

# **ИЗВЕСТИЯ**

**НИЖНЕВОЛЖСКОГО  
АГРОУНИВЕРСИТЕТСКОГО КОМПЛЕКСА**  
Наука и высшее профессиональное образование

***Направления:***

- агрономия и лесное хозяйство*
- зоотехнические и ветеринарные специальности*
- инженерно-агропромышленные специальности*

***2009***

***№ 1(13)***

Волгоград  
ИПК «Нива»  
2009

**УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА**  
**ФГОУ ВПО ВОЛГОГРАДСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ**  
**СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ**  
**РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ НАУЧНОГО ЖУРНАЛА**

Председатель редакционного совета, председатель правления регионального фонда «Аграрный университетский комплекс», ректор ВГСХА профессор, д. с.-х. н. *А.С. Овчинников*

Зам. председателя редакционного совета, проректор по научной работе ВГСХА профессор, д. с.-х. н. *А.Н. Цепляев*

Директор ВНИАЛМИ академик РАСХН *К.Н. Кулик*

Директор ВНИИТ ММС и ППЖ академик РАСХН *И.Ф. Горлов*

Директор Прикаспийского НИИ аридного земледелия академик РАСХН *В.П. Зволинский*

Директор ВНИИОЗ заслуженный работник сельского хозяйства, к. с.-х. н. *В.В. Мелихов*

Директор Поволжского НИИ сельского хозяйства д. с.-х. н. *А.Н. Беляков*

Директор Поволжского НИИ ЭМТ заслуженный мелиоратор, к. с.-х. н. *В.В. Карпунин*

Директор Волгоградского ИПККА *Е.Н. Патрина*

**Главный редактор:** доктор сельскохозяйственных наук, профессор *А.С. Овчинников*

**Заместитель главного редактора:** доктор сельскохозяйственных наук, профессор *А.Н. Цепляев*

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

д. т. н., профессор В.И. Баев

д. с.-х. н., профессор В.В. Балашов

д. т. н., академик М.С. Григоров

д. с.-х. н., профессор В.М. Иванов

д. с.-х. н., профессор А.П. Коханов

д. т. н., профессор Н.Г. Кузнецов

д. б. н. А.Н. Шинкаренко

д. с.-х. н., профессор А.Н. Сухов

д. с.-х. н., профессор В.И. Филин

д. с.-х. н., профессор В.Н. Чурзин

к. т. н., профессор М.Н. Шапров

д. с.-х. н., профессор К.В. Эзергайль

д. с.-х. н., профессор А.В. Семинотина

**ISSN 2071-9485**

© ИПК ФГОУ ВПО ВГСХА «Нива», 2009

© Авторы статей, 2009

## АГРОНОМИЯ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 621.744.33: 628.381.4

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО АДСОРБЕНТА ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ДООЧИСТКИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ СТОКОВ

### VOLGOGRAD DISTRICT NATURAL MINERAL ADSORBENT USE FOR CATTLE-BREEDING DRAINS AFTERPURIFICATION

**А.С. Овчинников, доктор сельскохозяйственных наук, профессор**  
**В.В. Якубов, кандидат технических наук, доцент**  
**Д.Б. Марисов, инженер**

ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия

**A.S. Ovchinnikov, V.V. Yakubov, D.B. Marisov**

*Volgograd state agricultural academy*

Разработка научных основ применения местных минеральных адсорбентов для доочистки сточных вод с минимальными затратами с целью их использования при поливе сельскохозяйственных культур в условиях Волгоградской области. Представлены результаты исследований статической и динамической объемной емкости адсорбции аммиака на опоках М4.

Development of scientific bases of application local mineral adsorbent for additional afterpurification cleaning sewage with the minimal expenses with the purpose of their use at polivе agricultural crops in conditions of the Volgograd area. Results of researches of static and dynamic volumetric capacity of adsorption of ammonia on flask M4 are submitted.

**Ключевые слова:** сточные воды, цеолитовые загрузки, статическая и динамическая обменная емкость цеолита.

**Key words:** sewage, zeolite loads, zeolite static and dynamic exchange capacity.

Отходами сельскохозяйственного производства являются сточные воды, в том числе и осадки сточных вод (ОСВ). В крупных городах, небольших населенных пунктах сельской местности, а также на сельскохозяйственных предприятиях России (животноводческие фермы, птицефабрики, перерабатывающие с.-х. предприятия) обработка и утилизация сточных вод порождает массу проблем и является весьма энергоемкой. Основное количество сточных вод при незначительной об-

работке в течение десятков лет сбрасывалось в водоемы, естественные овражно-балочные проемы или подземные пустоты.

Биогенные вещества, содержащиеся в сточных водах, при поступлении в поверхностные водоемы или на почвенный ландшафт наносят значительный ущерб экологической системе любого региона, поэтому очистка этих вод от соединений, в частности азота, и последующая трансформация этих соединений в органические удобрения для использования в оборотном сельскохозяйственном цикле особенно актуальна. Наряду с этим, осадки сточных вод содержат большое количество органических веществ и питательных элементов, легко переходящих в доступные для растений формы, могут служить ценным сырьем для получения органических удобрений. Использование осадков сточных вод в земледелии в виде органического удобрения способствует предотвращению загрязнения окружающей среды, уменьшению потребности в удобрениях, улучшению структуры почвы, повышению сохранности влаги и плодородия.

Однако основным фактором, сдерживающим применение ОСВ в растениеводстве, является наличие в них солей тяжелых металлов, влияние которых на почву, растения и безвредность продуктов мало изучено. Следовательно, для оптимального решения данного вопроса имеется ряд трудностей и много еще неразрешенных задач. Для правильного использования животноводческих сточных вод в качестве удобрений, необходимо в каждом конкретном регионе организовать всестороннее изучение их химического состава, определить влияние ОСВ на плодородие почв, урожай и качество сельскохозяйственных культур. Применение (местных) минеральных адсорбентов в качестве доочистки животноводческих сточных вод может решить несколько задач в орошаемом земледелии, это утилизация сточных вод с одновременной органо-минералогической добавкой в качестве удобрения. Разработка научных основ применения минеральных адсорбентов для очистки сточных вод с целью их использования при поливе сельскохозяйственных культур в условиях Волгоградской области – главная цель наших исследований.

Аналитический обзор существующих методов очистки сточных вод и их физико-химических характеристик позволил составить квалификационную схему (рис.1) методов очистки, применяемых в России и за рубежом.

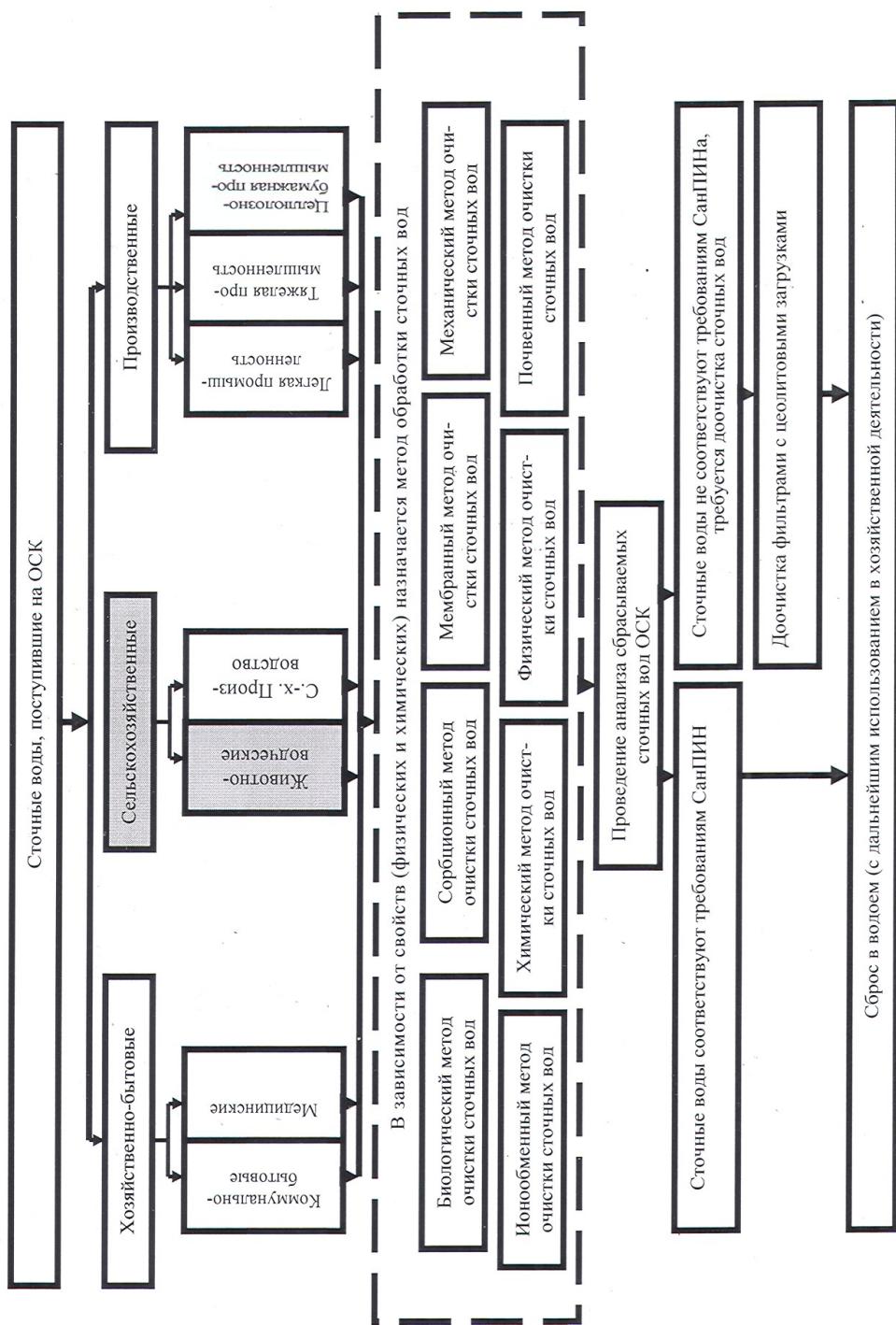


Рисунок 1 – Обзор методов очистки и предлагаемая технология доочистки сточных вод

Для проведения исследований был выполнен независимый анализ сточных вод до и после биологической очистки свиноводческого комплекса ЗАО «Краснодонское» (р.п. Иловля Волгоградской области). При очистке сточных вод на предприятии применяют механический метод – решетки, где производится разделение общих стоков, поступивших на очистные сооружения, далее сточные воды поступают в отстойник, где производится отстаивание и выделяется первый избыточный ил, который, как и активный ил, поступает на поля фильтрации. Жидкая фракция поступает на биологическую очистку в аэротенки. После прохождения биологической очистки стоки поступают в биологические пруды, откуда вода подается затем на орошение площадей, отведенных для выращивания технических культур. Качество отводимых вод представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели состава сточных вод

Показатели	После биологической очистки, мг/дм <sup>3</sup>	Допустимые концентрации загрязняющих веществ, мг/дм <sup>3</sup>
Минерализация воды	1719	440,02
Сульфаты	1115	100
Хлориды	306	300
Взвешенные вещества	131	215
Соли аммония	25,3	19
Железо общее	2	0,25
БПК-5	60	236
Нитриты	32,5	1
Нитраты	46	9,1
Фосфаты	3,7	6,8
Марганец	Менее 0,005	0,02

Анализ полученных данных показал:

- 1) при очистке сточных вод наблюдается значительное выделение из них ПАВ в виде пены, которые присутствуют в избыточном или меньше ПДК, причиной их наличия могут выступать как используемые при уборке моющие средства, так и окислительно-восстановительные процессы, протекающие в первичном отстойнике;
- 2) повышенный водородный показатель pH очищенных сточных вод, азотистых соединений, минерального состава, общего железа и сульфатов;
- 3) наблюдается увеличение сульфатов в процессе биологической очистки, соответственно, это способствует увеличению сухого остатка;
- 4) существующая технология очистки сточных вод не снижает аммонийный азот до необходимых норм из-за повышенного содержания органических соединений в свиноводческих стоках.

На наш взгляд, все вышеперечисленные недостатки в существующей технологии очистки стоков могут быть решены с применением дополнительной доочистки на контактном циркуляторе с минеральным адсорбентом (ЦСП). Этот блок планируется включить между аэротенком и устройством биологической очистки, тем самым ускорить процесс нитрификации на активном адсорбенте. Экономические затраты от нововведения незначительные, поскольку не нарушается технологическая схема очистки стоков, а установленный блок будет служить только ускорителем процесса.

Для решения поставленных задач нами проведены лабораторные исследования по выбору марки ЦСП (минеральных адсорбентов) и изучены их основные параметры. Оценка применимости данных опок проводилась совместно с ФГУП «ЦНИИгэолнеруд» (г. Казань). Изучение пористой структуры опок проведено в Некоммерческом партнерстве «Национальное цеолитное объединение» (г. Москва).

По данным рентгенографического количественного фазового анализа опока сложена преимущественно минералами кремнезема: опал-кристобалит-тридимитовой фазой – 67 % (в т.ч. опал 36 %, кристобалит 6 %, тридимит 25 %) и рентгеноаморфной кремнистой фазой – 15 %. На глинистые минералы приходится 13 % и обломочный кварц – 5 %.

Химический состав опок отражает их минеральные составляющие: силикатную (ОКТ-фаза, рентгеноаморфная фаза, кварц) и алюмосиликат-

ную (глинистые минералы) (%):  $\text{SiO}_2$  – 85,32;  $\text{TiO}_2$  – 0,32;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 5,35;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – общ. 2,29;  $\text{MnO}$  – 0,01;  $\text{MgO}$  – 0,69;  $\text{CaO}$  – 0,69;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 0,18;  $\text{K}_2\text{O}$  – 0,96;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 0,03;  $\text{SO}_3$  – 0,03; потери при прокаливании (вода) – 4,03. Общее содержание аморфного кремнезема, определенного химическим методом, составляет 75,71 %. Обменная емкость природных сорбентов может указывать на их способность к улавливанию из питьевых и сточных вод ионов аммония, тяжелых, цветных и радиоактивных металлов. У опоки пробы М-4 она 21,1 мг-экв/100 г и обусловлена, главным образом, глинистыми минералами (монтмориллонитом). Эффективная удельная активность ЕРН опоки пробы М-4 составляет 82 Бк/кг, что не превышает регламентируемые Нормами радиационной безопасности (НРБ-99) и СП 2.6.1.798-99 параметры для минерального и строительного сырья. Для опоки пробы М-4 адсорбционно-структурными параметрами являются следующие: статическая влагоемкость при относительных давлениях водяного пара 0,11; 0,47 и 0,98 составляет соответственно 0,89; 3,5 и 18,38 % – вес; определенные по титрованию водой плотность – 1,99 г/см<sup>3</sup>, объемная масса – 0,85 г/см<sup>3</sup>, суммарный объем пор – 0,68 см<sup>3</sup>/г, пористость – 57 %; определенные по азоту удельная поверхность пор – 114 м<sup>2</sup>/г, удельная поверхность микропор – 12 м<sup>2</sup>/г, объем пор – 0,212 см<sup>3</sup>/г, объем микропор – 0,004 см<sup>3</sup>/г и диаметр мезопор – 120 Å. Физико-механические параметры опоки М-4: насыпная плотность – 0,73 г/см<sup>3</sup>, истираемость – 0,49 %, измельчаемость – 0,4 %, водостойкость: без кипячения – 98,7 %, с кипячением – 98,3 % и виброизнос – 0,22 %

Статическая объемная емкость (СОЕ) (рис. 2) адсорбентов и их возможных модификаций определялась в статических условиях при соотношениях твердой и жидкой фазы как 1:50, 1:100. Опыты проводили до ионообменного равновесия по ионам  $\text{NH}_4^+$  между адсорбентом и раствором.

Стабилизация концентрации в статических экспериментах не наблюдалась, но при подаче воздуха в исходные растворы с интенсивностью 5 л/мин. было очевидно, что в растворах начинают происходить аэробные процессы, которые доводят в дальнейшем значения БПК и ХПК до требований СанПиН.

Согласно полученным данным, наблюдается равновесное состояние для данных фаз, т.е. происходит возврат извлекаемого вещества в раствор. Таким образом, определено время насыщения в статических условиях, оно было выражено линейной зависимостью  $y = 0,1159x + 0,6184$  (рис. 3).

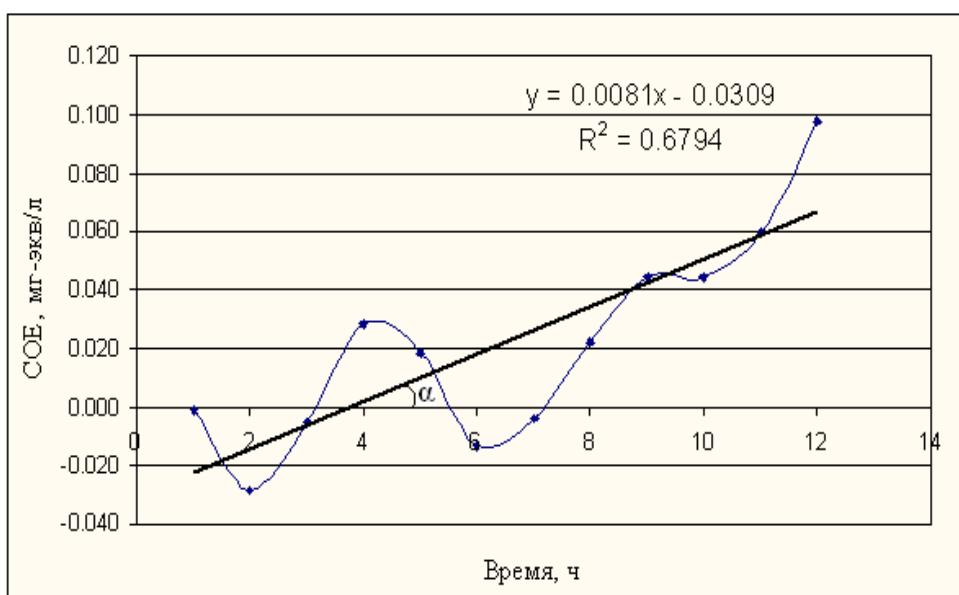


Рисунок 2 – Статическая объемная емкость на опоках ионов аммония

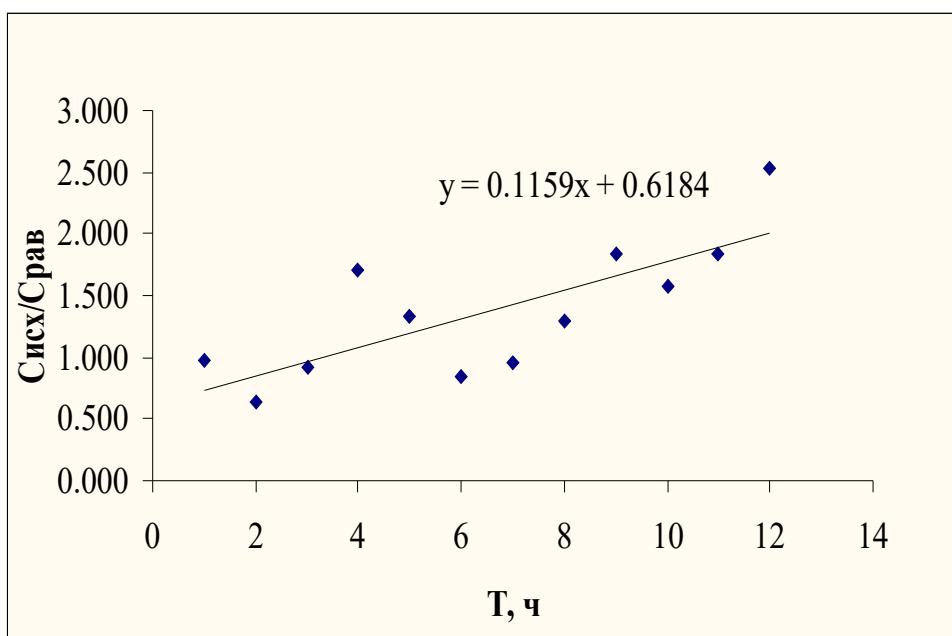


Рисунок 3 – Зависимость относительной концентрации к времени наступления равновесной концентрации

Таблица 2 – Динамическая объемная емкость (ДОЕ)  
адсорбции аммиака на опоках

C1	C2	C1/C2	Масса	Объем	Эк-вив.	СОЕ	pH	Темпер.	Степень очистки
0,38	0,39	0,974	100	45,45	4,5	-0,020	9,37	22	2,6
0,51	0,79	0,646	100	45,45	4,5	-0,573	9,48	22,5	54,9
0,58	0,63	0,921	50	22,73	4,5	-0,102	9,33	21,4	8,6
0,68	0,4	1,700	100	45,45	4,5	0,573	9,37	22	41,2
0,71	0,53	1,340	25	11,36	4,5	0,368	9,43	21,6	25,4
0,72	0,85	0,847	100	45,45	4,5	-0,266	9,42	22,1	18,1
0,75	0,79	0,949	25	11,36	4,5	-0,082	9,45	21,2	5,3
0,95	0,73	1,301	50	22,73	4,5	0,450	9,15	21,3	23,2
0,97	0,53	1,830	50	22,73	4,5	0,900	9,14	21,4	45,4
1,2	0,76	1,579	50	22,73	4,5	0,900	9,17	21,8	36,7
1,3	0,71	1,831	25	11,36	4,5	1,207	9,16	21,4	45,4
1,6	0,63	2,540	25	11,36	4,5	1,984	9,2	21,6	60,6

В связи с данной схемой выработана технологическая схема (представлена в сокращенном варианте) доочистки сточных вод свиноводческих комплексов на полив (рис. 4).

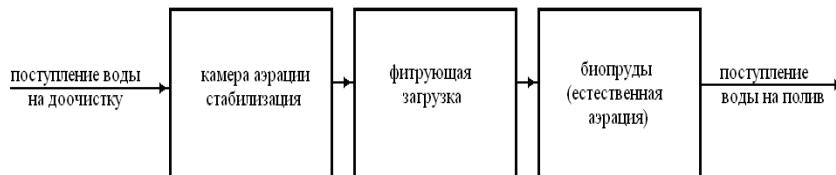


Рисунок 4 – Технологическая схема доочистки свиноводческих стоков

### Выводы

1. Коэффициенты фильтрации для опок М-4 Волгоградской области составляют 44,6 м/сут, а для М-3 – менее 0,001 м/сут. Рекомендуются к использованию в качестве фильтрующей загрузки опоки марки М-4.

2. Для стабилизации показателей БПК и ХПК сточной воды на биофильтрах необходимо проводить предварительную аэрацию потока.

3. Фильтроцикл биофильтров составляет от 12 до 48 часов.

4. Регенерацию фильтрующего слоя следует проводить 5 % – раствором поваренной соли в течение 15-30 мин.

5. При выполнении вышеуказанных условий очищенная вода свиноводческих комплексов может быть использована для полива сельскохозяйственных культур.

УДК 631.67:633.15 (470.45)

**РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ КУКУРУЗЫ  
НА ЗЕРНО В УСЛОВИЯХ ВОЛГО-ДОНСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ**  
**IRRIGATING REGIME AND WATER CONSUMPTION OF GRAIN  
CORN UNDER CONDITIONS OF VOLGA-DON INTERRIVER**

**С.М. Григоров, доктор технических наук, профессор,  
А.Д. Ахмедов, доктор технических наук, профессор,  
Г.В. Коновалова, ассистент**

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**S.M. Grigorov, A.D. Akhmedov, G.W. Konowalova**

*Volgograd state agricultural academy*

Целью исследований было определение оптимального сочетания водного режима минерального питания кукурузы на зерно. Приведены значения суммарного и среднесуточного водопотребления культур, водопотребление растениями кукурузы на зерно по межфазным периодам при различной глубине увлажнения почвы.

The task of the research is to define optimal combination of water regime and nutrient supply of grain corn. Data for evapotranspiration and daily water consumption of the crop are shown. Evapotranspiration of grain corn for growth periods under different depth of irrigated soil is presented.

**Ключевые слова:** дождевание, кукуруза на зерно, водопотребление, режим орошения, урожайность, почва, суммарное водопотребление.

**Key words:** sprinkling, grain corn, water consumption, irrigation mode, crop capacity, soil, total water consumption.

Орошение является мощным фактором для повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Исходя из этого, одним из основных показателей, характеризующих интенсивность роста и развития растений, является наличие почвенной влаги, ее подвижность и доступность [1, 2, 3]. По результатам полученных данных исследований доказано, что своевременное обеспечение сельскохозяйственных культур водой возможно лишь при соблюдении режима орошения. В связи с этим, нами был заложен полевой двухфакторный опыт в 2004 году в совхозе имени Крупской Н.К. Северного морского флота Котельниковского района Волгоградской области.

Схемой опытов предусматривались три варианта глубины увлажнения почвы: 1-й – на глубину увлажнения 0,4 м слоя почвы, 2-й – 0,7,

3-й – дифференцированный, с переменной глубиной увлажнения (0,4 и 0,7 м). Предполивной порог влажности для всех вариантов принят одинаковый – 75 % НВ.

В каждом из трех вариантов увлажнения нормы минеральных удобрений, рассчитанные на запланированную урожайность кукурузы на зерно 7,0; 8,0 и 9,0 т/га, составили  $N_{50}P_{50}K_{20}$ ,  $N_{100}P_{95}K_{40}$ ,  $N_{150}P_{140}K_{60}$ .

В связи с тем, что предполивная влажность почвы не опускалась ниже предусмотренной схемой опытов, фактически поливные нормы соответствовали расчетным.

В зависимости от гидротехнических условий за годы исследований в период вегетации кукурузы на зерно по вариантам опыта требовалось проводить различное число поливов (табл. 1). Так, в варианте с глубиной увлажнения почвы 0,4 м в 2004 году было проведено 7 поливов нормой 300 м<sup>3</sup>/га. Оросительная норма при этом составила 2100 м<sup>3</sup>/га, а в 2005 г. – 9 поливов оросительной нормой 2700 м<sup>3</sup>/га. В 2006 г. в этом же варианте опыта потребовалось провести 10 поливов оросительной нормой 3000 м<sup>3</sup>/га со сроком проведения полива в третьей декаде мая.

Таблица 1 – Режим орошения кукурузы на зерно

Глубина увлажняемого слоя, м	Количество поливов	Поливная норма, м <sup>3</sup> /с	Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га
2004 – засушливый год			
0,4	7	300	2100
0,7	5	500	2500
0,4-0,7	6	300-500	2400
2005 – очень засушливый год			
0,4	9	300	2700
0,7	7	500	3500
0,4-0,7	8	300-500	3200
2006 – сухой год			
0,4	10	300	3000
0,7	8	500	4000
0,4-0,7	9	300-500	3700

Поливной режим кукурузы на зерно в годы исследований имел свои особенности, которые определялись изменением водопотребления культуры при формировании различного уровня урожайности с допустимым пределом иссушения почвы, погодными условиями данного региона. В варианте с глубиной увлажнения слоя почвы до 0,7 м число

поливов уменьшилось по сравнению с глубиной увлажнения 0,4 м – до 5 в 2004 г., 7 в 2005 г. и 8 в 2006 г., а оросительная норма при этом увеличивалась соответственно до 2500, 3500, 4000 м<sup>3</sup>/га.

В варианте с дифференцированным периодом вегетации и глубине увлажнения почвы количество поливов увеличилось, а оросительная норма уменьшилась по сравнению с глубиной увлажнения почвы до 0,7 м.

В дифференцированном варианте в начале вегетационного периода, влажность почвы поддерживалась на глубине – 0,4 м; в 2004 г. было проведено 3 полива нормой – 300 и 3 полива – 500 м<sup>3</sup>/га, в 2005 г. – 4 полива нормой 300 м<sup>3</sup>/га и 4 полива – 500 м<sup>3</sup>/га, в 2006 г. – 4 полива нормой 300 м<sup>3</sup>/га и 5 поливов – 500 м<sup>3</sup>/га. В целом за период вегетации кукурузы оросительная норма составила в 2004 г. – 2400, в 2005 г. – 3200 и в 2006 г. – 3700 м<sup>3</sup>/га.

Анализируя вышеизложенные данные, необходимо отметить, что на водный режим почвы на посевах кукурузы на зерно, большое влияние оказывают гидрометрические условия вегетационного периода, а также изменяющиеся по межфазным периодам биологические особенности, их рост и развитие, уровень формируемой урожайности. Поэтому эти данные являются важными показателями при определении норм, числа и сроков проведения поливов.

Кроме того, можно отметить, что определение закономерностей динамики суммарного водопотребления растений с учетом их продуктивности, является одним из основных исходных показателей при разработке оптимальных поливных режимов сельскохозяйственных культур. В связи с этим, полученные нами данные суммарного водопотребления кукурузы по изучаемым вариантам представлены на рис. 1.

Наибольшее количество воды как в целом за вегетацию, так и по межфазным периодам кукуруза потребляла в варианте с глубиной промачивания почвы до 0,7 м. Кроме того, на протяжении вегетационного периода водопотребление кукурузы имеет определенные различия.

В начальные фазы роста и развития, растения потребляли незначительное количество воды, хотя запасы ее в почве обычно были достаточными, так в период «посев – всходы» водопотребление кукурузы на зерно по всем вариантам составило в среднем за три года 128-130 м<sup>3</sup>/га (табл. 2).

Например, за период от посева до начала выметывания в зависимости от принятого варианта опыта орошения растениями затрачено на формирование биомассы в среднем от 43 до 49 % воды от общего количества. Наибольшее количество влаги кукуруза на зерно потребляет в период «выметывание – молочная спелость». За это время растениями было израсходовано в зависимости от глубины увлажнения от 33,4 до 34,8 % влаги от

ее общего количества. Полученные данные показывают, что в период созревания зерна потребление воды кукурузой резко сокращается, т.е в среднем за три года независимо от варианта, составило в пределах от 549 до 588 м<sup>3</sup>/га.



Рисунок 1 – Структура суммарного водопотребления кукурузы на зерно по вариантам опыта

\*\*\*\*\* *ИЗВЕСТИЯ* \*\*\*\*\*  
НИЖНЕВОЛЖСКОГО АГРОУНИВЕРСИТЕТСКОГО КОМПЛЕКСА

№ 1 (13), 2009

Таблица 2 – Водопотребление растениями кукурузы на зерно по межфазным периодам,  $\text{м}^3/\text{га}$

Бапнатри		TоJиI nccJеJоBаnн		TоJиI nccJеJоBаnн		TоJиI nccJеJоBаnн		TоJиI nccJеJоBаnн		TоJиI nccJеJоBаnн		
		5-9 nmcpeB	9-11 nmcpeB	11 nmcpeB-	11 nmcpeB-							
0,4 м	2004	128	272	396	438	695	726	789	392	385	536	4757
	2005	130	287	408	473	708	792	833	397	401	598	5027
	2006	120	274	390	418	706	779	744	309	388	513	4681
	среднее	129	278	398	443	703	769	795	366	391	549	4823
	2004	132	291	398	479	808	826	892	399	406	586	5217
	2005	130	326	448	526	884	955	980	465	496	594	5804
0,7 м	2006	128	314	497	520	861	925	969	460	477.	584	5665
	среднее	130	310	424	508	851	902	947	441	460	588	5562
	2004	126	292	400	487	720	794	828	407	429	587	5070
	2005	130	315	418	473	783	850	933	372	378	553	5492
	2006	130	294	425	490	834	897	873	458	476	552	5359
	среднее	129	300	414	483	779	824	878	412	428	557	5307
0,4-0,7 м	2004	128	272	396	438	695	726	789	392	385	536	4757
	2005	130	287	408	473	708	792	833	397	401	598	5027
	2006	120	274	390	418	706	779	744	309	388	513	4681
	среднее	129	278	398	443	703	769	795	366	391	549	4823
	2004	132	291	398	479	808	826	892	399	406	586	5217
	2005	130	326	448	526	884	955	980	465	496	594	5804

Результаты наших исследований показывают, что увеличение урожая зерна кукурузы сопровождается ростом потребления воды. Так, для формирования урожая зерна на уровне 7 т/га суммарный расход воды составил в среднем  $4550 \pm 200$  м<sup>3</sup>/га, с увеличением продуктивности зерна кукурузы до 8 т/га суммарный расход воды растениями увеличился до  $4980 \pm 300$  м<sup>3</sup>/га. Продуктивность кукурузы на уровне 9 т/га обеспечивается при суммарном водопотреблении в среднем  $5200 \pm 200$  м<sup>3</sup>/га.

**Библиографический список**

1. Ахмедов, А.Д. Агрэкологические основы энергосберегающей технологии полива сельскохозяйственных культур/ А.Д. Ахмедов // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: труды 4-ой международной научн.-практ. конф. – М., 2004. – С. 157-162.
2. Багров, М.Н. Прогрессивная технология орошения сельскохозяйственных культур/ М.Н. Багров, И.П. Кружилин – М.: Колос, 1980. – 208 с.
3. Григоров, М.С. Экологомелиоративные проблемы Нижнего Поволжья/ М.С. Григоров// Совершенствование научного обеспечения и подготовки кадров для агропромышленного производства Волгоградской области. – Волгоград, 1993. – С. 162-164.

УДК 633.2:631.5:631.674.6

**ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ  
КУКУРУЗО-БОБОВЫХ СМЕСЕЙ НА ЗЕЛЁНЫЙ КОРМ  
В УСЛОВИЯХ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ**

**FEATURES OF CULTIVATION OF CORN-BEAN MIXES ON THE  
GREEN FORAGE IN CONDITIONS OF THE DRIP IRRIGATION**

**В.И. Пындак, доктор технических наук, профессор  
А.Е. Новиков**

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**V.I. Pyndak, A.E. Novikov**  
*Volgograd state agricultural academy*

Оптимизация водного режима и использование глубокой обработки почвы послужили основой для получения повышенных урожаев кукурузо-бобовых смесей в условиях капельного орошения.

Optimization of a water mode and use of deep processing of ground have formed a basis for reception of the raised crops corn-bean mixes in conditions of a drop irrigation.

**Ключевые слова:** глубокая обработка почвы, урожай, кукурузо-бобовые смеси, капельное орошение.

**Key words:** deep tilling, harvest, corn-bean mixes, drip irrigation.

Важным условием роста, развития и сбалансированности по протеину смешанных посевов на зелёный корм является не только правильный

подбор компонентов, но и технология обработки почвы, а также способы и схемы посева культур. Оптимальное размещение создаёт лучшие условия для совместного произрастания различных по биологическим способностям растений и исключает угнетение одной культуры другой.

Одним из способов повышения урожайности сельскохозяйственных культур является внедрение новых, научно обоснованных технологий обработки почвы, с использованием высокопроизводительной универсальной почвообрабатывающей техники с рабочими органами для глубокого рыхления почвы (без оборота пласта).

Техника основной обработки почвы становится особенно важной в условиях орошаемого земледелия. Она способствует сохранению плодородия почвы, накоплению в ней влаги и питательных веществ, улучшает воздушный, тепловой режим, а также уничтожает сорную растительность и улучшает фитосанитарное состояние полей.

Применительно к условиям исследования, а именно в регионе Нижнего Поволжья, более 70 % почв подвержены в той или иной степени деградации. На подготовку почвы и посев приходится 62-64 % общих затрат энергии. Переуплотнение нижних слоёв почвы возросло более чем в 2,5 раза. Система традиционной отвально-лемешной обработки почвы в данных условиях не отвечает научно обоснованным требованиям: не позволяет активизировать процессы минерализации органического вещества, накапливать подвижные формы азота, аккумулировать осенние осадки, создавать наиболее сбалансированный режим питания и влагообеспеченности растений.

Наибольшей эффективностью обладают не имеющие аналогов чизельно-отвальные орудия, включающие в себя рабочие органы в виде наклонных стоек с долотом на конце и прикреплённые к вертикальной части стоек отвалы для оборота верхнего взрыхлённого слоя почвы [1]. Общая глубина чизелевания – 0,36-0,40 м (иногда до 0,45 м).

Особенностью чизельной обработки почвы является гребнистое дно борозды (рис. 1). Долото стойки вспарывает почву на максимальной глубине чизелевания, образуя углубление. При указанной и более мелкой глубине чизелевания (до 0,30 м) происходит блокированное резание почвы. Это означает, что на глубине долото снимает почвенную стружку без её выноса на дневную поверхность.

Поэтому комья почвы скользят по наклонной поверхности долота и, будучи зажатыми между долотом и материнской почвой, комья сжимаются, из них выдавливается влага и воздух. Но наступает момент, когда фрагменты сжатой почвы срываются с долота и разлетаются во все

стороны, но не вниз, – вверх, вперёд по ходу и в стороны. Этот процесс происходит циклически, поэтому воздействие долота на почву сопровождается ударами, что снижает сопротивление почвы резанию.

