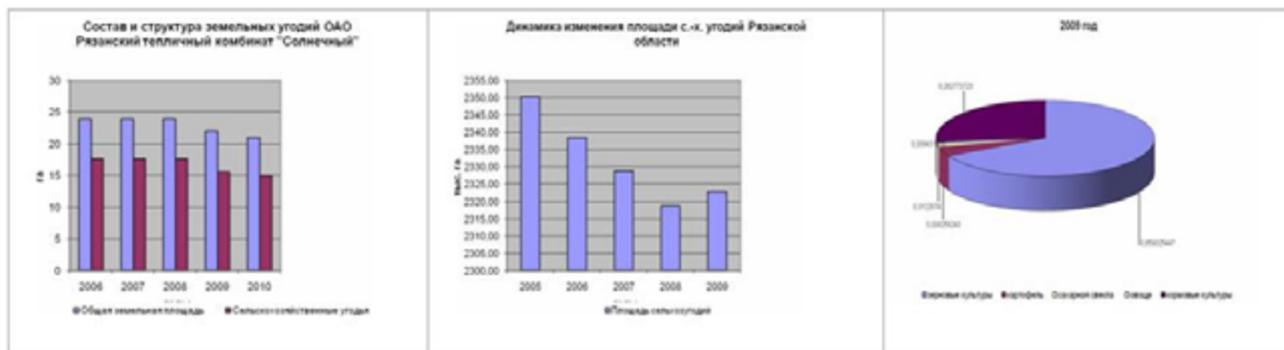


Рис. 3 – Примеры графического представления информации

**Библиографический список**

1. Управление в АПК / Ю.Б. Королев, В.З. Мазлоев, А.В. Мефед и др.; под ред. Ю.Б. Королева. – М.: Колос, 2002. – 376 с.;  
 2. Сергеева И.А. Регулирование экономических

отношений между отраслями и сферами АПК – М.: ФГУП «ВО Минсельхоза России», 2004. – 300 с.;  
 3. Папцов А.Г. Особенности информационного обеспечения АПК за рубежом // АПК: экономика и управление. – 2009. - №3. – С. 84-87.

УДК 338.33

*М.В. Куприянова, аспирант,  
 Рязанский государственный агротехнологический университет  
 имени П. А. Костычева*



**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ АГРОПРОИЗВОДСТВА**



Стратегическое планирование деятельности предприятия связано с проблемой прогноза для обоснования принимаемых экономических решений. В современной практике хозяйствования широкое применение находит прогнозирование методом сценарного анализа, поскольку этот метод позволяет оценить будущее состояние предприятия в условиях возрастающей турбулентности экономической среды.

Как правило, сценарный анализ проводится с помощью моделирования одного-трех сценариев развития событий. В построенной модели бу-

дущего анализируется результат деятельности предприятия с учетом внесенных предложений. Далее полученная оценка (в абсолютных или относительных показателях: рубли, проценты и пр.) сравнивается с результатом, который может получить предприятие без внедрения изменений. Такой подход значительно упрощает понимание реальности. Согласно современным экономическим концепциям, моделирование должно включать неопределенностную составляющую наряду с определенными компонентами. Для учета неопределенности и изучения общего распределения

последствий принимаемых изменений целесообразно использовать имитационное моделирование методом Монте-Карло.

В этом методе отказ от детерминированности связан с введением в модель случайных величин (т.е. вероятностной неопределенности). Метод позволяет оценить, помимо вероятности получения определенного эффекта, показатели устойчивости экономических результатов предприятия в случае принятия изменений при любых флуктуациях случайных переменных. Значимым преимуществом такого метода перспективной оценки экономических результатов является учет взаимосвязей между включенными в модель переменными. В расчетах в качестве переменных принимаются случайные величины с известными ковариационными связями и заданным законом распределения.

Для проведения анализа структуры агропроизводства и сценарного прогнозирования последствий его реструктуризации было проведено исследование с применением метода Монте-Карло. Объектом исследования послужило предприятие Рязанской области, для которого был проведен анализ сформированного в нем хозяйственного портфеля, предложена реструктуризация. Для оценки последствий реструктуризации проведено имитационное моделирование. В качестве случайных переменных взяты рентабельности входящих в состав хозяйственного портфеля активов, связи между которыми описаны ковариационной матрицей (которая была также задействована в расчетах эффективных границ портфельных множеств при анализе сложившейся на предприятии структуры производства). Было принято допущение, что случайные величины распределены по нормальному закону.

Моделирование многомерного нормального закона с помощью ковариационной матрицы предполагает проведение некоторых расчетных этапов.

Прогнозная рентабельность хозяйственного портфеля исследуемого предприятия – это восьмимерная случайная величина, координаты которой – рентабельности входящих в портфель восьми активов. Совместная плотность их распределения  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  имеет следующий вид:

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{n}{2}} \cdot \sqrt{|B|}} \cdot e^{-\frac{1}{2}(x-MX)^T B^{-1} (x-MX)} \quad (1)$$

где  $[B]$  – определитель матрицы  $B$ ,

$X$  – вектор случайных значений рентабельностей активов,

$MX$  – вектор математических ожиданий рентабельностей активов,

$B$  – ковариационная матрица рентабельностей активов, элементами которой являются  $b_{ij} = \text{cov}(x_i, x_j)$ .

На первом этапе моделируется вектор  $Y$  восьми (по числу активов в портфеле) независимых

случайных величин  $y'$  с математическим ожиданием  $MY=0$  с единичной дисперсией каждая (т.е.  $M(Y Y^T)=E$  – единичная матрица), распределенных по стандартному нормальному закону (функция моделирования таких случайных величин задана в пакете Microsoft Excel).

Переход от вектора  $Y$  к вектору  $X$  осуществляется по формуле:

$$X=AY+MX, \quad (2)$$

где  $A$  – матрица перехода, такая что

$$AA^T=B, \quad (3)$$

так как

$$B = M(X - MX)(X - MX)^T = M(A Y + M X - M X)(A Y + M X - M X)^T = AM(Y Y^T)A^T = AA^T$$

Матрица перехода  $A$  имеет следующий вид:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & 0 & \dots & 0 \\ a_{21} & a_{22} & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & \dots & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \quad (4)$$

Как следует из теории матриц, в нижнетреугольной матрице  $A$ , где при  $j > i$  все  $a_{ij}=0$ , для нахождения элементов необходимо решить систему, состоящую из  $n(n+1)/2$  уравнений. Элементы матрицы  $A$  находят методом «квадратного корня» по следующим формулам:

$$a_{11} = \sigma_1 = \sqrt{b_{11}}; \quad (5)$$

$$a_{ij} = \frac{b_{ij} - \sum_{k=1}^{i-1} a_{ik} * a_{kj}}{a_{ii}}, j = 1, i-1; \quad (6)$$

$$a_{ii} = \sqrt{b_{ii} - \sum_{k=1}^{i-1} a_{ik}^2}, i = \overline{2, n}. \quad (7)$$

Расчеты проводятся в порядке, схематически изображенном на Рис. 1.

К преимуществам метода относится то, что он позволяет учитывать ковариационную взаимосвязь между переменными и является точным на классе нормальных распределений.

Для целей исследования методом Монте-Карло была разыграна имитация развития предприятия в следующие тридцать лет. Розыгрыш проводился для двух основных предположений (сценариев):

1) предприятие не будет расширять исторически сложившуюся базовую структуру хозяйствования;

2) предприятие примет предлагаемые изменения в структуре портфеля, расширив его введением дополнительных трех активов.

Математические ожидания и ковариационная матрица рентабельностей были взяты по статистической истории (таблицы 1, 2).

Полученная в результате расчетов матрица

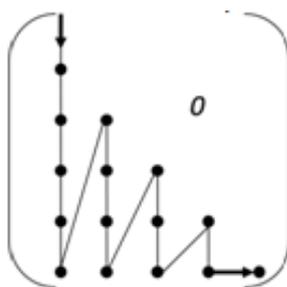


Рис.1 – Порядок последовательного вычисления элементов матрицы преобразования А

перехода имеет вид (таблица 3):

Математические ожидания и ковариационные матрицы для двух разыгранных сценариев по соответствующим активам совпадают: взаимосвязь между случайными переменными модели (рентабельностями) остается неизменной. При любом развитии будущих событий конкретные значения рентабельностей изменяются, не нарушая при этом выявленных статистических закономерностей. Корреляционные связи между рентабельностями отражают глубокие процессы отклика каждого из активов на изменения внешней и внутренней среды предприятия. Таким образом, можно предположить, что прогнозирование, учитывающее корреляционные связи, в неявном виде будет отражать и случайные изменения среды.

Структура для базового и расширенного портфелей была задана в соответствии с оптимальной структурой соответствующего хозяйственного портфеля (таблица 4 – (А), (Б)), выявленной с по-

мощью проведенного портфельного анализа.

Для расширенного портфеля такой выбор предопределен логикой расчетов. Для исторического портфеля выбор оптимальной структуры также оправдан: во-первых, потому, что предприятие работает вблизи эффективной границы и методом проб и ошибок самостоятельно продвинулось к оптимальной структуре производства, а во-вторых, такой выбор структуры позволяет уравнять шансы базового и расширенного портфелей на нулевом этапе прогноза (дать «фору» историческому портфелю).

Метод Монте-Карло позволяет смоделировать стационарный стохастический процесс. Включенные фактора времени в явном виде не присутствуют в модели. Каждый исход розыгрыша дает отдельную реализацию процесса, вероятностные характеристики которого считаются постоянными. Динамика моделируется в серии имитационных исходов.

Таблица 1 – Математические ожидания рентабельностей видов продукции, входящих в состав расширенного портфеля предприятия

Рентабельность	Пшеница	Молоко цельное	Молочные продукты	КРС в живом весе	КРС мясо	Горох	Рожь	Картофель
MR	0,82	0,22	0,12	-0,27	-0,75	0,77	1,11	0,42

Таблица 2 – Ковариационная матрица рентабельностей видов продукции в составе расширенного портфеля предприятия

	Пшеница	Молоко цельное	Молочные продукты	КРС в живом весе	КРС мясо	Горох	Рожь	Картофель
Пшеница	0,50	0,07	-0,04	-0,18	-0,12	-0,27	0,89	0,03
Молоко цельное	0,07	0,03	0,00	-0,03	-0,03	-0,08	0,12	-0,01
Молочные продукты	-0,04	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	-0,06	-0,01
КРС жив	-0,18	-0,03	0,01	0,07	0,04	0,12	-0,36	-0,01
КРСмяс	-0,12	-0,03	0,01	0,04	0,04	0,08	-0,16	0,01
Горох	-0,27	-0,08	0,00	0,12	0,08	0,86	-0,41	0,28
Рожь	0,89	0,12	-0,06	-0,36	-0,16	-0,41	1,90	0,11
Картофель	0,03	-0,01	-0,01	-0,01	0,01	0,28	0,11	0,13

Таблица 3 – Матрица перехода, рассчитанная на основании ковариационной матрицы рентабельностей

0,706768	0	0	0	0	0	0	0
0,106003	0,123702	0	0	0	0	0	0
-0,05875	0,065631	0,034206	0	0	0	0	0
-0,25777	-0,03267	-0,07517	0,008075	0	0	0	0
-0,17132	-0,08288	0,083322	-0,01174	0,000474	0	0	0
-0,38768	-0,28763	-0,18748	-0,76625	0,027335	0,021375	0	0
1,261145	-0,12576	0,511046	-0,17499	0,005992	0,003557	0,000964	0
0,035706	-0,11811	-0,02664	-0,33647	0,011978	0,009253	0	0,000303

Таблица 4 – Структура базового и расширенного портфелей предприятия

## А) структура базового портфеля

Пшеница	Молоко	Мол.прод.	КРС-жив	Мясо КРС
0,125	0,327	0,356	0,184	0,008

## Б) структура расширенного портфеля

Молоко	Мол.прод.	КРС-жив	Мясо КРС	Горох	Рожь	Картофель
0,305	0,333	0,172	0,008	0,061	0,001	0,001

Расчет прогнозного экономического результата деятельности предприятия может производиться с помощью мультипликатора по формуле:

$$M_T = 1 + r_T \quad (8)$$

где  $r_T$  – рентабельность хозяйственного портфеля за период  $T$ .