Следствием этого является разуплотнение и частичное обрушение почвы под углом  $B \approx 45^\circ$  по бокам и впереди стойки (рис. 1). После обработки чизельным орудием образуются выступы (гребни) на дне борозды, а почва над углублениями и по всей поперечной площади чизелевания становится рыхлой, в том числе за счёт пересечения плоскостей разуплотнения почвы.

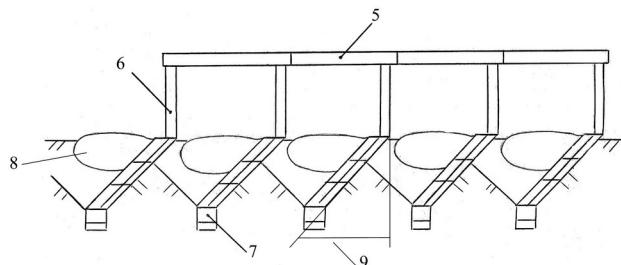


Рисунок 1 – Чизельное орудие с отвалами

5 – чизельное орудие; 6 – наклонные стойки; 7 – долото стойки;  
8 – отвалы орудия; 9 – угол В разуплотнения и обрушения почвы

При проходе такого орудия его отвалы переворачивают верхний взрыхлённый слой почвы на глубину 0,15-0,20 м, при этом удаляют и «закапывают» на ту же глубину остатки стерни и сорняков, находящийся на поверхности мульчирующий слой органики и, разумеется, органические и минеральные удобрения.

В засушливых условиях Нижнего Поволжья оптимизация водного режима является основным условием получения стабильно высокого урожая сельскохозяйственных культур. Однако нерациональное использование оросительной воды может привести к негативным изменениям свойств почвы. Среди процессов деградации, возникающих при орошении почв, наиболее часто отмечают уплотнение пахотного и подпахотного горизонтов и их переувлажнение, а иногда и повышенную минерализацию грунтовых вод и засоление орошаемых полей, а также водную эрозию почвы.

Тем не менее, применение современной технологии орошения [2] в системе с рациональными способами обработки почвы благоприятно оказывается на почвенных процессах: улучшается водный, воздушный, питательные режимы почв, происходит накопление органики в корне-

обитаемом слое, что благоприятно сказывается на росте сельскохозяйственных культур.

В связи с этим, целью наших исследований явилось изучение влияния способов основной обработки почвы и орошения на урожайность кукурузо-бобовой смеси на зелёный корм.

Исследования проводили в Волго-Донском междуречье на светло-каштановых почвах Всероссийского НИИ орошаемого земледелия в 2008 г. Схема опытов предусматривала два варианта основной (зяблевой) обработки почвы: лемешно-отвальная на глубину 0,25-0,27 м (контроль) и чизельное рыхление на глубину 0,36-0,40 м.

При проходе чизельного орудия с наклонными стойками, снабжённого отвалами, формируется гребнистое дно борозды. Удаление и заделка в почву органики на глубину 0,15-0,18 м обеспечивают отвалы орудия.

Посев кукурузо-бобовой смеси проходил в три строчки (рис. 2).

При чизелевании почвы ширина междурядий для кукурузы составляла  $2L = 0,8$  м, а для бобовой компоненты (в нашем случае – соя и люпин) –  $L$ , расстояние между почвенными ложе бобовой компоненты и кукурузы  $L/2$ . Соответственно бобовые компоненты размещаются в крайних строчках, а кукуруза – в центральной.

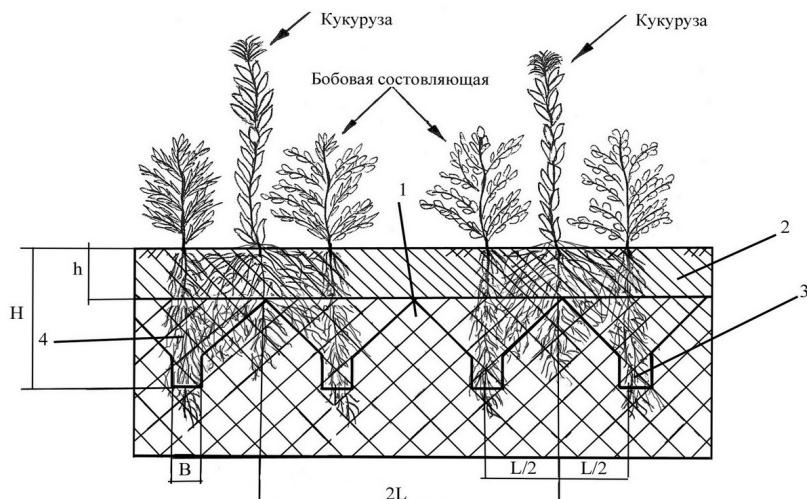


Рисунок 2 – Формирование гребнистого дна борозды после прохода чизельного орудия и размещение культур по трехстрочной схеме посева:

$H$  – глубина обработки (0,36-0,40 м);

$h$  – глубина работы отвалов (0,15-0,18 м);

$2L$  – ширина междурядья кукурузы;

$L$  – ширина междурядья бобовой компоненты;

$B$  – ширина долота орудия (0,06 м); 1 – возвышение дна борозды;

2 – верхний взрыхленный слой почвы, после работы отвалов;

3 – углубление дна борозды; 4 – пространство дна борозды

Опыты заложены методом систематического размещения делянок. Повторность вариантов трёхкратная. Общая площадь под опытом – 300 м<sup>2</sup>. Орошение проводилось капельным методом. Поддерживаемый режим увлажнения почвы в фенологические фазы до цветения в слое 0,40 м и после цветения в слое 0,60 м – 70-90 % НВ. Поливная норма за сезон составила 2440 м<sup>3</sup>/га.

Наибольшие запасы продуктивной влаги и накопления питательных веществ в пахотном слое происходят при чизельном рыхлении (табл. 1).

Таблица 1 – Питательные вещества и запасы продуктивной влаги в почве

Время взятия проб	Слой почвы, м	Вариант обработки почвы	Запасы продук- тивной влаги, мм	NO <sub>3</sub> , мг/кг	NH <sub>4</sub> , мг/кг	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	K <sub>2</sub> O, мг/кг
Перед осенней вспашкой	0-0,3	Лемешно-отвальная пахота	28	5,1	12,50	101	105
	0-0,4		30				
	0-0,6		55,4				
	0-1,0		100,5				
	0-0,3	Чизельное рыхление	30	5,4	12,67	103	107
	0-0,4		34				
	0-0,6		62				
	0-1,0		110,7				
Перед посевом	0-0,3	Лемешно-отвальная пахота	34	15,65	9,45	112,2	147,7
	0-0,4		40,1				
	0-0,6		74,4				
	0-1,0		138,8				
	0-0,3	Чизельное рыхление	37,5	16,70	8,60	119,6	145,8
	0-0,4		41,8				
	0-0,6		83,1				
	0-1,0		155,1				
После уборки	0-0,3	Лемешно-отвальная пахота	25	7,35	14,50	103,5	112,7
	0-0,4		29,3				
	0-0,6		54,3				
	0-1,0		101,3				
	0-0,3	Чизельное рыхление	32,6	7,60	14,75	110,9	120,0
	0-0,4		30,7				

	0-0,6		60,7				
	0-1,0		113,1				

Данные таблицы свидетельствуют о преимуществе чизельного рыхления почвы. Это объясняется скоплением влаги и питательных веществ в углублениях дна борозды, исключением негативного влияния на корни растений «плужной подошвы», которая разрушается при проходе орудия и совпадением углублений с центральными корнями растений (рис. 1 и 2).

Превышение урожайности зелёной массы только за счёт обработки почвы составило около 8 % кукурузо-соевой смеси и 12 % – кукурузо-люпиновой смеси соответственно (табл. 2).

Таблица 2 – Урожайность кукурузо-бобовых смесей, т/га

Вид обработки почвы	Кукурузо-соевая смесь	Кукурузо-люпиновая смесь
Лемешно-отвальная пахота	25,8	23,2
Чизельное рыхление	28	26,5

Надо отметить, что превышение урожайности достигнуто на фоне:

1 – уменьшения тягового сопротивления чизельного орудия на 23-43 %, что равноценно повышению на ту же величину производительности машинно-тракторного агрегата (МТА);

2 – снижения удельного расхода моторного топлива на 28-39 %;

3 – уменьшения эксплуатационных показателей МТА на 15-50 %;

4 – продолжительного сохранения влаги в пахотном горизонте и снижения его температуры в жаркое время;

5 – роста урожайности сельскохозяйственных культур на 8-12 %.

Увеличение урожайности после чизельного рыхления объясняется интенсивным крошением почвы, заделкой в почву на оптимальную глубину органики и растительных остатков, благоприятными условиями для работы почвенной микрофлоры, перерабатывающей органику, накоплением влаги и питательных веществ в углублениях дна борозды.

Анализ кормовой смеси показал (табл. 3), что при чизельном рыхлении идёт увеличение содержания протеина в зелёной массе. В кукурузо-соевой смеси после отвальной пахоты содержание протеина составило 3,56 %, а после чизелевания – 3,76 %. В кукурузо-люпиновой

смеси – 3,48 и 3,62 % соответственно. Таким образом, получено увеличение протеина  $\approx 5$  и 4 %.

Таблица 3 – Комплексная оценка зелёных кормов

Кормовая смесь	Вид обработки	$Z_1, \frac{Дж}{га}$	$Z_2, \frac{Дж}{га}$	$Y, \frac{T}{га}$	$KPI, \frac{\tau * 10^6}{га}$	Содержание протеина, Z1		$Q_{уд}$
						%	%	
Кукуруза + соя	Лемешная обработка	14,91	825,2	25,8	0,466	3,56	100	5236,1
	Чизельное рыхление	15,74	677,7	27,9	0,648	3,76	105	3765,4
Кукуруза + люпин	Лемешная обработка	14,57	825,2	23,2	0,410	3,48	100	5951,2
	Чизельное рыхление	15,16	677,7	26	0,582	3,62	104	4192,4

Нами был введён комплексный показатель урожайности с учётом качества кормов и расхода энергозатрат на обработку почвы:

$$КП = \frac{Y * Z1}{Z2},$$

где КП – комплексный показатель; У – урожайность; Z1 – протеин; Z2 – расход моторного топлива.

Показателем уменьшения энергозатрат на возделывание единицы зелёного корма является удельный поливной расход воды:

$$Qy\partial = \frac{Q\phi}{КП},$$

где Qуд – удельный расход поливной воды на тонну продукции; Qф – фактический расход поливной воды (расход оросительной воды за сезон, м<sup>3</sup>/га).

#### **Выводы:**

1. При глубоком чизелевании происходит накопление и сохранение продуктивной влаги в почве, накопление питательных веществ, что способствует увеличению урожайности зернобобовых смесей на 8-12 %, при увеличении содержания протеина в смеси на 4-5 %.

2. Чизельная основная обработка почвы является не только более продуктивной, но и энергосберегающей за счёт снижения тягового сопротивления орудия на 35-10 %; снижения удельного расхода моторного топлива на 28-39 %; уменьшения эксплуатационных затрат МТА на 15-50 %.

3. При чизельной обработке почвы при выращивании бобово-кукурузных смесей достигается также сокращение удельного расхода поливной воды на 28-30 %.

#### **Библиографический список**

1. Пындак, В.И. Новые чизельные рабочие органы и орудия для основной обработки почвы / В.И. Пындак, И.Б. Борисенко // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2005. – № 7. – С. 25-26.

2. Мелихов, В.В. Пути повышения эффективности использования орошаемых земель в субаридной и аридной зонах России / В.В. Мелихов, П.И. Кузнецов // Вестник РАСХН. – 2006. – № 1. – С. 25-27.  
УДК 628.16.067

## АДСОРБЦИОННЫЕ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ФИЛЬТРУЮЩИХ ЗАГРУЗОК ВОДООЧИСТНЫХ ФИЛЬТРОВ

### ADSORPTION FILTERING PROPERTIES OF FILTERING LOADINGS OF WATER-PURIFYING FILTERS

**В.В. Якубов, кандидат технических наук, доцент**

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**V.V. Yakubov**

*Volgograd state agricultural academy*

Рассмотрена внутренняя структура различных фильтрующих материалов, применяемых на водоочистных фильтрах. Приводятся результаты технологического моделирования процессов осветления искусственно замутненной воды через различные пористые среды и экономическая эффективность фильтрующих загрузок.

The internal structure of the various filtering materials used on water-purifying filters is considered. Results of technological modelling of processes of clarification are resulted is artificially turbid water through various porous environments and economic efficiency of filtering loadings.

**Ключевые слова:** фильтрующие материалы – кварцевый песок, керамзит, пенополистирол, шунгит, цеолит (опока), сульфоуголь, кремний, осветление воды, грязеемкость пористой среды.

**Key words:** filtering materials – quartz sand; claydite; expanded polystyrene; schungite; zeolite (flask) sulfonated coal, water clarification., contaminant capacity porous medium.

Возрастающая потребность в питьевой воде диктует развитие технологии очистки поверхностных и артезианских вод, а вслед за этим усовершенствование применяемых различных фильтрующих материалов. Если ранее эти технологии в основном совершенствовались в конструктивном направлении и за счет автоматизации управления системами очистки, то теперь можно ожидать, что существенное, качественное изменение произойдет при использовании высоко селективных, грязеемких фильтрующих материалов. При этом их регенерация не должна сопровождаться применением химических реагентов, загрязняющих окружающую среду или создающих значительные проблемы с утилизацией, что характерно для некоторых селективных фильтров, выпускаемых в настоящее время.

Характеризуя разнообразные фильтрующие материалы в качестве загрузки фильтров для водоподготовки, следует отметить, что наибольшее применение нашли такие загрузки, как кварцевый песок, сульфоуголь, керамзит, пенополистирол, которые соответствуют требованиям ГОСТ Р 51641-2000 «Материалы фильтрующие зернистые» и совсем недавно (последние 5-7 лет) стали применяться шунгит, цеолит, кремний (рис. 1).



Рисунок 1 – Разнообразные фильтрующие материалы

Пористая структура этих загрузок после предварительного измельчения представлена на рисунках 2-7 (84-х кратное увеличение на микроскопе Биолам-М). Кварцевый материал является единственной пористой средой из представленных, с минимальной межзерновой пористостью и окатанной поверхностью. Осветление воды на такой загрузке, как правило, сопровождается механическим защемлением в порах и электростатическим притяжением разноименных по зарядам частиц взвеси и поверхности фильтрующего материала. Более сложная внутренняя структура представляется у сульфоугля, цеолита и пенополистирола, такие загрузки, естественно, обладают повышенной грязеемкостью, они относятся к крупнопористым материалам с диаметром пор 8-10 нм [1] и обладают сорбционными свойствами. Новые фильтрующие компоненты: шунгит и кремний используют в бытовых фильтрах для доочистки водопроводной воды. Широкое применение в промышленном водоснабжении сдерживает их высокая стоимость и малые выпускаемые объемы.

Эти загрузки повышенной плотности, микропористые с размерами пор менее 6 нм обладают многоцелевыми сорбционными, катализитическими и бактерицидными свойствами.

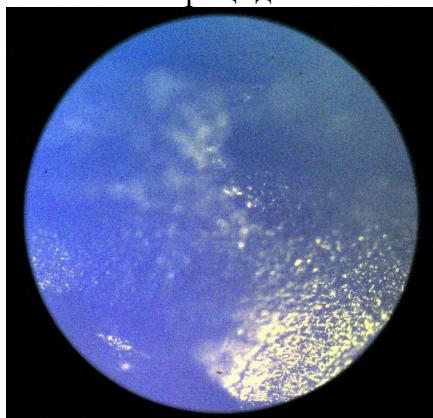


Рисунок 2 – Сульфоуголь

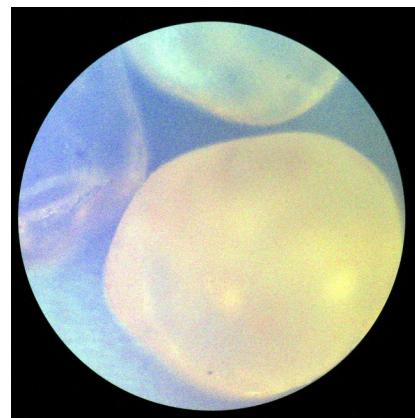


Рисунок 3 – Кварцевый песок

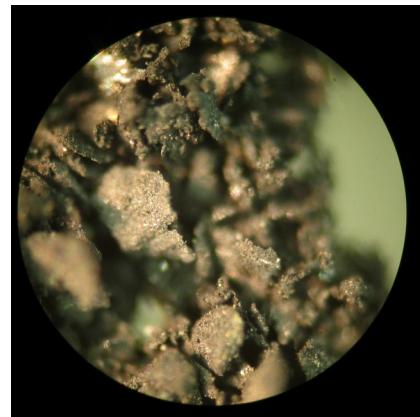


Рисунок 4 – Цеолит

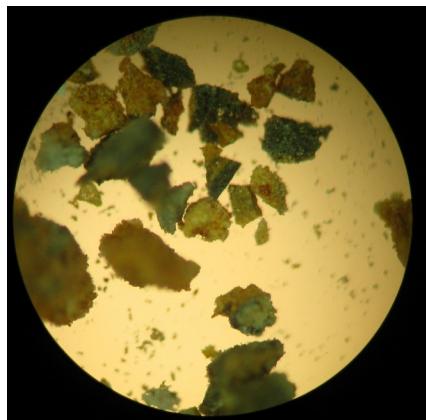


Рисунок 5 – Шунгит

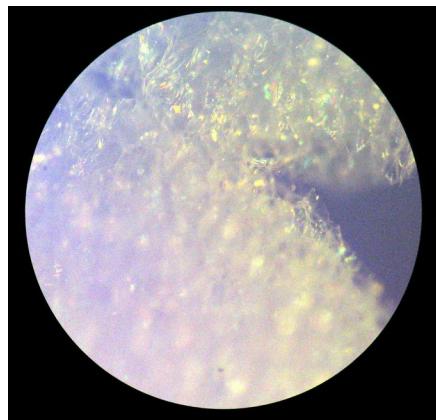


Рисунок 6 – Кремний

Фильтрующие материалы являются основным компонентом многослойных и однослойных фильтров. Они выполняют функции осветления воды, окисления и задержания железа, сорбции органических соединений и свободного хлора. В промышленных фильтрах в качестве фильтрующего материала в большинстве случаев используют кварцевый песок. Преимуществом использования песчаных зернистых загрузок является то, что они оказывают относительно низкое сопротивление фильтрации, недороги в промышленном производстве и использовании. Недостатком использования песчаной загрузки на основе кварцевого песка является относительно низкая сорбционная способность и грязеемкость зерен кварца, вследствие чего возникают дополнительные производственные затраты на частую промывку загрузки, увеличение времени очистки жидкостей и недостаточная очистка воды, содержащей растворенные загрязнения. Для устранения этих технических недостатков разрабатывают новые фильтрующие материалы, способы их получения и способы фильтрационной очистки.

Для составления общей характеристики фильтрующих материалов в осветительных фильтрах были выполнены эксперименты по определению фильтрующих свойств каждого материала. Фильтровали (сверху вниз), предварительно замутненную воду Просяновским коалином концентрацией  $C_0 = 100 \text{ мг/дм}^3$  через стеклянные колонки диаметром 150 мм со скоростью 5 м/ч и пористый слой толщиной 70 см. На выходе колонок контролировали концентрацию фильтрата до

превышения  $1,5 \text{ мг}/\text{дм}^3$  и послойные потери напора.

По увеличению мутности (концентрации) на выходе фильтровальной колонки в фильтрате определяли защитное действие каждой фильтрующей загрузкой, т.е предельное время работы загрузки. Параметры фильтрования определялись по методике технологического моделирования Д.М. Минца [2]. Относительная концентрация выходной и входной мутности воды составляет  $C/C_0 = 0,015 \text{ мг}/\text{дм}^3$  ( $C$  – концентрация фильтрата,  $1,5 \text{ мг}/\text{л}$ ,  $C_0 = 100 \text{ мг}/\text{л}$  – концентрация исходной воды).

Лабораторные исследования фильтрационных свойств различных материалов (кварцевый песок, шунгит, цеолит, пенополистирол) представлены на рис. 8. Из графика видно, что минимальные потери напора при нисходящем фильтровании воды со скоростью  $v = 5 \text{ м}/\text{ч}$  наблюдаются для пенополистирольной и цеолитовой загрузки.

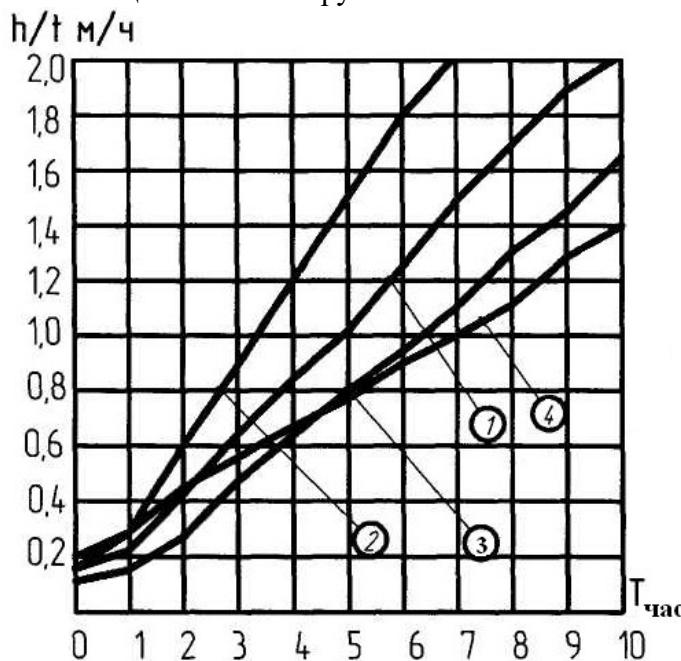


Рисунок 8 – Прирост потерь напора в фильтрующем слое 0,7 м, при входной концентрации  $C=100 \text{ мг}/\text{дм}^3$  и скорости фильтрования

5 м/ч различных фильтрующих загрузок

- 1 – кварцевый песок; 2 – сульфоуголь АГ-3;
- 3 – пенополистирол марки ПСВ; 4 – цеолит (опока)

Эффект осветления для всех загрузок составлял С/Со=0,015. К примеру, на 6 час фильтрования потери напора для кварцевого песка возросли относительно пенополистирольной и цеолитовой загрузки в 1,5 раза, а для сульфоугля – в 2,25 раза. Интенсивность прилипания загрязнений, что характеризуется параметром (в), выше у песка. Скорость проникновения загрязнений в глубину загрузки, параметр (а/в) – примерно одинаков для песка и полимера. Прирост потерь напора в загрузке (h/t) и начальное сопротивление загрузки – выше у песка, что даёт меньшее защитное время фильтрования (до проскока загрязнений в фильтрат). Тем самым можно предположить, что грязеемкость (накопительная способность) кварцевого песка и сульфоугля будет значительно меньше, чем у цеолитов и ПСВ. Чтобы экономически обосновать выбор фильтрующих загрузок для водоочистных фильтров составлена таблица технико-экономической эффективности рассматриваемых загрузок (табл. 1).

Таблица 1 – Технико-экономические характеристики  
фильтрующих загрузок

Наименование	Кварцевый песок	Сульфоуголь АГ-3	Пенополистирол ПСВ	Цеолит (опоки)
Средняя цена по центральному региону России 1 куб.м., р.	1200	3000	500	1500
Время (ч) достижения потерь напора (0,03 МПа) в загрузке	14	10	19	25
Объем воды (куб.м.) одного фильтроцикла	1,23	0,88	1,67	2,2
Объем получаемой воды (W) (куб.м) за 1 год	440	320	605	800
Эффективность применяемой загрузки (Ц/W)	2,72	9,37	0,82	1,87

Из таблицы видно, что наиболее эффективными будут пенополистирольные и цеолитовые загрузки. Их гранулы имеют более высокие адгезионные и электрокинетические свойства, чем у песка, использование таких пористых сред интенсифицирует процесс фильтрования воды. Так, фильтры с пенополистирольной (плавающей загрузкой) позволяют работать с более загрязненной водой и с большей скоростью фильтрования, упрощается регенерация загрузки, снижаются затраты на промывные насосы и емкости для промывной воды.

#### **Библиографический список**

1. Нетрадиционные виды нерудного минерального сырья / под ред. У.Г. Дистанова, А.С. Филько. – М.: Недра, 1990. – 261 с.
2. Минц, Д.М. Теоретические основы технологии очистки воды / Д.М. Минц. – М.: Стройиздат, 1964. – 156 с.  
УДК 631.587:633.31/37

### **ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ СМЕШАННЫХ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ**

### **BASIC PRINCIPLES OF PERENNIAL HERDS HIGH PRODUCTIVITY MIXED AGROPHYTOCENOSISES FORMING**

**Т.Н. Дронова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
Н.И. Бурцева, кандидат сельскохозяйственных наук,  
С.Ю. Невежин, кандидат сельскохозяйственных наук,  
В.В. Болдырев, кандидат сельскохозяйственных наук,  
Е.И. Молоканцева, аспирант**

*Всероссийский НИИ орошаемого земледелия*

**T.N. Dronova, N.I. Burtseva, S.Y. Nevezhin,  
V.V. Boldyrev, E.I. Molokantseva**

*All-Russian research institution of irrigated agriculture*

Создание сложных агрофитоценозов из многолетних трав на орошении способствует более продуктивному использованию ФАР при формировании урожая, улучшает сбалансированность кормов по основным питательным веществам. Помимо этого, многолетние смешанные агрофитоценозы положительно влияют на плодородие и водно-физические свойства почвы.

Creating sophisticated agrophytocenosis of perennial herds on irrigation facilitates more productive use of FAR on formation of crop yield, improves feed balance in main nutrients. Besides mixed perennial agrophytocenosises positively affect soil fertility and their water-physical features.

**Ключевые слова:** агрофитоценозы, корма, питательные вещества, плодородие почвы, многолетние травы, ФАР.

**Key words:** agrophytocenoses, fodders, nutritious matters, soil fertility, perennial herbs, FAR.

Особое место в приоритетном национальном проекте «Развитие АПК» отводится восстановлению отрасли животноводства и кормо-производства. В связи с этим, расширение посевных площадей многолетних трав и увеличение их продуктивности имеет первостепенное значение, а разработка ресурсосберегающих технологий возделывания поливидовых посевов бобовых и мятыковых трав при сохранении почвенного плодородия является актуальным направлением совершенствования кормопроизводства и орошаемого земледелия.

Целью исследований, проводимых во Всероссийском НИИ орошаемого земледелия, является разработка и усовершенствование научно обоснованной технологии возделывания бобово-мятликовых травосмесей при кратко-, средне- и долгосрочном использовании травостоя в севооборотах и выводных полях, обеспечивающих получение от 22-30 до 80-90 т/га зеленой массы, сохранение и приумножение почвенного плодородия.

Исследования проводились на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья в опытно-производственном хозяйстве ВНИИОЗ ОПХ «Орошаемое». Почвы опытных участков характеризуются низким содержанием гумуса – 1,42-1,70 %, подвижного фосфора – 9,0-26,7, обменного калия – 208-291 г на кг почвы. Наименьшая влагоемкость в активном слое почвы составляет 22,2 % массы сухой навески, плотность почвы – 1,38 т/м<sup>3</sup>.

По степени увлажнения вегетационного периода годы исследований характеризовались следующим образом: 2002 г. – сухой (87 мм), 2003 и 2004 гг. – среднезасушливые (158 и 150 мм) и 2005 г. – средневлажный (205 мм).

Решение поставленных задач осуществлялось в полевых трехфакторных опытах. Фактор А включал 14 вариантов видового состава смесей. По фактору В изучалось 3 варианта пищевого режима почвы для получения запланированных урожаев смесей по годам пользования травостоями: 1 контроль (без внесения удобрений) – получение от 22 до 50 т/га зеленой массы; 2 – NPK<sub>1</sub>, рассчитанный на получение 36-70 т/га; 3 – NPK<sub>2</sub>, рассчитанный на получение 50-90 т/га зеленой массы. Фактор

С включал 2 варианта размещения компонентов смесей: обычный – высеял всех семян в один рядок и черезрядный – размещение каждого компонента в индивидуальные параллельно-чередующиеся рядки. Повторность опытов трехкратная, размещение делянок последовательное.

Опытные делянки после уборки предшественника (озимые на зерно) обрабатывали дисковыми лущильниками с последующей отвальной вспашкой на глубину 0,22-0,25 м с проведением предпахотного полива нормой 300-400 м<sup>3</sup>/га и внесением фосфорно-калийных удобрений в запас на установленные сроки использования травостоев. Предпосевная обработка почвы состояла из боронования, внесения расчетных норм азота, культивации, до- и послепосевного прикатывания почвы. Посев летний, срок посева изменялся по годам исследований с 1 по 10 августа. Нормы высева трав в краткосрочных смесях – 65 % бобовых + 50 % мятыликовых, среднесрочных – 100 +100 %, долгосрочных смесях – 110 % бобовых + 110 % мятыликовых от нормы высева в одновидовых посевах. Пространственное размещение компонентов при обычном посеве трав достигалось сеялками точного высева СН-16ПМ, при черезрядном посеве – экспериментальной сеялкой СН-16ПМЭ.

Заданный режим орошения с поддержанием предполивной влажности почвы не ниже 70-75 % НВ осуществляли вегетационными поливами дождевальными машинами «Мини-Кубань»-К и «Мини-Кубань» – ФШ. Расчетная поливная норма 600-650 м<sup>3</sup>/га. Уборку трав на сено и зеленый корм проводили в фазу начала цветения бобовых и выметывания метелки у мятыликовых трав.

Полевые многофакторные опыты сопровождались необходимыми наблюдениями, учетами и измерениями, которые выполнялись с соблюдением требований методики опытного дела. Для всесторонней оценки результатов исследований проводили учет густоты стояния и изреживания травостоев, определяли динамику влажности почвы, суммарное водопотребление, содержание питательных веществ, протеиновую и энергетическую ценность биомассы, рассчитывали экономическую и энергетическую эффективность технологии возделывания поликомпонентных смесей на орошаемых землях.

При определении плотности травостоев установлено, что интенсивность побегообразования трав в изучаемых смесях определяется видовым составом, расчетными дозами удобрений, размещением компонентов, а также возрастными и сезонными особенностями. На посевах смесей краткого срока использования, в состав которых входили люцерна синегибридная, клевер луговой, овсяница луговая и райграс

многоукосный, максимальное количество побегов бобовых трав отмечено весной первого года – 650-875 шт./м<sup>2</sup>. К осени их число сокращалось до 550-810 шт./м<sup>2</sup> с последовательным снижением к концу вегетации третьего года пользования 187-353 шт./м<sup>2</sup>. Пик интенсивности кущения мятыковых трав пришелся на осень второго года пользования, когда число побегов в смеси из 2 бобовых и 2 мятыковых компонентов составило 1285-1585 шт./м<sup>2</sup>. При этом азотные подкормки на фоне запасного внесения фосфора и калия обеспечивали повышение интенсивности кущения как мятыковых, так и бобовых трав.

Наибольшую плотность травостоев среди среднесрочных смесей обеспечивали посевы смесей из 3 бобовых и 2-3 мятыковых трав: люцерны, клевера, эспарцета, овсяницы, ежи или тимофеевки. При этом уменьшение числа бобовых в травостое шло более плавно, чем в краткосрочных смесях и к концу четвертого года пользования количество их побегов в травостое изменялось от 175 до 330 шт./м<sup>2</sup>. За счет включения в смесь ежи сборной и тимофеевки луговой максимальное количество побегов мятыковых отмечено осенью третьего года пользования – 1505-1908 шт./м<sup>2</sup>, осенью четвертого года пользования число их побегов составило 1383-1955 шт./м<sup>2</sup>, что дает основание предполагать получение достаточно высоких урожаев на посевах этих смесей пятого года пользования.

В смесях, рассчитанных на семь лет пользования, за счет введения долголетних бобовых трав клевера белого и козлятника восточного, максимальное количество побегов бобовых отмечено весной второго года пользования – 575-755 шт./м<sup>2</sup>. При этом к концу четвертого года пользования на этих посевах сохранилось 480-635 побегов бобовых.

Максимальную плотность мятыковые травы в составе долгосрочных смесей формировали к осени четвертого года пользования – 1800-2433 шт./м<sup>2</sup>. Внесение расчетных доз удобрений обеспечивало прибавку густоты стояния в сравнении с контролем на 7,2-12,8 %. Размещение семян компонентов всех смесей в индивидуальные параллельно-чередующиеся рядки оказывало положительное влияние на интенсивность побегообразования трав и обеспечивало повышение числа побегов бобовых на 7,0-12,3, мятыковых на 7,6-15,9 %.

Ботанический состав краткосрочных смесей (люцерна + клевер + овсяница, люцерна + клевер + райграс, люцерна + клевер + овсяница + райграс) заметно не различался, участие бобовых в урожае по этим смесям в первый год составило 33,0-67,3 %, во второй год – 30,0-57,8 % и в третий год пользования – 24,0-51,2 %.

Среди смесей среднего срока использования выделились пяти – и

шестикомпонентные, состоящие из 3-х бобовых: люцерны, клевера, эспарцета и 2-х или 3-х мятыниковых трав: овсяницы, ежи и тимофеевки. В этих смесях участие бобовых в урожае изменялось от 45,3-67,2% – в первый, до 25,8-52,5% – в четвертый год пользования.

Самым высоким содержанием бобовых в урожае долгосрочных смесей характеризовались пяти- и шестикомпонентные смеси, в состав которых входили люцерна желтая, клевер белый, козлятник восточный, овсяница тростниковая, кострец безостый и мятыник луговой: 32,5-57,3 % – в первый, 42,3-62,2 – во второй, 45,3-62,4 – в третий и 37,0-56,0 % в четвертый год пользования.

В годы исследований изучаемые смеси формировали три полноценных укоса. На образование первого требовалось 60-72, второго – 33-38 и третьего укоса – 47-51 день, сумма температур, необходимая для формирования первого укоса составила  $1000 \pm 35^{\circ}\text{C}$ , второго –  $735 \pm 70^{\circ}\text{C}$  и третьего –  $1090 \pm 25^{\circ}\text{C}$ .

Максимально высокая урожайность смесей, рассчитанных на краткий срок использования (3 года), получена на посевах второго года пользования и составила 42,2-96,1 т/га зеленой массы. На посевах среднесрочных смесей (5 лет использования) также максимальная продуктивность характерна для второго года, но при этом травостои третьего года пользования незначительно уступали ей – 37,5-83,2 против 40,6-89,0 т/га.

Долгосрочные смеси (7 лет использования) максимальной продуктивностью отличались на посевах третьего года пользования – 45,8-95,5 т/га зеленой массы.

В наших опытах из изучаемых факторов (видовой состав, удобрения, способ размещения компонентов) наибольшее влияние на продуктивность травостоев оказало внесение сбалансированных расчетных доз удобрений. Так, на посевах второго года пользования внесение  $\text{NPK}_2$  ( $\text{N}_{235}\text{P}_{80}\text{K}_{110}$ ) обеспечило в среднем по годам исследований получение 85,7 т/га зеленой массы кратко-, 77,8 – средне- и 66,5 т долгосрочных смесей. Посевы краткосрочных смесей третьего года пользования формировали запланированные урожаи в пределах 50-70 т, среднесрочные – 60-80 и долгосрочные – 70-90 т/га зеленой массы при внесении соответствующих доз удобрений. Урожайность травосмесей четвертого года пользования на контроле составила 28,7-38,0 т, а при внесении  $\text{NPK}_1$  – 48,4-56,7,  $\text{NPK}_2$  – 64,1-12,1 или в 1,7-2,0 раза выше.

Среди краткосрочных травостоев в первый год пользования

выделилась смесь, состоящая из двух бобовых и двух мятыковых компонентов: люцерны синегибридной, клевера лугового, овсяницы луговой и райгруса многоукосного. Ее посевы сформировали 24,0-51,5 т/га зеленой массы, что на 4,3-6,6 % выше, чем смесь из люцерны, клевера и овсяницы и на 5,7-13,7 % – из люцерны, клевера и райгруса многоукосного. На посевах второго года пользования разница в пользу четырехчленной смеси составила соответственно 8,5-15,0, третьего года – 5,7-14,0 %.

Стабильно высокой продуктивностью по годам пользования отличались среднесрочные смеси из люцерны синегибридной, клевера лугового, овсяницы луговой, ежи сборной и из этих же компонентов с добавлением эспарцета песчаного: 21,7-46,0 – в первый, 48,4-86,7 – во второй, 40,8-88,0 – в третий и 28,5-70,0 т/га зеленой массы в четвертый год пользования. Включение в эти смеси тимофеевки луговой приводило к незначительному снижению продуктивности посевов.

Таблица 1 – Урожайность бобово-мятыковых смесей разных лет  
пользования травостоем (среднее за 2002-2005 гг.)

Состав смесей	Фон питания	Зеленой массы, т/га			
		первый	второй	третий	четвертый
1	2	3	4	5	6
Краткосрочные смеси					
Люцерна + клевер + овсяница	Без удобрен.	23,0	44,8	34,5	-
	NPK <sub>1</sub>	34,7	66,9	49,8	-
	NPK <sub>2</sub>	47,3	84,4	67,5	-
Люцерна + клевер + райграс	Без удобрен.	21,1	42,2	32,2	
	NPK <sub>1</sub>	33,5	65,9	46,8	-
	NPK <sub>2</sub>	45,3	81,0	63,5	-
Люцерна + клевер + овсяница + райграс	Без удобрен.	24,0	49,9	35,0	-
	NPK <sub>1</sub>	36,8	73,6	55,0	-
	NPK <sub>2</sub>	50,3	91,6	70,8	-
Среднесрочные смеси					

Люцерна + клевер + овсяница + ежа	Без удобрен.	21,7	48,4	40,8	28,5
	NPK <sub>1</sub>	33,1	67,6	62,8	48,8
	NPK <sub>2</sub>	42,4	86,8	81,0	62,8
Люцерна + клевер + эспарцет + овсяница + ежа	Без удобрен.	21,7	49,2	42,3	31,1
	NPK <sub>1</sub>	33,3	69,6	65,0	50,0
	NPK <sub>2</sub>	42,0	84,7	85,3	68,8
Люцерна + клевер + эспарцет + овсяница + тимофеевка	Без удобрен.	19,8	45,2	37,5	27,5
	NPK <sub>1</sub>	31,9	61,0	55,5	45,5
	NPK <sub>2</sub>	41,1	74,9	70,0	62,0
Люцерна + клевер + эспарцет + ежа + тимофеевка	Без удобрен.	19,8	42,0	38,0	28,0
	NPK <sub>1</sub>	29,1	60,7	57,8	47,8
	NPK <sub>2</sub>	40,2	72,0	72,0	65,0

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Люцерна + клевер + эспарцет + овсяница + ежа + тимофеевка	Без удобрен.	18,4	40,6	42,0	28,5
	NPK <sub>1</sub>	31,3	61,6	64,0	50,0
	NPK <sub>2</sub>	38,3	70,7	83,2	65,0
<b>Долгосрочные смеси</b>					
Люцерна + клевер + козлятник + кострец + овсяница	Без удобрен.	20,7	29,3	49,8	36,8
	NPK <sub>1</sub>	30,5	48,2	68,2	55,6
	NPK <sub>2</sub>	38,6	69,6	85,3	72,8
Люцерна + клевер + козлятник + кострец + ежа	Без	19,6	31,7	51,0	39,0
	NPK <sub>1</sub>	30,8	50,2	72,2	58,0
	NPK <sub>2</sub>	39,2	70,0	92,3	75,0
Люцерна + клевер + козлятник + кострец + овсяница + ежа	Без	20,3	32,1	52,0	41,0
	NPK <sub>1</sub>	29,3	54,0	73,0	61,0
	NPK <sub>2</sub>	40,2	66,7	95,0	78,5
Люцерна + клевер + козлятник + кострец + овсяница + мятыник	Без	21,7	27,7	45,8	35,0
	NPK <sub>1</sub>	30,0	48,7	63,8	53,0'
	NPK <sub>2</sub>	39,7	63,7	80,8	68,0
Люцерна + клевер + козлятник + кострец + ежа	Без	18,5	26,1	47,7	37,3
	NPK <sub>1</sub>	28,5	47,6	67,2	55,8

	NPK <sub>2</sub>	36,0	63,6	83,0	70,0
Люцерна + клевер + козлятник + кострец + овсяница + ежа + мятыник	Без	18,7	26,6	49,0	38,8
	NPK <sub>1</sub>	25,2	47,7	68,8	57,0
	NPK <sub>2</sub>	38,1	65,4	86,2	72,0
HCP <sub>05</sub>	A	2,11-	1,80-3,10	1,68-	1,18
	B	1,06-	0,90-1,15	0,84-	0,59
	C	0,86-	0,74-1,27	0,68-	0,48

Самыми продуктивными из долгосрочных оказались смеси из 3 бобовых и 2-3 мятыниковых компонентов: люцерны желтой, клевера белого, козлятника восточного, костреца безостого, овсяницы тростниковой или ежи сборной – 49,8-95,0 т/га. Добавление к ним низового злака мятыника лугового не оказалось существенного влияния на урожайность и в вариантах смесей с ним получено на посевах третьего года 45,8-86,2, четвертого года – 35,0-72,0 т/га зеленой массы.

Посев каждого компонента в индивидуальный рядок обеспечивал прибавку урожая всех изучаемых смесей на посевах первого года в пределах 2,3-11,3, второго – 2,8-7,1, третьего – 2,1-4,4, четвертого – 1,9-6,4 %.

Распределение урожайности по укосам на всех смесях имело однотипный характер и в первом укосе формировалось в среднем 45 % общего урожая. Доля второго укоса составила в среднем 35 и третьего – 20,0 %.

Таким образом, оптимизация условий водного и пищевого режимов почвы на посевах кратко- и среднесрочных смесей обеспечила выход на запланированные уровни урожайности в первый и второй год пользования в вариантах, включающих люцерну синегибридную, клевер луговой, эспарцет песчаный, райграс многоукосный, овсяницу луговую, ежу сборную. На посевах третьего и четвертого годов продуктивность изучаемых смесей выравнивается, и отклонение урожайности от планируемой в смесях с участием тимофеевки луговой составляет – 2,6 + 4,4 %.

Долгосрочные смеси в первый год пользования не сформировали запланированные урожаи, на посевах второго года три смеси, в состав которых входят люцерна желтая, клевер белый, козлятник восточный, кострец безостый, овсяница тростниковая и ежа сборная, обеспечили получение планируемых урожаев в пределах 30-70 т/га зеленой массы, а при черезрядном размещении этих компонентов на этот уровень вышли и смеси с включением в их состав мятыника лугового. На посевах третьего и четвертого годов пользования травостои всех изучаемых долгосрочных смесей сформировали урожайность, близкую к запланированной (отклонение +1,3-

9,0 %), как при черезрядном, так и обычном размещении компонентов.

Для поддержания заданного порога увлажнения посевы смесей первого года пользования в 2002-2004 гг. поливали 4-6 раз, второго-четвертого годов в 2003-2005 гг. – 5-6 раз, оросительные нормы изменялись соответственно от 2500 до 3900 м<sup>3</sup>/га. Суммарное водопотребление поливидовых посевов при поддержании оптимального порога увлажнения изменялось в зависимости от продуктивности и возраста травостоев и колебалось на посевах первого года пользования от 3,6 до 4,8, второго-четвертого годов – от 5,2 до 5,8 тыс. м<sup>3</sup>/га. Максимальным водопотреблением характеризовались посевы второго и третьего годов пользования, отличающиеся формированием наиболее высокой урожайности.

В структуре суммарного водопотребления на долю оросительной воды на посевах первого года пользования приходилось в среднем 74,1, второго – 62,9, третьего – 60,0 и четвертого – 56,1 %, доля осадков в суммарном водо-потреблении изменялась от 16,2 до 22,2, участие запасов почвенной влаги с возрастом травостоев увеличивалось с 9,7 на посевах первого до 18,7-21,7 % на посевах второго-четвертого года (табл. 2).

Таблица 2 – Суммарное водопотребление и его структура  
на посевах бобово-мятликовых смесей разных лет пользования

Годы исследований	Оросительная норма		Приход влаги от осадков		Использовано запасов почвенной влаги		Суммарное водопотребление	
	м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup>	%
<b>Первый год пользования</b>								
2002	3900	81,6	217	4,5	658	13,8	477	100
2003	3050	71,2	875	19,8	398	9,0	442	100
2004	2500	68,4	973	26,6	182	5,0	365	100
Среднее	3150	74,1	688	16,2	413	9,7	425	100
<b>Второй год пользования</b>								
2003	3150	59,4	937	17,7	1213	22,9	530	100
2004	3700	64,2	952	16,5	1110	13,3	576	100
2005	3700	64,2	1211	21,0	853	14,8	576	100
Среднее	3517	62,9	1043	18,4	1061	18,7	560	100
<b>Третий год пользования</b>								
2004	3700	63,1	952	16,2	1208	20,7	586	100
2005	3050	58,0	1211	23,0	1030	19,0	529	100
Среднее	3325	60,0	1081	19,6	1119	20,4	552	100

Четвертый год пользования								
2005	3050	56,1	1211	22,2	1179	21,7	544	100

Независимо от возраста травостоя максимально высоким водопотреблением характеризовались агрофитоценозы в первом укосе: от 1,7 в первый до 2,0-2,2 тыс. м<sup>3</sup>/га в последующие годы пользования травостоями. Это связано как с более длительным формированием первого укоса (62-72 дня), так и с тем, что в первом укосе бобово-мятликовые смеси формируют свыше 40 % массы общего урожая. Продуктивность смесей во втором укосе снизилась примерно на 10 %, а суммарное водопотребление уменьшилось до 1,4-1,8 тыс. м<sup>3</sup>/га. Урожайность третьего укоса не превышала 20 % от общей урожайности и суммарное водопотребление составило 1,0-1,6 тыс. м<sup>3</sup>/га.

Наиболее эффективно влагу на построение урожая использовали травосмеси второго и третьего годов пользования. При этом краткосрочные смеси,формировавшие максимально высокие урожаи, во второй год превосходили по этому показателю посевы первого и третьего года – 61-133 против 78-201 м<sup>3</sup>/т соответственно. Среднесрочные смеси на образование одной тонны зеленой массы на посевах второго года затрачивали 66-124, третьего 67-147 м<sup>3</sup>, в агрофитоценозах длительного срока использования минимальные показатели коэффициента водопотребления характерны для посевов третьего года – 58-116 м<sup>3</sup>/т. Значительное влияние на величину коэффициента водопотребления оказало улучшение пищевого режима почвы внесением удобрений расчетными дозами. На контроле, без внесения удобрений на посевах среднесрочных смесей, например, затраты воды на тонну зеленой массы изменились по годам пользования от 112 до 201, а при внесении NPK<sub>1</sub> – 75-127, NPK<sub>2</sub> – 61-94 м<sup>3</sup>.

Таким образом, оптимизация водного и пищевого режимов почвы в агроклиматических условиях Нижнего Поволжья обеспечивает высокую продуктивность поливидовых посевов многолетних трав. Они формируют три полноценных укоса с урожайностью от 40,6 до 96,1 т/га зеленой массы с выходом 6,3-15,0 тыс. кормовых единиц, 0,9-2,4 т переваримого протеина и 100-220 ГДж обменной энергии.

Максимальная урожайность смесей, рассчитанных на краткий и средний срок использования, формировалась на посевах второго года пользования и изменялась в среднем от 37,5-42,2 до 85,3-91,6 т/га зеленой массы. Травостои долгосрочных смесей наибольшей продуктивностью отличались на посевах третьего года пользования – 45,8-95,0 т/га. Внесение расчетных доз удобрений обеспечивало рост урожайности

травосмесей с 19,9-28,9 до 35,0-96,1 т/га зеленой массы.

Среди краткосрочных смесей наибольшей урожайностью во все годы пользования отличалась четырехчленная смесь их 2 бобовых и 2 мятыковых трав: люцерны синегибридной, клевера лугового, овсяницы луговой и райграса многоукосного. Ее посевы формировали на 4,3-15,0 % больше зеленой массы, чем трехчленные смеси из люцерны, клевера, овсяницы или райграса.

Стабильно высокой продуктивностью отличались смеси среднего срока использования, включающие 3 бобовых и 2 мятыковых компонента: люцерну синегибридную, клевер луговой, эспарцет песчаный, овсяницу луговую, ежу сборную – 21,7-46,0 – в первый, 48,4-86,7 – во второй, 40,8-88,0 – третий и 28,5-70,0 т/га зеленой массы в четвертый год пользования.

Самыми продуктивными из смесей, рассчитанных на длительное использование, оказались травостои, состоящие из 3 бобовых и 2-3 мятыковых компонентов: люцерны желтой, клевера белого, козлятника восточного, костреца безостого, овсяницы тростниковой или ежи сборной. На посевах третьего года пользования их урожайность изменялась от 49,8 до 97,0 т/га зеленой массы. Посев компонентов в индивидуальные рядки обеспечивал прибавку урожая изучаемых смесей в пределах 1,9-11,3 %.

Возделывание поливидовых посевов из многолетних бобовых и мятыковых трав при оптимизации условий возделывания энергетически и экономически эффективно. Коэффициент энергетической эффективности на посевах второго года пользования по краткосрочным смесям составил 2,94-4,65, средне – 2,76-4,67 и долгосрочным смесям – 2,08-3,93. Рентабельность возделывания бобово-мятыковых смесей изменялась от 49,5 до 140,0 %.

УДК 633.31./37:631.67

**НЕТРАДИЦИОННЫЕ МНОГОЛЕТНИЕ БОБОВЫЕ  
ТРАВЫ ПРИ ОРОШЕНИИ**  
**NONTRADITIONAL PERENNIAL LEGUMES HERBS  
UNDER IRRIGATION**

**Т.Н. Дронова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
Н.И. Бурцева, кандидат сельскохозяйственных наук,  
С.Ю. Невежин, кандидат сельскохозяйственных наук,  
В.В. Болдырев, кандидат сельскохозяйственных наук,  
Е.И. Молоканцева, аспирант**

*Всероссийский НИИ орошаемого земледелия*

**T.N. Dronova, N.I. Burtseva, S.Y. Nevezhin,  
V.V. Boldyrev, E.I. Molokantseva**

*All-Russian research institution of irrigated agriculture*

Установлено, что в агроклиматических условиях Нижнего Поволжья нетрадиционные для региона культуры: клевер луговой, козлятник восточный, лядвенец рогатый и другие могут заменить люцерну по продуктивному долголетию, протеиновой и энергетической насыщенности кормов, накоплению органики, сохранению почвенного плодородия. Предложены лучшие сорта этих культур для введения в орошаемое кормопроизводство региона.

It has been found that under agroclimatic conditions of Lower Povolzhye, the cultures, non-traditional for the region: meadow clover, Caucasian goat's rue, birdsfoot trefoil and others might replace lucerne in productive longevity, protein and energy saturation of fodder, accumulation of organic matter, preservation of soil fertility. The best varieties of these crops were suggested for their introduction into irrigated fodder production of the region.

**Ключевые слова:** орошаемое кормопроизводство, люцерна, клевер луговой, козлятник восточный, лядвенец рогатый.

**Key words:** irrigated fodder, lucerne, meadow clover, Caucasian goat's rue, birdsfoot trefoil.

Приоритетным национальным проектом «Развитие АПК» и «Концепцией развития кормопроизводства» для удовлетворения потребностей животноводства в объемистых травянистых кормах предусматривается к 2010 году увеличить площади многолетних трав до 20-21 млн гектаров. С целью повышения их энергетической и белковой полноценности участие бобовых трав и бобово-мятликовых травосмесей в структуре укосных площадей предполагается довести до 65-70 %, или до 13-15 млн гектаров. Такая структура посевов многолетних трав обеспечит дополнительно получение 550-680 тыс. тонн переваримого протеина, около половины которого будет сформировано за счет симбиотического азота (А.С. Шпаков, 2005).

Многолетние бобовые травы являются одним из основных источников получения высокобелковых кормов, во всех почвенно-климатических зонах служат гарантами обеспечения последующих культур севооборотов доступными элементами питания, защиты почв от эрозии, сохранения и приумножения почвенного плодородия (В.Р. Вильямс, 1948; М.И. Тарковский, 1964; Г.А. Романенко, П.Л. Гончаров, 1999; Т.Н. Дронова, 2007).

В Нижнем Поволжье давно и по праву люцерна занимает основные площади посева многолетних трав. Объясняется это высоким потенциалом продуктивности, долголетием, многоукосностью, прекрасными кормовыми и агротехническими достоинствами. С созданием интенсивных зимостойких и жароустойчивых сортов нетрадиционных для этого региона культур: клевера лугового и белого, козлятника восточного, лядвенца рогатого и др. бобовых, возникла необходимость привлечения этих ценных растений в кормопроизводство и орошаемое земледелие региона.

В связи с этим, задачей исследований, проводимых в институте в последние 15 лет, является привлечение и адаптация к местным условиям современных сортов этих культур. В агроэкологическом испытании оценивается комплекс хозяйственно-ценных признаков 22 сортов клевера лугового и белого, 9 сортов козлятника, лядвенца и вязеля, 55 сортов люцерны.

Исследования проводятся на опытном поле ОПХ «Орошающее» ВНИИОЗ, почвы опытных участков светло-каштановые с содержанием гумуса 1,52-1,70 %, подвижного фосфора 21-26 мг/кг почвы, обменного калия – 220-290 мг/кг почвы. Плотность почвы в слое 0,7 м равна 1,34 т/м<sup>3</sup>, наименьшая влагоемкость – 22,2 %, порозность – 48,4 %.

Фосфорно-калийные удобрения вносили под отвальной вспашку в запас на три-пять лет пользования, азотные – дробно, под каждый укос.

Высевали бобовые травы нормами: клевер и лядвенец – 9,0, люцерну – 7,5, вязель и козлятник – 6,0 млн всхожих семян на гектар. Посев весенний, подпокровный, норма высева покровного овса – 3,5 млн/га.

Влажность почвы не ниже 80 % НВ поддерживали вегетационными поливами, которые производили дождевальными машинами «Мини-Кубань-К» и «Мини-Pivot Bauer» нормой 450 м<sup>3</sup>/га. В зависимости от метеоусловий в годы исследований оросительные нормы изменились от 2,0 до 4,5 тыс. м<sup>3</sup>/га.

Уборку овса проводили в фазу выметывания метелки, бобовых трав – в фазу бутонизации – начала цветения на зеленый корм и сено.

Продуктивность посевов многолетних трав во многом определяется густотой стояния и изреживанием растений в течение вегетации и в период перезимовки. Нами установлено, что изучаемые бобовые травы в агроклиматических условиях зоны имеют относительно низкую полноту всходов, у долголетних трав (клевера белого, козлятника восточного и лядвенца рогатого) она изменялась от 32-33 до 42-47 %. Полнота всходов клевера лугового, вязеля пестрого составила в среднем 40-45 % и мало отличалась от районированных сортов люцерны (табл. 1).

Таблица 1 – Полнота всходов многолетних бобовых трав, 2002-2005 гг.

Вид, сорт	Полнота всходов, %				
	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	Среднее
Люцерна синегибридная Надежда желтогибридная Павловская	45,2 41,4	50,4 42,2	51,0 43,0	52,5 47,8	49,8 43,6
Клевер луговой ВИК 84 Наследник	39,8 40,5	40,5 42,2	41,0 42,0	42,5 45,5	41,0 42,6

Трио	39,5	41,7	43,3	45,0	42,4
Клевер белый ВИК 70	33,5	35,4	36,0	39,8	36,2
Парус	35,0	37,0	37,5	42,0	37,8
Козлятник восточный Гале	32,3	35,0	35,5	37,5	35,0
Донской-90	35,0	37,8	40,0	42,5	38,8
Магистр	37,5	40,0	41,0	45,5	41,0
Лядвенец рогатый Луч	35,0	40,0	41,0	45,0	40,3
Смоленский	37,0	42,0	43,3	47,2	42,3
Вязель пестрый Полтавский-51	35,5	40,0	40,8	43,3	39,9

По характеру изреживания изучаемые виды трав близки к люцерне, максимальная гибель растений (26,3-34,3 %) приходится на период от всходов до уборки покрова. Однако на посевах второго, третьего и четвертого годов жизни темпы изреживания травостоя клевера, вязеля, лядвенца, козлятника в 1,5-2,5 раза ниже, чем у люцерны. В сумме за четыре года жизни изреживание их посевов составило 42,0-55,5, против 73,0-75,9 % по люцерне.

Ценность многолетних бобовых трав определяется их способностью накапливать в почве большое количество органики и пополнять за ее счет запасы питательных веществ. В наших опытах клевер луговой и белый, козлятник, лядвенец и вязель максимальное количество корней накапливали к концу вегетации четвертого, а люцерна – третьего года жизни. При этом самую большую корневую массу оставляли в полуметровом слое почвы посевы козлятника Донецкий-90 и клевера лугового ВИК 84 – 13,60-15,10 т/га. Вязель и лядвенец накапливали от 10,75 до 12,64 т/га сухих корней. Люцерна после трехлетнего возделывания оставляла 10,28-11,02 т корней, а к концу вегетации четвертого года жизни в результате значительного изреживания ее посевов накопление корневой массы снизилось до 8,08-8,85 т/га (табл. 2).

Таблица 2 – Динамика накопления корневой массы многолетними бобовыми травами разных лет жизни, 2002-2005 гг.

Вид, сорт	Сухих корней, т/га в слое почвы 0,5 м			
	пер- вый	вто- рой	трэ- тий	четвер- тый
Люцерна синегиридная Надежда	4,20	8,42	11,02	8,08
Люцерна желтогиридная Павловская-7	3,80	7,00	10,28	8,85
Клевер луговой ВИК 84	4,00	8,20	11,55	13,60

Наследник Трио	3,30 3,40	7,17 7,55	10,00 11,20	11,25 12,20
Клевер белый ВИК 70 Парус	3,03 3,20	6,58 7,07	10,04 10,88	11,88 12,05
Козлятник восточный Донецкий-90 Магистр	4,50 4,28	9,12 8,90	12,04 11,56	15,10 13,82
Лядвенец луговой Луч Смоленский	3,20 3,30	6,50 7,07	9,50 10,00	10,75 11,25
Вязель пестрый Полтавский-51	3,18	6,36	11,02	12,64

При анализе корневых остатков на содержание NPK выяснилось, что количество азота в них изменяется по видам трав от 1,50 до 1,88, фосфора – 0,74-0,96, калия – 0,86-1,24 %. С учетом этого следует отметить, что изучаемые бобовые травы оставляют после себя от 150 до 324 кг азота, 59-84 – фосфора и 85-180 кг калия.

Важным вопросом при агроэкологической оценке видов и сортов многолетних трав является определение их способности к фиксации атмосферного азота с помощью клубеньковых бактерий. В наших опытах динамика образования активных клубеньков тесно коррелировала с видом, возрастом травостоя и количеством укосов. Максимально высокое число розовых клубеньков было отмечено на посевах второго года жизни в первом укосе у козлятника Магистр – 42,3, вязеля Полтавский-51 – 43,3, клевера Трио – 37,6 и люцерны Надежда – 31,0 шт./раст. В четвертом укосе их количество составило соответственно 10,5; 9,8; 8,0 и 4,0.

При оптимизации условий возделывания, изучаемые многолетние травы имели высокие показатели фотосинтетической деятельности. Максимальную ассимиляционную поверхность на посевах второго года жизни образовывали люцерна синегибридная Надежда, клевер луговой Трио и ВИК 84 – 60,5-62,2 тыс. м<sup>2</sup>/га. При этом фотосинтетический потенциал изменялся от 3,87 до 3,91 млн м<sup>2</sup> дней/га, а продуктивность фотосинтеза – от 5,17 до 5,3 г/м<sup>2</sup> сутки. Следует отметить, что процесс фотосинтеза лядвенца, вязеля и клевера белого характеризовалась меньшими показателями, а посевы козлятника восточного при меньшей площади листьев работали продуктивнее, чем клевер и люцерна лучших сортов (табл. 3).

Таблица 3 – Основные показатели фотосинтеза бобовых трав второго года жизни, 2002-2005 гг.

Вид, сорт	Сухая масса, т/га	Максимальная пло-	Фотосинтетический потенци-	Продуктивность фотосинтеза, г/м <sup>2</sup>	Суточный при-
Наследник Трио	3,30 3,40	7,17 7,55	10,00 11,20	11,25 12,20	

		щадь ли- стьев, тыс. м <sup>2</sup> /га	ал, млн м <sup>2</sup> дней/га	в сутки	рост, кг/га
Люцерна Надежда	22,0	62,0	3,93	5,28	280
Клевер ВИК 84	22,0	63,0	3,98	5,31	252
	20,5	58,0	3,80	5,01	230
	20,6	56,5	3,82	5,17	235
	16,2	52,0	3,23	4,95	200
	17,0	53,0	3,38	5,02	210
Козлятник Донец- кий-90	20,0	55,0	3,90	5,60	270
	19,6	54,8	3,90	5,52	255
Лядвенец Луч	15,0	47,0	3,15	4,83	180
Вязель Полтав- ский-51	16,2	50,5	3,30	4,90	192

Высокие показатели фотосинтеза бобовых трав в посевах второго года жизни обеспечили получение максимальной урожайности – 62,2-91,4 т против 20,8-33,0 – в первый, 62,5-82,5 – в третий и 40,0-75,0 – в четвертый год жизни. При этом урожайность бобовых трав большинства изучаемых сортов в год посева была ниже, чем у лучшего районированного сорта синегибридной люцерны Надежда. На посевах второго года равную с нею урожайность формировали посевы клевера лугового ВИК 84, Ранний-2, Трио. На посевах третьего года жизни при резком снижении продуктивности люцерны, клевера и козлятника сформировали урожай на 11,2-33,2 % выше, а их травостои четвертого года пользования за 4 укоса дали от 50,5 до 71,8 т/га зеленой массы, что в 1,3-1,8 раза выше в сравнении с лучшим сортом люцерны Надежда (табл. 4).

Таблица 4 – Урожайность многолетних бобовых трав  
разных лет жизни, 2002-2005 гг.

Вид, сорт	Зеленая масса, т/га по годам жизни			
	1	2	3	4
Люцерна синегибридная Надежда	30,8	87,5	69,8	40,0
пестрогибридная Вега 87	26,5	75,5	62,2	42,0
желтогибридная Кубанская 7	21,8	68,5	62,2	52,0
Клевер луговой ВИК 84	30,5	88,2	75,0	58,6

Наследник	26,5	82,0	70,4	50,5
Ранний 2	32,3	90,0	78,5	60,0
№ 204	33,0	91,4	80,8	62,5
Трио	28,5	82,5	69,5	55,5
Клевер белый ВИК 70	25,5	65,0	67,2	62,4
Парус	23,5	68,0	65,4	60,8
Козлятник восточный Донецкий-90	28,0	80,2	82,5	75,0
Магистр	25,6	78,4	80,5	71,8
Ялгинский	26,0	75,5	76,5	70,0
Лядвенец рогатый Луч	22,0	62,2	65,0	59,6
Смоленский	20,8	65,0	64,8	60,0
Вязель пестрый Полтавский-51	21,8	65,0	62,5	58,5
HCP <sub>05</sub>	2,6-5,9	3,7-6,8	7,1-10,5	6,9-8,0

Продолжительность межукосных периодов клевера белого, клевера лугового, лядвенца рогатого изменялась в наших условиях от 53-57 в первом до 30-37 дней в последующих укосах; люцерны, вязеля, козлятника, соответственно от 60-65 до 38-45 дней. На формирование одного укоса клевер и лядвенец затрачивали в среднем  $715 \pm 40$ , козлятник и вязель –  $770 \pm 20^0$  С. При этом клевер белый, клевер луговой и лядвенец рогатый достигли фазы цветения в первом укосе на 3-7, в последующих укосах – на 2-3 дня раньше, чем люцерна. Вязель пестрый и козлятник восточный формировали первый укос на 5-6, последующие укосы – на 2-8 дней позже, чем люцерна. Доля первого укоса в общем урожае изменялась от 35 до 41, второго – от 27 до 36, третьего – от 21 до 24 и четвертого – от 6 до 16%.

При определении питательной ценности изучаемых бобовых трав нами прослежено достаточно четкое их разделение по содержанию в растениях азота, а соответственно, и протеина. В первую группу с содержанием в сухой массе 2,6-2,9 % азота следует отнести лядвенец и клевер луговой, во вторую – 3,0-3,3 % азота, входят клевер белый и вязель. К третьей группе с содержанием 3,5-4,0 % азота относятся люцерна и козлятник. Количество сырого протеина в растениях первой группы составляет 16,2-18,2, второй – 18,7-20,7, третьей – 21,9-25,0 % (табл. 5).

Таблица 5 – Содержание основных элементов питания в биомассе многолетних бобовых трав, %

Вид	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Протеин	Жир	Клетчатка	БЭВ
Люцерна	3,63	0,70	2,50	22,6	2,3	21,2	35,7

синегибридная	3,50	0,68	2,45	21,8	2,3	22,2	35,0
пестрогибридная	3,59	0,65	2,33	22,4	2,3	24,4	36,5
желтогибридная							
Клевер луговой	2,91	0,71	3,16	18,1	2,7	21,1	37,6
белый	3,02	0,77	3,07	18,8	3,0	19,9	38,8
Козлятник							
восточный	4,00	0,68	2,83	25,0	2,9	26,3	32,9
Лядвенец рогатый	2,59	0,67	2,68	16,1	2,8	18,5	45,9
Вязель пестрый	3,24	0,68	3,30	25,2	3,3	24,5	34,3

По содержанию клетчатки растения бобовых трав различались довольно заметно – от 18,5-24,4 % в лядвенце, клевере и люцерне до 24,5-26,3 % в козлятнике и вязеле. Количество безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) в сухой листостебельной массе изменялось от 32,9 до 45,9 %.

Ценность бобовых культур определяется не только высоким содержанием белка, но и сбалансированностью его по незаменимым аминокислотам. В наших опытах максимальной суммой незаменимых аминокислот отличались растения козлятника восточного, в килограмме сухой массы которого по укосам их содержалось 50,2-56,3 г. Минимальным этот показатель был отмечен в биомассе лядвенца рогатого – 37,4-45,2 г/кг. Клевер, вязель и люцерна содержали 45,2-55,4 мг незаменимых аминокислот в килограмме сухого вещества.

Аминокислотный состав растений не оставался неизменным в течение вегетации и довольно значительно колебался по укосам. Но при этом прослеживается четкая тенденция по увеличению с весны к осени как их общей суммы, так и суммы незаменимых кислот. Так, в среднем по сортам клевера количество всех аминокислот возрастало со 119,8-121,9 г в биомассе первого до 129,8-132,4 г/кг в четвертом укосе, а сумма незаменимых кислот увеличивалась от 44,5-47,2 до 50,7-54,5 г/кг. Увеличение общей суммы аминокислот в биомассе козлятника восточного составило 13,2, незаменимых – 6,0, люцерны - 11,4 и 6,0 г/кг (табл. 6).

Таблица 6 – Динамика содержания незаменимых аминокислот в растениях бобовых трав, г/кг

Вид, сорт	Укосы			
	пер- вый	вто- рой	трэ- тий	чет- вертый
Люцерна Надежда	47,5	46,1	52,3	53,5
Клевер ВИК 84 Трио	44,5 45,2	46,2 46,8	48,8 50,2	53,5 54,5

ВИК 70	47,2	47,8	48,8	50,7
Козлятник Донецкий-90	50,2	52,9	54,5	56,3
Лядвенец рогатый Луч	37,4	40,5	43,2	45,2
Вязель пестрый Полтавский-51	47,5	48,8	49,2	55,4

В наших исследованиях качество корма из изучаемых культур оценивалось по содержанию кормовых единиц и обменной энергии. При этом выяснилось, что прямых связей между этими показателями нет и, например, в сухом веществе клевера белого кормовых единиц содержалось меньше, чем в клевере луговом, а обменной энергии больше: 0,60 против 0,63-0,65 к.ед. и 10,4 против 10,0-10,3 МДж. Максимальное количество кормовых единиц (0,65-0,70) содержалось в массе клевера лугового Трио, козлятника восточного Магистр, лядвенца рогатого Луч, а максимальное содержание обменной энергии (10,3-10,4 МДж) – в растениях клевера лугового ВИК 84 и клевера белого ВИК 70.

Наивысшей протеиновой насыщенностью отличалась биомасса вязеля, козлятника и люцерны синегибридной – 156, 171 и 163 г/кг (табл. 7).

По выходу питательных веществ с гектара выделились посевы клевера лугового ВИК 84, Ранний-2 и Трио, люцерны синегибридной Надежда, козлятника восточного Донецкий-90 и Магистр – 12,6-14,0 тыс. кормовых единиц, 2,2-3,5 т переваримого протеина и 210-230 ГДж ОЭ.

Полученные нами данные по содержанию энергии в урожае и затраты на его получение свидетельствуют о высокой энергетической эффективности возделывания нетрадиционных бобовых трав на орошаемых землях Нижнего Поволжья. При оптимизации водного и пищевого режимов почвы коэффициент энергетической эффективности на посевах второго года жизни клевера лугового и козлятника восточного составил 4,10-4,35, люцерны – 4,06-4,20.

Таблица 7 – Питательность многолетних бобовых трав

Вид, сорт	Сухое вещество, %	В кг сухого вещества		
		к.ед.	переваримого протеина, г	ОЭ, МДж
Люцерна синегибридная Надежда	22,0	0,60	163	10,2
пестрогибридная Вега-87	22,8	0,60	161	10,0
желтогибридная Кубанская-7	24,0	0,63	150	9,7
Клевер луговой ВИК 84	21,0	0,64	128	10,3

Наследник Трио	21,0 24,4	0,64 0,61	125 130	10,2 10,2
Клевер белый ВИК 70 Парус	23,7 23,0	0,60 0,61	121 125	10,4 10,5
Козлятник восточный Донецкий-90 Магистр	24,0 24,0	0,66 0,67	171 175	9,5 9,7
Лядвенец рогатый Луч Смоленский	21,2 22,0	0,70 0,70	120 128	9,6 9,7
Вязель пестрый Полтавский-51	23,0	0,55	156	9,8

Себестоимость тонны зеленой массы изучаемых бобовых трав при оптимизации условий водного и пищевого режимов почвы изменяется от 118-123 руб. на посевах люцерны, клевера и козлятника до 150-162 руб. – на посевах лядвенца и вязеля. Рентабельность производства зеленой массы клевера, козлятника, лядвенца и вязеля составила 61-87 %.

Таким образом, экологическое испытание нетрадиционных для засушливых зон многолетних бобовых трав по биологическим, хозяйственным и адаптивным свойствам позволило определить перспективные культуры, способные увеличить продуктивность пашни, энергетическую и протеиновую насыщенность кормов, позитивно влиять на плодородие орошаемых земель. По комплексу хозяйственно-полезных показателей особенно ценными культурами являются клевер луговой, козлятник восточный, лядвенец рогатый. По продуктивному долголетию, устойчивости к неблагоприятным факторам среды, кормовой ценности они могут стать хорошим дополнением к люцерне, а в отдельных случаях – и заменой ей. Использование их в сочетании с люцерной и другими традиционными для региона травами позволит решить проблему увеличения объемов производства высококачественных кормов, эффективного использования орошаемых земель в засушливых зонах России, воспроизводства почвенного плодородия.

#### **Библиографический список**

1. Вильямс, В.Р. Травопольная система земледелия на орошаемых землях / В.Р. Вильямс // Советская агрономия. – 1948. – № 8.
2. Дронова, Т.Н. Возделывание нетрадиционных многолетних бобовых трав в Нижнем Поволжье / Т.Н. Дронова, Н.И. Бурцева и др. // Вестник РАСХН. – 2007. – № 6.
3. Романенко, Г.А. Кормовые растения России / Г.А. Романенко, А.И. Тютюнников, П.Л. Гончаров. – М.: РАСХН, 1999.
4. Тарковский, М.И. Люцерна / М.И. Тарковский. – М.: Колос, 1964.
5. Шпаков, А.С. Проблемы научного обеспечения и организации адаптивного кормопроизводства в центральном экономическом районе / А.С. Шпаков // Кормопроизводство. – 2005. – № 12.

УДК 633.853

**ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ АГРОТЕХНИКИ НА УРОЖАЙНОСТЬ  
ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**  
**AGRATECHNIES METHODS INFLUENCE ON BARLEY HARVEST  
IN VOLGOGRAD REGION CONDITIONS**

**Н.Ю.Петров, профессор, Н.А. Петрова, старший научный сотрудник  
С.В. Голубь, аспирант**

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**N.Y. Petrov, N.A. Petrova, S.N. Golub**

*Volgograd state agricultural academy*

Обработка семян ярового ячменя биопрепаратами Альбит и Крезацин позволяет получать достоверную прибавку урожайности 0,5-1,1 т/га

Borley suds processing by biopneretes Albit and Grezocin lit getting hamest increasing 0,5-1,1 tons per hutores=т/h.