Мультипликатор отражает отношение благосостояния в конце периода к благосостоянию в начале. Это «коэффициент полезного действия» экономической системы. Если даны  $n$  последовательных периодов и для каждого из них мультипликаторы известны ( $M_1, M_2, \dots, M_n$ ), то результирующий мультипликатор вычисляется по формуле:

$$M = \prod_{i=1}^n M_i \quad (9)$$

Эффективность деятельности экономической системы за период может быть также оценена средним геометрическим мультипликатором по формуле:

$$M_G = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n M_i} \quad (10)$$

Или в Шенноновской терминологии:

$$M_G = e^G \quad (11)$$

Где  $G$  – фактор Келли, равный:

$$G = \left\langle \ln(M_{\xi_i}) \right\rangle \quad (12)$$

Для целей исследования расчет прогнозируемой динамики мультипликатора проводился по формуле (10). Длительность серии составляла 30 лет. Всего было разыграно методом Монте-Карло 300 тридцатилетних серий соответственно для базового и расширенного портфелей.

Каждая серия дает реализацию стационарного стохастического процесса. Каждый «такт» представляет собой случайный вектор, координатами которого являются рентабельности активов.

Последовательность действий:

1. разыгрывается один такт:
  - а. разыгрывается методом Монте-Карло восемь статистически независимых нормально распределенных стандартизованных (0;1) случайных величин;
  - б. с помощью полученной матрицы перехода (таблица 3) и математических ожиданий рентабельностей (таблица 1) по формуле (2) вычисляется вектор рентабельностей активов;
  - с. вычисляются рентабельности базового и расширенного портфелей с заданными весами (таблица 4, (А), (Б)) по формуле:

$$r_p = \sum_{i=1}^n w_i * r_i \quad (13)$$

- где  $n$  – количество активов в портфеле,  $w_i$  – вес  $i$ -ого актива в портфеле,  $r_p$  – рентабельность портфеля,  $r_i$  – рентабельность  $i$ -ого актива;
- d. рассчитывается мультипликатор такта (такт равен одному году) по формуле (8).
2. Формируется серия из 30-ти тактов, в каждом из которых рассчитывается по вышеприведенной схеме случайный мультипликатор.
3. Далее последовательно перемножаются полученные тактовые мультипликаторы для базового и расширенного портфелей. В результате получается реализация динамики мультипликатора.
4. 30-тилетний цикл повторяется 300 раз для базового и расширенного портфелей.

Интерпретация прогноза на основе имитационного моделирования:

1. по результатам были рассчитаны (для проверки) математическое ожидание и ковариационная матрица смоделированных рентабельностей активов. Разница с фактическими данными была выявлена в третьей-четвертой значащей цифре, что является хорошим показателем для результатов моделирования методом Монте-Карло.

2. Были получены оценки математического ожидания рентабельности базового и расширенного портфелей по всей совокупности розыгрышей (около 10000 исходов). Для базового портфеля ожидаемая рентабельность составила 15,93%, для расширенного (предлагаемого к внедрению) – 19,90%.

3. Стандартные отклонения по всей совокупности розыгрышей для базового портфеля составили 7,76%, для расширенного – 6,53%. Такой результат показывает, что предлагаемая методика расширения хозяйственного портфеля позволяет рассчитывать на большую доходность при одновременном снижении риска потерь. При этом эффект достигается ценой незначительных трансформаций сложившейся на предприятии традиции хозяйствования, а значит, без необходимости преодолевать сопротивление коллектива предприятия трансформационным процессам и принимать на себя дополнительные издержки.

4. Расширение хозяйственного портфеля, предложенное в качестве мероприятия по управлению риском, позволяет в среднем по результатам имитационного моделирования уменьшить разброс и поднять уровень ожидаемой доходности.

5. По результатам имитационного моделирования были рассчитаны геометрические мультипликаторы по формуле (10). Для базового портфеля величина геометрического мультипликатора составила 1,1567. Для расширенного портфеля соответствующий мультипликатор составил 1,1973. Это означает, что в долгосрочной перспективе, как и в потактовой краткосрочной оценке, расширенный портфель показывает лучший результат.

6. По результатам имитационного моделирования была рассчитана потактовая вероятность превышения экономического эффекта от предлагаемых изменений по сравнению с неизменной исторической практикой. Вероятность была рассчитана как:

$$p = \frac{N_{\varepsilon}}{N_0} * 100\%, \quad (14)$$

где  $N_{\varepsilon}$  – количество исходов, в которых расширенный портфель показал лучший результат по сравнению с базовым.

$N_0$  – общее число исходов.

Вероятность составила 74,8%. Таким образом, с вероятностью 74,8% можно утверждать, что при любом случайном значении рентабельности активов в рамках модели расширенный портфель даст более высокую рентабельность, чем базовый. Это говорит об устойчивости результатов предлагае-

мой модификации хозяйственного портфеля.

Таким образом, прогноз экономических результатов предприятия в случае принятия стратегии расширения хозяйственного портфеля позволяет утверждать целесообразность предлагаемых мер как в терминах увеличения ожидаемой доходности, так и в терминах уменьшения риска. Вероятностная оценка получения благоприятных исходов характеризует результаты прогнозирования методом Монте-Карло как достаточно устойчивые. Определенным достижением разработанной стратегии модификации хозяйственного портфеля предприятия является увеличение прогнозируемой доходности при сокращении уровня риска, что превосходит получаемые в рамках традиционного портфелирования по Марковицу прямые зависимости между ростом доходности и риска. Эффект достигается за счет применения методики предварительной оценки рисков включаемых в портфель активов, равно как и за счет дополнительного расширения состава активов. Преимущества предлагаемых мероприятий по расширению хозяйственного портфеля предприятия обусловлены не только прогнозными величинами доходности и риска. Ожидаемый рост рентабельности сельскохозяйственного производства составляет около 4%, что нельзя считать кардинальным улучшением экономического состояния предприятия. Однако уменьшение риска на 1,23% делает это изменение более значимым. Кроме того, выявленное с помощью геометрического мультипликатора постепенное увеличение разрыва между доходностью исходного и расширенного портфелей говорит о том, что можно прогнозировать долгосрочное улучшение показателей деятельности предприятия.

Использование имитационного моделирования для прогноза возможных последствий вносимых изменений в структуру производства позволяет оценить в вероятностных терминах успех предлагаемых мероприятий. Реализованный с помощью стандартного программного обеспечения, метод имитационного моделирования относительно прост в применении и, по сравнению с традиционным двух- или трехмерным сценарным анализом, обладает большими возможностями прогнозирования в условиях неопределенности.

#### Библиографический список

1. Винс Р. Математика управления капиталом. Методы анализа риска для трейдеров и портфельных менеджеров. / Пер. с англ. – М.: Альпина Паблишер, 2001. – 400 с.
2. Винс Р. Новый подход к управлению капиталом. Структура распределения активов между различными инвестиционными инструментами. / Пер. с англ. – М.: Альпина Паблишер, 2003. – 264 с.
3. Салманов О.Н. Математическая экономика с применением Mathcad и Excel. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2003. - стр. 464.
4. Максимов В.И., Никонов О.И. Моделирование риска и рискованных ситуаций: Учебн. пособие. - Екатеринбург : ГОУ ВПО УГТУ УПИ, 2004. – 82 с.

# ТРИБУНА МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ

УДК 378.018.43

*Е.П. Васильев, д-р техн. наук, профессор,  
А.А. Николаев, студент 4-го курса,  
Рязанский государственный агротехнологический университет  
имени П. А. Костычева*



## ЭЛЕКТРОННАЯ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ СРЕДА ОБУЧЕНИЯ



### Введение

В настоящее время в мире накоплен большой опыт использования систем дистанционного обучения. В целом мировая тенденция перехода к нетрадиционным формам образования прослеживается в росте числа ВУЗов, ведущих подготовку по новым информационным технологиям.

До недавнего времени в России данные нововведения развивались значительно медленнее из-за отсутствия во всех регионах современной компьютерной техники, ограниченных возможностях связи. С 2011 года наблюдается положительная тенденция в области внедрения дистанционных технологий в вузах РФ.

Дистанционное обучение является формой получения образования, при которой в образовательном процессе используются традиционные и специфические методы, средства и формы обучения, основанные на компьютерных и телекоммуникационных технологиях. Основу образовательного процесса при дистанционном обучении составляет целенаправленная и контролируемая интенсивная самостоятельная работа обучающегося. Студент может учиться в удобном для себя месте, по индивидуальному расписанию, имея при себе комплект специальных средств обучения и согласованную возможность контакта с преподавателем и другими обучающимися через Интернет (e-mail, web-сайт, видеосвязь).

### Характерные особенности современного дистанционного обучения

Электронные методы обучения применяются в единстве с традиционными. При этом под общедидacticескими средствами чаще всего понимаются учебные и наглядные пособия, демонстрацион-

ные устройства, технические средства, т.е. предметы, являющиеся сенсомоторными стимулами, воздействующие на органы чувств учащихся и облегчающие им непосредственное восприятие информации. Процесс дистанционного обучения расширяет методические возможности за счет использования следующих средств: печатная литература (твёрдые копии на бумажных носителях или в электронном варианте); компьютерные обучающие программы и тренажёры; аудио и видео учебно-информационные материалы; лабораторные дистанционные практикумы; электронные базы данных и базы знаний; библиотеки и словари с удалённым доступом; средства обучения на основе виртуальной реальности [5].

На основании мирового опыта к характерным положительным особенностям дистанционного обучения относят:

- Гибкость – студенты занимаются в удобное для себя время, в удобном месте и в удобном темпе. Каждый может учиться столько, сколько ему лично необходимо для освоения курса дисциплины и получения необходимых знаний по выбранным дисциплинам.
- Модульность – позволяет из набора независимых учебных курсов формировать учебный план для определённой специальности, отвечающий индивидуальным или групповым потребностям.
- Параллельность – обучение может проводиться при совмещении основной профессиональной деятельности с учебной.
- Дальнодействие – расстояние от места нахождения обучающегося до образовательного учреждения (при условии качественной работы связи) не является препятствием для эффектив-

ного образовательного процесса.

- Асинхронность – в процессе обучения преподаватель и студент работают по удобному для каждого расписанию.
- Охват – количество студентов не является критичным параметром.
- Рентабельность – под этой особенностью подразумевается экономическая эффективность дистанционного обучения.
- Требования к студенту существенно отличаются от традиционных.
- В современном дистанционном обучении используются преимущественно новые информационные технологии, средствами которых являются компьютеры, компьютерные сети, мультимедиа системы и т.д.
- Дистанционное обучение в определенной степени снимает социальную напряженность, обеспечивая равную возможность получения образования независимо от места проживания.

### **Обоснование выбора информационной системы управления обучением**

На сегодняшний момент существует целый ряд систем, обеспечивающих возможность организации дистанционного обучения. Приведём анализ самых распространённых систем, учитывая общие подходы к их разработке. У каждого пользователя системы имеется учётная запись для авторизации с определёнными правами. В то же время у пользователей есть определённые права доступа к тому или иному материалу. Общение может быть как между преподавателями и студентами, так и между студентами. Роли создателя курса и преподавателя в ВУЗах, как правило, объединены.