**Ключевые слова:** Альбит, Крезацин, Ергенинский-2.

**Key words:** Albit, Grezocin, Ergenincki-2.

Основной зернофуражной культурой в Волгоградской области является ячмень. Однако в последние годы в производстве ячменя наметились определенные кризисные явления, связанные с тем, что из-за снижения поголовья сельскохозяйственных животных потребность в ячмене на внутреннем рынке резко сократилась. Площади уменьшились вдвое и не превышают 0,45-0,50 млн гектаров, а урожайность его колеблется от 1,5 до 2,0 т/га. В предложенной программе модернизации сельского хозяйства большая роль отводится развитию отрасли животноводства, однако поиску путей повышения продуктивности зернофуражных культур следует уделять должное внимание.

Невысокая урожайность ячменя обусловлена, с одной стороны, засушливостью климата, а с другой – недостаточно разработанной технологией возделывания. В последние годы пристальное внимание стало уделяться изучению механизма воздействия на сельскохозяйственные культуры различных регуляторов роста, которые положительно влияют на общее развитие растений и их продуктивность. Успешное решение данной проблемы во многом обуславливается подбором новых высокуюрожайных сортов, научно обоснованным применением новых технологий возделывания ярового ячменя и биологически активных веществ, повышающих устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды, а также его продуктивность.

Исследования по изучению влияния биопрепаратов Альбит и Крезацин проводились в 2007-2008 годах на посевах двух сортов ярового ячменя (Субмедикум 135 и Ергенинский-2) в крестьянском хозяйстве «Котовского М.С.» Октябрьского района Волгоградской области. Норма высева составляла 3,5 млн всхожих зерен на гектар. Высев проводили в оптимальные для данной почвенно-климатической зоны сроки. В качестве стимуляторов роста использовали биопрепараты Альбит и Крезацин – 10 г на 1 тонну семян. Площадь опытной делянки – 180 м<sup>2</sup>. Повторность опытов четырехкратная.

Таблица 1 – Влияние биопрепаратов на продуктивность ярового ячменя, т/га

Сорт	2007			2008		
	Конт- роль	Аль- бит	Креза- цин	Конт- роль	Аль- бит	Креза- цин
1 Субмеди- кум 135	1,34	1,86	2,00	2,87	3,74	3,91
2 Ергенинс- кий 2	1,42	1,80	2,08	2,93	3,85	4,02
НСР <sub>05</sub> т/га	0,03			0,04		

В результате проведенных исследований было установлено, что обработка семян указанными биопрепаратами способствовала увеличению показателей фотосинтетической деятельности. Уже начиная с фазы кущения, заметно различались варианты по площади листьев, и это преимущество сохранялось до колошения.

Результаты наших исследований показали, что более отзывчивым на биопрепараты оказался сорт местной селекции Ергенинский-2, который был более адаптированным. Прибавка урожайности по сравнению с вариантом естественного плодородия почвы составила от Альбита 0,38-0,82 т/га, от Крезацина – 0,66-1,03 т/га. Несколько ниже (на 0,52-0,66 т/га в 2007 г. и на 0,87-1,05 т/га в 2008 г.) была продуктивность сорта Субмедикум 135. Обработка биопрепаратами повышала устойчивость к болезням и стимулировала потребление питательных веществ из почвы.

#### Библиографический список

1. Маркова, И.Н. Влияние отдельных элементов продуктивности растений на формирование урожайности сортов ярового ячменя в сухостепной зоне Нижнего Поволжья / И.Н. Маркова, В.Н. Питона // Актуальные проблемы развития АПК. – Волгоград, 2005. – С.84-86.

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ  
АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ПОСЕВНЫЕ  
КАЧЕСТВА СЕМЯН ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СОРТОВ ЯРОВОГО  
ЯЧМЕНИ НА СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ  
ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

**THE EFFECTIVE PHYSIOLOGICAL ACTIVE SUBSTANCES  
APPLICATION ON YIELD'S PRODUCTIVITY AND SEED'S  
SOWING QUALITIES AT BAILEY SORTS CULTIVATION  
ON LIGHT-BROWN SOILS OF VOLGOGRAD REGION**

**А.В. Куприянов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
Д.Н. Сторожев, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент**

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**A.V. Kupriyanov, D.N. Storozhev**

*Volgograd state agricultural academy*

Изучено влияние препаратов и минеральных удобрений на продуктивность сортов ярового ячменя Донецкий 8, Прерия, Ратник, в гидротермических условиях подзоны светло-каштановых почв Волгоградской области.

The preparations and mineral fertilizers influence on spring barley productivity Donetskiy 8, Preria, Ratnik under hydrotechnical conditions of light-brown soils subzones of Volgograd region are considered.

**Ключевые слова:** ячмень, препараты, рост, урожайность, сорта.

**Key words:** barley, preparation, growth, crop capacity, kinds.

Яровой ячмень как одна из основных зернофуражных культур имеет разностороннее использование в Волгоградской области с ее контрастными природно-климатическими условиями. Производство зерна ярового ячменя в Волгоградской области с 1999 по 2007 гг. варьировалось от 242,0 до 844,5 тыс. т, урожайность – от 0,11 до 1,56 т/га.

Невысокая урожайность ячменя обусловлена, с одной стороны, засушливостью климата, а с другой – недостаточной разработкой технологий его возделывания. Для получения устойчивых урожаев в подзоне светло-каштановых почв области важно использовать лучшие районированные сорта, подобрать оптимальные нормы высева семян и удобрений.

В последние годы научно-исследовательскими учреждениями активно ведется поиск путей повышения урожайности яровых культур, что имеет важное значение в решении зерновой проблемы. Широкое распространение в технологии возделывания яровых зерновых культур получило применение биологически активных веществ, которые, по ис-

следованиям ряда авторов, повышают устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды и их продуктивность, а также при небольших затратах могут обеспечивать экономически выгодную прибавку урожая.

Исследования по изучению отзывчивости сортов ярового ячменя на обработку семян активаторами роста осуществлялись посредством закладки полевого опыта в течение 2007-2008 сельскохозяйственных годов. Работы проводились в богарных условиях на опытном поле Волгоградской ГСХА.

Данная зона характеризуется континентальным климатом Нижнего Поволжья, что выражается в значительной контрастности жаркого лета и холодной зимы. Абсолютные температуры в году характеризуются большой амплитудой колебаний. Абсолютный максимум температуры летом достигает + 40-45°C, абсолютный минимум зимой – 36-41°C. Продолжительность периода с положительной среднесуточной температурой составляет 220-245 дней, безморозного периода – 160-170 дней.

По средним многолетним данным сумма активных температур составляет 3050-3250°C. За теплый период выпадает 176-200 мм осадков. Годовая их сумма колеблется от 250 до 320 мм, из них в период активной вегетации растений выпадает 70-80 мм в виде кратковременных ливневых дождей. Континентальность климата обусловлена острым недостатком влаги, нередко повторяющимися засухами и суховеями. Летние дожди носят ливневый характер, что приводит к слабому проникновению влаги в почву.

Почва опытного участка светло-каштановая, по механическому составу средне-и тяжелосуглинистая, обеспеченность почвенного участка минеральным азотом и подвижным фосфором низкая, обменным калием – повышенная. Плотность сложения в слое 0-100 см – 1,33 т/м<sup>3</sup>, влажность завядания для метрового слоя почвы – 8,3 %, общая порозность для пахотного слоя составляет 57,5 %.

Предшественник – паровая озимь. В опытах высевались сорта ярового ячменя Донецкий 8, Прерия, Ратник, с нормой высеива 3,5 млн всхожих семян на гектар.

Площадь опытной делянки 56 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. Сроки сева ярового ячменя в 2007 г. 15 апреля, в 2008 году – 18 апреля.

В опыте изучались три сорта ярового ячменя и семь вариантов обработки семян перед посевом и растений в фазу кущения.

Сорта ярового ячменя высевались по двум фонам минерального питания: контроль (б/у) и N60P60. Весной в фазе начало кущения при-

меняли гербицид Гренч в дозе 10 г/га при расходе рабочего раствора 200 л/га.

Зона исследований, как ранее было сказано, характеризуется неустойчивостью увлажнения и часто бывает так, что при посеве в календарно наилучшие сроки, но в иссушеннную почву, всходы появляются поздно и недружно. Недостаточная влажность в ранние фазы развития приводит к гибели яровых, о чем и свидетельствует 2007 год.

При отборе наиболее ценных зерен учитывают связь между биохимическими свойствами семян, обуславливающими урожайность, и ценностью данной культуры.

Для получения высоких урожаев важнейшими показателями посевых качеств семян являются энергия прорастания и лабораторная всхожесть.

В лабораторном опыте установлено, что энергия прорастания и всхожесть возрастили при использовании регуляторов роста перед посевом.

Погодные условия в годы проведения исследований были различными, как по осадкам, так и по температуре воздуха, в связи с этим, урожайность сортов ярового ячменя колебалась в широких пределах.

Урожайность сортов ярового ячменя, как показали исследования, зависит и от характера распределения осадков и температуры в течение вегетации. На ранних этапах роста и развития яровой ячмень требует умеренных температур и увлажнения, при этих условиях растения ячменя интенсивнее развиваются корневую систему, которая проникает в более глубокие слои почвы, лучше обеспеченные влагой.

В результате отклонений погодных условий в 2007 году при полном соблюдении агротехники урожайность по вариантам опыта отсутствовала.

Данные по урожайности сортов ярового ячменя в зависимости от концентрации применяемых препаратов и удобрений в 2008 году представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Урожайность сортов ярового ячменя в зависимости от концентрации применяемых препаратов и удобрений, т/га

Сорта	Вид обработки	Урожайность		Прибавка к контролю (+)
		N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	Контроль б/у	
Донецкий 8	Контроль (без обработки)	3,1	2,8	0,3
	Бишофит 1 %	3,5	2,8	0,7
	Бишофит 5 %	3,7	2,9	0,8
	Флор гумат	3,6	2,9	0,7

	Эпин	3,2	2,7	0,5
	Гумистим 4 %	3,6	2,9	0,7
	Гумистим 7 %	3,4	2,8	0,7
Прерия	Контроль (без обработки)	3,2	2,8	0,4
	Биофит 1 %	3,7	3,0	0,7
	Биофит 5 %	3,7	3,0	0,7
	Флор гумат	3,8	2,9	0,8
	Эпин	3,8	2,9	0,6
	Гумистим 4 %	3,6	2,8	0,8
	Гумистим 7 %	3,5	2,8	0,7
Ратник	Контроль (без обработки)	3,3	2,9	0,4
	Биофит 1 %	3,7	2,9	0,7
	Биофит 5 %	3,9	2,9	0,9
	Флор гумат	3,8	3,1	0,7
	Эпин	3,4	2,9	0,5
	Гумистим 4 %	3,7	3,1	0,6
	Гумистим 7 %	3,7	3,2	0,5

Из полученных данных следует, что в засушливых условиях подзоны светло-каштановых почв Волгоградской области обработка приемлемыми препаратами различной концентрации оказывает влияние на урожайность сортов ярового ячменя как на контроле (без удобрений), так и по фону минеральных удобрений в дозе N60P60.

#### Библиографический список

1. Андреева, Д.М. Сроки сева ячменя, урожай и эффективность удобрений / Д.М. Андреева, Р.Н. Егорова // Научные труды Белорусской с.-х. академии / БСХА. – Горки, 1975. – Т. 137. – С. 46-51.
2. Архангельский, С.Ф. Влияние крупности и выравненности семян ячменя на посевные качества и урожайные свойства / С.Ф. Архангельский // Селекция и семеноводство. – 1970. – № 3. – С. 30.
3. Беляков, И.И. Технология выращивания ячменя / И.И. Беляков. – М.: Агропромиздат, 1985. – 119 с.
4. Богачев, А.Н. Урожай и качество ярового ячменя в зависимости от сроков, доз и способов внесения азотных удобрений / А.Н. Богачев // Удобрения и химические средства защиты растений в системе возделывания с.-х. культур в Ростовской области: сб. науч. тр. / Донской государственный аграрный университет – пос. Персиановский, 1998. – С. 119-125.
5. Борисоник, З.Б. Яровой ячмень / З.Б. Борисоник – М.: Колос, 1974. – 255 с.
6. Мищенко, Е.В. Влияние норм высева и удобрений на урожайность сортов ярового ячменя в подзоне светло-каштановых почв Волгоградской области: дис. ... - канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Мищенко Евгений Владимирович. – Волгоград, 2003. – 221 с.

УДК 633.11: 633.2/3: 631.582

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ПЛАСТА  
МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ И ЕГО ВЛИЯНИЕ  
НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ПОДЗОНЕ  
СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

**PERENNIAL LEGUMES HERBS LAYER EFFICIENCY  
CONSEQUENCES AND ITS INFLUENCE ON SPRING  
WHEAT YIELD IN LIGHT BROWN SOIL SUB AREA  
OF VOLGOGRAD REGION**

**Д.Н. Сторожев, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
А.В. Куприянов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент**

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**D.N. Storozhev, A.V. Kupriyanov**

*Volgograd state agricultural academy*

В настоящее время падение плодородия почв, вызванное загрязнением окружающей среды, недостаточным применением органических и минеральных удобрений, а в недалеком прошлом их неограниченным применением, ставит вопрос биологизации земледелия в ранг одной из основных проблем сельскохозяйственного производства.

Nowadays soil crop capacity reduction, caused by environmental pollution, organic and mineral fertilizers insufficient application, and not long ago their unlimited application, brings up a question of agricultural biologization in the list of agricultural production main problems.

**Ключевые слова:** предшественники, сроки обработки почвы, сорта.

**Key words:** predecessors, soil cultivation times, varieties.

Одним из эффективных способов повышения плодородия светло-каштановых почв является включение в севообороты многолетних бобовых трав, являющихся основным элементом в технологии биологического земледелия.

Так как в Нижнем Поволжье большой удельный вес в структуре посевных площадей занимают яровые хлеба, представляет практический интерес изучение влияния последействия пласта многолетних трав на урожайность яровой пшеницы в засушливых условиях подзоны светло-каштановых почв Волгоградской области.

На опытном поле ВГСХА (учебно-опытное хозяйство «Горная Поляна») в течение 2002-2004 гг. проводились полевые опыты по изучению пласта люцерны как предшественника яровой твердой и мягкой пшеницы. В богарном севообороте по пласти люцерны обычного (сентябрь) и раннего (июнь) срока подъема 2-х, 3-х и 4-х лет использования, а также по черному пару (контроль) и зяби, высевали районированный сорт яровой мягкой

пшеницы Камышинская 3 и яровой твердой – Людмила, при норме высева 3,5 млн всхожих семян на гектар. Повторность в опыте четырехкратная, учетная площадь делянки колебалась по годам исследований от 50 до 75 м<sup>2</sup>.

Годы проведения опытов отличались по метеорологическим условиям. В 2002 г. они отличались засушливостью, а 2003 и 2004 гг. характеризовались более благоприятными условиями для роста и развития растений.

В результате исследований выявлено, что на продолжительность вегетационного и межфазных периодов в большей мере влияли метеорологические условия и сорта. В 2002 г. период вегетации у сорта Камышинская 3 и Людмила был одинаков и составил 100 дней. В 2003 г. по указанным сортам период вегетации составил 101 и 103 дня, а в 2004 г. – 107 и 110 дней. По предшественникам различий в продолжительности вегетационного периода не было. Сумма активных температур за период посева – полная спелость в 2002 г. для мягкой пшеницы составила 1932,5°С, для твердой пшеницы – 1915,3°С, в 2003 г. – 1892,2°С и 1939,3°С, а в 2004 г. – 1918,4°С и 1906,1°С соответственно.

Изучение динамики запасов продуктивной влаги под посевами показало, что пласт многолетних трав не уступает по величине ее накопления черному пару. Так, в критический период водопотребления яровой пшеницы (выход в трубку), запасы продуктивной влаги по пласту трехлетнего пользования в метровом слое почвы в 2002 г. составили 92,8 мм, а в 2003-2004 гг. – 130,5 и 136,3 мм соответственно. В черном пару продуктивная влага составила 105,8, 133,4 и 137,7 мм в указанную выше фазу и годы исследований соответственно. Установлено, что ранний срок подъема пласта люцерны не способствовал увеличению влагобез обеспеченности посевов по отношению к обычному сроку подъема пласта. Разница между изучаемыми сортами по содержанию влаги в годы исследований была незначительной.

Исследованиями установлено, что при возделывании яровой пшеницы по пласту многолетних трав, в отличие от контрольного варианта, обеспечивается положительный баланс гумуса. В среднем за годы исследований после распашки многолетних трав содержание гумуса в пахотном слое повышалось на 0,1-0,2 %.

Анализ фотосинтетической деятельности посевов показал, что максимальная площадь листовой поверхности у изучаемых сортов была сформирована по предшественнику черный пар и пласт трехлетнего пользования обычного срока подъема. В среднем в годы проведения опытов по указанным выше предшественникам максимальный размер фотосинтетического аппарата у сорта Камышинская 3 составил 23,08 и 22,78 тыс. м<sup>2</sup>/га, а у

сорта Людмила – 25,23 и 25,30 тыс. м<sup>2</sup>/га соответственно.

Учет урожая показал, что за три года исследований наивысшая урожайность сортов яровой пшеницы достигнута по предшественнику черный пар и пласт трех лет пользования обычного срока подъема.

Таблица 1 – Урожайность яровой пшеницы в годы исследований, т/га

Год	Сорт	Предшественник							
		Контроль	Пласт 2-х лет	Пласт 2-х лет (*)	Пласт 3-х лет	Пласт 3-х лет (*)	Пласт 4-х лет	Пласт 4-х лет (*)	Зябь
2002	Камышинская 3	1,57	1,45	-	1,51	-	1,42	-	1,01
	Людмила	1,79	1,69	-	1,75	-	1,63	-	1,20
2003	Камышинская 3	2,35	1,98	1,83	2,40	2,21	1,93	1,76	1,64
	Людмила	2,64	2,28	2,16	2,68	2,54	2,20	2,01	1,83
2004	Камышинская 3	2,28	1,83	1,68	2,22	2,09	-	-	-
	Людмила	2,47	2,02	1,87	2,40	2,23	-	-	-

(\*) – ранний срок подъема пласта

Исследованиями установлено, что пласт многолетних трав трехлетнего пользования по производительности не уступает черному пару. Ранний срок подъема пласта люцерны в засушливых условиях подзоны светло-каштановых почв не дает положительного эффекта, с точки зрения его последействия, на урожайность яровой пшеницы.

#### Библиографический список

1. Агроклиматический справочник по Волгоградской области. – Л.: Агрометеоиздат, 1967. – 143 с.
2. Алиев, Д.А. Фотосинтетическая деятельность, минеральное питание и продуктивность растений / Д.А. Алиев. – Баку, 1974. – 12 с.
3. Вериго, С.А. Почвенная влага и ее значение в сельском хозяйстве / С.А. Вериго, Л.А. Разумова. – Л.: Гидрометеоиздат, 1963. – 289 с.
4. Гаврилов, А.М. Научные основы сохранения и воспроизводства плодородия почв в агроландшафтах Нижнего Поволжья / А.М. Гаврилов – Волгоград, 1997. – 184 с.

5. Лыков, А.М. Земледелие с почвоведением / А.М. Лыков и др. – М.: Колос, 2000. – 448 с.  
6. Oscarsson, M. Effect of cultivar, nitrogen fertilization rate and environment on yield and grain quality of barley / M. Oscarsson, R. Andersson, P. Aman // J. Sc. Food Agr. – 1998. – Vol. 78. – № 3. – P. 359-366.

УДК 633.361:631.67:631.8

## НАКОПЛЕНИЕ КОРНЕВОЙ МАССЫ ЭСПАРЦЕТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ

### ACCUMULATION OF THE ROOT MASS ONOBRYCHIS DEPENDING ON MODE OF THE IRRIGATION

**Е.Ю. Гузенко, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент**

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**E.U. Guzenko**

*Volgograd state agricultural academy*

В статье рассмотрен метод развития и накопления корневой массы в посевах эспарцета, проблема плодородия почвы, внесения органических удобрений. Дан анализ формирования корневой системы эспарцета в зависимости от режима орошения и минерального питания.

In article is considered method of the development and accumulations of the root mass in sowing onobrychis, fertilities of ground contributing the organic fertilizers. The Analysis of the shaping the root system onobrychis depending on mode of the irrigation and mineral feeding.

**Ключевые слова:** корень, система, многолетние, бобовые, травы, эспарцет.

**Key words:** root, system, perennial, legumes, herbs, sainfoin.

Интенсивное использование орошаемых земель без пополнения почв органическими веществами уменьшает уровень их плодородия. Важным средством повышения плодородия почв является включение в севооборот многолетних бобовых трав, использование сидератов, внесение органических удобрений.

Корневая система растений является одним из исходных параметров при расчёте поливных норм. Глубина увлажнения почвы при поливах должна охватывать зону расположения основной массы корней.

Общеизвестна роль корневой системы многолетних бобовых трав, обеспечивающая за счёт накопления большого количества органических веществ улучшение водоно-физических свойств и плодородие почвы. Так, корневая система бобовых трав увеличивает порозность и водопоглощение пахотного горизонта, улучшает процентное содержание агрономически ценных агрегатов в почве, уменьшает объём и ин-

тенсивность стока, величину смыва. Эта способность многолетних бобовых трав имеет положительное значение, особенно для солонцеватых каштановых и светло-каштановых почв Юго-Востока.

В опытах накопление корней определяли в пахотном (0-30 см) и подпахотных слоях почвы до глубины 0-70 см в конце вегетации эспарцета первого, второго и третьего года пользования на режимах 70-75 % НВ и 80-85 % НВ.

Анализ полученных данных позволил установить определённые закономерности в формировании корневой системы эспарцета в зависимости от режима орошения и минерального питания (табл. 1).

Эспарцет песчаный имеет стержневую корневую систему, состоящую из главного корня и боковых корней первого, второго и последующих порядков. Глубина проникновения в почву главного корня и характер распространения боковых корней в большой мере зависит от приёмов агротехники. Проведённые наблюдения показали, что в условиях орошения формирование боковых корней первого и последующих порядков отмечается в верхней зоне, которая у эспарцета составляет 25-30 см. В условиях орошения в варианте предполивного порога 70-75 % НВ отмечается увеличение корней в слое 0-70 см, т. е. на этом режиме эспарцет располагает корневую систему более равномерно в разных горизонтах почвы, что положительно влияет на рост, развитие и урожайность эспарцета.

Данные таблицы 1 показывают, что уже к концу первого года пользования эспарцет формирует довольно мощную корневую систему. В слое 0-30 см на контроле накапливается от 4,30 до 4,65 т/га к концу вегетации эспарцета первого года пользования и 4,85-4,90 т/га в варианте  $P_{120} + N_{30}$ . Темпы прироста корней у эспарцета второго года пользования были наиболее высокими и составили в варианте предполивного порога 70-75 % НВ на контроле в слое 0-30 см – 5,70 т/га, при 8,90 т/га в слое 0-70 см. В варианте внесения  $P_{120} + N_{30}$  накопление корней в слое 0-30 см достигало 6,15 т/га, в слое 0-70 см – 9,70 т/га. Следует отметить, что к концу третьего года пользования прирост корневой массы у эспарцета не отмечался, что следует отнести к значительному выпадению растений.

Таблица 1 – Накопление корневой массы посевами эспарцета

Предполивная влажность	Фон питания	Сухая масса корней по слоям почвы, т/га	% корней в слое
------------------------	-------------	---	-----------------

почвы, %		0-30 см	30-70 см	0-70 см	0-30 см
Первый год пользования, 2002 год					
70-75	Контроль (б/у)	4,30	2,45	6,75	63,7
	$P_{120} + N_{30}$	4,85	3,00	7,85	61,8
80-85	Контроль (б/у)	4,65	2,55	7,20	64,5
	$P_{120} + N_{30}$	4,90	3,20	8,10	60,5
Второй год пользования, 2003 год					
70-75	Контроль (б/у)	5,70	3,20	8,90	64,0
	$P_{120} + N_{30}$	6,15	3,55	9,70	63,4
80-85	Контроль (б/у)	5,30	3,00	8,30	63,8
	$P_{120} + N_{30}$	5,90	3,20	9,10	64,8
Третий год пользования, 2004 год					
70-75	Контроль (б/у)	4,00	2,80	6,80	58,8
	$P_{120} + N_{30}$	4,60	3,00	7,60	60,5
80-85	Контроль (б/у)	3,40	2,10	5,50	61,8
	$P_{120} + N_{30}$	3,70	2,45	6,15	60,1

На развитие корневой системы эспарцета повышение предполивного порога влажности почвы оказало положительное влияние только в посевах первого года пользования. Так, в варианте предполивного порога 80-85 % НВ накопление корневой массы в слое 0-30 см на контроле было на 0,35 т/га выше, чем при режиме 70-75 % НВ, а в слое 0-70 см это увеличение составило 0,45 т/га, в варианте  $P_{120} + N_{30}$  увеличение составило в слое 0-70 см 0,25 т/га.

Следует отметить, что с увеличением возраста травостоя отмеченные закономерности не сохранялись. В посевах эспарцета второго и третьего года пользования наиболее высокое накопление было в варианте предполивного режима 70-75 % НВ с внесением удобрений и составило 9,70 т/га (2003 год) и 7,60 т/га (2004 год). В варианте предполивного режима 80-85 % НВ эти показатели соответственно достигали 9,10 и 6,15 т/га.

Наблюдения показали, что с увеличением возраста травостоя происходит некоторое перераспределение корневой массы по слоям почвы. Так, на травостое первого года пользования в слое почвы 0-30 см накапливалось при режиме 70-75 % НВ от 61,8 до 63,7 %, при режиме 80-85 % НВ – от 64,5 до 60,5 % от всей массы. На посевах второго года пользования распределение корней по слоям почвы при режимах орошения было практически одинаково и составило при режиме 70-75 % НВ – 63,4-64,0 % (0-30 см) и 63,8-64,8 % при режиме 80-85 % НВ. К концу вегетации эспарцета третьего года пользования содержание корней от общей массы в слое 0-30 см по вариантам опыта составило от 58,8 до 61,8 %.

Обобщая полученные данные, можно заключить, что максимальный прирост корневой массы эспарцет песчаный обеспечивает во второй год пользования (9,70 т/га).

## ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

---

УДК 363. 2.34

### ВЛИЯНИЕ РАЗДОЯ И ЖИВОЙ МАССЫ ПЕРВОТЕЛОК НА ПРОДУКТИВНОЕ ДОЛГОЛЕТИЕ КОРОВ

THE IMPACT OF MILKING AND BODY WEIGHT OF FIRST  
CALVES ON PRODUCTIVE LONGEVITY OF COWS

Е.Н. Дундукова, аспирантка,

**М.А. Коханов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,  
А.В. Игнатов, аспирант**

ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия

**E.N. Dundukova, M.A. Kohanov, A.V. Ignatov**

*Volgograd state agricultural academy*

Исследованиями установлена зависимость продуктивного долголетия, количества и качества продукции от уровня удоя коровы-первотелки и ее живой массы. Наибольшим долголетием характеризуются коровы, разданные по первой лактации до 4,5 тыс. кг молока с живой массой более 480 кг.

Researches have identified relationship between productive longevity, quantity and quality of production and the level of milk yield of a first-calf cow and its body weight. The highest longevity is typical for cows being milked during their first lactation up to 4500 kg of milk with body weight more than 480 kg.

**Ключевые слова:** *племенной завод, живая масса, удой, лактация, животное, корова-первотелка, долголетие, молочный жир.*

**Key words:** *pedigree plant, living mass, yieldofmilk, lactation, animal, fresh-cow, longevity, butter fat.*

Проблема увеличения продолжительности использования коров в хозяйствах всех форм собственности является особенно актуальной, так как наблюдается тенденция сокращения срока их использования (А.А. Толманов, П.С. Катмаков, В.П. Гавриленко, П.А. Волкова, 1998; Г. Шарафутдинов, Р. Шайдуллин, А. Ханифутуллин, И. Хасанов, 2005; Л. Овчинникова, 2007; В.И. Сельцов, Н.В. Молчанова, Г.Ф. Калиевская, Н.Н. Сулима, 2008).

Анализируя материалы публикаций вышеупомянутых авторов, приходим к заключению, что только за период с 1997 года по настоящее время срок хозяйственного использования коров в молочном скотоводстве Российской Федерации сократился с 3,7 лактаций до 3,2. Это свидетельство того, что много лактирующих коров в хозяйствах выбывает из стада, так и не проявив максимальной продуктивности.

Увеличение молочной продуктивности коров и продление сроков их использования по заключению Л. Овчинниковой (2007) зависит от уровня продуктивности коров-первотелок. Интенсивный раздой первотелок может стать причиной сокращения сроков их хозяйственного использования из-за больших нагрузок на развивающийся организм. Обладая хорошей молокообразующей системой, они вынуждены порою использовать тканевые резервы организма на синтез молока.

В то же время исследованиями И. Дунина, Р. Кертиева (1995) установлено, что раздой первотелок черно-пестрой породы до 4000-4500 кг молока за лактацию не оказывает отрицательного влияния на продуктивное долголетие коров. При таком уровне раздоя отмечены более высокие пожизненные удои.

Изучение влияния уровня молочной продуктивности коров по первой лактации на продолжительность хозяйственного использования осуществлялось по материалам первичного зоотехнического учета племенного завода «Орошаемое», специализирующегося на разведении чистопородного скота голштинской породы. Была сформирована база данных по 351 корове. Анализируемые данные были сгруппированы по уровню продуктивности коров-первотелок. Если животные лактировали более 305 дней, то в учет бралась продуктивность этих особей только за первые 305 дней лактации. В зависимости от величины удоя коров распределили в следующие группы: I – до 4000 кг, II – 4001-4500 кг, III – 4501-5000 кг, IV – 5001-5500 кг, V – 5501-6000 кг и VI – 6001 кг и более. Изучались средняя продуктивность за первую лактацию, пожизненная продуктивность и продолжительность хозяйственного использования (ПХИ) как разница в днях между датой выбраковки из стада хозяйства и даты рождения. Результаты анализируемых данных нами сведены в табл. 1.

Таблица 1 – Продуктивное долголетие коров в зависимости от удоя коров-первотелок ( $M \pm m$ )

Группа	n	Средний удой на корову, кг	Пожизненный удой, кг	Продолжительность жизни, дн.
I	71	$3615 \pm 72$	$21\ 921 \pm 1711$	$2353 \pm 105^*$
II	98	$4281 \pm 14$	$25\ 383 \pm 1218$	$2683 \pm 90$
III	99	$4751 \pm 12$	$21\ 675 \pm 1209^*$	$2324 \pm 105^*$
IV	59	$5186 \pm 19$	$22\ 091 \pm 1553$	$2251 \pm 99^{**}$
V	15	$5701 \pm 11$	$16\ 965 \pm 2015^{**}$	$1934 \pm 130^{***}$
VI	9	$6548 \pm 61$	$20\ 580 \pm 2048$	$2016 \pm 130^{**}$

Животные II группы с удоем 4001-4500 кг молока имели более продолжительный период хозяйственного использования – 7,45 лет и превосходили: на 330 дней при достоверной разнице ( $P < 0,05$ ) коров I группы, на 359 и 432 дня – коров III и IV группы при  $P < 0,05$  и  $P < 0,01$  соответственно. Различия в ПХИ с VI группой были более существенными и исчислялись 667 днями при достоверной разнице ( $P < 0,01$ ). Коровы, имеющие по первой лактации средний удой в 4281 кг, прожили в

условиях племзавода «Орошающее» на 749 дней больше, чем коровы, давшие за первую лактацию 5701 кг. Разница между группами животных по данному показателю достоверна при  $P < 0,001$ .

В обследованном поголовье коров удой за 1-ю лактацию в среднем по хозяйству составил 4550 кг молока или 20,1 % от пожизненного удоя. Повышение продуктивности первотелок второй группы сопровождалось увеличением пожизненного удоя на 4062 кг (18,5 %). У животных III–VI групп рост интенсивности раздоя по 1-й лактации сопровождался снижением пожизненного удоя, он был ниже на 3892 кг (17,6 %) у коров IV группы, на 4308 кг (19,9 %) при низкой достоверной разнице – у коров III группы, на 5403 кг (26,3 %) – у животных VI и на 9018 кг (53,2 %) при достоверной разнице ( $P < 0,01$ ) – у коров V группы, раздоенных по 1-й лактации до 6000 кг молока.

Результаты наших исследований убеждают, что животные, раздоенные за первую лактацию выше 6,0 тыс. кг молока, неспособны затем в конкретных хозяйственных условиях к длительному интенсивному использованию, что приводит к их преждевременному выбытию из стада. Их дальнейшее пребывание в стаде зависит от средовых факторов, ибо высокопродуктивные коровы в сложившихся условиях кормления и содержания чаще, чем животные со средними показателями продуктивности, подвержены различным заболеваниям и нарушениям воспроизводительной функции.

Поэтому в стаде племзавода «Орошающее» в последние годы на уровень генетического потенциала оказывали влияние среднепродуктивные животные, которые на фоне сбалансированного кормления обеспечили рост продуктивности стада.

Одним из признаков оценки животных в молочном скотоводстве является жирномолочность. С увеличением содержания жира в молоке повышается его питательная ценность и снижается себестоимость, удешевляется производство молочных продуктов. Поэтому при использовании животных на фермах селекционеры обращают внимание на выход молочного жира за лактацию, так как он объединяет в себе оба параметра – удой и жирность молока (табл. 2). Наибольшее количество молочного жира (1042 кг) получено за годы хозяйственного использования от коров-первотелок, раздоенных до уровня от 4001 до 4500 кг молока. Они по данному показателю превосходили животных с продуктивностью до 4 тыс. кг молока на 155,6 кг молочного жира или на 17,6 %. Ввиду того, что животные, раздоенные до 4500 кг молока, использовались в условиях племзавода «Орошающее» наибольшее число лактаций,

они соответственно произвели с молоком и больше молочного жира. По этому показателю они превосходили: на 202,8 кг или на 24,2 % коров, раздоянных до 5 тыс. кг при достоверной разнице ( $P < 0,01$ ); на 183 кг (21,3 %) – животных с удоем до 5,5 тыс. кг при  $P < 0,05$ ; на 394 кг (60,8 %) коров, раздоянных до 6 тыс. кг ( $P < 0,001$ ).

Таблица 2 – Продуктивные качества коров в зависимости от уровня удоя за 1-ю лактацию ( $M \pm m$ )

Группа	n	Произведено молочного жира, кг	Удой на 1 день жизни, кг
I	71	886,4 ± 65	7,81 ± 0,42***
II	98	1042,0 ± 47	10,24 ± 0,26
III	99	839,2 ± 46**	8,32 ± 0,35***
IV	59	859,4 ± 61*	9,25 ± 0,33*
V	15	647,7 ± 80***	8,28 ± 0,57**
VI	9	852,1 ± 181	9,90 ± 0,99

Животные, раздоянны по первой лактации до 4,5 тыс. кг молока, имели и наиболее высокий средний удой на 1 день жизни – 10,24 кг, который достоверно превосходил показатель удоя других сравниваемых групп животных.

Величина живой массы имеет большое значение в селекции молочного скота, так как является породным и конституциональным признаком, определяющим степень развития животного (А. Бальцанов, А. Вельматов, 1995; О. Басонов, А. Ершова, 2005) и выражает степень его упитанности (А.Н. Серокуров, 2007; М.А. Чебуракова, 2008). Более крупные животные способны на большую молочную продуктивность при раздое, так как они меньше тратят питательных веществ на производство молока, но при условии, если высокая живая масса коровы не результат перекорма, а формируется естественно.

Изучение влияния живой массы коров-первотелок на уровень по-жизненной продуктивности и продолжительность хозяйственного использования осуществлялось на данных 351 коровы племзавода «Орошаемое». Анализируемые данные были сгруппированы по живой массе первотелок на следующие группы: I – до 420 кг, II – 421-440 кг, III – 441-460 кг, IV – 461-480 кг и V группа – 481 и более. Результаты анализируемых данных сведены в табл. 3.

Таблица 3 –Продуктивность коров в зависимости

от живой массы при первом отеле ( $M \pm m$ )

Класс	n	Живая масса при первом отеле, кг	Пожизненный удой, кг	Продолжительность использования, лакт.
до 420	46	$415,7 \pm 0,90^{***}$	$12\ 726 \pm 1195^{***}$	$3,33 \pm 0,25^{**}$
421-440	112	$434,1 \pm 0,81^{***}$	$19\ 825 \pm 1013^{***}$	$4,40 \pm 0,19$
441-460	99	$452,3 \pm 0,54^{***}$	$24\ 859 \pm 1225^*$	$4,60 \pm 0,21$
461-480	55	$470,5 \pm 0,80^{***}$	$26\ 208 \pm 1966$	$4,75 \pm 0,31$
481 и более	39	$497,0 \pm 1,42$	$30\ 766 \pm 2193$	$4,81 \pm 0,37$

Наиболее высокими пожизненными удоями и более длительным сроком хозяйственного использования в стаде племзавода отличались коровы, имевшие при первом отеле живую массу выше 481 кг. Они достоверно превосходили животных, живая масса которых при первом отеле была от 460 кг и ниже, причем разница в удоях составляла от 5907 до 18 040 кг молока (23,8-142,0 %) при  $P < 0,05 - P < 0,001$ .

Приведенные данные по живой массе коров-первотелок свидетельствуют о значительных различиях их долговечности. Наименьший срок использования животных наблюдался по группе коров живой массой до 420 кг – 3,33 лактации. Это объясняется тем, что в процессе формирования стада селекционеры хозяйства проводят отбор коров по молочной продуктивности и живой массе одновременно. Большинство животных с низкой живой массой и продуктивностью до 3800 кг выращиваются из стада, а на воспроизводство оставляют коров, отвечающих стандарту породы.

Исследования показали: наиболее длительные сроки продуктивного долголетия наблюдаются при раздое первотелок до 4,5 тыс. кг молока. Раздой молодых коров в этих пределах наиболее эффективен и позволяет получить высокий пожизненный удой – 25 383 кг, который превосходит в 6,07 раза среднюю продуктивность этих же животных, когда они продуцировали по первой лактации.

Пожизненные удои других групп животных превосходили удой первотелок лишь в 2,98 раза (коровы с удоем за первую лактацию в 5701 кг) и в 3,14 раза у животных с удоем за первую лактацию в 6001 кг

и более, что является свидетельством возможности наращивания удоев в последующий период продуктивного использования.

Из этого следует, что более интенсивный раздой первотелок в первый год их эксплуатации, затем ограничиваются возможности хозяйства для наращивания удоев, о чем свидетельствует снижение показателей средней продуктивности за все лактации, ибо происходит резкое снижение сроков хозяйственного использования и пожизненной продуктивности.

Высокая пожизненная продуктивность коров в течение пяти и более лактаций имеет важное значение при селекционной работе со стадом скота племенного хозяйства. Она является следствием хорошего развития и функционирования всех органов и систем жизнедеятельности молочной коровы. В этой связи высокопродуктивные, тяжеловесные и длительно лактирующие коровы рассматриваются специалистами как наиболее соответствующие целям разведения молочного скота.

#### Библиографический список

1. Бальцанов, А. Связь между величиной удоя и живой массой коров / А. Бальцанов, А. Вельматов // Молочное и мясное скотоводство. – 1995. – № 5. – С. 10-12.
2. Басонов, О. Характеристика голштинизированных коров датской и отечественной селекции / О. Басонов, Е. Ершова // Молочное и мясное скотоводство. – 2005. – № 4. – С. 9-10.
3. Дунин, И. Повышение продуктивного долголетия коров / И. Дунин, Р.Кертиев // Молочное и мясное скотоводство. – 1995. – № 6. – С. 21-22.
4. Овчинникова, Л. Влияние раздоя на продуктивное долголетие коров / Л. Овчинникова // Молочное и мясное скотоводство. – 2007. – №3. – С. 18-19.
5. Сельцов, В.И. Формирование и реализация продуктивного потенциала коров / .И. Сельцов, Н.В. Молчанова, Г.Ф. Калиевская, Н.Н. Сулима // Зоотехния. – 2008. – № 3. – С. 2-4.
6. Серокуров, А.Н. Эффективность селекции красного степного скота при использовании генотипического потенциала красно-пестрых голштинов / А.Н. Серокуров // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. – п. Персиановский, 2007. – 25 с.
7. Толманов, А.А. Продуктивное долголетие коров – важный селекционный признак / А.А. Толманов, П.С. Катмаков, В.П. Гавриленко, П.А. Волкова // Зоотехния. – 1998. – № 11. – С. 2-3.
8. Чебуракова, М.С. Продуктивность, иммунологическая реактивность и длительность эксплуатации голштинского скота / М.С. Чебуракова // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. – п. Персиановский, 2008. – 24 с.
9. Шарафутдинов, Г. Влияние различных факторов на продуктивное долголетие коров / Г. Шарафутдинов, Р. Шайдуллин, А Ханифатуллин, И. Хасанов // Молочное и мясное скотоводство. – 2005. – № 4. – С. 27-29.

УДК 636. 22/28.082

### ПРОДУКТИВНОЕ ДОЛГОЛЕТИЕ ГОЛШТИНСКИХ КОРОВ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

### PRODUCTIVE LONGEVITY OF GOLSHTINSKIY COWS IN CONDITION OF THE BOTTOM VOLGA REGION

**Е.Н. Дундукова, аспирантка**  
**М.А. Коханов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент**  
ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия

**E.N. Dundukova, M.A. Kohanov**  
*Volgograd state agricultural academy*

Исследованиями установлена высокая эффективность ведения молочного скотоводства в племенном заводе «Орошаэмо». Продуктивное долголетие коров, которое во многих отношениях определяет экономику производства молока и обеспечивает качественный рост стада, является весьма актуальным.

Researches established high efficiency of conducting the dairy cattle breeding branch in the pedigree plant «Oroshaemoe». Productive longevity of cows, which in many respects defines economy of manufacture of milk and provides qualitative growth of herd, is of great importance.

**Ключевые слова:** селекция, генотип, порода, животное, удой, молочный жир.

**Key words:** selection, genotype, breed, animal, milk yield, butterfat.

В Российской Федерации, как и в большинстве развитых стран мира, в молочном скотоводстве осуществлен переход на разведение голштинского и голштинизированного скота за счет широкого использования импортированного поголовья и семени производителей из Германии, Великобритании, США, Японии (Д.С. Абушинов, А.Г. Мухамадеева, 2003; П.Н. Прохоренко, Г.А. Халимуллин, С.Л. Гридина, 2003).

Племенной завод «Орошаэмо» Волгоградской области специализируется на разведении чистопородного скота голштинской породы. Основой его стада послужило 196 нетелей, завезенных в 1997 году из Германии. Животные, поступившие из-за рубежа, а также репродуцированное поголовье имеют достаточно высокую для зоны Нижнего Поволжья продуктивность. Средний удой на корову за 2007 год в этом хозяйстве составил 6409 кг молока, что обусловлено высоким генетическим потенциалом животных. Отмечаем, что за последние 5 лет продуктивность коров возросла на 1289 кг или на 25,2 %. Считаем, что увеличение продуктивности коров произошло не только от интенсивного использования импортированного скота, но и целенаправленной селекционной работы со стадом хозяйства, и в первую очередь, с маточным поголовьем скота, так как эффективность ведения отрасли молочного скотоводства в значительной степени зависит от интенсивности использования маточного поголовья (В.Г. Труфанов, Г.М. Туников, В.А. Захаров, 2005; Л.Ю. Овчинникова, 2007).

Изучение срока хозяйственного использования животных племенного завода проводилось по материалам племенного учета. Была сформирована база данных на 351 корову, выбывшую в период с 2000 по 2007 год. С целью изучения влияния паратипических факторов на продуктивность и продолжительность использования выбывших из стада животных нами был проведен ретроперспективный анализ с использованием метода группировок животных в зависимости от места их рождения (импортированные из Германии, животные, полученные путём репродукции импортного скота), а также по числу лактаций и пожизненному удою. Анализ продуктивного долголетия выбывших животных провели по пожизненному удою и продолжительности использования в лактациях.

Животные, подвергнутые анализу, лактировали в благоприятные по хозяйственным условиям годы. В племенном заводе расходуется кормов на голову в год не менее 60 ц корм. ед.

В табл. 1 приведены данные по показателям продуктивности коров, выбывших из стада племзавода «Орошающее» после окончания лактации с первой по девятую. Животные, рожденные в племзаводе «Орошающее» от коров, импортированных из Германии, превосходили своих матерей по удою на 194 кг или на 4,0 %, однако разница между матерями и потомками по данному показателю статистически недостоверна.

Таблица 1 – Пожизненный удой ( $M \pm m$ )

Лактация	Импортированные животные		Репродуцированные животные	
	n	удой, кг	n	удой, кг
1	19	4846 ± 383	27	5040 ± 289
2	19	10 338 ± 601	38	11 160 ± 531
3	23	16 027 ± 556**	39	18 070 ± 460
4	19	21 475 ± 692	16	22 560 ± 1161
5	35	27 008 ± 736*	26	29 483 ± 773
6	34	34 615 ± 1052	15	37 524 ± 1482
7	19	40 707 ± 1603	6	40 691 ± 2180
8	11	44 240 ± 1557		
9	5	49 505 ± 3087		

С возрастом животных разница в удаях в пользу репродуцированных коров возрастает: по второй лактации на 822 кг или на 8,0 %, по третьей – на 2043 кг (12,7 %) при достоверной разнице ( $P < 0,01$ ), по четвертой – на 1085 кг или на 5,1 %. По пятой лактации разница по удою между коровами сравниваемых групп была достаточно высокой в пользу животных,

рожденных в племзаводе, и составила 2475 кг (9,2 %) при  $P < 0,05$ , по шестой лактации разница уже составила 2909 кг молока или 8,4 %.

В среднем пожизненный удой от 184 импортированных из Германии животных составил 25 516 кг молока, что на 6358 кг (на 33,2 %) больше, чем получено в среднем от животных местной репродукции. Столь высокий средний пожизненный удой от импортированного скота произошёл потому, что из числа коров германской селекции 11 коров закончили продуцировать восьмой лактацией и 5 – девятой.

Проводимый в стаде племзавода отбор затрагивал проблемы увеличения жирности молока коров. Из стада выранжированы коровы с жирностью молока ниже 3,55 % и удоем до 3800 кг. Эти животные пополняют стада коров личных приусадебных хозяйств граждан близлежащих с племзаводом сел. Данное положение специалистами зоотехнической службы хозяйства трактуется с позиций, что средний процент жира молока коров голштинской породы превышает 4,0 %. Животные сравниваемых между собою групп произвели с молоком различное количество молочного жира (табл. 2).

Таблица 2 – Производство молочного жира коровами  
в зависимости от возраста ( $M \pm m$ )

Лактация	Импортированные животные			Репродуцированные животные		
	n	МДж, %	молочный жир, кг	n	МДж, %	молочный жир, кг
1	19	3,84 ± 0,02	186,2 ± 15	27	3,84 ± 0,02	193,6 ± 11
2	19	3,86 ± 0,01	399,2 ± 24	38	3,82 ± 0,01**	426,1 ± 23
3	23	3,87 ± 0,02	620,4 ± 20*	39	3,82 ± 0,01*	689,5 ± 19
4	19	3,87 ± 0,02	830,4 ± 22	16	3,82 ± 0,03	860,9 ± 45
5	35	3,89 ± 0,01	1052,6 ± 30	26	3,82 ± 0,01***	1125,8 ± 30
6	34	3,87 ± 0,01	1339,0 ± 42	15	3,80 ± 0,01***	1426,2 ± 56
7	19	3,84 ± 0,03	1563,0 ± 59	6	3,80 ± 0,04	1547,8 ± 81
8	11	3,84 ± 0,02	1697,6 ± 82			
9	5	3,87 ± 0,02	1915,6 ± 115			

Массовая доля жира в молоке анализируемых животных, импортированных из Германии, с возрастом коров вплоть по пятую лактацию возрасала и достоверно превосходила жирномолочность коров, рожденных в условиях племзавода «Орошающее». Наиболее высокой (на 0,05-0,07 %) она зарегистрирована у животных с 3-ей по 6-ю лактацию.

В связи с тем, что пожизненные удои коров, рожденных в условиях племзавода, превосходили данные показатели импортированных животных, абсолютные показатели молочного жира первых превосходили показатели выхода молочного жира вторых. Так, у коров первой лактации он равнялся 7,4 кг, что на 4 % выше, чем у импортированных животных; у коров, закончивших продуцировать после второй лактации, он составлял уже 26,9 кг (6,7 %), а у животных третьей лактации он равнялся 69,1 кг (11,1 %) при достоверной разнице ( $P < 0,05$ ).

В табл. 3 приведены данные интенсивности использования маточного поголовья племзавода «Орошающее».

Таблица 3 – Интенсивность использования маточного поголовья ( $M \pm m$ )

Лак- тация	Импортные животные			Репродуцированные животные		
	n	продолжи- тельность жизни, дн.	удой на 1 дн. жизни, кг	n	продолжи- тельность жизни, дн.	удой на 1 дн. жизни, кг
1	19	1207 ± 34	4,01 ± 0,24	27	1185 ± 26	4,25 ± 0,22
2	19	1661 ± 46	6,23 ± 0,24*	38	1600 ± 31	6,97 ± 0,27
3	23	2046 ± 32	7,83 ± 0,20** *	39	1957 ± 28	9,23 ± 0,17
4	19	2451 ± 38	8,76 ± 0,22*	16	2331 ± 55	9,68 ± 0,34
5	35	2884 ± 34	9,36 ± 0,33***	26	2722 ± 37**	10,83 ± 0,22
6	34	3236 ± 44	10,7 ± 0,24	15	3054 ± 75*	12,29 ± 0,35
7	19	3555 ± 61	11,45 ± 0,34	6	3416 ± 84	11,91 ± 0,47
8	11	3895 ± 75	11,36 ± 0,24			
9	5	4120 ± 118	12,02 ± 0,47			

Из 184 импортированных животных после первой лактации выбыло 19 голов, что составило 10,3 %, в то же время из числа репродуцированных животных выбыло 27 голов или 16,2 %; второго отела – соответственно 19 и 38 голов или 10,3 и 22,8 %; третьего отела – 23 и 39 голов (12,5 и 23,4 %); четвертого отела – 19 и 16 голов (10,3 и 9,6 %). Затем число выбывших животных пятого отела вновь увеличилось и составило 35 и 26 голов или 19,0 и 15,6 %. После шестого отела выбраковано соответственно 34 и 15 голов, что от числа выбывших животных составило 18,5 и 9 %. После седьмого отела выбраковано 19 импортиро-

ванных коров (10,3 %) и 6 животных, родившихся в племзаводе «Орошающее» (3,4 %). После восьмой лактации подлежало выбраковке 11 импортированных в племзавод животных (5,6 %) и 5 коров продуцировало 9 лактаций (3,2 %).

Следует отметить, что из стада племзавода после окончания первой лактации выбыло 46 голов животных (13,1 % от общего поголовья) и после второй – 57 голов (16,2 %). Из этого следует, что при ранней выбраковке молочного скота возникают убытки, так как прибыль от реализации молока не успевает покрывать все затраты, понесенные племзаводом при выращивании телок для ремонта стада. К тому же при высокой доле выбраковки маточного поголовья выращенные ремонтные телки обеспечивают лишь простое воспроизводство стада, а хозяйство теряет возможность реализовать племенной молодняк и получать дополнительную прибыль от продажи племенного молодняка, уровень рентабельности которой, по сообщениям В.Н. Суровцева, Б.С. Галсановой (2005), в настоящее время превышает 100 %.

У молодых коров, родившихся в разных регионах Европы, разница в продолжительности жизни составляла от 22-х дней – 1 лактация, до 120 дней – 4-я лактация, у более взрослых коров она разнилась даже до 182 дней (6-я лактация). У животных 5-6-ой лактаций она была статистически достоверной при  $P < 0,01$  и  $P < 0,05$ .

На наш взгляд, слишком длинная по дням лактация не является положительным явлением, так как снижает воспроизводительные способности коровы. Это явление также отражается на удое коровы за каждый день жизни. За 1 день жизни импортированные животные, с учетом коров, продуцирующих по 8-9-ой лактациям, производили по 9,58 кг молока, а репродуцированные коровы на 0,27 кг меньше.

При изучении продолжительности жизни животных сравниваемых групп отмечена следующая закономерность: импортированные животные в среднем использовались 2664 дня (4,6 лактаций), в то время как животные репродукции племенного завода «Орошающее» лишь 2057 дней (3,27 лактаций).

В табл. 4 мы приводим данные изменения соотношения дойных и непродуктивных дней у коров с возрастом в отелях.

Таблица 4 –Изменение соотношения дойных и недойных дней  
у коров с возрастом ( $M \pm m$ )

Лактация	Импортированные животные			Репродуцированные животные		
	n	общая	соотноше-	n	общая	соотноше-

		продол- житель- ность лак- таций, дн.	ние дойных и недой- ных, дн.		продолжи- тельность лактаций, дн.	ние дой- ных и недойных, дн.
1	19	348 ± 19	0,40 ± 0,02	27	359 ± 13	0,44 ± 0,01
2	19	748 ± 43	0,83 ± 0,05	38	703 ± 27	0,82 ± 0,04
3	23	1044 ± 28	1,05 ± 0,03	39	1049 ± 25	1,44 ± 0,04
4	19	1394 ± 36	1,33 ± 0,04	16	1333 ± 51	1,35 ± 0,06
5	35	1774 ± 39	1,59 ± 0,05	26	1673 ± 39	1,61 ± 0,05
6	34	2074 ± 44	1,79 ± 0,05	15	1862 ± 82	1,86 ± 0,07
7	19	2348 ± 63	1,98 ± 0,07	6	2313 ± 80	2,10 ± 0,08
8	11	2599 ± 61	2,02 ± 0,08			
9	5	2897 ± 108	2,37 ± 0,07			

С возрастом коров общая продолжительность лактационного использования увеличивается. Так, у импортированных животных первой лактации она составила лишь 28,8 % от общей продолжительности жизни у импортированного поголовья и 30,3 % – у репродуцированных коров. У животных пятой лактации вне зависимости от региона рождения она составила 61,5 %, у коров седьмой лактации она уже была 66,0-67,7 %, а у коров девятой лактации – 70,3 %.

Соответственно увеличивается показатель соотношения продуктивного использования (общая продолжительность лактационного периода) к непродуктивному периоду (он складывается из дней выращивания телочки, срока ее стельности и дней сухостоя между лактациями). Коровы, которые использовались в племзаводе лишь две лактации, имели этот показатель до единицы. У животных, используемых в хозяйстве пять и более лактаций, этот показатель превышал 1,59, у коров седьмой и более лактаций он был на уровне 2-х и выше.

Таким образом, исследования показали, что более жесткий отбор, осуществляемый в стаде племзавода «Орошающее», способствовал росту молочной продуктивности коров и снижению срока хозяйственного использования животных местной репродукции.

#### Библиографический список

1. Абушинов, Д.С. Создание типа черно-пестрого скота в Иркутской области / Д.С. Абушинов, А.Г. Мухамадеева // Зоотехния. – 2003. – № 2. – С. 8.
2. Овчинникова, Л.Ю. Влияние отдельных факторов на продуктивное долголетие коров / Л.Ю. Овчинникова // Зоотехния. – 2007. – № 6. – С. 18-21.
3. Прохоренко, П.Н. Новый внутрипородный уральский тип черно-пестрого скота / П.Н. Прохоренко, Г.А. Халимуллин, С.Л. Гридина // Зоотехния. – 2003. – № 2. – С. 5-7.

4. Суровцев, В.Н. Влияние срока продуктивного использования коров на конкурентно-способность молочного животноводства / В.Н. Суровцев, Б.С. Галсанова // Зоотехния. – 2008. – № 5. – С. 21-22.

5. Труфанов, В.Г. Сравнительная оценка коров холмогорской породы по продуктивному долголетию / В.Г. Труфанов, Г.М. Туников, В.А. Захаров // Зоотехния. – 2005. – №12. – С. 2-3.

УДК 636. 2. 081.469

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ФАКТОРОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МОЛОКА В ХОЗЯЙСТВАХ  
ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

**USE BIOLOGICAL-TECHNOLOGY FACTORS  
BY MANUFACTURE OF MILK IN FACILITIES  
OF THE VOLGOGRAD AREA**

**В.П. Плотников, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент**

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**V.P. Plotnikov**

*Volgograd state agricultural academy*

Рассматриваются проблемы использования некоторых биолого-технологических факторов для эффективного производства молока: поведение скота, подготовка к отелю, режим кормления. Учет этих факторов позволит достичь высоких результатов.

Problems of use of some biological-technology factors for effective manufacture of milk are considered: behaviour of cattle, preparation for sorts, a mode of feeding. The account of these factors will allow to reach high results.

**Ключевые слова:** *этология, кормление, убой, свойства вымени.*

**Key words:** *etologu, feeding, a yield of milk, properties of an udder.*

Технология производства молока определяется как система взаимосвязанных научно обоснованных мероприятий рационального ведения отрасли, обеспечивающая оптимальные биологические, технические и организационные условия для получения высоко-качественной продукции при минимальных затратах.

В технологии выделяют следующие процессы: биологические (обменные, рост и развитие, образование молока, селекционные, этологические и др.), технологические (кормовые, получение продукта, обеспечение зоогигиенических условий, уборка навоза, планирование мероприятий) и технические (процессы линий комплексной механизации, техника). Только учет этих факторов в единой системе производства молока позволит достичь высоких результатов (Бузун И.А., 1983).

В последнее время много внимания уделяется этологии скота как науке, изучающей основы поведения животных, регулируемого безусловными и условными рефлексами.

Отбирая животных с нужным поведением, формируя поведение, можно создавать стада, более пригодные для современных ферм. Особенности поведения должны учитываться при строительстве и реконструкции ферм, разработке технологии производства молока. Это способствует повышению продуктивности скота, продлению срока его использования и, в конечном счете, делает эффективнее производство.

Нами были изучены показатели группового (социального) вида поведения, определяющего стадную иерархию, порядок доминирования, когда животные занимают роль лидера, слабого, резвого, пугливого. Важным является также изучение реакции нетелей при подготовке к отелу, планирование отелов по сезонам года, сроков осеменения телок, режима скармливания концентрированных кормов.

При определенном способе производства между животными складываются отношения, и резкая смена обстановки приводит к нарушению жизнедеятельности организма и, в конечном итоге, снижается продуктивность и ухудшается здоровье животных. Так, при переводе с привязного на беспривязное содержание коров нами было установлено снижение удоя за лактацию на 820 кг (с 3460 до 2640 кг).

Заметны нарушения молокоотдачи при переходе с доения на доильной установке ДАС-2Б на доение в доильные залы. Время доения увеличилось с 5,2 до 7,2 мин., а величина ручного удоя с 310 мл до 670. Даже по истечении длительного срока (8-10 мес.) восстановление показателей до первоначальной величины не наблюдалось ни у одной из исследуемых коров.

Для выяснения влияния индекса общей активности поведения на молочную продуктивность и качественные показатели молока были проведены исследования на первотелках черно-пестрой породы.

Этологические показатели учитывались по методике Великжанина В.И. (1979) по результатам хронометража актов поведения с последующим выведением индекса общей активности. С учетом последнего коровы были распределены на 4 класса активности: инфрапассивные, пассивные, активные, ультраактивные (таблица 1).

Таблица 1 – Молочная продуктивность коров

Показатель	Группа
------------	--------

	I инфрапассив- ные	II пассив- ные	III актив- ные	IV ультраактив- ные
Удой за лактацию, кг	5461	5656	6226	5998
Жирность молока, %	3,68	3,60	3,45	3,35
Лактоза, %	4,43	4,55	4,35	4,44
Сухое вещество, %	12,2	12,0	11,9	12,0
Плотность, °A	27,75	27,67	28,25	28,17

В результате проведенных исследований установлено, что увеличение индекса общей активности способствовало более полному использованию питательных веществ рациона за счет большей поедаемости кормов: 87,1%; 88,9%; 91,7%; 91,8%. Чем выше индекс общей активности, тем выше удой, но эта зависимость сохранялась только до определенного уровня. С увеличением показателя выше класса «Активные» наблюдалось снижение удоев.

У коров с высоким индексом активности несколько ниже жирность молока, но в пересчете на количество молочного жира за счет большего удоя разница была в пользу активных животных (на 14 кг).

Полноценное выращивание первотелки складывается из трех технологически обоснованных периодов: направленного выращивания телок, подготовки нетелей к отелу, раздоя первотелок. Подготовка нетелей к отелу включает: активный мицон, полноценное кормление, приучение к доильным установкам, массаж вымени. В своих исследованиях мы изучили продолжительность выработки условных рефлексов на доильную установку у нетелей симментальской породы, а также молочную продуктивность и свойства вымени первотелок.

Установлено, чтобы выработать условный рефлекс на доильную установку, 80% нетелей необходимо 5-10 сеансов. За это время они привыкают к шуму, не беспокоятся, у них нормальный пульс и частота дыхания. Для закрепления рефлекса необходимы дополнительные сеансы. Большинству животных для этого потребовалось 10-20 сеансов и только 8 нетелям (10%) – 30 сеансов. По этому показателю в какой-то мере можно судить о стрессоустойчивости животного.

Приучение к доильной установке облегчит функциональную нагрузку на первотелку в первые дни лактации. В таблице 2 представлены данные по первотелкам, прошедшим подготовку нетелей к отелу (II группа) и не прошедшим (I группа).

В целом показатели были лучше у первотелок, которых предварительно приучали к доильной установке. Вымя таких коров более технологично и в большей степени отвечает требованиям машинного доения. Выше молочная продуктивность: удой – на 10,9 %, жирность молока – на 0,12 %. Разница достоверна ( $P<0,01$ ).

Таблица 2 – Влияние подготовки нетелей к отелу на молочную продуктивность первотелок

Показатель	Группа	
	I	II
1. Сервис-период, дней	64	82
2. Удой за лактацию, кг	2470	2790
3. Жирность молока, %	3,72	3,84
4. Скорость молокоотдачи, кг/мин.	1,22	1,46
5. Индекс вымени, %	41,6	43,8

Несколько дольше сервис-период, но его продолжительность позволяет получить одного теленка в год. Считаем обязательным мероприятием в формировании продуктивности первотелок проводить подготовку нетелей к отелу заблаговременно, с 6-месячной стельности.

В настоящее время в молочном скотоводстве широко применяется подкормка концентратами в процессе доения. Считают, что в этом случае коровы охотнее идут на дойку, достигается также нормированное кормление в соответствии с продуктивностью. При этом не учитывается то обстоятельство, что накладываются друг на друга два важнейших физиологических процесса: молоковыделительный и пищевой. Одни исследователи считают пищевой и молоковыделительный рефлексы антагонистическими, другие – синергичными. В первом случае не рекомендуют их сочетать по времени, в другом, наоборот, практикуют при доении коров скармливать концентрированные корма.

Нами были испытаны 3 режима скармливания концентратов: полностью в составе кормосмеси, половину в составе кормосмеси и на дойке, все отдельно при дойке.

Коровы, получавшие концентраты полностью в кормосмеси, лучше поедали ее, чем коровы, получавшие по половине в смеси и на дойке, и все на дойке. Время доения коровы в среднем составило (мин.):

5,79; 5,27; 5,16, а скорость молокоотдачи соответственно: 1,14; 1,20; 1,22. Удой был на 6 % выше у коров, получавших концентраты полностью в составе кормовой смеси.

Результаты исследований, проведенных на молочно-товарной ферме при раздельном скармливании кормовых компонентов при режимах скармливания концентратов во время доения (I группа), до доения (II группа), после доения (III группа) представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Молочная продуктивность коров при разных режимах скармливания концентратов

Декады опыта	Группа коров					
	I		II		III	
	удой в сутки, кг	% жира в молоке	удой в сутки, кг	% жира в молоке	удой в сутки, кг	% жира в молоке
Предварительный период	14,3	3,40	14,7	3,45	13,4	3,45
Первая	14,2	3,40	8,1	3,00	7,2	3,00
Вторая	13,1	3,50	8,2	3,20	7,5	3,15
Третья	12,7	3,55	8,6	3,30	7,7	3,20
Четвертая	12,4	3,60	8,8	3,30	7,9	3,20
Пятая	12,1	3,65	9,3	3,33	8,2	3,40
Шестая	11,8	3,70	9,6	3,50	8,3	3,50
Седьмая	11,4	3,72	10,0	3,70	8,4	3,60
Восьмая	11,2	3,76	10,3	3,73	9,7	3,80
Девятая	10,8	3,65	10,6	3,72	9,7	3,75
В среднем	12,1		9,2		8,2	

Изменение режима скармливания концентратов существенно повлияло на удой коров и жирномолочность. Эти показатели заметно снизились у коров II и III групп, получавших концентрированные корма соответственно до доения и после доения. Но по мере привыкания к новому режиму скармливания концентратов удои коров постепенно начали выравниваться.

Молодые коровы быстрее привыкали к новым режимам, чем старые. Скорость молокоотдачи у коров, получавших концентраты до и после доения, в первые дни понизилась на 22 и 14 %, но по мере привыкания животных к новым режимам, она постепенно выравнивалась по своему значению с показателем у коров I контрольной группы.

Предлагаем изучать влияние и многих других биолого-технологических факторов на продуктивность коров и качество молока, что будет способствовать эффективному ведению отрасли молочного скотоводства.

**Библиографический список**

1. Великжанин, В.И. Методические рекомендации по использованию этологических признаков в селекции молочного скота / В.И Великжанин // ВНИИ генетики и разведения сельскохозяйственных животных. – СП-б, 2000.
2. Бузун, И.А. Справочник работника молочного комплекса / И.А. Бузун. – Харьков, 1983.

УДК 636.52/589.085.03

**ВЛИЯНИЕ КОРМОВЫХ ЗЕРНОСМЕСЕЙ  
СО ЖМЫХАМИ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР НА ХИМИЧЕСКИЙ  
СОСТАВ МЯСА ПОДОПЫТНЫХ БЫЧКОВ**

**INFLUENCE OF FODDER GRAIN MIXES WITH OIL CAKES  
OF OLIVE CULTURES ON A CHEMICAL COMPOUND  
OF MEAT OF EXPERIMENTAL BULL-CALVES**

**А.Ф. Злепкин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
В.А.Злепкин , кандидат биологических наук, доцент  
Д.А. Злепкин, кандидат биологических наук, доцент  
Л.В. Манжосова, старший преподаватель**

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**A.F. Zlepkin, V. A .Zlepkin, D.A. Zlepkin, L.V.Manzhosova**

*Volgograd state agricultural academy*

В результате исследований установлено, что скармливание бычкам опытных групп кормосмеси со жмыхами масличных культур способствует повышению энергетической ценности мяса.

As a result of researches it is established that feeding to bull-calves of skilled groups fodder mix with oil cakes of olive cultures promotes increase energetic to value of meat.

**Ключевые слова:** мясо, бычки, жмых, жир.

**Key words:** meat, bull-calves, cake, fat

При изучении мясной продуктивности животных необходимо учитывать не только массу туш, их выход и морфологический состав прироста, но и химический состав полученной мякоти, так как это позволяет судить о наступлении физиологической зрелости мяса, его энергетической и биологической ценности.

Ценность мяса во многом определяется высоким содержанием в усвоемой форме питательных веществ, необходимых для организма человека. Главной составной частью мяса, как известно, являются белки и жиры. Большинство исследователей при определении пищевой и энергетической ценности мяса принимают во внимание не только абсолютное содержание основных питательных веществ (белка и жира), но и их соотношение между собой.

В исследованиях установлено, что вкусовые качества мяса в основном зависят от таких его показателей, как нежность, сочность, а также от наличия межмышечных жировых отложений, которые создают его мраморность. При этом питательные достоинства и его вкусовые качества во многом определяются химическим составом.

Исследованиями (Ковзалова Н.И., Левахина В.И., 2000; Ранделина А.В., Сивко А.Н., 2002) установлено, что в процессе индивидуального развития животных существенно изменяется химический состав их мышечной ткани, оказывающий влияние на качество получаемой животноводческой продукции.

Заплахов В.А. (2003), Вершинин В.А. (2001) сообщают, что химический состав мяса животных во многом определяется их породой, генотипом, возрастом, уровнем кормления и содержания.

Современные требования к качеству говядины сводятся к тому, чтобы мясо содержало как можно больше полноценных белков при оптимальном количестве жира. Одни считают, что наиболее полноценным и лучшим по вкусовым качествам является мясо, в котором соотношение белка и жира близко к 1:1.

Большинство ученых делают вывод, что потребителю должно поступать более постное мясо, богатое белком.

В связи с этим, изучение химического состава мяса молодняка симментальской породы скота, получившего с рационом рыжиковый и сурепный жмых, на наш взгляд, представляет научный и практический интерес.

Для проведения научно-хозяйственного опыта было подобрано 4 группы бычков симментальской породы в возрасте 12 месяцев по 15 голов в каждой, живой массой: контрольная – 325,4 кг, I опытная – 324,8 кг, II опытная – 324,5 кг, III опытная – 323,9 кг. Опыт длился 200 дней, в том числе: подготовительный период – 10 дней, переходный – 10 дней, главный – 180 дней.

Животные контрольной группы получали хозяйственный рацион (ХР), состоящий из сена люцернового, суданкового, силоса кукурузного и зерносмеси с 20 % по массе подсолнечного жмыха.

Различие в кормлении животных I опытной группы состояло в том, что бычки этой группы в своем хозяйственном рационе взамен подсолнечному жмыху получали рыжиковый жмых в таком же количестве, II опытная группа в своем хозяйственном рационе взамен подсолнечному жмыху получала сурепный жмых в таком же количестве, III опытная группа в своем хозяйственном рационе взамен подсолнечному жмыху получала 10 % рыжикового жмыха и 10 % сурепного.

Данные анализа средних проб мякоти и длиннейшей мышцы спины свидетельствуют о физиологической зрелости мяса бычков симментальской породы всех подопытных групп (табл. 1).

Таблица 1 – Химический состав мяса подопытных бычков, %

Показатель	Группа			
	контроль- ная	I опыт- ная	II опытная	III опыт- ная
<b>Средняя проба мяса</b>				
Сухое вещество, в т.ч:	31,94±0,18	34,56±0,3 1	33,13±0,23	33,39±0,28
протеин	18,05±0,14	18,72±0,33	18,28±0,40	18,34±0,62
жир	12,91±0,06	14,75±0,05	13,82±0,19	14,00±0,33
зола	0,98±0,01	1,09±0,01	1,03±0,01	1,05±0,01
Энергетическая ценность, МДж	8,12	8,9	8,51	8,6
Отношение протеина к жиру	1:0,71	1:0,78	1:0,75	1:0,76
<b>Длиннейшая мышца спины</b>				
Сухое вещество, в т.ч:	22,55±0,37	23,11±0,12	22,86±0,19	22,95±0,04
протеин	19,67±0,37	19,90±0,12	19,76±0,19	19,81±0,03
жир	1,88±0,04	2,23±0,02	2,09±0,02	2,14±0,02
зола	1,0±0,01	0,98±0,01	1,01±0,01	1,0±0,01
Энергетическая ценность, МДж	4,11	4,28	4,21	4,23

Необходимо отметить, что повышение сухого вещества в мякоти туш животных опытных групп произошло за счет увеличения доли протеина и жира. По сравнению с контрольной группой в мякоти бычков I опытной группы содержание протеина было выше на 0,49 %, во II опытной – на 0,23 % и в III опытной группы – на 0,29 %. Животные контрольной группы уступали сверстникам из I, II и III опытных групп по депонированию в мякоти жира соответственно – на 1,84; 0,91 и 1,09 %. Соотношение белка и жира в мясе бычков контрольной группы составило 1:0,71; I опытной – 1:0,78; II опытной – 1:0,75 и III опытной группы – 1:0,76.

Установлено, что по сравнению с контрольной группой у бычков I опытной группы энергетическая ценность 1 кг мякоти туш была выше на 0,78 (9,6 %); у II опытной – на 0,39 (4,8 %) и у III опытной группы – на 0,48 МДж (5,9 %). Разница по изучаемому показателю между сверстниками из опытных групп составила 0,39 или 4,58 % и 0,30 МДж или 3,48 %, в пользу I опытной группы.

Полученные данные химического состава длиннейшей мышцы спины бычков свидетельствуют о том, что по содержанию протеина в мускуле бычков I опытной группы в сравнении со сверстниками контрольной группы, II и III опытных групп было больше соответственно на 0,23, 0,14 и 0,9 %.