Администрирование ресурса заключается в создании новых учётных записей, контроле посещения ресурса пользователями, переназначении прав и ролей.

Российская компания WebSoft работает на рынке информационных технологий с 1999 года и является ведущим разработчиком средств автоматизации подбора, оценки и развития персонала, систем дистанционного обучения и электронных учебных курсов [3]. Продукт этой компании называется WebTutor — система комплексной автоматизации бизнес-процессов, связанных с подбором, оценкой, тестированием и обучением персонала, систематизацией и хранением знаний, а также с управлением и взаимодействием между сотрудниками и подразделениями.

WebTutor отличает модульный подход, позволяющий создавать на базе набора программных модулей гибко настраиваемые системы, функционал которых зависит от задач, стоящих перед заказчиком. В результате внедрения системы заказчик получает портал, который может быть доступен в сети Интернет. На основе портала может быть построена либо система дистанционного обучения и тестирования, либо полноценный

учебный портал, автоматизирующий все процессы корпоративного обучения, либо корпоративный информационный портал компании.

Данная система не получила поддержки серверных операционных систем Windows Server 2008 R2 и Windows Server 2012. Поэтому не всякое новое оборудование способно использовать данное программное обеспечение. Кроме того, WebTutor был основан изначально для корпоративного обучения и адаптация под задачи ВУЗов не является полноценной. По примерным расчётам на готовое решение для дистанционного обучения на базе WebTutor потребуется около 500 тыс. руб.

WebCT (Web Course Tools) – система, основанная на Web-технологиях, инструментальная среда для создания учебных курсов, предназначенных для организации и сопровождения процесса обучения в режиме on-line в сети Интернет. Этот пакет был разработан в университете штата Британская Колумбия (США) и в настоящее время широко используется различными университетами и колледжами во всем мире [4].

WebCT использует следующие инструменты для создания режима интерактивного обучения: web-страницы, информационные табло, электронную почту, глоссарий, календарь, quiz (короткий тест). Пакет WebCT не ограничивает преподавателя в выборе инструментов для формирования авторских курсов. Диапазон типов учебных курсов может быть от простых структурированных последовательных курсов до динамических, интерактивных виртуальных классов. Структура разрабатываемого курса зависит от содержания и сложности изучаемого материала, а также от методологии взаимодействия учитель-ученик. Пакет WebCT обеспечивает постепенную адаптацию учащегося к интерактивной среде обучения, и в конечном счете она становится альтернативой естественному способу обучения в классной комнате. Для того чтобы начать обучение в среде WebCT, от учащегося требуется умение работать с электронной почтой и любым Интернет-браузером.

В рамках пакета WebCT решаются следующие задачи:

- разработка учебных курсов с использованием разнообразных форм и способов подачи учебного материала;
- организация процесса обучения, коммуникаций и сотрудничества с помощью набора встроенных стандартных средств;
- организация системы контроля администрации за ходом учебного процесса.

Данная система имеет чуть меньшие возможности по сравнению с продуктом компании WebSoft и большую стоимость – от 350 тыс. руб. В августе 2012 произошёл ребрендинг системы, теперь её именование может быть таким, как и существовавшее ранее – WebCT, так и новым – Blackboard. Система не русифицирована, поэтому могут воз-

никнуть трудности в работе с интерфейсом.

Moodle (англ. Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment – модульная объектно-ориентированная динамическая учебная среда) — свободная система управления обучением (LMS<sup>1</sup>), распространяющаяся по лицензии GNU GPL<sup>2</sup>. Система реализует философию «педагогики социального конструкционизма» и ориентирована прежде всего на организацию взаимодействия между преподавателем и студентами, хотя подходит и для организации традиционных дистанционных курсов, а также поддержки очного обучения. Moodle переведена на десятки языков, в том числе и русский и используется почти в 50 тысячах организаций из более чем 200 стран мира. В России зарегистрировано более 400 инсталляций. Количество пользователей Moodle в некоторых инсталляциях достигает 40 тысяч человек [2]. Moodle имеет огромный потенциал в развитии, соответствует общепринятым стандартам и является бесплатной. Многие учебные заведения России успешно пользуются данной системой, усовершенствуют и добавляют модули. Применение этой системы на практике также обусловлено наличием хороших отзывов от представителей Рязанских ВУЗов — РГРТУ и РГУ имени С. А. Есенина, которые на сегодняшний момент активно её используют.

Структурная схема полностью задействованной системы приведена на рисунке.

Система представляет собой Web-сайт, в котором имеется возможность хранить различные материалы. Данные помещаются в файловое хранилище сервера. Moodle имеет модуль для обмена личными сообщениями – 1, а также подключен новостной форум – 2. Учебный курс представляет собой набор учебных материалов, оформленных в виде объектов Moodle: ресурсов (теоретической части) – 8 и элементов (практической части) – 9. Также курсу принадлежит: журнал успеваемости (оценки учащихся) – 7 и журнал посещаемости (логи) – 10. Учебный курс соответствует одному предмету и рассчитывается на полгода или год. Свойства (Настройки) курса – 5 (в скобках приводятся комментарии и рекомендованные значения): категория (задает иерархию в каталоге курсов, должна соответствовать предмету); имя (название курса); номер (идентификационный номер, можно оставить пустым); описание (краткое описание курса); формат (структура/календарь, рекомендуемое значение – структура); продолжительность обучения (1 день-год); количество тем в неделю; групповой метод; доступность.

1 LMS (Learning Management System) — Система управления обучением

2 Универсальная общедоступная лицензия GNU или Открытое лицензионное соглашение GNU — лицензия на свободное программное обеспечение, созданная в рамках проекта GNU в 1988 г.

### Пользователями системы являются:

**1. Технический администратор Moodle.** Администратору предоставляется возможность просмотра/редактирования основных настроек внешнего вида сайта, в число которых входят: основные характеристики сайта (язык, временная зона, настройки безопасности, настройки операционной системы, настройки сервера электронной почты, настройки отображения информации о пользователе, настройки разрешений пользователей и др.); внешний вид сайта (название и краткое описание сайта, конфигурация первой страницы, обращение для преподавателей/студентов, настройка дизайна); просмотр информации о программных модулях, реализующих функционал учебного процесса (Scorm, Wiki, Анкета, Глоссарий, Задание, Опрос, Пояснение, Рабочая тетрадь, Ресурс, Семинар, Тест, Урок, Форум, Чат); установки автоматического резервного копирования и регламента его работы; базовые настройки редактора HTML, используемого при создании курсов.

Администратор имеет возможность просматривать списки пользователей системы, а также добавлять, удалять и редактировать учетные записи пользователей. Для реализации данных операций необходимо выбрать соответствующий пункт в меню «Пользователи» – 4. Основной функцией администратора после установки и настройки системы является распределение прав создателей и преподавателей курса. Для получения прав на создание/редактирование курса пользователь должен пройти процедуру регистрации в общем порядке, а также может быть добавлен администратором вручную. Для предоставления прав преподавателя/создателя курса зарегистрированному пользователю администратору необходимо перейти в меню «Назначить создателей курсов» – 6 и добавить выбранного пользователя в список создателей курсов.

Активность пользователей в системе записывается в виде последовательности действий, выполняемых пользователем с указанием даты и времени совершенного действия. Администратору доступна функция просмотра действий пользователя с использованием фильтрации по курсам, пользователям, дате, упражнениям (меню «Управление - Логи»).

Отдельно выбранный курс или вся система в целом может быть сохранена в виде архива (.zip) с целью обеспечения переноса системы/курса на другую программно-аппаратную платформу или обеспечения резервного сохранения на случай системного сбоя. Для создания резервной копии курса необходимо выбрать соответствующий курс, перейти в меню «Резервное копирование», выбрать компоненты, которые необходимо сохранить и осуществить сохранение. Данные курса сохраняются в формате xml, архивируются и помещаются в раздел «Файлы\backupdata».

**2. Создатель курсов Moodle.** Основной функ-

цией создателя (разработчика) курсов является наполнение системы учебным материалом, представляемым в виде последовательности контентных блоков, т.е. ресурсов курса и элементов курса. Создатель курсов назначается администратором. После прохождения процедуры авторизации создатель курсов получает возможность завести новый курс и определить его параметры (настройки). При оформлении содержимого курса в виде веб-страницы создателю курсов предлагается использовать встроенный html-редактор.

**3. Преподаватель Moodle.** Основной функцией преподавателя является сопровождение учебного процесса на основе материалов курса и обеспечения контроля успеваемости учащихся. После прохождения процедуры авторизации преподавателю

доступны курсы, на преподавание которых он был назначен администратором. Преподавателю также доступен журнал успеваемости и журнал посещаемости.

**4. Ученик (студент).** Студент является пользователем системы, сильно зависимым от преподавателей. Преподаватель может менять содержимое курса, давать те или иные права на элементы своего контента и т.п. Студент не может создавать элементы курса и в общем случае является ведомым преподавателем.

Календарь событий является глобальным элементом системы. Основной задачей календаря является отображение всех событий, происходящих в системе и имеющих отношение к конкретному пользователю. Например, если в расписании

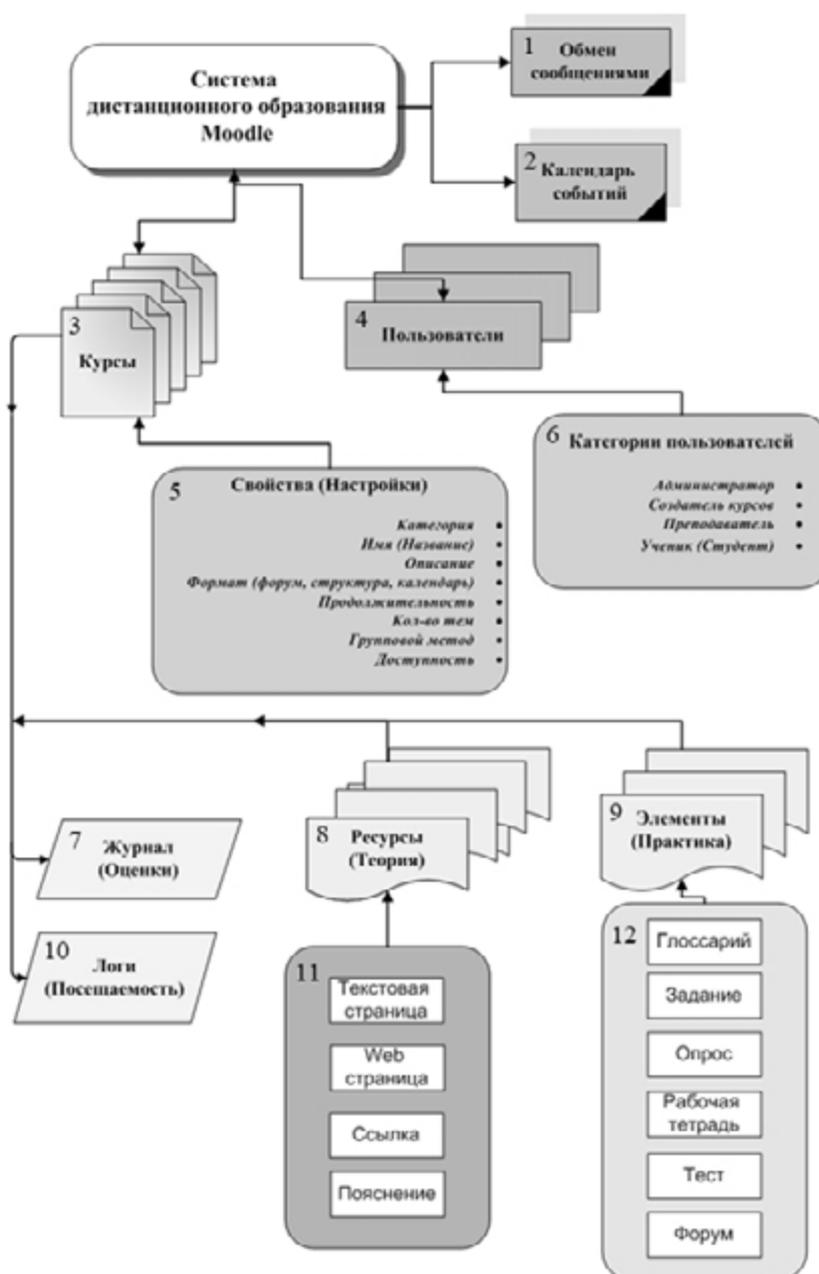


Рис. – Структурная схема системы дистанционного обучения Moodle

занятий или в курсе, на который подписан пользователь, происходят какие-либо изменения, они автоматически отображаются в календаре.

Обмен сообщениями -1 – компонент системы дистанционного обучения Moodle, который позволяет пользователям системы дистанционного обучения (студенты и преподаватели) обмениваться текстовыми сообщениями. Обмен сообщениями возможен только тогда, когда пользователи, принимающие участие в диалоге, находятся (авторизованы) на сайте системы [1].

На основании выше сказанного и приведенной таблицы, можно сделать вывод о том, что модульная объектно-ориентированная динамическая среда обучения Moodle является мощной системой, которая широко используется глобальным образовательным сообществом. За стоимость дистрибутива и все последующие обновления не взимается плата, система находится в свободном доступе в Интернете. Функционал довольно широкий, не имеет специфических требований к серверному оборудованию, не требует установки дополнительных программ на компьютер конечного пользователя.

Система WebTutor имеет множество функций, которые, как правило, не используются при реализации обучения в ВУЗах. Главные минусы системы – цена и отсутствие поддержки новых серверных операционных систем.

Web Course Tools – стабильный продукт, функ-

ционал схож с Moodle, но система платная, и её стоимость велика. В то же время меры по русификации данной системы дороги и нецелесообразны.

#### Развитие дистанционного обучения в РГГУ

Для организации дистанционного обучения в университете потребовались материальные затраты, связанные с техническим и программным оснащением.

В настоящее время произведено техническое оснащение Института непрерывного образования при РГГУ. Приобретена и смонтирована серверная платформа, установлено лицензионное программное обеспечение для работы сервера, а также реализованы меры по обеспечению безопасности для защиты от вирусных и хакерских атак из Интернета. Установлена модульная объектно-ориентированная динамическая учебная среда для дистанционного обучения Moodle.

Арендовано доменное имя «ino-rgatu.ru» для доступа к сайту дистанционного обучения. На данный момент в системе дистанционного обучения находится около 30 учебных курсов по различным дисциплинам. Работает тьютор-консультант по гуманитарно-социальным наукам с использованием видеосвязи в Skype и ooVoo. Это позволит студентам, обучающимся по дистанционной форме, получать консультации от квалифицированных специалистов. Планируется увеличить штат сотрудников на должность тьютор-консультантов.

Применение дистанционных технологий по-

Таблица – Сводная стоимостная таблица систем дистанционного обучения

Наименование	Приблизительная стоимость, руб.
WebTutor	300885
Необходимое дополнительное оборудование	
Серверная платформа	185000
Межсетевой экран	10000
Аренда доменного имени	1000
Итого:	496885
Web Course Tools	350000
Необходимое дополнительное оборудование	
Серверная платформа	185000
Аренда доменного имени	1000
Итого:	536000
Moodle	0
Необходимое дополнительное оборудование	
Серверная платформа	185000
Межсетевой экран	10000
Аренда доменного имени	1000
Итого:	196000

зволит значительно сократить количество поездок и период пребывания студентов в ФГБОУ ВПО РГАТУ, так как большую часть учебного материала планируется предоставлять студентам посредством электронного ресурса.

### Заключение

Проведенный сравнительный анализ систем дистанционного обучения позволил обоснованно выбрать для внедрения в РГАТУ модульную объектно-ориентированную динамическую учебную среду Moodle по критерию цена-качество.

Использование системы Moodle в учебном процессе даст возможность оперативного доступа студентам к учебным материалам из любого места, где имеется Интернет, динамично формировать и модернизировать учебные курсы.

### Библиографический список

1. Сетевое социально-педагогическое со-

общество «СоцОбраз», 2012. URL: <http://www.socobraz.ru> (дата обращения: 19.11.2012).

2. Moodle.org: open-source community-based tools for learning // Официальный сайт. 2012 URL: <https://moodle.org/> (дата обращения: 7.11.2012).

3. Компания WebSoft, система обучения WebTutor // Официальный сайт. 2012 URL: <http://websoft.ru/> (дата обращения: 19.11.2012).

4. Blackboard: Technology and Solutions Built for Education // Официальный сайт. 2012 URL: <http://www.webct.com/> (дата обращения: 20.11.2012).

5. Гриневич Е.А. Дистанционное обучение студентов экономических специальностей через сеть Интернет // Научно-инновационная деятельность и предпринимательство в АПК: проблемы эффективности и управления: сборник научных статей 2-й Междунар.-практич. конф., Минск, 17-18 мая 2007г. В 2 ч. Ч. 2 / редкол. Г.И. Гануш [и др.]. – Минск, 2007. – с. 134-137

УДК 621.357

*В.М. Пащенко, д-р биол. наук, профессор,  
В.И. Ванцов, канд. техн. наук, доцент,  
М.В. Ванцов, студент,  
Рязанский государственный агротехнологический  
университет имени П. А. Костычева*



## СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СЕРЫ В НЕФТЕПРОДУКТАХ



Для нефтепродуктов сернистые соединения являются очень вредной примесью. Они токсичны, придают нефтепродуктам неприятный запах, вредно отражаются на антидетонационных свойствах бензинов, способствуют смолообразованию в крекинг-продуктах и, главное, вызывают коррозию металлов. Наиболее опасны в этом отношении самые активные сернистые соединения — серо-водород, низшие меркаптаны, а также свободная сера, которые сильно разрушают металлы, особенно цветные. Поэтому присутствие этих веществ крайне нежелательно и для большинства неф-тепродуктов недопустимо. Но и остальные нейтральные сернистые соединения — сульфиды, дисульфиды, тиофаны, тиофены — могут в

определенных условиях вызывать коррозию. Дело в том, что при сгорании топлива все сернистые соединения превращаются в  $SO_2$  и  $SO_3$ . При низких температурах, когда получающиеся при сгорании или находящиеся в воздухе водяные пары конденсируются, эти оксиды переходят в соответствующие кислоты, которые вызывают сильную коррозию. Чем больше сернистых соединений в топливе, тем сильнее опасность этой кислотной коррозии. Необходимо также иметь в виду, что при повышенных температурах нейтральные сернистые соединения могут разлагаться с выделением сероводорода и меркаптанов.

В технические требования на нефтепродукты введены следующие показатели.

Содержание серы нормируется для всех видов топлива, их компонентов, осветительных керосинов, бензинов-растворителей и некоторых нефтяных масел. Наиболее жесткие нормы по содержанию серы установлены для карбюраторных и реактивных топлив и бензинов-растворителей (0,02—0,1%). Среднее положение по этому показателю занимают тракторные керосины и дизельные топлива (0,2—1%). Наибольшее содержание серы допускается в котельном топливе (0,5—3,5%), поэтому сжигание сернистых мазутов проводят по специальным инструкциям во избежание отравления персонала дымовыми газами. Следует отметить, что для некоторых специальных масел (трансмиссионные, для гипоидных передач, для коробок передач и рулевого управления) и для смазочно-охлаждающей жидкости сульфозрезол нормируется не высший, а низший предел содержания серы (не менее 0,9—1,7%), так как присутствие серы в этих нефтепродуктах улучшает их специфические свойства (липкость, маслянистость).

Органические соединения серы являются природным компонентом сырой нефти. При термическом воздействии в процессе переработки нефти сера и её соединения попадают в нефтепродукты в различных концентрациях. Соединения серы отравляют дорогостоящие нейтрализаторы выхлопных газов автомобилей, вызывают коррозию оборудования; выделяясь в атмосферу, оксиды серы при сгорании создают экологические проблемы. Выброс в атмосферу соединений серы, образующихся при сгорании нефтепродуктов, является предметом экологического контроля во всех развитых странах.

Известен наиболее «старый» метод для определения серы в нефтепродуктах, т.н. «Бомбовый метод» [1]. Технология его реализации такова:

- навеску испытуемого продукта сжигают в калориметрической бомбе, заполненной сжатым кислородом;
- получившуюся при сгорании двуокись серы поглощают предварительно залитой в бомбу щелочью;
- окисляют образовавшиеся сульфиты до сульфатов;
- определяют серу гравиметрически осаждением хлористым барием  $BaSO_4$ ;
- производят взвешивание осадка  $BaSO_4$  и из соотношения молярных масс элементов, входящих в формулу, непосредственно рассчитывают содержание серы.

Метод применим к продуктам с низкой летучестью, которые можно взвесить в открытом тигле. К легким нефтепродуктам применение его весьма затруднено, т.к. точное взвешивание возможно только в закрытом сосуде, например, в желатиновой капсуле, которая сама содержит серу, вызывая значительную погрешность. Метод не применим к продуктам, содержащим элементы, часто

входящие в состав добавок, образующие при сгорании нерастворимые сульфаты, которые будут мешать на стадии осаждения (железо, алюминий, кальций, свинец и др.). Метод также неприменим к отработанным маслам, содержащим металлы износа.

Известен более новый действующий метод, называемый «Ламповым методом» [2]. Технология его реализации следующая:

— предварительно строят калибровочные зависимости по серии суспензий с различной концентрацией сульфата бария, измеряя оптическую плотность суспензии с помощью фотометра при длине волны 450 нм. Суспензии стабилизируют глицерином;

— образец сжигают в замкнутой системе, используя лампу с хлопчатобумажным фитилем, в искусственной атмосфере 30% кислорода и 70% углекислого газа для предотвращения образования окислов азота, которые вносят положительную погрешность в определение с титриметрическим окончанием;

— образовавшуюся двуокись серы поглощают и окисляют до серной кислоты обработкой перекисью водорода. Раствор продувают воздухом для удаления растворенной двуокиси углерода. Серу определяют в виде сульфата титрованием гидроокисью натрия, либо гравиметрически осаждением в виде  $BaSO_4$ . Допускается сжигание образца в воздухе, но при этом окончание метода должно быть гравиметрическим, т.е. более трудоемким (Дополнение A2 к ASTM D1266). Время сжигания испытуемого продукта в ASTM D1266 не оговаривается. Необходимыми требованиями являются горение образца без образования копоти и полное сгорание всей пробы, так как тяжелые серосодержащие соединения концентрируются в тяжелых остатках;

— сульфат бария, образовавшийся после добавления раствора хлорида бария к поглощающему раствору, определяют, измеряя оптическую плотность суспензии с помощью фотометра при длине волны 450 нм и сравнивая результаты с предварительно построенными калибровочными зависимостями оптической плотности от содержания в суспензии сульфата бария.

Этот метод крайне трудоемкий, так как включает сложную процедуру приготовления калибровочных суспензий, упаривания поглощающего раствора. Вся стеклянная посуда, участвующая в выполнении анализа, требует исключительно тщательной очистки.