Так, в сравнении с контрольной группой у бычков I опытной группы показатель внутримышечного жира был больше на 0,35 % ( $P<0,01$ ); II опытной – на 0,21 ( $P<0,01$ ) и III опытной группы – на 0,26 % ( $P<0,01$ ). Разница по изучаемому показателю между сверстниками из опытных групп составила 0,14 % ( $P<0,01$ ) и 0,9 % ( $P<0,05$ ) в пользу I опытной группы.

Так, по сравнению с контрольной группой у животных I опытной группы энергетическая ценность 1 кг мышцы спины была выше на 0,17 (4,13 %), у II опытной – на 0,10 (2,43) и III опытной – на 0,12 МДж (2,91 %). Разница между аналогами из опытных групп по изучаемому показателю составила 0,07 МДж или 1,66 % и 0,05 МДж или 1,18 % в пользу бычков I опытной группы.

Таким образом, по показателям химического состава средней пробы мякоти туш, длиннейшей мышцы спины и энергетической ценности в сравнении с контрольной группой выгодно отличались бычки опытных групп, получивших в составе своих рационов рыжиковый и сурепный жмыхи 20 % (по массе).

**Библиографический список**

1. Ранделин, А.В. Фракционный состав мышечных белков, технологические и кулинарные свойства мяса симментальских бычков / А.В. Ранделин, А.Н. Сивко // Проблемы и перспективы совершенствования производства пищевых продуктов с высокими потребительскими свойствами на основе улучшения качества животноводческого сырья: матер. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2002. – Т. 2. – С. 128-131.
2. Ковзалов, Н.И. Влияние отдельных биологически активных веществ и нетрадиционных кормов на использование питательных веществ рационов и мясную продуктивность крупного рогатого скота: монография / Н.И. Ковзалов, В.И. Левахин. – Оренбург–Волгоград: Перемена, 2000. – 414 с.
3. Заплахов, В.А. Продуктивность и качество мяса быков симментальской породы разных генотипов в зависимости от живой массы при убое: автореф. дис....канд. с.-х. наук / Заплахов В.А. – Волгоград, 2003. – 26 с.
4. Вершинин, В.А. Хозяйственно-биологические особенности и мясные качества бычков казахской белоголовой породы разных генотипов: автореф. дис....канд. с.-х. наук / Вершинин В.А. – Волгоград, 2001. – С. 22.

**О ПРОБЛЕМАХ РАЗВИТИЯ МОЛОЧНОГО  
ЖИВОТНОВОДСТВА И ИХ РЕШЕНИИ**

**ABOUT PROBLEMS OF DEVELOPMENT MILKS  
ANIMAL INDUSTRIES AND THEIR DECISION**

**М.В. Толстопятов, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор**  
*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**M.V. Tolstopyatov**  
*Volgograd state agricultural academy*

Излагаются пути восстановления численности поголовья коров в Волгоградской области, повышения их племенных и продуктивных качеств.

This article deals with cows total number recovery ways in Volgograd district, their pedigree and productive qualities.

**Ключевые слова:** молочное поголовье, фермерские хозяйства, корма.

**Key words:** dairy livestock, farms, fodders.

Проблема заключается в том, что в Волгоградской области исчезают целые отрасли животноводства не только в СПК, но и в личных подсобных хозяйствах. Сокращение поголовья крупного рогатого скота, в том числе и коров, исчисляется сотнями тысяч, овец – миллионами голов, большие проблемы и в свиноводстве. Ранее было 430 тыс. голов коров, а сейчас – 158 тыс. голов, в т.ч. в СПХ – 24 тыс., у фермеров – 9 тыс., в ЛПХ – 125 тыс. голов.

Как следствие, остро ощущается недостаток полноценного натурального молока и соответственно молочных продуктов – кисломолочных, творога, масла, сыра, сметаны, сливок. За 11 месяцев 2008 года молока в области заготовили примерно 130 тыс. тонн, что составляет из расчета на душу городского жителя в день около 200 г.

Однако в магазинах имеется изобилие молока и молочной продукции, но она изготовлена из сухого порошка зарубежного производства и малоизвестного состава. Правительство решило с 1 января 2009 года такое молоко называть молочным напитком.

В настоящее время важнейшим вопросом является восстановление поголовья коров и увеличение производства молока.

Согласно национальному проекту развития АПК, в нашей области планируется строительство двух комплексов на 1200 коров каждый. Телок и нетелей будут вынуждены покупать за рубежом по цене, которая уже сложилась, – 75 тыс. рублей за одну голову. Строительство корпусов, приобретение новейшего оборудования – это еще статья расхода. Общий расход составит около 1 млрд рублей. Таких комплексов надо будет построить в каждом районе хотя бы по одному, а на это потребуется 16 млрд рублей. Ввод в действие молочных комплексов улучшит положение с производством цельномолочной продукции.

Однако в этом деле есть и теневые моменты: как пройдет адаптация покупного скота к нашим климатическим, кормовым и другим условиям; возможно ли от этих коров получение племенного потомства с унаследованными свойствами высокой молочной продуктивности, не придется ли постоянно покупать телок за рубежом, да и где взять денежные средства.

Имеется еще один путь возрождения молочного скотоводства на длительный период – более надежный и менее затратный. В настоящее время более 85 % коров находится в ЛПХ и у фермеров.

С учетом создавшегося положения предлагается проект воспроизводства поголовья коров молочного стада в Волгоградской области.

1. Уточнить имеющееся поголовье коров и телок случного возраста в СПК, у фермеров, в личных подсобных хозяйствах (ЛПХ) по каждому населенному пункту.

2. Запланировать и купить высококлассных быков-производителей с учетом оптимального их использования с применением искусственного осеменения маточного поголовья в СПК, ЛПХ, у фермеров.

3. Использовать имеющиеся в СПК стационарные пункты по искусственному осеменению коров спермой высококлассных быков.

4. Организовать мобильные пункты по искусственному осеменению коров в ЛПХ и у фермеров. В этих целях:

4.1. Определить территории со всеми населенными пунктами – зоны работы каждого мобильного пункта по искусственному осеменению коров и телок случного возраста с учетом имеющегося там поголовья животных, размеров самих территорий и других особенностей. То есть определить количество мобильных пунктов в Волгоградской области по искусственному осеменению и объем работы по каждому пункту.

4.2. Укомплектовать пункты специалистами по искусственному осеменению коров, необходимым оборудованием и автомобилями-внедорожниками.

5. Всех коров и телок случного возраста, имеющихся в личных подсобных хозяйствах, у фермеров, в СПК осеменять только искусственно спермой высококлассных быков-производителей. Техник-осеменатор ведет первичный учет по каждому животному: время отела, дойный период, период сухостоя, дату отела, дату плодотворного осеменения и другие показатели.

6. Расчет получения телят и движения поголовья:

Всего в области коров 158 тыс. голов, в т.ч.

- в СПК около 24 тыс.,
- у фермеров – 9 тыс.,
- в ЛПХ – 125 тыс. голов.

Ежегодный план получения телят:

всего 142,2 тыс. голов (90 %), в т.ч.

- в СПК – 21,6 тыс.,
- у фермеров – 8,1 тыс.,
- в ЛПХ – 112,5 тыс. голов.

7. Ежегодно возможно получать 71,1 тыс. голов телочек, из них вести отбор лучших, скупить их у населения и создавать при крупных населенных пунктах вначале гурты коров молочного типа продуктивности по 120-130 голов, а затем и комплексы.

8. Параллельно должны решаться кадровые вопросы, кормовая база, размещение животных, ценообразование и многое другое.

Такой путь воспроизводства стада коров и увеличения производства молока по времени короче, экономически выгоднее и обеспечивает из года в год системный рост численности животных, улучшение их племенных и продуктивных качеств.

УДК 636.2.034

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА  
КОРОВ-ДОЛГОЖИТЕЛЬНИЦ**  
**THE USAGE OF GENETIC POTENTIAL  
OF LONG-LIVING COWS**

**М.А. Коханов,** кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

**Н.В. Журавлев,** кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

**Е.Н. Дундукова,** аспирантка

**А.В. Игнатов,** аспирант

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**М.А. Kohanov, N.V. Juravliv, E.N. Dundukova, A.V. Ignatov**

*The Volgograd state agricultural academy*

Исследованиями установлено, что коровы-долгожительницы оказывают существенное влияние на селекционные процессы в совершенствовании продуктивных качеств молочного скота Волгоградской области.

It is established by researches that long-living cows exercise a significant influence on selection processes in elaboration of productive qualities of dairy cattle of the Volgograd Region.

**Ключевые слова:** голштинская порода, плерепродуктор, молочный белок, генетический потенциал, коэффициент изменчивости, лактационный показатель.

**Key words:** Golshkinskiy breed, pedigree reproductor milk protein, genetic potential, variability coefficient, lactation index.

Ведущими племенными хозяйствами голштинского и голштинизированного скота Волгоградской области является племзавод «Орошаемое» и племенной репродуктор СПК имени Кирова. От лучших по продуктивности коров племенной молодняк из этих хозяйств поставляется в зону разведения черно-пестрого скота региона. Бычки, выращенные в племзаводе «Орошаемое», используются на станции искусственного осеменения животных племрепродуктора СПК им. Кирова, в стадах коров и телок личных приусадебных хозяйств многих районов области. Телочки из вышеупомянутых хозяйств используются в предприятиях различных форм собственности.

Для выявления продуктивных качеств анализируемого поголовья

племзавода «Орошаемое» животных распределили на пять групп в соответствии с количеством полученного от них пожизненного удоя. При этом определили количество молочного жира от животных этих групп, средний удой за каждый день жизни и продолжительности их использования. Колебания показателя удоя между группами животных составили 10 тыс. кг. В первую группу включили животных с пожизненным удоем до 10 тыс. кг; во вторую – от 10 001 до 20 000 кг; в третью – от 20 001 до 30 000 кг; в четвертую – от 30 001 до 40 000 кг и в пятую – коров с удоем 40 001 кг и выше (табл. 1-2).

Таблица 1 – Продуктивность коров с разным уровнем пожизненного удоя

Группа	n	Пожизненный удой, кг		Производство молочного жира с молоком, кг	
		M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %
I	70	6017,0 ± 254,2***	35,3	231,1 ± 10,0***	36,3
II	94	15171,8 ± 297,4***	19,0	581,9 ± 11,3***	18,8
III	89	25003,3 ± 306,1***	11,6	965,5 ± 12,3***	12,0
IV	62	34672,4 ± 354,1***	8,0	1334,3 ± 15,0***	8,8
V	36	46306,3 ± 740,1	9,6	1776,4 ± 26,5	8,9

Из 351 коровы, подвергшихся анализу 70 или 19,9 % за время хозяйственного использования – 1,44 лактаций (табл. 2) произвели до 10 тыс. кг молока. Следует отметить, что 46 коров перестали продуцировать после первой лактации. Из них выбраковано по причине низкой продуктивности (удой до 3800 кг) – 13 голов, травм конечностей – 7 голов, заболеваний органов воспроизводства – 14 голов, атрофии сосков вымени – 4 головы.

Таблица 2 – Продуктивные особенности коров с разным уровнем пожизненной продуктивности

Группа	n	Удой на 1 день жизни, кг		Средняя продолжительность использования, лакт.	
		M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %
I	70	4,50 ± 0,15***	27,7	1,44 ± 0,05***	31,6
II	94	8,0 ± 0,11***	13,2	2,87 ± 0,07***	22,2

III	89	$9,53 \pm 0,09^{***}$	8,8	$4,81 \pm 0,10^{***}$	19,7
IV	62	$11,08 \pm 0,13^{***}$	9,2	$5,91 \pm 0,12^{***}$	16,5
V	36	$12,45 \pm 0,15$	7,2	$7,36 \pm 0,15$	12,1

Определено закономерное повышение среднесуточного удоя на один день жизни и продолжительности хозяйственного использования коров с повышением удоя пожизненной продуктивности при высокой достоверной разнице.

За анализируемый период из стада выбыло 57 животных, закончивших продуцировать лишь по второй лактации, из них 22 коровы, удой которых за два года использования превышал 11,0 тыс. кг молока и лишь 6 животных выбраковано по причине низкой продуктивности.

Из 94 животных с молочной продуктивностью до 20 т – 52 коровы (55,3 %) закончили хозяйственное использование после третьей лактации, 7 – после четвертой и 3 – после пятой.

В третьей группе животных с удоем до 30 т молока насчитывалось 89 коров (25,4 % от общего числа выбывшего скота), в том числе продуцировало 2 коровы репродукции племзавода «Орошаемое» (Бьянка 940870 с удоем 22 917 кг жирностью 3,84 % и Газель 95056, удой которой составил 21 636 кг жирностью 3,76 %). Они выбыли из стада по причине заболевания органов воспроизводства. Основная часть животных (39 голов) выбракованы по разным причинам после окончания пятой лактации.

Животных с удоем до 40 т молока в стаде зарегистрировано 62 головы (17,7 % от общего поголовья). Они соответственно имели значительно выше показатели продуктивности, чем коровы первых трех групп.

Коровы с удоем более 40 т молока от общего анализируемого поголовья составляют только 10,3 %, из них животных с удоем более 45 т – 21 голова, с удоем 50 т и более в стаде продуцировало 8 голов.

В таблице 3 приведены данные характеристики коров-долгожительниц по ряду селекционных признаков.

Таблица 3 – Характеристика коров по основным селекционным признакам

Показатель	M ± m	Cv, %	Lim
Средний удой за лактацию, кг	$6599,1 \pm$	13,4	5077 – 8856
Содержание жира в молоке, %	147,2	1,9	3,60 – 3,96
Содержание белка в молоке, %	$3,83 \pm 0,01$	2,1	3,06 – 3,40
Лактационный показатель (молочный жир + молочный белок), кг	$3,21 \pm 0,01$	13,4	352,0 – 621,0

Живая масса, кг	$462,8 \pm 10,3$	4,2	525,0 – 620,0
Коэффициент молочности, кг	$565,0 \pm 3,96$	12,7	915,0 – 1488,0
Скорость молокоотдачи, кг/мин	$1156,4 \pm 24,5$	23,1	1,28 – 2,84
	$1,79 \pm 0,07$		

Средний удой за лактацию за все годы хозяйственного использования (учтено 259 лактаций или 7,2 лактации на одну корову) составил 6599,1 кг при границах в 3779 кг, то есть по данному признаку они достаточно широки, но основная масса животных имеет их на уровне среднебиометрического (модальный класс в границах 6336-6967 кг).

Содержание жира и белка в молоке коров достаточно высокое и превышает базисные показатели: по жиру на 0,43 %, по белку на 0,21 %. Поэтому животные характеризуются высоким лактационным показателем (ЛП – молочный жир + молочный белок) – от 352 до 621 кг (корова Работница 11074 произвела с молоком белка и жира 605 кг, корова Миринда 14331 – 621 кг).

Нашиими исследованиями установлено, что содержание белка в молоке коров хозяйств Волгоградской области несколько ниже, чем у импортного скота, в то время как содержание белка в молоке коров оказывает существенное влияние на качество молочной продукции (Ю. Саморуков, Т. Калязина, Н. Марзанов, 2008). Поэтому назрела необходимость ускоренного решения вопроса о повышении белковомолочности коров при селекции скота Волгоградской области.

Коровы-долгожительницы в основном характеризуются высокой живой массой: 15 коров имеют живую массу более 565 кг, из них 4 коровы свыше 600 кг и лишь 3 коровы менее 530 кг. Коэффициент молочности большинства коров за среднюю лактацию составляет более 1000 кг, у 7 коров он превышает 1300 кг на каждые 100 кг живой массы. Эти животные во взрослом состоянии имеют живую массу 565-585 кг. Такой показатель живой массы следует признать за оптимальный, ибо эти животные производят больше молочной продукции на 100 кг живой массы. Коровы живой массы свыше 565 кг имели наиболее высокую продолжительность хозяйственного использования и самую высокую пожизненную продуктивность (табл. 4).

Для коров-долгожительниц характерна высокая скорость молокоотдачи (в основном на уровне 1,75-2,2 кг/мин), у 10 животных она превышала 2,0 кг/мин.

Нами проведена оценка коров-долгожительниц по селекционно-

генетическим параметрам. Так, корреляция удоев и содержание жира в молоке коров в среднем за лактацию – отрицательная ( $\tau = -0,170$ ), удой и содержание белка также отрицательная ( $\tau = -0,117$ ). Связь удоя и живой массы положительная ( $\tau = 0,400$ ). Положительной оказалась и коррелятивная связь жир × белок молока коров-долгожительниц ( $\tau = 0,329$ ).

Таблица 4 – Продуктивное долголетие коров-долгожительниц

Показатель	$M \pm m$	Cv, %	Lim
Пожизненный удой, кг	$46\ 306,3 \pm 740,1$	9,6	40 013-56 795
Молочный жир, кг	$1776,4 \pm 26,5$	8,9	1527-2176
Молочный белок, кг	$1486,7 \pm 25,3$	10,2	1270-1834
Лактационный показатель, кг	$3263,1 \pm 49,5$	9,1	2813-4010
Удой на один день жизни, кг	$12,47 \pm 0,15$	7,2	10,29-14,65
Продолжительность использования, лакт	$7,39 \pm 0,15$	11,8	6,0-9,0

Основным генетическим параметром отбора в молочном скотоводстве является наследственность, которая показывает наследственную обусловленность признаков и позволяет судить о возможной степени его улучшения путем селекции (М.Б. Улимбашев, 2004; Р.В. Тамарова, 2006).

Нами на основании данных продуктивности матерей коров-долгожительниц (табл. 5) проведена их оценка по основным селекционно-генетическим параметрам.

Таблица 5 – Молочная продуктивность матерей коров-долгожительниц

Показатель	$M \pm m$	Cv, %	Lim
Удой за лактацию, кг	$6855,6 \pm 247,6$	21,7	3780-9507
Жирность молока, %	$4,12 \pm 0,06$	8,5	3,44-4,83
Молочный жир, кг	$285,2 \pm 11,4$	24	148-389
Содержание белка, %	$3,21 \pm 0,01$	3,7	3,02-3,54
Молочный белок, кг	$222,3 \pm 8,3$	22,5	121-308
Лактационный показатель, кг	$507,5 \pm 19,0$	22,5	271-686

Установлено, что матери завезенных в племзавод «Орошаемое» животных превосходили своих дочерей по удою за лактацию на 256,5 кг или на 3,9 %, однако разница между ними статистически недостоверна ( $td = 0,89$ ). Причиной данного положения послужило то, что матери коров по данному селекционному признаку неоднородны – разница между максимальным и минимальным показателем составляет 5727 кг, а это в свою очередь оказало влияние на коэффициент изменчивости признака ( $Cv = 21,7 \%$ ). Мы склонны считать, что специалисты союза Везер-Эмс (Германия), обеспечивающие поставку нетелей голштинской породы в Россию, отбору животных по показателям удоя матерей придают недостаточное внимание. В то же время по содержанию жира в молоке матери превосходили своих дочерей на 0,29 % при высоком уровне достоверности ( $P < 0,001$ ). Долголетие анализируемых животных обусловлено не только оптимальными зоотехническими условиями хозяйственного использования, но и наследственностью: 17 коров из 36 или 47,2 % получено от матерей 5-8 лактаций, что следует учитывать при селекции молочного скота на долголетие.

Генетическим резервом, обеспечивающим рост продуктивности животных стада племзавода «Орошаемое», на протяжении последних десяти лет являются коровы не только с высокими и рекордными показателями продуктивности, но и со стабильно хорошей молочностью на протяжении пяти и более лактаций. Они, наряду с высокоудойными животными, использовались в хозяйстве для получения чистопородных бычков голштинской породы, потребность в которых в условиях Волгоградской области остается высокой. Поэтому значение высокопродуктивных коров-долгожительниц, обеспечивающих удои свыше 40 т за 6-9 лактаций очень велико (табл. 6).

Таблица 6 – Коровы с пожизненным удоем выше 50 т

Кличка и номер коровы	Ис- поль- зова- лась, лакт.	Пожиз- ненный удой, кг	Жирность молока, %	Молоч- ного жи- ра, кг	Удой на 1 дн. жизни, кг
Миринда 14331	6	53 135	3,82	2028	13,81
Работница 11074	6	51 275	3,81	1956	14,05
Вельможа 21432	8	51 341	3,80	1953	12,17

Мушка 46492	8	52 801	3,89	2055	12,21
Королева 27869	9	51 082	3,94	2014	12,60
Выюга 31140	9	56 785	3,83	2176	12,87
Ягодка 18420	9	53 067	3,82	2025	12,18

Абсолютной рекордисткой стада племзавода «Орошаемое» остается корова Выюга 31140, родившаяся 6 апреля 1995 года в Германии. Родителями животного были корова Яссо 74930 с удоем по третьей лактации в 6325 кг молока жирностью 3,95 % и бык Лектор 50246 линии Рефлекшн Соверинга. Мать отца имела убой в 9752 кг жирностью 4,33 %. Первый отел у Выюги прошел в возрасте 27,8 мес., десятый – в 12 лет.

За десять отелов от коровы Выюги получено 5 телочек и 5 бычков, два из которых использовались в случной сети молочного скотоводства Старополтавского района. В настоящее время от коровы в стаде племзавода лактирует 3 дочери и 2 внучки.

За девять лактаций от животного получено 56 785 кг молока, лактационный показатель составил 4010 кг (2176 кг молочного жира + 1834 кг молочного белка).

Отмечаем тот факт, что животное не отличалось высокими удоями за лактацию, они были выровненными (5690-6524 кг за 305 дней лактаций), сухостойный период от 29 дней после второй лактации, до 65 – после седьмой. Лишь первая и третья лактация продолжались более 400 суток. Живая масса данного животного на третьем месяце после первого отела составляла 496 кг, во взрослом состоянии она имела массу в пределах 570-600 кг. Коэффициент молочности данного животного находился в пределах: 1392 кг (третья лактация) – 1087 кг (седьмая лактация).

Второй по уровню молочности стада племзавода была корова Эльза 18066. Женские предки её отличались высоким содержанием жира в молоке. Так, мать её Эдела 59799 за пятую лактацию имела убой в 6063 кг жирностью 4,57 % и белковомолочностью в 3,13 %; мать матери – корова Эдека 66377 за наивысшую лактацию дала 7530 кг молока при содержании жира 4,50 %, белка – 3,03 %. Мать отца корова Адель 35267 по шестой лактации произвела 12 064 кг молока жирностью 4,43 % и белково-молочностью 3,08 %. Сама же корова Эльза за 2997 лактационных дней произвела 54 047 кг молока (2050 кг молочного жира). Наивысшую продуктивность она проявила по шестой лактации (8727 кг) при среднесуточном уде в 21 кг, коэффициент молочности её был доведен до 1526 кг. Выбыло животное из стада в воз-

расте 12 лет 4 мес.

Проведенные исследования свидетельствуют о больших возможностях селекционной работы с коровами-долгожительницами за счет разумного использования их наследственного потенциала. Рекомендуем зоотехникам-селекционерам анализировать варианты подбора из имеющегося генетического материала (наличие спермы быков-производителей) с тем, чтобы сохранить высокую продуктивность женских предков в будущем животном, ибо подбор родительских пар является существенным приемом совершенствования продуктивных качеств молочного скота племенного хозяйства.

#### Библиографический список

1. Саморуков, Ю. Необходимость селекции на белок в молочном скотоводстве /Ю. Саморуков, Т. Калязина, Н. Марзанов// Молочное и мясное скотоводство. – 2008. – № 1. – С. 12-14.
2. Тамарова, Р.В. Генетические резервы стада племзавода «Горшиха» /Р.В. Тамарова// Зоотехния. – 2006. – № 3. – С. 2-6.
3. Улимбашев, М.Б. Продуктивные и некоторые биологические особенности коров-первотелок разного генотипа в зависимости от паратипических факторов/ М.Б. Улимбашев// Автореф. дисс. канд. с.-х. наук. – Нальчик, 2004. – 24 с.

## АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

---

УДК 635.657

### ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ УСИЛИЙ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ЗЕРНОВКУ БОБОВЫХ КУЛЬТУР THEORETICAL DEFINITION OF MAXIMUM EXERTION, MADE ON BEENS CULTURE SEEDS.

**А.Н. Цепляев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор**  
**В.Н. Павленко, кандидат технических наук, доцент**

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**Tseplyaev A.N., Pavlenko V.N.**

*The Volgograd state agricultural academy*

В статье представлены теоретические исследования, позволяющие определить усилие разрушения оболочки от действия бича молотильного барабана на боб.

Theoretical research about seeds cover destruction made by threshing drum is considered.

**Ключевые слова:** бич, боб, зерновка, напряжение, деформация.

**Key words:** whip, been, beens seed, deformation.

Известно, что усилие, действующее со стороны бича барабана на зерновку нута направлено под некоторым углом к оси зерновки и соответственно ее вектор может быть разложен на две составляющие: вдоль оси – нормальная и перпендикулярно ей – тангенциальная. Однако критическим можно считать положение, при котором боб оказывается зажатым между бичом и подбарабаньем. В этом случае сила от бича будет направлена вертикально.

Воздействие со стороны бича на зерновку, будет критическим, т.е. в этом случае боб будет защемлен между бичом и планкой подбарабанья. Однако, из-за зазора между оболочкой боба и поверхностью его зерновки боб будет одновременно двигаться поступательно и поворачиваться по ходу движения.

Условие, исключающее повреждение боба, заключается в том, что действие бича на боб не должно превышать некоторого усилия, изменяющегося в зависимости от клиновидного зазора. Значение элементарной работы при воздействии бича на боб определяется величиной:

$$dA = P \cdot dS, \quad (1)$$

где  $P$  – сила,  $N$ ;  $S$  – зазор, м.

Полная работа при сжатии боба будет равна

$$A = \int_{S_0}^S P dS. \quad (2)$$

Абсолютное значение работы может быть только положительным, тогда переставим пределы интегрирования

$$A = \int_S^{S_0} P \cdot d \cdot S. \quad (3)$$

Однако усилие

$$P = q \cdot F,$$

где  $q$  – переменное усилие сжатия, а  $F$  – переменная площадь контакта.

Отсюда

$$A = \int_S^{S_0} q \cdot F \cdot dS. \quad (4)$$

При сжатии боба деформируется оболочка, прижимаясь к зерновке. При этом постоянство зазора между ними позволяет предположить, что площади поперечных сечений деформируемой оболочки постоянны по высоте. Отсюда

$$F = \frac{V}{S}, \quad (5)$$

где  $V$  – постоянный объем деформируемой оболочки,  $m^3$ .

Тогда, подставляя полученное выражение в (4), получим

$$A = V \int_S^{S_0} q \frac{dS}{S}. \quad (6)$$

Значение удельного усилия  $q$  – величина переменная, зависящая от зазора  $S$ , следовательно, за знак интеграла вынести его нельзя. Од-

нако, поскольку величина зазора изменяется незначительно и, учитывая теорему о среднем значении, можем записать

$$A = q_{cp} V \int_S \frac{S_o dS}{S}. \quad (7)$$

Проинтегрировав полученное выражение (7), получим

$$A = q_{cp} V \ell n \frac{S_o}{S}. \quad (8)$$

В полученной формуле произведение  $V \cdot \ell n \frac{S_o}{S}$  – это абсолютная величина смещенного объема  $V_c$ . Отсюда

$$A = q_{cp} \cdot V_c. \quad (9)$$

Если принять, что при деформации в идеальном случае  $q_{cp} = \sigma_s$ , где  $\sigma_s$  – напряжение разрушения зерновки, Н/см<sup>2</sup>,

то тогда

$$A = \sigma_s \cdot V_c. \quad (10)$$

Распределение нормальных напряжений на поверхности контакта при отсутствии трения выражается некоторой зависимостью, полученной Томленовым А.Д.

$$\sigma_h = \sigma_s \left( 1 + \frac{\pi}{2} - \gamma \right). \quad (11)$$

Однако, если указанная зависимость с достаточной точностью описывает процесс деформации металла, то для описания воздействия на деформируемый сельскохозяйственный материал она мало пригодна. Для изучения процесса распределения нормальных напряжений, действующих на бобы, представим схему (рис. 1).

При действии бича деформируется не только зерновка боба, но и его оболочка, поэтому в зону деформации вовлекается материал больший, чем ширина бича. Для проведения теоретических исследований примем некоторые условия:

1. Боб деформируется по всем направлениям равномерно.
2. В основании деформированного участка лежит окружность радиусом  $R$ .

3. Сила деформации может быть представлена интегралом в полярных координатах.

4. Упругие свойства боба и малые деформации, исключающие повреждения боба, позволяют взять за основу зависимость, полученную Томленовым А.Д., внеся в нее соответствующие изменения. Судя по представленной схеме (рис. 1)

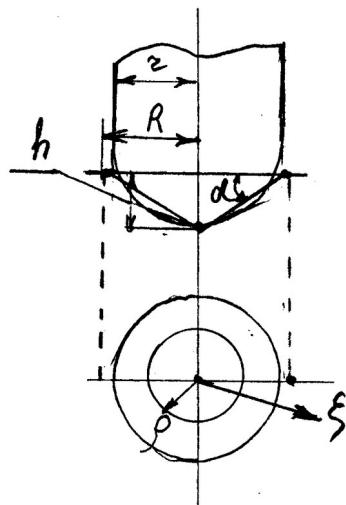


Рисунок 1 – Схема действия бича молотильного барабана на боб

$$\sigma_H = \sigma_S \left( 1 + \frac{\pi}{2} + \alpha \right). \quad (12)$$

Тогда сила, действующая на поверхности боба будет равна:

$$P_n = \iint_F \sigma_S \left( 1 + \frac{\pi}{2} + \alpha \right) \rho d\rho d\xi, \quad (13)$$

где  $\alpha$  – текущий угол, соответствующий изменению величины пластической деформации, рад;  $\rho$  – текущий радиус, м;  $\xi$  – текущий угол, рад.

Для определения напряжения  $\sigma_H$  через координаты точки проекции контакта выразим угол  $\alpha$ :

$$\operatorname{ctg} \alpha = \frac{\rho}{h},$$

отсюда

$$\alpha = \operatorname{arc ctg} = \frac{\rho}{h}, \quad (14)$$

где  $h$  – глубина деформации боба бичом.

$$\sigma_H = \sigma_S \left( 1 + \frac{\pi}{2} + \operatorname{arc ctg} \frac{\rho}{h} \right). \quad (15)$$

Тогда, если вернуться к зависимости (13), то можно записать:

$$P = \iint_F \sigma_S \left( 1 + \frac{\pi}{2} + \operatorname{arc ctg} \frac{\rho}{h} \right) \rho d\rho d\xi. \quad (16)$$

Полученное выражение необходимо проинтегрировать в пределах от  $\xi=0$  – при нулевом воздействии на боб, до  $\xi=2\pi$  – приложено какое-либо усилие. При этом  $\rho=0$  до  $\rho=r$  – максимальная толщина бича, м.

$$P = \int_0^r d\rho \int_0^{2\pi} \sigma_S \left( 1 + \frac{\pi}{2} + \operatorname{arc ctg} \frac{\rho}{h} \right) \rho d\xi. \quad (17)$$

Интегрируем полученное выражение по  $\xi$ , получим:

$$P = 2\pi \sigma_S \int_0^r \left( 1 + \frac{\pi}{2} + \operatorname{arc ctg} \frac{\rho}{h} \right) \rho d\rho, \quad (18)$$

а интегрируя по  $\rho$ , получим

$$P = \pi r^2 \sigma_S \left\{ 1 + \frac{\pi}{2} + \left[ \frac{1}{2} (r^2 + h^2) \operatorname{arc ctg} \frac{r}{h} + \frac{rk}{2} \right] \right\}. \quad (19)$$

В полученном выражении более удобной для расчетов может быть запись:

$$P = \pi r^2 \sigma_S \left\{ 1 + \frac{\pi}{2} + \left[ \frac{1}{2} (r^2 + h^2) \operatorname{arc ctg} \frac{r}{h} + \frac{rk}{2} \right] \right\}. \quad (20)$$

Полученная таким образом зависимость позволяет утверждать, что усилие, возникающее при взаимодействии бича с бобом в результате сжатия последнего зависит от напряжения разрушения зерновки, глубины деформации боба, а также параметров (в данном случае толщины) бича.

#### Библиографический список

1. Скворцов, А.К. Инерционные технологии обмолота зерновых и зернобобовых культур / А.К. Скворцов, В.Н. Павленко, С.В. Илинева. М. – Эк. вестник РАСХН. – № 6, 2007. – С. 6-7.

2. Павленко, В.Н. Технология и средства возделывания нута: Монография / В.Н. Павленко, Н.Ю. Петров, А.В. Мельников. – Волгоград, 2003.  
УДК 631.354.2

## РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

### GRAIN-HARVESTER COMBINES TECHNICAL SERVICE EFFICIENCY VALUE RESULTS

**А.И. Ряднов, профессор, О.А.Федорова, доцент,  
А.В. Захаров, инженер**

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**A.I. Ryadnov, O.A. Fedorova, A.V. Zakharov**

*Volgograd state agricultural academy*

Определены значения единичных и обобщенного показателей эффективности технического обслуживания зерноуборочных комбайнов при различной годовой наработке. Установлено, что система технического обслуживания «Дон-1500Б» в хозяйствах Нижнего Поволжья будет максимально эффективной при годовой нагрузке на один комбайн 600-700 га.

Under different annual working grain-harvester combines technical service efficiency individual and generalized data were determined. According to these data the technical service system «Don 1500B» will be the most effective in Volgograd region farming under annual load of 600-700 hectares on the combine.

**Ключевые слова:** зерноуборочный комбайн, техническое обслуживание, эффективность, наработка, показатели.

**Key words:** grain-harvester combines, technical service, efficiency, production, factors.

Оценку эффективности технического обслуживания (ТО) зерноуборочных комбайнов предлагается выполнять по единичным (частным) и обобщенному показателям.

Выбраны следующие единичные показатели:

- трудоемкость ТО,  $S_{TO}$ ;
- удельная трудоемкость ТО,  $S_{TOy}$ ;
- удельные затраты денежных средств на ТО,  $Z_{TO}$ ;
- коэффициент периодичности ТО,  $K_{п.}$ ;
- коэффициент полноты проведения ТО,  $K_{пп.}$ ;
- коэффициент оснащенности дилерских пунктов средствами ТО и текущего (полевого) ремонта,  $K_{oc.}$ ;
- коэффициент обеспеченности средств ТО и текущего (полевого) ремонта коэффициент обеспеченности дилерских пунктов топливно-смазочными материалами,  $K_{TCM.}$

- коэффициент обеспеченности запасными частями,  $K_{з.ч.}$ .

Следующий этап в оценке эффективности – выбор и оценка обобщенного показателя. Этот показатель является по сути комплексным критерием эффективности, поскольку при его использовании эффективность оценивается комплексно.

Выбран следующий обобщенный показатель эффективности  $K_{\vartheta\phi}$ :

$$K_{\vartheta\phi} = \frac{\sum_{i=1}^{i=m} \zeta_i f_i(W_i)}{\sum_{i=n}^{i=m+1} \zeta_i f_i(W_i)}, \quad (1)$$

где  $\zeta_i$  – шкалируемый коэффициент для функции эффективности единичного показателя  $W_i$ , удовлетворяющий условию:

$$\zeta_i > 0, \quad \sum_{i=1}^{i=m} \zeta_i = 1, \quad (2)$$

$f_i(W_i)$  – нормированная частная функция эффективности;  $0 \leq f_i(W_i) \leq 1$ ,  $i = 1, m$ .

При определении шкалируемого коэффициента  $\zeta_i$  и компенсации неоднородности частных показателей, их различного физического смысла и размерности использовали эквивалентное преобразование. Суть такого преобразования состоит в том, что определяют отношения фактических значений всех частных показателей эффективности  $W_i$  к соответствующим требуемым (или допустимым, или желаемым) значениям этих показателей  $W_i^{TP}$ . В этом случае шкалируемый коэффициент  $\zeta_i$  равен:

$$\zeta_i = \frac{\frac{W_i}{W_i^{TP}}}{\sum_{i=1}^{i=m} \frac{W_i}{W_i^{TP}}} \quad (3)$$

Оценка эффективности технического обслуживания зерноуборочных комбайнов по обобщенному показателю  $K_{\vartheta\phi}$  выполняется следующим образом:

1. При  $K_{\vartheta\phi} > 1$  эффективность применения системы технического обслуживания зерноуборочных комбайнов в рассматриваемом хозяйстве будет выше уровня, чем в хозяйстве-прототипе.

2. При  $K_{\varphi} = 1$  система технического обслуживания зерноуборочных комбайнов в рассматриваемом хозяйстве будет на уровне системы ТО хозяйства-прототипа и не имеет существенных преимуществ.

3. При  $K_{\varphi} < 1$  эффективность применения системы технического обслуживания зерноуборочных комбайнов в рассматриваемом хозяйстве будет ниже уровня, чем в хозяйстве-прототипе.