— Общими недостатками известных методов являются:

- высокая стоимость оборудования;
- проведение анализа в стационарных условиях;
- высокая себестоимость проведения анализов;
- необходимость значительной затраты вре-

мени;

— необходимость достаточно высокой квалификации персонала.

Задача, на решение которой направлен заявляемый способ, и технический результат от его использования связаны с разработкой способа оперативного определения количественного содержания в дизельном топливе серосодержащих соединений, не требующего дорогостоящего оборудования, больших затрат времени и экологически чистого.

Для достижения указанного технического результата в способе, включающем заключение пробы в замкнутый объем в виде ячейки, проведение с ним исследований, определение количества серы производят сравнением полученных результатов с заранее подготовленной калибровочной зависимостью. Исследования осуществляют с использованием ультразвуковых сигналов с резонансной частотой между двумя датчиками, размещенными внутри ячейки с пробой. По математически обработанной разнице мощностей входного и

выходного сигналов путем сравнения с калибровочной зависимостью коэффициента поглощения от концентрации серы определяют количество серосодержащих примесей в дизельном топливе. При проведении исследований принимают наиболее оптимальные значения резонансной частоты  $\nu_p = (5 \pm 0,5)$  МГц и температуры  $t = (20 \pm 1)$  °С. При математической обработке определяют коэффициент поглощения  $\alpha$  из формулы:

$$\alpha = \frac{1}{L} \ln \left[ \frac{P_{ВХ}}{P_{ВЫХ}} \right]$$

где  $L$  – фиксированное расстояние между двумя датчиками,  $P_{ВХ}$  и  $P_{ВЫХ}$  – мощности входного и выходного сигналов.

Отличительной особенностью заявляемого способа является использование выявленного свойства дизельного топлива – изменять коэффициент поглощения  $\alpha$  в зависимости от концентрации в топливе серосодержащих примесей при прохождении через него ультразвуковых сигналов с резонансной частотой  $\nu_p$ .

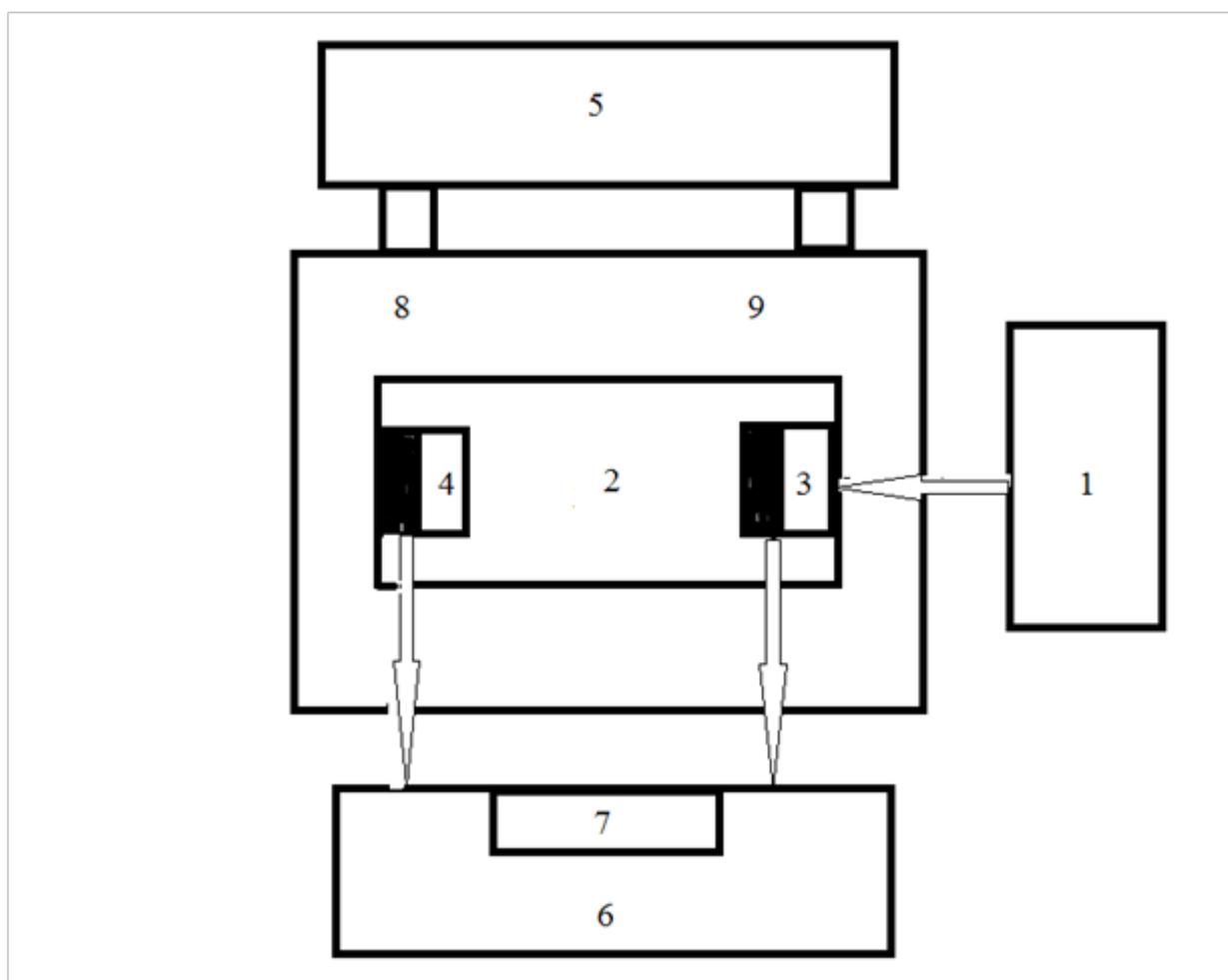


Рис. – Структурная схема системы дистанционного обучения Moodle

Техническая реализация предлагаемого способа представлена на рисунке в виде установки, которая включает генератор ультразвука 1, термостатируемую ячейку 2 с пробой дизельного топлива, излучатель ультразвука 3, приемник ультразвука 4, термостат 5, устройство сравнения 6, дисплей 7 устройства сравнения, датчик 8 определения мощности выходного сигнала  $P_{вых}$ , датчик 9 определения мощности входного сигнала  $P_{вх}$ .

Способ осуществляется следующим образом. Термостат 5 поддерживает заданную температуру в ячейке 2 в процессе исследования дизельного топлива. Ультразвуковой генератор 1 вырабатывает переменное напряжение с резонансной частотой  $\nu_r$ . Это напряжение подается на излучатель ультразвука 3, который направляет ультразвуковую волну через ячейку с дизельным топливом на приемник ультразвука 4. Датчик 9 мощности определяет мощность входного сигнала  $P_{вх}$ , датчик 8 мощности фиксирует мощность выходного сигнала  $P_{вых}$ . Оба сигнала поступают на устройство сравнения 6, где производится их математическая обработка и определяется коэффициент поглощения  $\alpha$ . Зная коэффициент поглощения  $\alpha$  и имея заранее составленные калибровочные зависимости (в электронном виде или на бумажном носителе в виде таблицы), легко определить количество серосодержащих примесей в дизельном топливе.

Поглощение, в отличие от затухания, включающего в себя рассеяние звука на неоднородностях и другие виды не диссипативных потерь, включает лишь диссипативные потери. Для жидкостей коэффициент поглощения  $\alpha$ , м<sup>-1</sup> равен

$$\alpha = \frac{2\pi^2 f^2}{\rho_0 v^2} \left( \frac{4}{3} \eta + \eta' + \frac{\gamma - 1}{c_p} \varepsilon \right) = \frac{2\pi^2 f^2}{\rho_0 v^2} b,$$

где  $\rho_0$  – плотность, кг/м<sup>3</sup>;  $f$  – частота, Гц;  $\eta$  – динамическая вязкость, Па·с;  $\eta'$  – коэффициент объемной вязкости, Па·с;  $v$  – скорость звука, м/с;  $\varepsilon$  – коэффициент теплопроводности, Вт/(К·м);  $c_p$  – удельная теплоемкость при постоянном давлении, Дж/(К·кг).

Не существует прямых методов измерения коэффициента объемной вязкости  $\eta'$ . Единственный способ его определения заключается в сравнении экспериментального поглощения с рассчитанным по классической теории. Эта часть поглощения обусловлена релаксационными процессами термодинамического перехода жидкости от одного состояния к другому при объемных сжатиях и растяжениях в звуковой волне. Согласно термодинамическому принципу равномерного распределения энергии по степеням свободы, энергия поступательного движения переходит на внутренние степени свободы, возбуждая их. В связи с

этим, кинетика релаксационного перехода характеризуется некоторым отставанием во времени изменения параметров системы при изменении одного из них – временем релаксации –  $\tau$ . Отставание определяется молекулярными механизмами восстановления статистического равновесия молекул вещества. Необратимые процессы восстановления равновесия сопровождаются диссипацией энергии, вызывая аномальное (неклассическое) поглощение энергии звуковой волны [3].

Проведенные исследования показывают, что на величину объемной вязкости  $\eta'$  очень сильно влияют химические примеси. В частности, для дизельного топлива такими примесями являются серосодержащие вещества с наличием в них химических связей C-S (углерод-сера). Наличие резонансной частоты  $\nu_p$  для серосодержащих веществ, при которой наблюдается усиление поглощения интенсивности ультразвукового сигнала, позволяет разработать способ оперативного определения наличия серосодержащих веществ в дизельном топливе. На резонансной частоте  $\nu_r$  происходит сравнение мощностей входного  $P_{вх}$  и выходного  $P_{вых}$  сигналов после прохождения ультразвука через дизельное топливо, содержащее серу. Далее, по формуле

$$\alpha = \frac{1}{L} \ln \left[ \frac{P_{вх}}{P_{вых}} \right]$$

где  $L$  – расстояние, которое ультразвук проходит в дизельном топливе, определяется коэффициент поглощения  $\alpha$  для последующего сравнения его с заранее построенными калибровочными зависимостями.

Предварительно проведенные исследования показывают, что оптимальными значениями при использовании заявляемого способа являются температура измерения  $t = 20^\circ \text{C}$  и резонансная частота  $\nu_p = 5 \text{ МГц}$ .

В таблице приведены данные по определению  $\alpha$  на различных частотах при температуре  $t = 20^\circ \text{C}$ . К дизельному топливу с высокой очисткой от серосодержащих веществ (с их начальной концентрацией  $C = 0,010 \%$ ) добавлялись эти вещества в их комплексном содержании с постепенно нарастающей концентрацией вплоть до  $C = 0, 1\%$ . Как видно из результатов, их дальнейшее наращивание не имеет смысла по отношению к заявляемому способу. Измерения проводились в 3-х кратной повторности. В столбце б приведена относительная погрешность  $\varepsilon$ , определенная по трем измерениям.

Как видно из результатов, приведенных в таблице, коэффициент поглощения  $\alpha$  однозначно определяет количество серосодержащих веществ в концентрациях от 0,010 % до 0,080 %, после чего

Таблица – Определение  $\alpha$  при различном содержании серы

C, %	L, м	$P_{вх}$ , Вт	$P_{вых}$ , Вт	$\alpha$	$\epsilon$ , %
0,010	0,1	1	0,999	0,015	6
0,015	0,1	1,000	0,983	0,017	7
0,020	0,1	1,000	0,975	0,025	6
0,025	0,1	1,000	0,960	0,041	8
0,030	0,1	1,000	0,946	0,056	7
0,035	0,1	1,000	0,934	0,068	8
0,040	0,1	1,000	0,920	0,083	8
0,045	0,1	1,000	0,908	0,096	7
0,050	0,1	1,000	0,894	0,112	8
0,055	0,1	1,000	0,883	0,124	8
0,060	0,1	1,000	0,874	0,135	7
0,065	0,1	1,000	0,869	0,140	6
0,070	0,1	1,000	0,868	0,142	7
0,075	0,1	1,000	0,865	0,145	7
0,080	0,1	1,000	0,863	0,147	5
0,085	0,1	1,000	0,862	0,148	6
0,090	0,1	1,000	0,861	0,150	6
0,095	0,1	1,000	0,860	0,151	5
0,100	0,1	1,000	0,860	0,151	5
0,105	0,1	1,000	0,861	0,150	6

заметный рост  $\alpha$  с дальнейшим ростом содержания серы не наблюдается. Возможно, это связано с явлением насыщения, когда используемой мощности входного сигнала  $P_{вх}$  уже недостаточно для резонансного возбуждения все возрастающего количества связей C-S. Между тем, определение серы в заявляемом интервале концентраций от 0,010 % до 0,080 % вполне достаточно для современного дизельного топлива, с приемлемой погрешностью  $\epsilon < 9$  %.

Пример: проведенные исследования содержания серы на экспериментальной установке при  $t = 20$  °C и при  $\nu_p = 5$  МГц показали, что коэффициент поглощения дизельного топлива  $\alpha$  при расстоянии между датчиками в ячейке  $L = 10$  см составил  $\alpha_x = 0,092$ . Тогда, по значениям, приведенным в таблице, находим эталонную зависимость  $\alpha$  от C. По ней определяем, что  $\alpha_x$  соответствует наличие серосодержащих веществ в концентрации  $C_x = 0,043$  %. С учетом относительной погрешности  $\epsilon = 8$  % значение искомой концентрации попадает в интервал  $C_x = (0,043 \pm 0,0003)$  %. Время настройки установки и проведения измерений заняло 10 минут. Объем используемой ячейки с ди-

зельным топливом не превышал 50 мл.

#### Библиографический список

1. ASTM D129-00(2005) «Стандартный метод определения серы в нефтепродуктах (Общий бомбовый метод)», ГОСТ 3877-88 «Нефтепродукты. Метод определения серы сжиганием в калориметрической бомбе».
2. ASTM D1266-98(2003), ГОСТ Р 51859-2002. «Стандартный метод определения серы в нефтепродуктах ламповым методом». ГОСТ 19121-73 «Нефтепродукты. Метод определения серы сжиганием в лампе».
3. «Физические величины», справочник, Москва, «Энергоатомиздат», 1991, стр. 134.
4. Field K. Low Sulfur Fuel Analysis – Chasing the Limits.// Petro Industry News, February/March, 2004.
5. Nadkarni K. Determination of Sulfur in Petroleum Products and Lubricants: A Critical Review of Test Performance.// American Laboratory, November, 2000, p.16-25.

**Администрация, коллектив сотрудников и студентов, редакция  
журнала поздравляют Торжкова Николая Ивановича  
с юбилеем, желают новых научных открытий, здоровья и счастья!**



**ТОРЖКОВ  
НИКОЛАЙ ИВАНОВИЧ**

*Доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор*

*Торжков Н. И. родился 1 января 1948 года в селе Марсевский хутор Касимовского района Рязанской области. После окончания школы в 1966 году начал трудовую деятельность в совхозе «Маяк», затем был направлен на учёбу в Рязанский сельскохозяйственный институт имени П.А. Костычева.*

*После окончания института работал старшим зоотехником по овцеводству в Рязанском тресте племенных совхозов, на Рязанской областной станции химизации сельского хозяйства – начальником отдела химизации и качества кормов, затем заместителем директора станции. Работал заместителем начальника отдела животноводства Агропромышленного комитета Рязанской области, заведующим отделом животноводства при Рязанском НИПТИ АПК.*

*В 1976 году закончил очную аспирантуру при РСХИ, в 1992 году в ВНИИ кормов защитил диссертацию на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук, и в 1996 году – при ВНИИЖе – диссертацию на соискание учёной степени доктора сельскохозяйственных наук.*

*С 1996 года работал профессором кафедры «Частная зоотехния» РГСХА, затем ее заведующим. с 2007 года – профессор кафедры зоотехнии и биологии факультета ветеринарной медицины и биотехнологии Рязанского агротехнологического университета. С 2001 года – член диссертационного Совета Д.220.057.01*

*«Частная зоотехния, технология производства продукции животноводства 060210».*

*Торжков Н. И. награждён: Почётной грамотой Министерства сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации за добросовестный труд и большой личный вклад в подготовку высококвалифицированных специалистов для АПК области, Почётной грамотой губернатора Рязанской области за активную деятельность в области подготовки кадров для АПК Рязанской области, Почётной грамотой управления сельского хозяйства и продовольствия Рязанской области; Почётными грамотами и благодарностями ректора РГАТУ за подготовку кадров для сельского хозяйства и успехи в научной и учебной деятельности, а также грамотами от хозяйств и других вузов РФ. Торжков Николай Иванович является крупным специалистом в области высшего зоотехнического образования, вносит большой вклад в становление, развитие факультета ветеринарной медицины и биотехнологии, а также в учебно-методическое обеспечение подготовки бакалавров и магистров.*

*Неоднократно направлялся Департаментом образования МСХ РФ в другие вузы страны в качестве председателя Государственной аттестационной комиссии по защите выпускных квалификационных работ.*

*Им опубликовано 149 научных статей, под его руководством защитили диссертации 12 аспирантов, из которых 5 работают в РГАТУ.*

*Торжков Н. И. – компетентный и высококвалифицированный специалист в области зоотехнического образования, грамотный организатор учебно-методической и научно-исследовательской работы.*

*Общий трудовой стаж работы Торжкова Н. И. – 47 лет, научно-педагогической – более 26 лет, в РГАТУ имени П. А. Костычева – более 16 лет; Николай Иванович пользуется большим уважением среди студентов и преподавателей.*

**Рефераты статей для публикации в журнале «Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева»**

УДК 631.553:631.82 04

**Ф.Б. Вердиева**

**ПИТАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ КОРМОВЫХ РАСТЕНИЙ ЛЕТНИХ ПАСТБИЩ ДАШКЕСАНСКОГО РАЙОНА АЗЕРБАЙДЖАНА**

В статье представлены результаты исследований питательности растительного покрова пастбищ, рассчитаны емкость и возможные нагрузки на летние пастбища Дашкесанского района.

**Ключевые слова:** кормовые растения, пастбища, фитоценозы, кормовые единицы, протеин.

УДК 631.816:633.8:635.7:638.132

**Ю.В. Докукин**

**ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛОФАНТА АНИСОВОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ**

В статье приводятся результаты авторских исследований лофанта анисового в условиях Рязанской области на серых лесных почвах при междоносно-семенном использовании посевов. Изучалось влияние органических (навоз) и минеральных удобрений на нектарную и семенную продуктивность растений. Выявлено положительное влияние навоза и разных доз минеральных удобрений на продуктивность лофанта анисового. Максимальный эффект получен от внесения навоза под основную обработку и полных норм минеральных удобрений в подкормку весной.

**Ключевые слова:** лофант анисовый, органические удобрения, минеральные удобрения, семенная продуктивность, нектаропродуктивность.

УДК 619:636.1.577.3

**Л. Г. Каширина, А. В. Антонов, И. А. Плющик**

**ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ И АНТИОКСИДАНТНАЯ ЗАЩИТА ОРГАНИЗМА У МОЛОЧНЫХ КОРОВ РАЗНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ**

У коров в период с 3-го по 5-й месяцы лактации усиливается перекисное окисление липидов, истощаются резервы для биосинтеза антиоксидантных ферментов, и начинается мобилизация тканевых резервов  $\alpha$ -токоферола. Это сопровождается снижением молочной продуктивности.

**Ключевые слова:** коровы, лактация, перекисное окисление липидов, антиоксиданты.

УДК 631. 53. 01

**Э.В. Клейменов, М.Ю. Афанасьев**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССОВОЙ ДОЛИ БЕЛКА В СЕМЕНАХ**

На основании анализа ранее опубликованных работ было установлено, что при влажности менее 20% вся влага в семенах является связанной с различными биополимерами. Также было установлено, что связанная влага посредством теплового воздействия удаляется из всех биополимеров за исключением белкового комплекса. Таким образом, после тепловой обработки необходимо измерить

влагу, связанную с белковым комплексом и по градуировочному графику определить содержание белка в семенах. В качестве измерителя остаточной влаги использовалась катушка индуктивности колебательного контура в резонансном режиме.

**Ключевые слова:** белок, семена сельскохозяйственных растений, электромагнитное поле.

УДК. 581.48:539.12.047:577.175.1

**В.И. Левин, С.А. Макарова**

**КАСКАДНЫЙ ЭФФЕКТ ВНУТРИВИДОВОГО ДИСТАНЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЛУЧЕННЫХ СЕМЯН РАСТЕНИЙ НА НЕОБЛУЧЕННЫЕ**

Исследовано дистанционное воздействие облученных семян растений на необлученные в системе «облученные - необлученные - необлученные». Обнаружено, что семена, облученные в ингибирующих дозах, при свободном воздухообмене, подавляют интенсивность начальных ростовых процессов, снижают энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян растений в системе «облученные - необлученные - необлученные». При ограниченном воздухообмене облученные семена не угнетают необлученные на всех этапах системы.

Результаты исследований указывают, что материальным фактором каскадного воздействия одних семян на другие в исследуемой системе являются летучие физиологически активные вещества, которые синтезируются семенами в условиях свободного воздухообмена.

**Ключевые слова:** гамма-облучение, дистанционное воздействие, семена, энергия прорастания, колеоптиль, зародышевый корешок.

УДК 636.087.7:636.4

**Ж.С. Майорова, Г.М. Туников, Д.А. Эйвазов**

**ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГУМАТА КАЛИЯ ПРИ ОТКОРМЕ СВИНЕЙ**

Приведены результаты положительного влияния гумата калия производства ООО «Питэр Пит», получаемого из торфа, добываемого в Рязанской области, на повышение продуктивности откармливаемых свиней при снижении затрат корма на единицу продукции. Приведены данные его влияния на самочувствие животных, морфологические и биохимические показатели их крови, микрофлору кишечника и некоторые характеристики мясной продукции.

**Ключевые слова:** гумат калия, гуминовые кислоты, свиньи, молодняк, откорм, живая масса, прирост, здоровье, показатели крови.

УДК 636.22./28.033.06

**Ф.А. Мусаев, Д.В. Шелоумов**

**ТЕХНОЛОГИЯ ДОРАЩИВАНИЯ И ОТКОРМА БЫЧКОВ КАЗАХСКОЙ БЕЛОГОЛОВОЙ ПОРОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЛЮКОЗЫ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ И И-САККА**

Проведена оценка мясной продуктивности бычков казахской белоголовой породы на доращивании

и откорме с использованием глюкозы кристаллической в сочетании с И-сакком. Установлено, что балансирование рационов бычков казахской белоголовой породы на доращивании и откорме с использованием глюкозы кристаллической в количестве 150 г/голову в сутки увеличивает абсолютный прирост на 38,8 кг или на 8,4%. Введение в рационы бычков на доращивании и откорме глюкозы кристаллической в количестве 150 г/голову в сутки в сочетании с И-Сакком (10 г/гол. в сутки) способствует увеличению абсолютного прироста на 52,5 кг или на 11,4%.

**Ключевые слова:** мясная продуктивность, бычки, казахская белоголовая порода, глюкоза кристаллическая, И-сакк.

УДК 638.145

**Л.Н. Савушкина, А.В. Бородачев**

#### **ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПОЛУЧЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПЧЕЛИНЫХ МАТОК**

В результате проведенных исследований выявлены факторы, влияющие на получение качественных пчелиных маток и определены оптимальные условия их выращивания.