Для упрощения расчетов коэффициентов периодичности ТО –  $K_{\Pi}$ , полноты проведения ТО –  $K_{\Pi\Pi}$ , оснащенности дилерских пунктов средствами ТО и текущего (полевого) ремонта –  $K_{OC}$ , обеспеченности средств ТО и текущего (полевого) ремонта обслуживающим персоналом –  $K_{Op}$ , обеспеченности дилерских пунктов топливно-смазочными материалами –  $K_{TCM}$  нами использовалась методика их оценки в процентном выражении от нормативного значения, которое принято за 100 %.

При оценке коэффициента обеспеченности запасными частями –  $K_{3.ч}$  используется стоимостное их выражение. При этом не учитывается наименование узлов, агрегатов и деталей. Кроме того, на основе статистических данных по затратам на запасные части, приходящихся на один зерноуборочный комбайн от среднегодовой наработки, можно определить теоретическую зависимость  $Z_{3.ч} = f(J)$ . Данная зависимость позволяет оценить затраты на запасные части зерноуборочного комбайна при необходимой среднегодовой наработке.

Желаемые значения трудоемкости ТО можно принять равными минимальным значениям трудоемкости ТО при  $Z_{\Sigma} \rightarrow min$  при различной годовой наработке зерноуборочного комбайна.

Требуемое значение удельной трудоемкости зерноуборочного комбайна принято 12,1 руб./100 га.

За желаемые затраты денежных средств на одно техническое обслуживание можно принять минимальные, равные 4659 руб. при среднегодовой нагрузке 851 га. При этом учитываются нормативные годовые отчисления на все ТО ( $0,0176B_{cm.}$ ).

Требуемые затраты на запасные части можно принять минимальные – среднестатистические затраты на один зерноуборочный комбайн первого года эксплуатации, равные 11 000 рублей.

Фактические и требуемые значения единичных показателей эффективности представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения единичных показателей эффективности ТО

Показатель	Фактические значения показателей при годовой наработке					Требуемые (желаемые) значения
	169	485	645	791	851	
1 $S_{TO}$ , р.	25,06	17,23	16,44	17,36	19,57	13,9
2 $S_{TOy}$ , р./100га	19,3	13,2	13,4	14,18	16,1	12,1
3 $Z_{TO}$ , р.	18635	7454	3212	5324	4659	4659
4 $K_P$	81	93	91	87	76	100
5 $K_{PP}$	73	86	83	81	65	100
6 $K_{OC}$	68	79	78	76	78	100
7 $K_{OP}$	43	69	72	68	63	100
8 $K_{TCM}$	96	94	94	92	88	100
9 $K_{3,Ч}$	38 161	35 199	34 561	34 482	34 590	11 000

Зная значения каждого единичного показателя эффективности ТО для различной годовой наработке зерноуборочного комбайна, можно определить относительные показатели эффективности. Результаты расчетов  $K_i$  представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения относительных показателей  $K_i$

Показатель	Значения $K_i$ при годовой наработке				
	169	485	645	791	851
1 $S_{TO}$	1,80	1,24	1,18	1,25	1,41
2 $S_{TOy}$	1,60	1,09	1,11	1,17	1,33
3 $Z_{TO}$	4,00	1,60	1,33	1,14	1,00
4 $K_P$	0,81	0,93	0,91	0,87	0,76
5 $K_{PP}$	0,73	0,86	0,83	0,81	0,65
6 $K_{OC}$	0,68	0,79	0,78	0,76	0,78
7 $K_{OP}$	0,43	0,69	0,72	0,68	0,63
8 $K_{TCM}$	0,96	0,94	0,94	0,92	0,88
9 $K_{3,Ч}$	3,47	3,20	3,14	3,13	3,14

10	$\sum_{i=1}^{i=m} \frac{W_i}{W_i^{mp}}$	14,48	11,34	10,94	10,73	10,58
----	---	-------	-------	-------	-------	-------

Определив значения относительных показателей  $K_i$  каждого единичного показателя эффективности, рассчитали значения шкалируемых коэффициентов  $\zeta_i$  по зависимости (3) (табл. 3).

Таблица 3 – Значения шкалируемых коэффициентов  $\zeta_i$

Показатель	Значения $\zeta_i$ при годовой наработке				
	169	485	645	791	851
1 $S_{TO}$	0,124	0,109	0,108	0,116	0,133
2 $S_{TOy}$	0,110	0,096	0,101	0,109	0,126
3 $Z_{T.O.}$	0,276	0,141	0,122	0,106	0,095
4 $K_P$	0,056	0,082	0,083	0,081	0,072
5 $K_{PP}$	0,051	0,076	0,076	0,075	0,061
6 $K_{OC}$	0,047	0,070	0,071	0,072	0,073
7 $K_{OP}$	0,030	0,061	0,066	0,063	0,060
8 $K_{TCM}$	0,066	0,083	0,086	0,086	0,083
9 $K_{3.ч.}$	0,240	0,282	0,287	0,292	0,297

Во всех случаях годовой нагрузке на один зерноуборочный комбайн сумма шкалируемых коэффициентов равна 1.

Для расчета обобщенного показателя эффективности  $K_{\text{ЭФ}}$  необходимо определить место каждого единичного показателя в ранжированной последовательности, так как важность их влияния на обобщенный показатель в общем случае различна. В этом случае возникает необходимость расчета коэффициентов весомости каждого единичного показателя эффективности  $\gamma_i$ . Весомость единичных показателей можно определить по их относительной важности  $\alpha_i$ . При этом правомерно предположить, что значение  $\alpha_i$  для элемента  $k_i$  будет соответствовать коэффициенту относительной важности  $i$ -го единичного показателя эффективности.

Значения коэффициентов относительной важности единичных показателей эффективности определены методом экспертной оценки.

Рассматривая возможные варианты, пришли к следующему:

1. Так как  $\sum_{i=1}^{i=m} \alpha_i = 1$ , то при числе единичных показателей  $m > 1$

$\alpha_i \neq 1$  и  $\alpha_i \neq 0$ .

2. При  $\alpha_i \rightarrow 1$  влияние  $i$ -го единичного показателя эффективности на обобщенный должно усиливаться, а при  $\gamma_i \rightarrow 0$  – ослабляться.

3. При  $\alpha_i \rightarrow 0$  влияние  $i$ -го единичного показателя на обобщенный не должно полностью отвергаться.

Методом экспертной оценки определены коэффициенты относительной важности единичных показателей эффективности ТО зерноуборочных комбайнов «Дон-1500Б». Значения коэффициентов относительной важности  $\alpha_i$  представлены в таблице 4.

При определении нормированной частной функции эффективности предполагалось использовать условия достаточной общности, в соответствии с которыми нормированная функция эффективности для единичного показателя, имеющего первый ранг в ранжированной последовательности, равна 1. В связи с этим приведены коэффициенты относительной важности к условию достаточной общности. Приведенные значения коэффициентов важности названы коэффициентами весомости единичных показателей эффективности.

Расчетные значения коэффициентов весомости  $\gamma_i$ , полученные по результатам экспертной оценки, представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Значения коэффициентов относительной важности  $\alpha_i$   
и коэффициентов весомости  $\gamma_i$  единичных показателей

Единичный показатель	$S_{TO}$	$S_{TOy}$	$Z_{TO}$	$K_P$	$K_{PP}$	$K_{OC}$	$K_{OP}$	$K_{TCM}$	$K_{Z.C.}$
$\alpha_i$	0,200	0,19 3	0,19 0	0,05 6	0,083	0,01 6	0,018	0,12 1	0,12 3
Ранг	1	2	3	7	6	9	8	5	4
$\gamma_i$	Экс-перим.	1,000	0,96 5	0,95 0	0,28 0	0,415	0,08 0	0,090	0,60 5
	Теоретич.	0,908	0,85	0,77	0,33	0,44	0,15	0,23	0,56
									0,67

Полученные значения шкалируемых коэффициентов  $\zeta_i$  и коэффициентов весомости каждого единичного показателя  $\gamma_{i\text{теор.}}$  позволили рассчитать обобщенный показатель эффективности системы технического обслуживания для хозяйств, в которых годовая нагрузка на один зерноуборочный комбайн «Дон-1500Б» различна (таб. 5, рисунок).

Представленные в таблице 5 и на рисунке данные показывают, что система технического обслуживания зерноуборочных комбайнов «Дон-1500Б» в хозяйствах Нижнего Поволжья будет эффективной ( $K_{\text{ЭФ}} > 1$ ) при годовой нагрузке на один комбайн от 380 до 900 га, а максимально эффективной – при нагрузке 600-700 га.

Таблица 5 – Значения обобщенного коэффициента эффективности

Годовая нагрузка, га	169	485	645	791	851
$K_{\text{ЭФ}}$	0,604	1,109	1,177	1,162	1,066

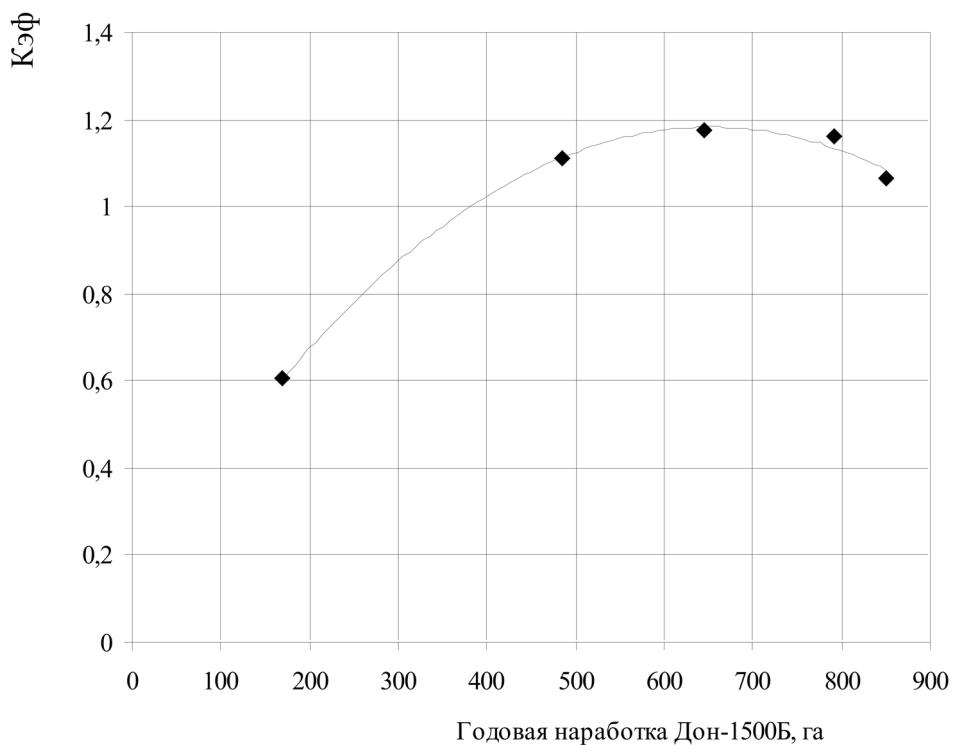


Рисунок – Зависимость обобщенного коэффициента  
эффективности ТО зерноуборочных комбайнов от годовой наработки  
УДК 621.869

### ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОГРУЗОЧНЫМИ МАНИПУЛЯТОРАМИ

#### ELEKTROGIDRAVLICHESKAYA MANAGERIAL SYSTEM LOADING MANIPULATOR

**В.И. Пындак, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,**

**Н.В. Кривельская, кандидат технических наук, доцент**

**И.А. Ляпкосова, кандидат технических наук, доцент**

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**V.I. Pyndak, N.V. Kriveliskaya, I.A. Lyapkosova**

*Volgograd state agricultural academy*

Рассматривается усовершенствованная схема и принцип действия автоматизированной электрогидравлической системы управления погрузочными манипуляторами.

It is considered advanced scheme and principle of the action automated elektrogidravlichkoy managerial system loading manipulator.

**Ключевые слова:** манипуляторы, схема, система, управление, электродвигатель.

**Key words:** manipulator's, scheme, system, management, electric motor.

Погрузочные манипуляторы требуют регулирования скорости перемещения рабочего (грузозахватного) органа. В грузоподъёмных средствах с электроприводом обычно применяют асинхронные электродвигатели повышенного скольжения (серии АС и АОС), с повышенным пусковым моментом (АП и АОП) и двигатели с фазным ротором (АК и АОК) [1]. Однако подобные двигатели обеспечивают в основном «растянутый» пуск, воспринимают перегрузки при разгоне и торможении системы.

Для регулирования рекомендуются коллекторные электродвигатели постоянного тока [2]. Но необходимость в постоянном токе существенно ограничивает область применения грузоподъёмных средств с электроприводом.

Коллекторный электродвигатель с последовательным возбуждением может работать и на переменном токе [3]. Однако серийные коллекторные электродвигатели переменного тока – в случае их регулирования – имеют серийные недостатки: искрение на коллекторах, повышение тока на обмотке и её перегрев, снижение КПД.

Усовершенствованная нами система управления устраниет эти недостатки. Рассмотрим перспективную электрогидравлическую систему управления погрузочным манипулятором [4].

Манипулятор (рис. 1) содержит шарнирно-стержневую коренную секцию 1, смонтированную на опорно-поворотном устройстве 2, и рукоять 3 с грузозахватным органом. Объектами управления являются гидроцилиндры 4 и 5 пространственного приводного механизма (для подъёма и поворота стрелы) и параллельные гидроцилиндры 6 вертикального поворота рукояти. Здесь также формируется целенаправленный замкнутый силовой поток, проходящий, в частности, через специальный шарнир 7 и замыкаемый на основании посредством опорно-поворотного устройства 2 и шарниров 8 с двумя степенями свободы.

В данной системе запорно-распределительные устройства выполнены в виде электроуправляемых двухпозиционных кранов 9-12, которые сгруппированы в функциональные блоки 13 и 14. В каждом блоке

размещены два крана с гидравлическими и электрическими коммуникациями; общее число блоков равно шести. Таким образом, для каждого гидроцилиндра предусмотрено два блока и четыре электроуправляемых крана. Блоки и краны унифицированы между собой.

Принцип управления манипулятором покажем на примере задействования одного из гидроцилиндров 4 приводного механизма. С помощью выносного электрического пульта управления 15 нажатием одной кнопки подаётся электрический сигнал на электрические элементы двух электроуправляемых двухпозиционных кранов (в данном случае кранов 9 и 12, крестообразно электрически связанных между собой линий 16). Краны 9 и 12 находятся в разных функциональных блоках 13 и 14, т. е. действуют оба блока.

Элементы включения каждой пары электроуправляемых кранов блокированы с цепью управления электродвигателем 17 – через тиристорный регулятор частоты вращения 18 и обмотку возбуждения 19. Вследствие этого включение любой кнопки на пульте управления является сигналом для запуска двигателя. Последний приводит во вращение гидронасос 20, который забирает рабочую жидкость из бака и нагнетает её в канал 21 (на рис. 1 нагнетание и слив обозначены Н и С). Откуда жидкость по гидролинии 22 поступает в открытый кран 9 блока 13 и далее по гидролинии 23 нагнетается в штоковую полость гидроцилиндра 4, вызывая перемещение штока с поршнем.

Из поршневой полости этого цилиндра по гидролинии 24 жидкость, минуя закрытый кран 10, поступает в гидролинию 25, в открытый кран 12 блока 14 и посредством гидролинии 26 сбрасывается в сливной канал 27, оттуда – в бак. Для перемещения поршня со штоком в противоположную сторону включают другую кнопку управления и действуют сдублированную электролинией 28 другую пару электроуправляемых кранов 11 и 10. Работа манипулятора сопровождается технологическим варьированием скорости перемещения штоков гидроцилиндров, что, в свою очередь, достигается изменением производительности насоса, при этом первичным регулятором этого процесса является изменение частоты вращения электродвигателя. Для этого коллекторный электродвигатель переменного тока выполнен с последовательным возбуждением и не имеет стабилизированной частоты вращения. Цепь управления электродвигателем снабжена также переменным сопротивлением 30, которое встроено в выносной электрический пульт 15 и функциони-

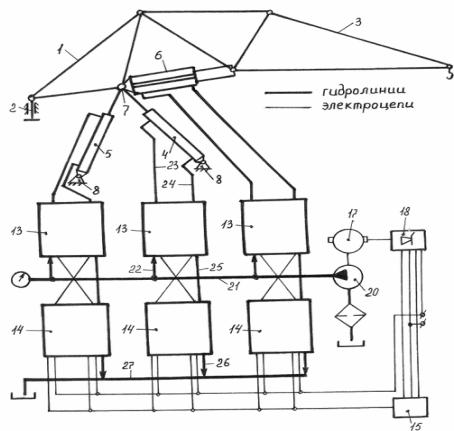
рует во взаимодействии с тиристорным регулятором частоты вращения 18.

Благодаря нашим усовершенствованиям тиристорной схемы регулирования двигателя, достигнута стабильная и эффективная работа системы, в том числе автоматизированное регулирование в зависимости от внешней нагрузки, постоянство напряжения, запуск под нагрузкой и т.п.

Тиристор имеет два состояния: он открыт или закрыт – работает в режиме ключа, вследствие чего у него потребление мощности мизерное. Тиристор открывается и закрывается лавинообразно (мгновенно). Ток двигателя регулируется отпиранием и запиранием тиристора 100 раз в секунду (каждой полуволны), при этом происходит уменьшение тока до минимального значения со временем. Форма тока при тиристорном регулировании отличается от синусоиды, что делает невозможным применение других машин переменного или постоянного тока.

В крупномасштабной модели шарнирно-стержневого гидроманипулятора применён коллекторный электродвигатель переменного тока номинальной мощности 0,45 кВт, напряжением 250 В и номинальной частоты вращения 1450 мин<sup>-1</sup>. На рис. 2, а представлена взаимосвязь (по данным экспериментов) частоты вращения  $n$ , силы тока  $I$  в обмотках якоря и момента нагрузки  $T$ , из которой следует, что по мере увеличения момента возможность автоматического регулирования частоты  $n$  снижается.

Модель манипулятора испытывали с грузом на крюке  $m = 5-20$  кг. Для построения нагрузочных характеристик двигателя в составе модели записали значения силы тока  $I$  на якоре, частоты  $n$  и момента  $T$  при нагрузке на крюке – массе  $m$  груза, а также без груза.



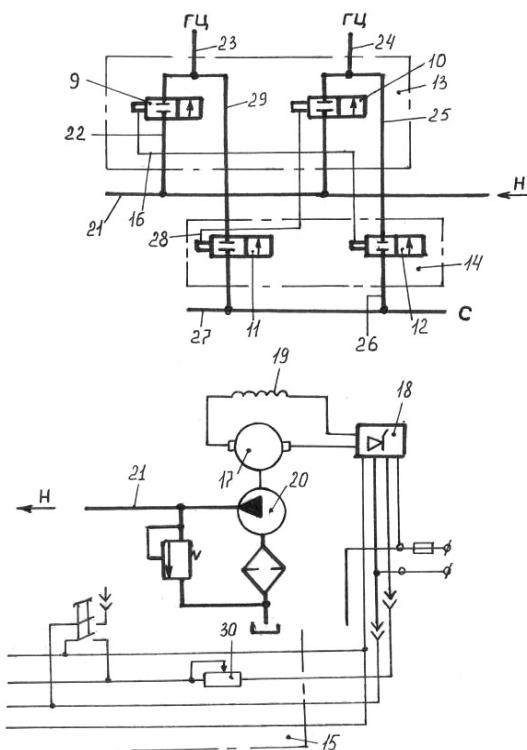


Рисунок 1 – Блок-схема управления манипуляторов

Пользуясь графиками на рис. 2 и зная момент  $T$  (рис. 2, а) и соответствующую силу тока  $I$  на якоре (рис. 2, б), можно определить частоту вращения  $n$  двигателя при известной массе  $m$  груза. В зависимости от массы  $m$  и углов  $\varphi$  определяется скорость  $v$  подъёма груза (рис. 2, в). При функционировании двигателя и модели манипулятора эти характеристики получаются автоматически. В пределах их диапазона, при ручном регулировании, возможны другие характеристики. При выходе за достигнутый диапазон двигатель перегружается, но тиристорная схема регулирования удерживает систему в указанном диапазоне.

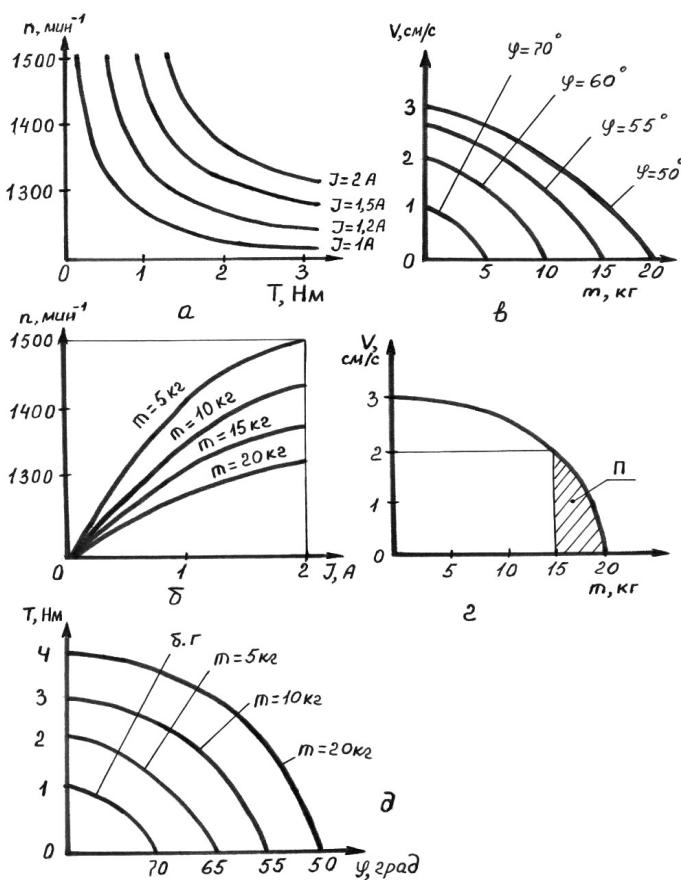


Рисунок 2 – Нагрузочные характеристики электродвигателя  
при работе манипулятора

Тиристорная схема сочетается с электрогидравлической системой управления и блокирована с нею – включение двигателя и соответствующих электрокранов происходит одновременно. Это означает, что двигатель практически не работает на холостом ходу и допускает запуск под нагрузкой. Управление манипулятором с выносного электрического пульта – это ещё одно преимущество системы.

Тиристоры потребляют мизерную энергию, долговечны и миниатюрны. Вся система регулирования малогабаритна и компактна. Схема характеризуется также существенным снижением силы тока в обмотках якоря, что предотвращает искрение и перегрев двигателя, снижает элек-

тропотребление. Двигатель работает в экономичном режиме почти постоянной мощности.

Благодаря этому, предложенная оригинальная схема регулирования способствует энергосбережению и улучшению эксплуатационно-технологических показателей погрузочных манипуляторов.

#### Библиографический список

1. Александров, М. П. Подъёмно-транспортные машины: учебник для вузов. – Изд. 5-е, перераб. и доп. / М.П. Александров. – М.: Высш. шк., 1979. – 558 с.
2. Забокрицкий, Е.И. Справочник по наладке электроустановок и электроавтоматики / Е.И. Забокрицкий, Б.А. Холодовский, А.И. Митченко. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – Киев: Наукова думка, 1985. – 702 с.
3. Кацман, М.М. Электрические машины и электропривод автоматических устройств / М.М. Кацман. – М.: Высш. шк., 1987. – 335 с.
4. Кривельская, Н.В. Совершенствование сельскохозяйственных шарнирно-стержневых гидроманипуляторов с пространственным приводным механизмом: Дис. ... канд. техн. наук / ВГСХА. – Волгоград, 2004. – 196 с.

## БЕЗОПАСНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГРУЗОПОДЪЁМНЫХ КРАНОВ

### EXPLOITATION SAFETY OF CLIMBING GRANES

Г.Г. Сучок, кандидат педагогических наук, доцент  
ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия

G.G. Sutchok

Volgograd state agricultural academy

В данной статье разработаны правила устройства и безопасной эксплуатации грузо-подъёмных кранов. Периодичность освидетельствования подъёмных механизмов. Проверка технического состояния отдельных узлов и деталей.

In given article is rules of arrangement and climbing cranes safe exploitation are worked out. Periodicity of the lifting mechanism examination. Checking the technical condition of the separate nodes and details.

**Ключевые слова:** грузоподъёмность, периодичность, кран-балка, выбраковка, шаг свивки.

**Key words:** carrying capacity, periodicity, cathead, rejection, lay.

С целью гарантирования безопасности работающего и обеспечения нормальных условий труда Госгортехнадзором разработаны «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов». Эти правила являются обязательными для всех предприятий народного хозяйства. Согласно им все грузоподъемные механизмы проходят периодическое освидетельствование:

- частичное – не реже чем через 12 месяцев;
- полное – не реже одного раза в 3 года.

Кроме периодического освидетельствования подъемные механизмы могут подвергаться внеочередному полному освидетельствованию после:

- капитального ремонта;
- реконструкции грузоподъемной машины;
- смены канатов (цепей) крюка;
- переноса механизмов на новое место.

При полном техническом освидетельствовании грузоподъемный механизм подвергается:

- осмотру;
- статическому испытанию;
- динамическому испытанию.

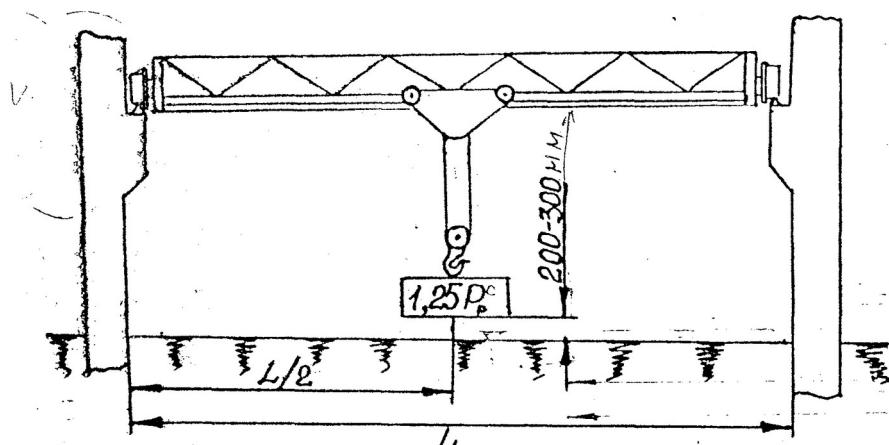
При частичном техническом освидетельствовании производится только осмотр, а статическое и динамическое испытания не производятся.

При осмотре проверяется техническое состояние металлоконструкций (качество и надежность болтовых, заклепочных и сварочных соединений – канатов, цепей, осей, блоков, крюка, захватных приспособлений и т.д.). Существуют определенные нормы, которые позволяют визуально оценить годность проверяемого объекта к дальнейшей эксплуатации.

Выбраковку находившихся в работе стальных канатов (тросов) производят по числу обрывов проволок по длине одного шага свивки.

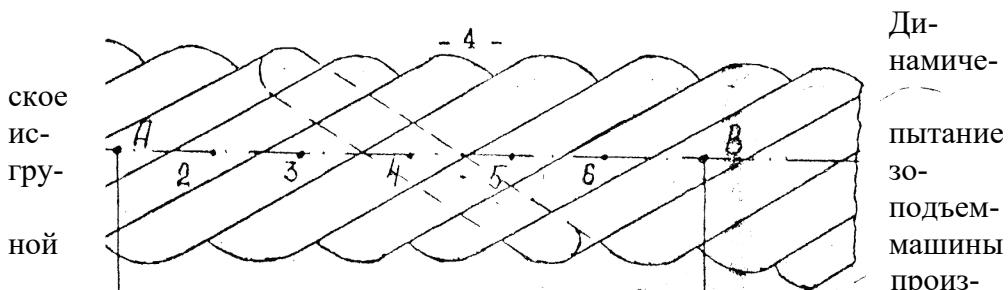
При испытании проводится проверка прочности и работоспособности всех элементов грузоподъемной конструкции путем последовательного приложения статической и динамической нагрузки.

Статическое испытание грузоподъемной машины производится нагрузкой, на 25 % превышающей её грузоподъемность. Кран устанав-



ливается над опорами крановых путей, его тележка в положение, отвечающее наибольшему прогибу. Контрольный груз поднимается на высоту 200-300 мм с последующей выдержкой в таком положении в течение 10 мин. (рис. 1). По истечении 10 мин. груз опускается, затем проверяется отсутствие остаточной деформации моста крана. Наличие остаточной деформации моста крана после снятия нагрузки, а также превышение допустимой стрелы прогиба является выбраковочным признаком. Эксплуатация такой кран-балки разрешается только после выявления и устранения причин этих отклонений.

Рисунок 1 – Схема статического испытания крана



водится грузом, на 10 % превышающим грузоподъемность машины, и имеет целью проверку действия механизмов в грузоподъемной машине и их тормозов. Динамическое испытание допускается производить рабочим грузом. При динамическом испытании производится повторный подъем и опускание груза, а также проверка действия всех других механизмов грузоподъемной машины.

*Браковка стальных канатов.* Браковка находящихся в работе стальных канатов (тросов) производится по числу обрывов проволок на длине одного шага свивки.

Шаг свивки каната определяется следующим образом. На поверхности какой-либо пряди наносят метку (точку А, рис. 2), от которой отсчитывают вдоль центральной оси каната столько прядей, сколько их имеется в сечении каната и на следующей после последней пряди наносят вторую метку (точку В). Расстояние между метками (А и В) принимается за шаг свивки каната.

Пример расчета шага свивки для 6-ти прядного каната (рис. 2).

Грузоподъемные машины, предназначенные для работы в помещениях и наружных установках, в которых может образоваться взрывоопасная среда, должны изготавляться по проекту, выполненному по техническому заданию на проектирование в соответствии с Правилами устройства электроустановок.

Рисунок 2 – Схема измерения шага свивки каната

УДК 635

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
И ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ  
КОРНЕПЛОДОВ НА СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ  
ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

**MATHEMATICAL MODELING AND WATER-SAVING UP MODE  
OF AN IRRIGATION OF RED BEET ON LIGHT-BROWN  
GROUNDS THE VOLGOGRAD AREA**

**Е.В. Мелихова, кандидат технических наук**

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**E.V. Melihova**

*Volgograd state agricultural academy*

В статье с использованием математического моделирования разработан водосбере-регающий режим при капельном орошении столовой свеклы на светло-каштановых почвах. Учитывая водно-физические свойства почвы, получены параметры контура увлажнения для столовой свеклы. Показана возможность получения запланированных урожаев при различных уровнях минерального питания.

In article with use of mathematical modeling it is developed a water keeping mode at a drop irrigation of a dining room of beet on light-brown grounds. Taking into account physical properties of ground, parameters of a contour of humidifying for a dining room of beet are received. The opportunity reception of the planned crops is shown at various levels of a mineral feed.

**Ключевые слова:** математическое моделирование, водосбере-регающий режим, капельное орошение, контур увлажнения, свекла столовая.

**Key words:** mathematical modeling, a water keeping, drop irrigation, contour of humidifying, room of beet.

В настоящее время получаю развитие высокотехнологичные ре-сурсосберегающие технологии орошения. При капельном орошении вода поступает непосредственно в корневую систему растений, обеспечивая оптимальное увлажнение только того объема почвы, где сосредоточено наибольшее количество корней растений. Капельное орошение для возделывания сельскохозяйственных культур во второй половине лета в условиях Юга России, когда величина осадков практически равна нулю и посадка культур в данных условиях экономически неоправдана, явля-ется альтернативным вариантом одного из путей рационального исполь-зования природных ресурсов.

Возделывание корнеплодов при капельном орошении при экстремальных климатических условиях Нижнего Поволжья обеспечит сохранение плодородия, предотвратит иссушение почв агроландшафтов, создаст условия накопления азота в почве, продуктивность пашни значительно возрастет. В то же время, остается неизученным вопрос режима орошения столовых сортов свеклы при капельном орошении. Поэтому разработка режимов орошения столовых сортов свеклы является актуальной проблемой.

Целью исследования было обоснование и разработка водосберегающих режимов при капельном орошении столовой свеклы на светло-каштановых почвах, за счет дифференциации глубины увлажняемого слоя при поливах в период вегетации свеклы при капельном орошении, с различным уровнем минерального питания, а также получение запланированных урожаев с рациональным использованием материальных и энергетических ресурсов. Учитывая водно-физические свойства почвы, мы хотели получить параметры контура увлажнения для столовой свеклы.

Объектом исследования был выбран сорт столовой свеклы «Детройт неро», возделываемый на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья. Исследования проводились в соответствии с требованиями общепринятых методик, стандартов и программ, разработанных РАСХН, ВНИИГиМ, ВНИИОЗ. Результаты полевых исследований обрабатывались на ПЭВМ с применением методов математической статистики и компьютерного моделирования.

Обоснование параметров режима орошения было проведено на основе математического моделирования. В работах С.Н. Новосельского рассматривается математическая модель влагопереноса, которая описывается следующим уравнением:

$$\frac{\partial W}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( k_x \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( k_y \frac{\partial H}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( k_z \frac{\partial H}{\partial z} \right) + I_u - I_k, \quad (1)$$

где  $k_x, k_y, k_z$  – коэффициенты влагопроводности вдоль осей  $x, y, z$ ;  $I_u, I_k$  – интенсивность источников влагопоступления и влагоотбора корнями растения соответственно.

Функция  $I_u$  определяется геометрией увлажнителей, их положением в пространстве и режимом водоподачи. Если источники – пористые и проницаемые сферы исчезающего малого радиуса, то

$$I_u = \sum_{i=1}^{N_i} Q_i(t) \delta(x - x_i) \cdot \delta(y - y_i) \cdot \delta(z - z_i), \quad (2)$$

где  $x_i, y_i, z_i$  – координаты  $i$ -го источника;  $Q_i(t)$  – его расход;  $\delta$  - дельта функция Дирака;  $N_i$  – число точечных источников.

Основными параметрами контура увлажнения являются высота и ширина (рис. 2).

Таким образом, используя встроенные функции Mathcad [3], было получено численное решение дифференциального уравнения влагопреноса в частных производных (рис.1). Для практического инженерного использования описанной выше методики нами предложено аппроксимирующее выражение вида:

$$F(x,y) = \cos(\pi Ax) + i \cdot \sin(\pi By), \quad (3)$$

где A, B – параметры, характеризующие контур увлажнения, i – мнимая единица.

Классической формулой для определения поливной нормы является зависимость А.Н. Костякова:

$$m = 100 \cdot \gamma \cdot H (\beta_{HB} - \beta_{PP}), \quad (4)$$

где m – поливная норма,  $m^3/га$ ; H – глубина расчетного слоя почвы, м;  $\gamma$  – плотность расчетного слоя почвы,  $m/m^3$ ;  $\beta_{HB} - \beta_{PP}$  – наименьшей и предполивной влагоёмкости расчетного слоя, %

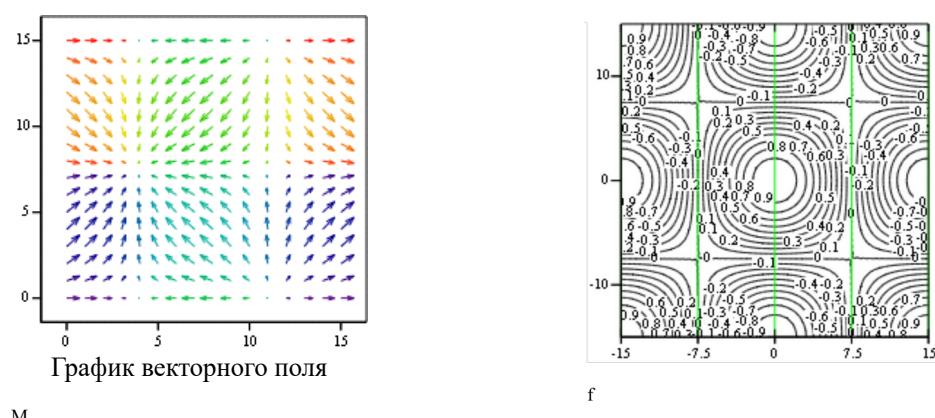


Рисунок 1 – Поле поверхностного натяжения воды.

#### График контура увлажнения

Расчёт по формуле (4) даёт увеличенное значение поливной нормы, что приводит к нерациональному использованию водных ресурсов.