**Ключевые слова:** пчелиная матка, трутень, биологические признаки, нуклеус, яйценоскость, корреляция.

УДК 631.84: 631.445.25

**Г.Н. Фадькин, Я.В. Костин**

#### **ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ФОРМ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ФОСФАТНЫЙ РЕЖИМ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ТЯЖЕЛОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ**

Установлено, что отсутствие в течение более чем 40 лет опыта фосфорных удобрений ведет к истощению данного элемента в исследуемой почве. Внесение фосфора в дозе 60 - 100 кг/га д.в. создает благоприятные условия для его аккумуляции, что связано с некоторой инерцией участия данного элемента в малом биологическом круговороте, в частности в формате почва-растение. Пополнение подвижного фосфора в основном происходит за счет минеральных фосфорсодержащих удобрений. Таким образом, процесс формирования фосфатного режима серой лесной тяжелосуглинистой почвы зависит от длительности внесения суперфосфата простого и разных форм азотных удобрений.

**Ключевые слова:** серая лесная тяжелосуглинистая почва, формы азотных удобрений, суперфосфат простой, валовый фосфор, формы фосфатов.

УДК 001.8 : (631.51:635.21)

**Н.И. Шестаков**

#### **УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ**

В статье приводятся данные о полученной урожайности при внесении различных видов твердых минеральных удобрений и о влиянии удобрений на товарность, содержание крахмала и витамина С. Установлено оптимальное комплексное влияние удобрений на продуктивность картофеля. Определены экологические и экономические дозы при

их локальном внесении. Показана экономическая эффективность от применения удобрений.

**Ключевые слова:** картофель, удобрения, сорта, эффективность, почвы.

УДК 631.372

**Г. А. Борисов, И. Н. Колодяжная, Ю. В. Ичанкин**

#### **АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ПониЖЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР**

Проведен анализ условий эксплуатации дизельных двигателей в условиях пониженных температур. Рассмотрены основные пути повышения работоспособности топливоподающей системы дизелей. Представлен обзор систем подогрева дизельного топлива.

**Ключевые слова:** дизельные двигатели, летнее дизельное топливо, кристаллизация, пониженные температуры, электрические нагреватели, добавки, подогреватели топлива.

УДК 631.871:631.872:631.875

**Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, И.Ю. Богданчиков**

#### **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПОЛЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ УСТРОЙСТВА ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ НЕЗЕРНОВОЙ ЧАСТИ УРОЖАЯ**

В статье представлены результаты теоретических исследований и полевых испытаний устройства для утилизации незерновой части урожая. Описаны методики, по которым проводились исследования. Даны выводы и практические рекомендации по использованию разработанной машины.

**Ключевые слова:** незерновая часть урожая, гуматы, утилизация, плодородие.

УДК 631.356

**Н.В. Бышов, Ю.В. Якунин, Н.Н. Якутин**

#### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СЕПАРАЦИИ КЛУБНЕСОДЕРЖАЩЕГО ВОРОХА НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ТЕХНОЛОГИИ УБОРКИ**

В статье представлены конструкции технических решений, разработанных сотрудниками университета, применение которых для уборки картофеля по прямоточной технологии позволяет повысить качество очистки картофелесодержащего вороха и снижает потребность в последующих операциях послеуборочной обработки.

**Ключевые слова:** картофель, уборка, сепарация, рабочий орган.

УДК 631.3.004

**Д.Н. Бышов, Д.Г. Чурилов, А.А. Горохов, Т.Ю. Абрамова**

#### **КОНТАКТНЫЕ УСЛОВИЯ ПРИ ОБКАТЫВАНИИ ДЕТАЛЕЙ РОЛИКАМИ**

В статье установлено влияние поверхностного пластического деформирования и угла установки ролика на эпюры удельных нормальных давлений и контактных сил трения.

**Ключевые слова:** поверхностное пластическое деформирование, ролики, контактные условия.

УДК 621.311.1

**Т.Н. Васильева, Л.В. Аронов**  
**ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПОТЕРИ МОЩНОСТИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ ПРИ НЕСИММЕТРИИ НАПРЯЖЕНИЯ**

Разработана математическая модель работы трёхфазной распределительной электрической сети при несимметрии напряжения. Модель позволяет рассчитать дополнительные потери, обусловленные несимметрией напряжений для элементов сети: трансформаторов, конденсаторов, электродвигателей, линий электропередачи и системы электропитания в целом. Представлен пример расчета.  
**Ключевые слова:** электроснабжение, несимметрия, потери, математическая модель.

УДК 621.432 (075.8)

**В.И. Жигин, А.М. Кравченко**  
**СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ТОПЛИВА АВТОМОБИЛЬНОГО ДИЗЕЛЯ**

Анализируется термокомпенсирующая топливная система автомобильного дизеля на основе утилизации теплоты охлаждающей жидкости.

**Ключевые слова:** дизель, топливо, температура, стабилизация.

УДК 629.113.004.53

**Г. Д. Кокорев**  
**СПОСОБ ОТБОРА РАЦИОНАЛЬНОЙ СОВОКУПНОСТИ ОБЪЕКТОВ, ПОДЛЕЖАЩИХ ТЕХНИЧЕСКОМУ ДИАГНОСТИРОВАНИЮ**

Выбор параметров, подлежащих техническому диагностированию должен формироваться с учетом задач, стоящих перед контролем технического состояния. В общем виде система должна определять, исправен или неисправен объект контроля и, соответственно, можно или нельзя продолжать эксплуатацию образца мобильного транспорта (МТ), отслеживать динамику изменения технического состояния объекта и образца МТ в целом. Применение структурной модели образца МТ позволит систематизировать исходные данные и на их основе выявить объекты, которые следует диагностировать в первую очередь. Анализ структуры информационной базы и итеративный перебор количественных оценок позволяет сформировать критерии отбора с учетом предъявляемых к ним требований и перейти к расчету объекта диагностирования по исходным эксплуатационным данным.  
**Ключевые слова:** техническое диагностирование, контроль технического состояния, объекты контроля, критерии отбора.

УДК 631.356

**Г.К. Рембалович, И.А. Успенский, А.А. Голиков, Р.В. Безносок, Р.К. Ахмедов**  
**АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИН В УСЛОВИЯХ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

В статье проведен анализ эксплуатационно-технологических требований и показателей работы серийных и усовершенствованных картофелеуборочных комбайнов. Представлен инновационный комплект рабочих органов, позволяющий адаптировать картофелеуборочный комбайн к тяжелым

условиям уборочных работ.

**Ключевые слова:** испытания; картофелеуборочный комбайн; технологический процесс; машинная уборка; картофель.

УДК 631.3.004

**А.А. Симдянкин, Г.З. Кайкацишвили**

**СМЕШИВАНИЕ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ТОПЛИВА**

Авторами предлагаются варианты конструкций устройств для смешивания многокомпонентного жидкого топлива, позволяющие снижать коэффициент поверхностного натяжения смеси.

**Ключевые слова:** биотопливо, кавитация, многокомпонентное топливо, поверхностное натяжение.

УДК 330.322.01

**С.О. Володина**

**ИНВЕСТИЦИИ КАК ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КАТЕГОРИЯ И ИХ РОЛЬ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ ГОСУДАРСТВА**

В статье рассматривается процесс развития термина «инвестиции». Рассматриваются различные трактовки сущности инвестиций, а также определяется их роль в воспроизводственном процессе. В ходе исследования были обозначены основные характеристики, формирующие сущность понятия. Определены наиболее важные показатели реального инвестирования на примере Рязанской области.

**Ключевые слова:** понятие инвестиций на законодательном уровне; капитал; валовой региональный продукт; роль инвестиций в экономике.

УДК 338.242.2

**С.С. Котанс**

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ АПК РЕГИОНА НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Анализируется система управления АПК. Выделены причины, по которым применение современных информационных технологий является необходимым для эффективного управления сельскохозяйственными предприятиями. Рассмотрен вариант применения информационных технологий для повышения эффективности управления АПК.

**Ключевые слова:** система управления АПК, информационные технологии.

УДК 338.33

**М.В. Куприянова**

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ АГРОПРОИЗВОДСТВА**

В статье предложено применение имитационного моделирования для анализа структуры аграрного производства. Проведено сравнение преимуществ данного метода по сравнению с традиционным сце-

нарным анализом, ограниченным расчетом малого количества исходов. Традиционный метод упрощает реальность, не рассматривая возможность множества сценариев. Изложены результаты применения стандартного программного обеспечения для прогноза методом Монте-Карло реструктуризации отдельного аграрного производства.

Автором обосновывается актуальность применения имитационного моделирования в условиях неопределенности и высокого риска аграрного производства.

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, структура производства, имитационное моделирование, сценарный анализ.

УДК 378.018.43

**Е.П. Васильев, А.А. Николаев**  
**ЭЛЕКТРОННАЯ ОБЪЕКТНО -ОРИЕНТИРОВАННАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ СРЕДА ОБУЧЕНИЯ**

Проведен сравнительный анализ систем дистанционного обучения. Внедрение системы Moodle в учебный процесс РГАТУ позволит оперативно обе-

спечивать студентов учебными материалами, динамично формировать и модернизировать учебные курсы.

**Ключевые слова:** дистанционное обучение, учебная среда, информационная система, компьютерные технологии.

УДК 621.357

**В.М. Пашенко, В.И. Ванцов, М.В. Ванцов**  
**СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СЕРЫ В НЕФТЕПРОДУКТАХ**

В статье рассматриваются стандартные методы определения общей серы в дизельном топливе, дается их классификация, соответствие методов, принятых в различных системах стандартизации.

Кратко излагаются теоретические принципы, лежащие в основе ультразвукового метода определения сернистых соединений в моторном топливе. Приводятся данные лабораторных исследований определения содержания серы.

**Ключевые слова:** дизельное топливо, ультразвук, сернистые соединения.

**Abstracts of articles to be published in «Bulletin of Ryazan Agrotechnological University P. A. Kostychev's by name»**

**F.B. Verdiyeva**  
**THE NOURISHING VALUE OF SUMMER PASTURES FODDER CROPS IN DASHKESAN REGION OF AZERBAIJAN**

In the article has given information about nourishing value of fodder crops and possibly loads on summer pasture of Dashkesan region of Azerbaijan.

**Key words:** fodder crops, pastures, phytosenozes, fodder unit, protein.

**YU.V. Dokukin**  
**PRODUCTIVITY LOPHANTHUS ANISATUS DEPENDING ORGANO-MINERAL FERTILIZERS**

The paper presents the results of original research Lophanthus anisatus in the Ryazan region on gray forest soils in Honeybees-seed crop use. We studied the influence of organic (manure) and mineral fertilizers on nectar and seed production plant-making. A positive effect of different doses of manure and fertilizers on productivity Lophanthus anisatus. The maximum effect is obtained from the manure under the primary processing and the overall rate of mineral fertilizers in the spring fertilizing.

**Key words:** Lophanthus anisatus, organic fertilizers, chemical fertilizers, seed productivity, nectar productivity.

**L. G. Kashirina, A. V. Antonov, I. A. Plyushchik**  
**LIPID PEROXIDATION AND ANTIOXIDANT DEFENCE OF THE ORGANISM AT DAIRY COWS OF DIFFERENT PRODUCTIVITY**

At cows in the period from 3d until 5th months of lactation lipid peroxidation increases, reserves for antioxidant enzymes biosynthesis exhaust, and mobilization of the tissue reserves of  $\alpha$ -tocopherol begins. It is accompanied by decreasing of milk yield.

**Key words:** cows, lactation, lipid peroxidation, antioxidants.

**E.V. Kleymenov, M.YU. Afanasev**  
**RESEARCH OF AN OPPORTUNITY OF DEFINITION OF A MASS FRACTION OF PROTEIN IN SEEDS**

On the basis of the analysis of previously published

works it was found that at a relative humidity of less than 20% of all the water in seeds is associated with a variety of biopolymers. It was also established that bound moisture by the thermal influence is removed from all biopolymers except for the protein complex. Thus, after the heat treatment is necessary to measure the moisture that is associated with a protein complex and calibration curve to determine the protein content in seeds. As a measure of residual moisture applied magnetic field of the coil of inductance of the oscillatory circuit in a resonant mode

**Key words:** the protein. Seeds of agricultural plants. The electromagnetic field.

**V.I. Levin, S.A. Makarova**  
**MULTISTAGE EFFECT OF THE IRRADIATED PLANTS SEEDS REMOTE ACTION ON NON-RADIATED ONES**

They have studied the remote action of irradiated plants seeds on non-irradiated ones in the system "irradiated - non-irradiated - non-irradiated". They have estimated that the seeds irradiated in absopal dosage in a case of free air change suppress the intensity of initial growth processes, decrease the energy of germinating and laboratory coming-up of the seeds in the system "irradiated - non-irradiated - non-irradiated". In a case of limited air change the irradiated seeds do not oppress the non-irradiated ones on all the stages of the system.

The results of the research show that the material factor of one seeds multistage effect on others is fugitive physiologically active substances which are synthesized by the seeds in conditions of free air change.

**Key words:** gamma irradiation, remote action, seeds, coming-up energy, coleoptiles, radicle.

**ZH.S. Mayorova, G.M. Tunikov, D.A. Eyvazov**  
**THE EXPERIENCE OF POTASSIUM HUMATE USAGE IN A CASE OF HOG GROWING**

The article provides the results of the positive influence of potassium humate produced by «Peter Peat, LLC», got from the peat of Ryazan oblast to the fed stores

## Рефераты

productivity increase in a case of the decrease in fodder expenses per unit of output. One can also find the data of its influence on the animals' health, morphological and biochemical indexes of their blood, intestinal tract microflora and some other characteristics of meat production.

**Key words:** potassium humate; humic acids; pigs; off-spring; fattening; body weight; increase; health; blood indexes.

**F.A. Musayev, D.V. Sheloumov**  
**TECHNOLOGY REARING AND FATTENING BULLS KAZAKH WHITE BREED WITH CRYSTAL AND GLUCOSE END SACCO**

Comparative evaluation of meat productivity steers Kazakh white rocks on the rearing and fattening with crystalline glucose in combination with I-Sakka. Found that balancing rations steers Kazakh white rocks on rearing and fattening with crystalline glucose of 150 g / head per day increases the absolute increase of 38.8 kg or 8.4%. Introduction to the diet for rearing calves and fattening crystalline glucose of 150 g / head per day in conjunction with the I-Sacchi (10 g / head. Daily increases the absolute increase to 52.5 kg or 11.4%.

**Key words:** meat productivity, gobies, Kazakh white rock, crystal glucose, and Sacco.

**L.N. Savushkina, A.V. Borodachev**  
**FACTORS INFLUENCING QUALITATIVE MOTHER BEES GETTING**

As a result of the conducted research they have found out the factors influencing the qualitative mother bees getting and defined the optimal conditions for their growth.

**Key words:** mother bee, drone, biological features, queen cell, egg-laying capacity, correlation.

**G.N. Fadkin, YA.V. Kostin**  
**NITROGENOUS FERTILIZERS LONG-TERM USE INFLUENCE ON PHOSPHATIC STATUS OF GRAY WOOD LOAMY SOIL**

They have estimated that the absence of phosphor fertilizers usage for more than 40 years leads to its depletion in soil. 60-100 kg/ha of phosphor create favourable conditions for its accumulation that is connected with some inertness of this element in a small biological circulation in the format soil-plant. Movable phosphor increase happens mainly due to mineral phosphorous-modified fertilizers.

Thus, the process of phosphor status formation in gray wood loamy soil depends on duration of superphosphate and different forms of nitrogenous fertilizers usage.

**Key words:** gray wood loamy soil, nitrogenous fertilizers, superphosphate, gross phosphorus, phosphates forms.

**N. I. Shestakov**  
**CONDITIONS, MATERIALS AND METHODS RESEARCH AT CULTIVATION OF POTATO**

Provides derived yields when making different kinds of solid fertilizers, and their effect on marketability, starch content and vitamin C. Set the optimal integrated influence of fertilizers on the yield of potatoes. Set ecological and economical dosage while their local changes. Shows the efficiency of fertilizer use.

**Key words:** potato, fertilizers, variety, efficiency, soil.

**G.A. Borisov, I.N. Kolodyazhnaya, YU.V. Ichankin**  
**ANALYSES OF DIESEL ENGINES OPERATING CONDITIONS IN LOW TEMPERATURE**

They have analyzed the diesel engines operating conditions in low temperature. One can also consider the basic ways to increase the fuel-delivery system efficiency in diesels. The authors provide the survey of the diesel fuel heating systems.

**Key words:** diesel engines, summer diesel fuel, crystallization, cool temperature, electric heaters, additives, fuel heaters.

**N.V. Byshov, A.N. Bachurin, I.YU. Bogdanchikov**  
**THEORETICAL RESEARCH AND FIELD-TESTING OF DEVICES FOR RECYCLING IS NOT PART OF THE GRAIN HARVEST**

The article presents the results of theoretical research and field-testing device for recycling is not part of the grain harvest. The described methods of research. Given conclusions and practical recommendations on the use of the developed machine.

**Key words:** not part of the grain harvest, humates, recycling, soil fertility.

**N.V. Byshov, YU.V. YAKunin, N.N. YAKutin**

**IMPROVEMENT OF SEPARATION OF HEAP CONTAINING TUBERS AT VARIOUS STAGES OF TECHNOLOGY OF CLEANING**

In article designs of the technical solutions developed by staff of university which application for potatoes cleaning on direct-flow technology allows to increase quality of cleaning of potating heap containing tubers are presented, and reduces need for the subsequent operations of postharvest processing.

**Key words:** potatoes; cleaning; separation; working body.

**D. N. Byshov, D.G. Churilov, A.A. Gorokhov, T.YU. Abramova**

**SUPERFICIAL PLASTIC DEFORMATION OF ROLLERS**

In the article it is established the influence of surface plastic deformation and the installation angle of the roller on the plot of unit normal pressure and the contact friction forces.

**Key words:** surface plastic deformation, videos, contact conditions.

**T.N. Vasileva, L.V. Aronov**

**SUPPLEMENTARY POWER LOSSES OF THE POWER DISTRIBUTION NETWORK BY VOLTAGE UNBALANCE**

Mathematical model of triphase power distribution network by voltage unbalance is formulated. The model allows to evaluate supplementary losses for transformers, capacitors, electric motors and power transmission line and power distribution system in general. Evaluation's example is presented.

**Key words:** electric power supply, voltage unbalance, losses, mathematical model

**V.I. Zhigin, A.M. Kravchenko**  
**THE SYSTEM OF STABILIZATION OF TEMPERATURE FUEL VEHICLE DIESEL**

Analyses temperature compensation fuel system of motor diesel on the basis of utilization of heat of cooling liquid.

**Key words:** diesel, fuel, temperature, stabilization

**G.D. Kokorev**  
**THE METHOD OF RATIONAL OBJECTS SELECTION FOR TECHNICAL DIAGNOSIS**

The choice of parameters for technical diagnosis must be formed on the basis of tasks of technical monitoring. The system should define in general whether the unit under test is good or broken and if it is possible to continue the mobile transport operation. It also helps to follow the dynamics of the unit technical status as a whole. The mobile transport structural model usage lets systematize the basic data and detect the objects requiring diagnosis at first. Informational background structure analyses and repeated overrun of assessments make it possible to form the selection criteria taking into account the raised demands and estimate the unit under test diagnosis on original operating data.

**Key words:** technical diagnosis, technical monitoring, units under test, selection criterion.

**G.K. Rembalovich, I.A. Uspenskiy, A.A. Golikov, R.V. Beznosyuk, R.K. Akhmedov**  
**THE ANALYSIS OF EKSPLUATATIONNO-TECHNOLOGY REQUIREMENTS AND INDICATORS OF WORK POTATO-HARVESTING OF CARS IN THE CONDITIONS OF THE RYAZAN REGION**

The analysis of the operational and technical requirements and performance of standard and improved potato harvesters. Introduced an innovative set of business of allowing potato harvester adapted to severe conditions of harvesting.

**Key words:** tests; potato heap; operational reliability; potato harvester; body of secondary separation.

**A.A. Simdyankin, G.Z. Kaykatsishvili**  
**MIXING THE MULTICOMPONENT FUEL**

Is proposed by authors variants of constructions for devices mixing multicomponent liquid fuel, the ability to reduce coefficient of surface tension mixtures.

**Key words:** biofuels, cavitation, multicomponent fuel, surface tension.

**S. O. Volodina**  
**INVESTMENTS AS AN ECONOMIC CATEGORY AND THEIR ROLE IN THE SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE STATE**

The article presents the process of development of the term "investments". The various interpretations of investments nature are considered and their role in production process is also defined. We have enlightened the main characteristics forming the nature of the concept investments in the course of the research. Identified the most important indicators of the real investment on the example of the Ryazan region.

**Key words:** the concept of the investment at the legislative level; capital; Gross Regional Product; the role

of investment in the economy.

**S.S. Kotans**  
**THE INCREASE OF THE MANAGEMENT EFFECTIVENESS OF AGRICULTURAL COMPLEX BASED ON INFORMATION TECHNOLOGIES**

Agrarian Industrial Complex management system are analyzed. The reasons for the use of the modern information techniques necessary for effective management of agricultural enterprises are emphasized. A variant of using of information techniques for increasing the effectiveness of management of agricultural enterprises is considered.

**Key words:** agrarian Industrial Complex management system, information techniques.

**M.V. Kupriyanova**

**IMITATION MODELING OF AGRO PRODUCTION STRUCTURE**

The article shows how to use imitation modeling for analysis of agro production restructuring.

The method is compared to the traditional scenario analysis that is limited to a few outcomes. Thus the traditional method simplifies the reality by omitting the possibility of numerous scenarios. The author uses standard computer programs in prognosis of restructuring an agro production with the Monte-Carlo method. The author emphasizes the necessity of applying imitation modeling under conditions of uncertainty and high risks of agro production.

**Key words:** agriculture, production structure, imitation modeling, scenario analysis

**E.P. Vasilyev, A.A. Nikolaev**

**THE ELECTRONIC OBJECT ORIENTED DYNAMIC ENVIRONMENT OF TRAINING**

The comparative analysis of distance learning systems is carried out. Moodle system introduction in educational process of RGATU will allow to provide quickly students with training materials. Dynamically to form and modernize training courses.

**Key words:** distance learning, educational environment, information system, computer technologies.

**V.M. Pashchenko, V. I. Vantsov, M.V. Vantsov**

**WAY OF DEFINITION OF THE CONTENT OF SULFUR IN OIL PRODUCTS**

In the article the standard methods of determining total sulfur in the diesel fuel are investigated. Their classification, correspondence of the methods accepted in different systems of standardization is given. The theoretical principles which lie at the basis of the ultrasonic technique of determining the sulfur connections in the motor fuel are presented in brief. The laboratory findings of determining of the content of sulfur are also given in the article.

**Key words:** diesel fuel, Ultrasound, Sulphur compounds.