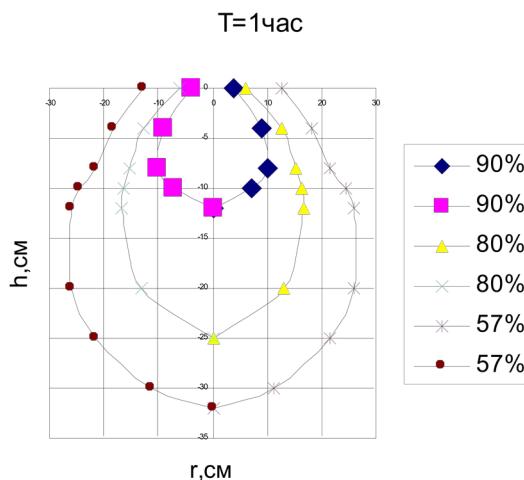


Рисунок 2 – Распространение влажности почвы в контурах, % от НВ

При методике расчета поливной нормы для дифференциации глубины увлажняемого слоя предлагается определять поливную норму с учётом эллипсовидной формы образуемого в результате полива контура увлажнения. Объём эллипсоида считается по формуле:

$$V = \frac{11}{3} \cdot \pi \cdot H \cdot R , \quad (5)$$

где  $H$  – расчетная глубина увлажняемого почвы, считая от поверхности земли, м;  $R$  – наибольший радиус увлажнения почвогрунта, м.

Подставляя данное выражение в формулу А.Н. Костякова, получаем выражение:

$$m = 0,12 \cdot H \cdot R \cdot \gamma_{ob} \cdot (\beta_{HB} - \beta_{PP}) . \quad (6)$$

Значение поливной нормы при капельном орошении с учётом эллипсовидной формы контура увлажнения определяют следующим образом:

$$m = 11,5 \cdot H \cdot R \cdot \gamma_{ob} \cdot (\beta_{HB} - \beta_{PP}) , \quad (7)$$

где  $H$  – расчётная глубина увлажняемого слоя почвы, м;  $R$  – радиус увлажнения, м;  $\gamma_{ob}$  – объёмная масса,  $t/m^3$ ; 11,5 – коэффициент, полученный в результате действий  $11\pi/3$ .

Математическая обработка экспериментальных данных показала (рис. 2), что радиус контура увлажнения коррелируется с глубиной увлажнения по формуле:

$$R=0,431H \quad (8)$$

Подставив выражение (8) в формулу (7) получим:

$$m = 4,96 \cdot H^2 \cdot \gamma_{ob} \cdot (\beta_{HB} - \beta_{PP}) \cdot n, \quad (9)$$

где  $m$  – значение поливной нормы, л/га;  $n$  – количество капельниц на га.

Умножив полученное выражение на количество капельниц, получаем формулу для вычисления поливной нормы:

$$m = 96,36H^2\gamma_{ob} \cdot (\beta_{HB} - \beta_{PP}) \quad (10)$$

Расчёты по формуле (10) для различной глубины увлажнения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение величин поливной нормы  
по различным формулам

Глубина прома- чивания, м	Величина полив- ной нормы, м <sup>3</sup> /га		Расчетная формула
	70 % HB	85 % HB	
0,2	195	98	$m = 100 \cdot \gamma \cdot H(\beta_{HB} - \beta_{PP})$
0,3	283	150	
0,4	340	170	
0,5	423	211	
0,2	88	44	$m = 100 \cdot h \alpha \frac{K_k}{(2,0-2,0K_k+K_k^2)^{0,5}} (\beta_{HB} - \beta_{PP})$
0,3	190	95	
0,4	267	134	
0,5	378	189	
0,2	32	14	$m = 96,36H^2\gamma_{ob} \cdot (\beta_{HB} - \beta_{PP})$
0,3	67	34	
0,4	108	47	
0,5	168	84	

Для сравнения значения поливной нормы, рассчитанной по формуле, предложенной нами в таблице 1, представлены различные зависимости поливной нормы при капельном орошении и формулы, принятой за основу.

$$m = 100 \cdot h \alpha \frac{K_k}{(2,0-2,0K_k+K_k^2)^{0,5}} (\beta_{HB} - \beta_{PP}), \quad (11)$$

где  $\alpha$  – объёмная масса расчётного слоя почвы, т/м<sup>3</sup>;  $K_k$  – увлажняющий участок, выраженный в частях от площади питания растения.

Поливные нормы, найденные по формуле (10), для различных порогов начальной влажности почв опытного участка и глубины увлажняемого слоя составили 14-168 м<sup>3</sup>/га в зависимости от глубины увлажняемого слоя (табл. 1). Сравнение полученных значений величины поливной нормы с вычисленными по формулам (4) и (10) показало, что назначение режима орошения с использованием выведенной зависимости (10) для определения величины поливной нормы при капельном орошении, учитывающей пространственную форму области увлажнения почвы, приводит к более экономичному использованию оросительной воды. При этом величина поливной нормы по вычислению с формулой А.Н. Костякова уменьшается в 3,6-7 раза, а с формулой (11) – в 2,2-3,2 раза меньше.

Производственная проверка результатов исследования проведена в СПК «Луч» Городищенского района Волгоградской области в 2007 г.

Таким образом, при проведении полевых исследований нами был принят режим орошения столовой свеклы, рассчитанный на основе формулы (10), предложенной нами для определения поливной нормы при капельном орошении.

Продолжительность межполивного периода в полевых условиях определялась по изменению влаги в контурах увлажнения от начала полива. На рисунке 2 приведены графики – фигуры, ограниченные криволинейной поверхностью с определённой влажностью почвы в определённый момент времени.

Исследования проводились в 2003-2005 гг. на орошаемых землях Городищенского района Волгоградской области. Климат, где проводились опыты, характеризуется континентальностью, засушливостью, отличается изменчивостью. Весна короткая, сухая, лето жаркое и сухое. Количество осадков в этот период составляет 175-320 мм, а испаряемость – 895-1054 мм. Зима холодная, малоснежная. Незначительное количество зимних и весенне-летних осадков, высокая испаряемость, летом превышающая в 4-5 раз сумму выпавших атмосферных осадков, приводит к дефициту почвенной влаги. Поэтому устойчивые урожаи сельскохозяйственных культур, в том числе и столовой свеклы, можно получать в этом регионе только при орошении.

Почвенный покров опытного участка представлен средне- и тяжелосуглинистыми светло-каштановыми почвами. Обеспеченность азотом низкая, фосфором – средняя и калием – высокая. Плотность сложения почвы в слое 0,2 м – 1,24 г/см<sup>3</sup>, наименьшая влагоемкость – 26,3 % от массы сухой почвы. В слое 0,3 м: плотность – 1,30 г/см<sup>3</sup>, наименьшая влагоемкость – 24,2 %. В слое 0,4 м соответственно 1,32 г/см<sup>3</sup> и 21,5 %. В слое 0,5 м: плотность – 1,33 г/см<sup>3</sup>, наименьшая влагоемкость – 21,2 %.

Предшественник – поле, занятное луком. Посев двухстрочный, расстояние между лентами 0,6 м, между семенами – 5-6 см и 8 см между строками. Норма высева – 60 кг/га. Посев производился в первой декаде июня.

Для установления действия факторов, характера и величины их взаимодействия при совместном применении были заложены полевые опыты по двухфакторной схеме и включали следующие схемы вариантов: водного режима почвы (фактор А), минерального питания (фактор В)

Варианты опыта по фактору А:

A1 – глубина промачивания – 0,5 м при 85 % НВ.

A2 – глубина промачивания – 0,3 м при 85 % НВ;

A3 – глубина промачивания – 0,3-0,5 м при 85 % НВ;

A4 – глубина промачивания 0-0,2-0,3-0,5 м при 85 % НВ.

До всходов по режиму орошения принят активный слой почвы 0,2 м, которому соответствует поливная норма 14 м<sup>3</sup>/га. От всходов до технической спелости поливная норма, в зависимости от варианта, равна 14-84 м<sup>3</sup>/га при 85 % НВ по всем вариантам и с момента технической спелости до уборки – от 32 до 168 м<sup>3</sup>/га при 70 % НВ по всем вариантам.

По всем вариантам при технической спелости и до уборки урожая наименьший предполивной порог влажности был равен 70 % НВ.

По вариантам минерального питания (фактору В) получение запланированного урожая обеспечивалось внесением минеральных удобрений:

B0 – без удобрения,

B1 – N<sub>80</sub>P<sub>60</sub>K<sub>40</sub>;

B2 – N<sub>120</sub>P<sub>100</sub>K<sub>80</sub>;

B3 – N<sub>140</sub>P<sub>120</sub>K<sub>100</sub>.

На величину оросительной воды существенное влияние, в независимости от метеорологических условий года, оказывал вариант глубины увлажняемого слоя. В варианте 0-0,3 м доля оросительной воды на 15-20 % ниже по сравнению с вариантом 0,3-0,5 м, и эта закономер-

ность прослеживается по всем годам исследования. Во всех вариантах суммарное водопотребление было в пределах 6000 м<sup>3</sup>/га и равнялось в среднем от 5795 м<sup>3</sup>/га до 6420 м<sup>3</sup>/га. Участие естественных запасов почвенной влаги сложилось на уровне 6-7 %.

При капельном орошении поливная вода из напорного трубопровода подавалась в ёмкость, а затем с помощью насоса и фильтров очистки, через систему магистральных гибких шлангов попадала в тонкие рядковые поливные трубы со встроенными в них капельницами [4].

Посев столовой свеклы двусторочный, расстояние между лентами 0,6 м, между семенами – 5-6 см и 8 см между строками. Поливные трубы укладываются между строчками после культивации между рядами. На одну капельницу приходится 6-8 корнеплодов столовой свеклы. За 1 час через одну капельницу выливается 4 л. Норма полива выдерживается за счет поддержания определенного уровня давления на контрольном приборе, установленном на насосе. Установка капельниц на трубопроводах через 0,20 м обеспечивала смыкание контуров увлажнения ниже поверхности почвы, в результате чего коэффициент увлажнения находился в пределах 0,75-0,85.

Таблица 2 – Режим капельного орошения столовой свеклы  
в открытом грунте в слое 0,2-0,3-0,5 м (в среднем за три года)

Периоды	Колич. полов, шт	Поливная норма		Оросительная норма		Сред- ний рас- ход капель- ниц, л/ч	Продо- лжи- тель- ность полив- а, ч
		л/м <sup>2</sup>	м <sup>3</sup> /га	л/м <sup>2</sup>	м <sup>3</sup> /га		
Влажность почвы в контуре увлажнения НВ							
Июнь	22	4,4	43,6*	96,8	965,8	9,0	1,25
Июль	30	4,4	43,9*	132,0	1090,0	12,0	3,0
Август	25	4,4	44,2*	110,0	1326,0	14,7	3,68
Сентябрь	10	4,9	49,0*	49,0	490,0	11,3	2,83
За оро- ситель- ный пе- риод	87	25,7	55,2	336,3	3871,8	11,75	10,76

\*) – средняя дифференцированная поливная норма эффективного варианта орошения: для слоя 0,2 м – 84 м<sup>3</sup>/га; 0,3 м – 34 м<sup>3</sup>/га, 0,5 – 84 м<sup>3</sup>/га; полученная по формуле  $(n_1m_1+n_2m_2)/(n_1+n_2)$ .

При капельном орошении, с учётом расчетных поливных норм, был разработан режим орошения, представленный на таблице 2. По-

ливы назначались в среднем 3 и 4 раза в неделю. При выпадении осадков более 10 мм, очередной полив переносился на более поздний срок.

Расход оросительной воды на единицу продукции при капельном орошении был в 2,0-3,0 раза меньше, чем при дождевании. Общий расход воды полем, занятым корнеплодами, при капельном орошении был более эффективным и рациональным. Суммарное водопотребление при капельном орошении было на 15,0-20,0 % меньше, а коэффициенты водопотребления на 70-80 м<sup>3</sup>/т меньше, чем при дождевании (табл. 3).

Таблица 3 – Водный баланс, водопотребление и показатели  
рационального и эффективного использования водных  
ресурсов столовой свеклы

Статьи водного баланса, показатели	Размерности	Капельное орошение	Дождевание
Вода, используемая из расчетного слоя почвы	м <sup>3</sup> /га	407	407
Осадки	м <sup>3</sup> /га	1327	1327
Поливы	м <sup>3</sup> /га	3363,0	4416
Суммарное водопотребление	м <sup>3</sup> /га	5097,0	6150,0
Среднесуточное водопотребление	м <sup>3</sup> /(га·сут.)	39,2	47,3
Коэффициент водопотребления	м <sup>3</sup> /т	212,4	292,9
Расход оросительной воды на единицу продукции	м <sup>3</sup> /т	140,1	210,3
Экономия оросительной воды	м <sup>3</sup> /га	624	-
Урожайность	т/га	24	21

В то же время дополнительное количество поливов, расход оросительной воды, энергии и труда не обеспечивает дальнейшего прогресса.

сивного роста урожайности свеклы. При капельном орошении и влажности почвы 75-85 % НВ урожайность возросла в среднем на 2,2 т/га или на 9,9 % в сравнении с дождеванием (табл. 4).

Сравнивая коэффициент водопотребления в вариантах, можно сделать следующие выводы. Самый низкий коэффициент водопотребления был при варианте минерального питания  $N_{140}P_{120}K_{100}$  и изменялся в зависимости от года от 91,6 до 97,5 м<sup>3</sup>/т, в среднем – 94,3 м<sup>3</sup>/т, а самый высокий – 357-305 м<sup>3</sup>/т.

Таблица 4 – Средняя урожайность столовой свеклы, т /га

Варианты орошения (фактор А)		Варианты минерального питания			
		B0	B1	B2	B3
Дождевание	0-0,5	18,2	31,6	46,1	54,9
	0-0,3	19,5	32,6	48,0	58,4
	0,3-0,5	20,7	33,9	52,6	62,6
	0,2-0,3-0,5	21,0	35,2	53,2	63,2
Капельное орошение	0-0,5	19,5	31,7	50,1	57,7
	0-0,3	20,6	35,6	55,4	60,2
	0,3-0,5	21,7	37,9	57,3	65,7
	0,2-0,3-0,5	24,5	39,8	59,5	66,7

В зависимости от глубины увлажняемого слоя наименьшее значение коэффициент водопотребления принимал в варианте 0,2-0,3-0,5 м, и значение его возрастает соответственно в вариантах 0,3-0,5; 0-0,3; 0-0,5 м.

Рациональным и эффективным следует считать режим капельного орошения с поддержанием влажности почвы в пределах 70-85 % НВ.

На фоне естественного плодородия урожайность корнеплодов столовой свеклы равняется 18,2-21,7 т/га. С внесением  $N_{80}P_{60}K_{40}$  форми-

рование урожайности на уровне 30 т/га обеспечивается во всех вариантах глубины увлажняемого слоя и достигает 35,2 т/га при дождевании и 39,8 т/га – при капельном орошении.

Получение урожайности 50 т/га на фоне  $N_{120}P_{100}K_{80}$  обеспечивается в двух вариантах глубины увлажняемого слоя 0,3-0,5 м и 0,2-0,3-0,5 м и равняется соответственно 52,6 и 53,2 т/га, что больше запланированного на 2,6 и 3,2 т (табл. 4). Внесение удобрений дозой  $N_{140}P_{120}K_{100}$  с целью получения 70 т/га при существующей агротехнике не создает условий для формирования запланированной урожайности.

Уровень рентабельности на контроле (без удобрений) был равен 34-52 %, а в варианте  $N_{140}P_{120}K_{100}$  – 285-307 %. Рентабельность более 100 % достигается уже при внесении  $N_{120}P_{100}K_{80}$ .

В зависимости от дифференциации глубины увлажняемого слоя наиболее рентабельными были варианты 0,3-0,5 м, 0,2-0,4-0,5 м. Самый низкий чистый доход с одного гектара получен на фоне естественного плодородия с глубиной увлажнения 0-0,6 м – 13,2 тыс. руб./га. Самый высокий в варианте 0-0,3 м при внесении  $N_{120}P_{100}K_{80}$  – 150,50 тыс. руб./га.

Результатами наших исследований установлено, что на фоне дифференциации глубины увлажняемого слоя в варианте А4 и доз минеральных удобрений при капельном орошении столовой свеклы является энергетически эффективным. В двух вариантах с внесением  $N_{120}P_{100}K_{80}$  и  $N_{140}P_{120}K_{100}$  коэффициент энергетической эффективности имеет значение больше единицы. А на контроле и варианте  $N_{80}P_{60}K_{40}$  – менее единицы из-за низкой урожайности.

В среднем за годы исследований при такой дозе внесения удобрений самый высокий урожай корнеплодов столовой свеклы – 66,7 т/га, получен при варианте с глубиной увлажняемого слоя на 0,2-0,3-0,5 м.

Практическая значимость и реализация результатов состоят в том, что разработан ресурсосберегающий режим орошения и технология возделывания столовой свеклы, обеспечивающие получение в условиях светло-каштановых почв Волгоградской области запланированную урожайность столовой свеклы сорта «Детройт неро» на уровне 66 т/га.

Предложенная конструкция гибкого поливного трубопровода для капельного орошения [4] обеспечивает снижение степени неравномерности выдачи поливных норм капельницы, а также повышение эксплуатационной надежности капельного орошения.

**Основные выводы и рекомендации производству:**

1. Исследование контура увлажнения позволило создать математическую модель распространения контура увлажнения при капельном орошении и численно рассчитывать поливные нормы с учётом глубины увлажнения, что дало возможность аналитически установить зависимость поливной нормы и глубины увлажнения.

2. При оптимизации водного и пищевого режимов почвы за счет дифференциации глубины увлажняемого слоя и поливных норм на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья можно получать до 60-66 т/га корнеплодов столовой свеклы. Более рационально оросительная вода используется в варианте с глубиной увлажняемого слоя 0,2-0,3-0,5 м с поливными нормами 14-34-84 м<sup>3</sup>/га при капельном орошении, в этом случае экономия воды составляет 33,3 %.

3. Наименьшие показатели коэффициента водопотребления обеспечиваются при капельном орошении (в 1,3 меньше, чем при дождевании). Затрачивая 4800-5850 м<sup>3</sup>/га оросительной воды, посевы столовой свеклы формируют урожай на уровне 60-65 т/га, при этом экономия воды на формирование единицы продукции составляет 11-12 %.

4. Для получения в условиях светло-каштановых почв Волгоградской области запланированной урожайности столовой свеклы сорта «Детройт неро» на уровне 66 т/га необходимо обеспечить глубину увлажнения 0,2-0,3-0,5 м.

5. Ресурсосберегающей и экономически обоснованной является глубина увлажнения 0,2-0,3-0,5 м при оросительных нормах 3500, 4600 и 5450 м<sup>3</sup>/га.

6. Для увлажнения на 0,2 м среднесуглинистых светло-каштановых почв поливная норма должна быть 14 м<sup>3</sup>/га, для слоя 0,3 м – 34 м<sup>3</sup>/га, для слоя 0,5 м – 84 м<sup>3</sup>/га. При капельном орошении столовой свеклы расстояние между оросителями должно составлять 0,4 м, между капельницами – 0,15 м.

#### **Библиографический список**

1. Ясониди, О.Е. Водосбережение при орошении / О.Е. Ясониди. – Новочеркасск, 2004. – 473 с.
2. Мелихова, Е.В. Дифференцированный режим орошения и питания столовой свеклы на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья / Е.В. Мелихова // Известия Нижневолжского агрониверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование, 2007. – № 3.
3. Плис, А.И. Mathcad: математический практикум для экономистов и инженеров / А.И.Плис. – М.: Финансы и статистика, 1999. – 656 с.
4. Поливная трубка для капельного орошения / Патент RU №2343695. С1. МПК A01G 25/00. Заявл. 16.08.2007; опубл. 20.01.2009, 2009. Бюл. № 2.

УДК 539.3

**ПРИМЕНЕНИЕ ВЕКТОРНОГО СПОСОБА  
АППРОКСИМАЦИИ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ В КРИВОЛИНЕЙНЫХ  
СИСТЕМАХ КООРДИНАТ ПРИ РАСЧЕТЕ ТОНКОСТЕННЫХ  
КОНСТРУКЦИЙ НА ОСНОВЕ МКЭ**

**APPLICATION OF THE VECTORIAL METHOD  
APPROXIMATION TRAVEL IN CURVILINEAR SYSTEMS  
AT THE CALCULATION THIN-WALLED CONSTRUCTION ON  
BASE METHOD OF FINITE ELEMENTS**

**Николаев А.П., доктор технических наук, профессор**

**Клочков Ю.В., доктор технических наук, профессор**

**Джабраилов А.Ш., кандидат технических наук, доцент**

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**A.P. Nikolaev, J.V. Klochkov, A.SH. Dzhabrailov**

*Volgograd state agricultural academy*

В представленной работе доказывается возможность выражения каждой компоненты вектора перемещения внутренней точки конечного элемента через все компоненты векторов узловых неизвестных в криволинейной системе координат. На примере показана эффективность обоснованного способа векторной аппроксимации полей перемещений.

In article proved possibility to pass a component of the vector travel of inside point the finite element over all components central quantity in curvilinear systems. On example appear efficacy of the vectorial method approximation travel.

**Ключевые слова:** векторная интерполяция, оболочка врацения, тонкостенная конструкция.

**Key words:** vector interpolation, covet rotation, linywall construction.

На сегодняшний день МКЭ является одним из основных численных методов, применяемых при расчетах тонкостенных конструкций, которые используются во многих отраслях промышленности и сельского хозяйства.

Рассмотрим векторное поле  $\vec{V}$ , заданное на некоторой поверхности  $\mathcal{R}$  евклидова пространства  $\mathbb{E}^3$ . Точки поверхности определяются радиусом-вектором

$$\vec{R} = x^k(\theta^\alpha) \vec{i}_k, \quad (1)$$

где  $\vec{i}_k$  – орты декартовой системы координат;  $x^k(\theta^\alpha)$  – декартовы координаты точек поверхности, являющиеся функциями криволинейных координат  $\theta^\alpha$ .

Здесь и ниже латинским индексам придаются значения 1, 2, 3; греческим – значения 1, 2.

Пусть локальное векторное поле  $\vec{v}$ , соответствующее рассматриваемому конечному элементу, определяется выражением

$$\vec{v} = v^\rho \vec{a}_\rho + v \vec{a}, \quad (2)$$

где  $\vec{a}_\rho$  – векторы локального базиса, касательные к поверхности  $\mathfrak{R}$ ;  $\vec{a}$  – орт нормали к поверхности  $\mathfrak{R}$ .

Локальные векторы  $\vec{a}_\rho$  определяются дифференцированием радиуса-вектора (1) поверхности  $\mathfrak{R}$  по криволинейным координатам  $\theta^\alpha$ , а орт нормали – векторным произведением

$$\vec{a}_\rho = \vec{R}_{,\alpha} = x_{,\rho}^k (\theta^\alpha) \vec{i}_k; \quad \vec{a} = \frac{\vec{a}_1 \times \vec{a}_2}{|\vec{a}_1 \times \vec{a}_2|}. \quad (3)$$

Векторы локального базиса являются функциями криволинейных координат  $\theta^\alpha$ , и их производные определяются выражениями [1]

$$\vec{a}_{\alpha,\rho} = \Gamma_{\alpha\rho}^\mu \vec{a}_\mu + b_{\alpha\rho} \vec{a}; \quad \vec{a}_{,\rho} = b_\rho^\mu \vec{a}_\mu, \quad (4)$$

где  $\Gamma_{\alpha\rho}^\mu$  – символы Кристоффеля второго рода;  $b_{\alpha\rho}, b_\rho^\mu$  – ковариантные и смешанные компоненты тензора кривизны поверхности  $\mathfrak{R}$ .

Производные векторного поля  $\vec{v}$  (2) с использованием (4) представляются векторами

$$\vec{v}_{,\alpha} = f_\alpha^\rho \vec{a}_\rho + f_\alpha \vec{a}; \quad \vec{v}_{,\alpha\beta} = f_{\alpha\beta}^\rho \vec{a}_\rho + f_{\alpha\beta} \vec{a}, \quad (5)$$

компоненты которых в локальном базисе внутренней точки конечного элемента являются функциями компонент  $v^\rho, v$  и их производных.

Обычно при определении напряженно-деформированного состояния оболочек используются аппроксимации полей перемещений  $v^\rho, v$  как скалярных величин выражениями [2, 3, 4]

$$v^\rho = \{\phi\}^T \begin{Bmatrix} v^\rho \\ v_y \end{Bmatrix}; \quad v = \{\gamma\}^T \begin{Bmatrix} v^\rho \\ v_y \end{Bmatrix}, \quad (6)$$

где  $\{\phi\}^T, \{\gamma\}^T$  – матрицы-строки функции формы;  $\begin{Bmatrix} v^\rho \\ v_y \end{Bmatrix}, \begin{Bmatrix} v^\rho \\ v_y \end{Bmatrix}$  – матрицы-столбцы узловых неизвестных скалярных величин.

С другой стороны, для определения вектора перемещения произвольной точки конечного элемента можно воспользоваться аппроксимациями

$$\vec{v} = \{\psi\}^T \begin{Bmatrix} \vec{v} \\ \vec{v}_y \end{Bmatrix} \quad (7)$$

где  $\{\vec{v}_y\}^T = \{\vec{v}^i \dots \vec{v}^N \vec{v}_{,\alpha}^i \dots \vec{v}_{,\alpha}^N \vec{v}_{,\alpha\beta}^i \dots \vec{v}_{,\alpha\beta}^N\}$  – матрица-строка узловых векторов перемещений и их производных;  $\{\psi\}^T$  – матрица-строка функций формы;  $N$  – число узлов конечного элемента.

Элементы столбца узловых неизвестных  $\{\vec{v}_y\}$  представляются векторами в локальных базисах узловых точек и для конечного элемента являются постоянными величинами, поэтому производные вектора перемещения (7) определяются выражениями

$$\vec{v}_{,\alpha} = \{\psi_{,\alpha}\}^T \{\vec{v}_y\}; \quad \vec{v}_{,\alpha\beta} = \{\psi_{,\alpha\beta}\}^T \{\vec{v}_y\} \quad (8)$$

*Теорема.* Если вектор  $\vec{v}$  векторного поля перемещений, заданного в евклидовом пространстве  $\mathbb{E}^3$  на некоторой поверхности  $\mathfrak{R}$ , аппроксимируется через значения векторов перемещений и их производных в узлах поверхности  $\mathfrak{R}$  выражением  $\vec{v} = \{\psi\}^T \{\vec{v}_y\}$ , то компоненты вектора  $\vec{v}$  всегда могут быть представлены аппроксимациями через компоненты узловых векторов  $\{\vec{v}_y\}$  и их производные с использованием функции формы  $\{\psi\}^T$ .

*Доказательство.* На основании (3) формируются матричные соотношения

$$\{\vec{a}\} = [m] \{\vec{i}\}; \quad \{\vec{a}^k\} = [m^k] \{\vec{i}\}; \quad (k = 1, 2 \dots N), \quad (9)$$

где  $\{\vec{a}\}^T = \{\vec{a}_1 \vec{a}_2 \vec{a}\}$  – матрица-строка векторов локального базиса внутренней точки конечного элемента;  $\{\vec{a}^k\}^T = \{\vec{a}_1^k \vec{a}_2^k \vec{a}^k\}$  – матрица-строка векторов локального базиса  $k$ -ой узловой точки конечного элемента;  $\{\vec{i}\}^T = \{\vec{i}_1 \vec{i}_2 \vec{i}_3\}$  – матрица-строка ортов декартовой системы координат.

С использованием (9), векторы базиса узловой точки выражаются через векторы базиса внутренней точки конечного элемента

$$\{\vec{a}^k\} = [m^k] [m]^{-1} \{\vec{a}\} = [n] \{\vec{a}\}. \quad (10)$$

Столбец узловых векторов перемещений и их производных на основании соотношений (2), (5) и (6) представляется матричным соотношением

$$\{\vec{v}_y\} = [\vec{A}_{1-N}] [G] \{\vec{w}_y\} \quad (11)$$

где  $[\vec{A}_{l-N}]$  – матрица, элементами которой являются векторы базисов узловых точек (формируется на основе (2),(5));  $\{w_y\}^T = \{v^{1i} \dots v^{1N} v^{2i} \dots v^{2N} v^i \dots v^N v_{,1}^{1i} \dots v_{,1}^{1N} v_{,12}^i \dots v_{,12}^N\}$  – строка скалярных узловых неизвестных;  $[G]$  – матрица, сформированная на основе соотношений (5).

С использованием (11), матрица  $[\vec{A}_{l-N}]$  представляется соотношением

$$[\vec{A}_{l-N}] = [\vec{A}] [L], \quad (12)$$

где элементами матрицы  $[\vec{A}]$  являются векторы локального базиса внутренней точки конечного элемента.

С учетом (13) и (12), вектор перемещения (8) записывается в виде

$$\vec{v} = \{\psi\}^T [\vec{A}] [L] [G] \{w_y\} \quad (13)$$

Матрица  $[\vec{A}]$ , элементами которой являются векторы локального базиса внутренней точки, без принципиальных затруднений представляется в виде суммы

$$[\vec{A}] = \vec{a}_1 [A_1] + \vec{a}_2 [A_2] + \vec{a}_3 [A_3], \quad (14)$$

с учетом которой соотношение (14) принимает вид

$$\vec{v} = \{\psi\}^T \{\vec{a}_1 [A_1] + \vec{a}_2 [A_2] + \vec{a}_3 [A_3]\} [L] [G] \{w_y\} \quad (15)$$

При использовании (2), получаются соотношения для аппроксимации компонент вектора перемещения

$$v^\rho = \{\mu^\rho\}^T \{w_y\}; \quad v = \{\mu\}^T \{w_y\} \quad (16)$$

где  $\{\mu^\rho\}^T = \{\psi\}^T [A_\rho] [L] [G]$ ;  $\{\mu\}^T = \{\psi\}^T [A_3] [L] [G]$

Аналогичными рассуждениями соотношения (9) представляются в виде

$$\begin{aligned} \vec{v}_{,\alpha} &= \{\psi_{,\alpha}\}^T \{\vec{a}_1 [A_1] + \vec{a}_2 [A_2] + \vec{a}_3 [A_3]\} [L] [G] \{w_y\}; \\ \vec{v}_{,\alpha\beta} &= \{\psi_{,\alpha\beta}\}^T \{\vec{a}_1 [A_1] + \vec{a}_2 [A_2] + \vec{a}_3 [A_3]\} [L] [G] \{w_y\} \end{aligned} \quad (17)$$

При замене левых частей (18) соотношениями (5) с использованием (6) и (16), из (17) получаются матричные зависимости

$$\begin{aligned} v_{,\alpha}^\rho &= \{\mu_{,\alpha}^\rho\}^T \{w_y\}; \quad v_{,\alpha} = \{\mu_{,\alpha}\}^T \{w_y\}; \\ v_{,\alpha\beta}^\rho &= \{\mu_{,\alpha\beta}^\rho\}^T \{w_y\}; \quad v_{,\alpha\beta} = \{\mu_{,\alpha\beta}\}^T \{w_y\} \end{aligned} \quad (18)$$

Таким образом, исходя из аппроксимации векторного поля перемещений, для конечного элемента получены аппроксимации компонент вектора перемещений и их производных через компоненты векторов узловых перемещений и их производные.

Теорема доказана.

Следует особо подчеркнуть, что при аппроксимации (7) компонент вектора перемещения внутренней точки конечного элемента каждая компонента определяется узловыми значениями только этой компоненты. При использовании же аппроксимации векторных полей перемещений (8) каждая компонента  $v^{\rho}$ ,  $v$  и их производные выражаются через узловые значения всех трех компонент векторов перемещений.

$$v^{\rho} = [\psi]^T \{v_y^{\rho}\}, \quad v_{,\alpha}^{\rho} = [\psi_{,\alpha}]^T \{v_y^{\rho}\} \quad (19)$$

*Пример.* Для того чтобы оценить эффективность использования векторной аппроксимации перемещений в конечно-элементном анализе оболочек, допускающих жесткие смещения под действием заданной нагрузки, рассмотрен пример расчета оболочки, состоящей из цилиндра, соединенного с эллипсоидом вращения (рис. 1), нагруженной внутренним давлением интенсивности  $q$  и имеющей на левом краю пружинные опоры, жесткость которых варьировалась. Расчеты были выполнены в двух вариантах. В первом варианте при формировании матрицы жесткости конечного элемента применялась стандартная интерполяционная процедура (7). Во втором реализовывалась векторная аппроксимация перемещений (8).

Были приняты следующие исходные данные:  $q = 5$  МПа;  $E = 2 \cdot 10^5$  МПа;  $v = 0,3$ ;  $t = 0,01$  м;  $R = 0,8$  м;  $L_1 = 1,0$  м;  $L_2 = 1,0$  м;  $L_3 = 1,1$  м.

Результаты повариантного расчета представлены в виде графиков, изображенных на рис. 2. Кружками и сплошной линией показан характер изменения меридиональных напряжений по длине меридиана оболочки при отсутствии жестких смещений. Как видно из рисунка, численные значения напряжений в этом случае совпадают по вариантам расчета. Если жесткость пружины последовательно уменьшать, то конструкция получит возможность смещаться в горизонтальном направлении как абсолютно жесткое тело. Характер изменения контролируемых параметров НДС в первом варианте расчета представлен кривыми 2, 3, 4. Причем кривая 2 получена при жестком смещении оболочки на 0,03 м, кривая 3 – на 0,33 м, кривая 4 – на 3,33 м. Как видно из рисунка, в первом варианте расчета погрешность вычислений стремительно нарастает с увеличением смещения конструкции как жесткого целого. Во втором варианте численные зна-

чения напряжений остаются неизменными, несмотря на значительную величину жесткого смещения. Поэтому можно сделать вывод о том, что векторная аппроксимация корректно учитывает в неявном виде смещения конечного элемента как жесткого целого.

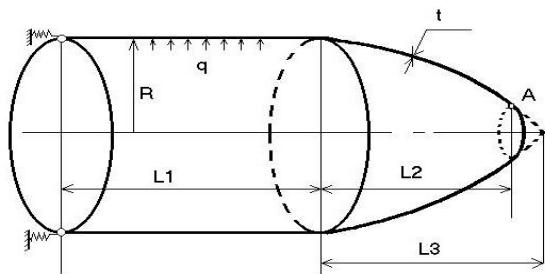


Рисунок 1

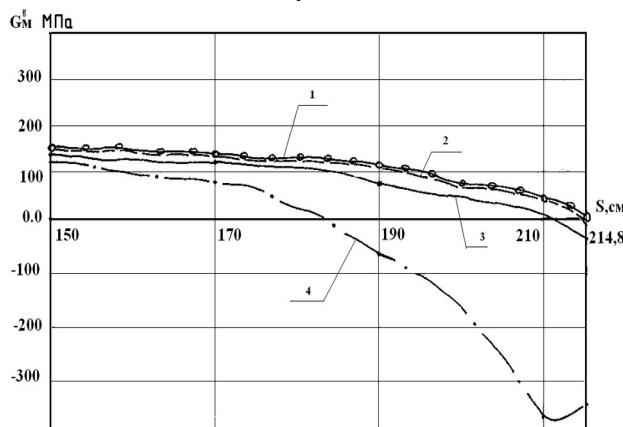


Рисунок 2

Основываясь на вышеизложенном, можно сделать следующий вывод. Элементы конструкций, которые могут иметь значительные градиенты кривизны поверхности, в процессе своей эксплуатации могут получать большие смещения как жесткого целого. Эффективное исследование напряженно-деформированного состояния такого рода элементов возможно с использованием изложенного в настоящей статье способа аппроксимации векторных полей перемещений, который должен быть включен в современные программные комплексы по расчету тонкостенных конструкций.

#### Библиографический список

1. Погорелов, А.В. Дифференциальная геометрия / А.В. Погорелов. – М.: Наука, 1969. – 176 с.
2. Новожилов, В.В. Теория тонких оболочек / В.В. Новожилов. – Л.: Судпромиздат, 1962. – 432 с.
3. Седов, А.И. Механика сплошной среды / А.И. Седов. – М.: Наука, 1976. – Т.1. – 535 с.
4. Постнов, В.А. Метод конечных элементов в расчетах судовых конструкций / В.А. Постнов, И.Я. Хархурим. – Л.: Судостроение, 1974. – 344 с.
5. Голованов, А.И. Введение в метод конечных элементов статики тонких оболочек / А.И. Голованов, М.С. Корнишин. – Казань: Казанский физико-технический институт КФАН СССР, 1989. – 270 с.
6. Голованов, А.И. Метод конечных элементов в механике деформируемых твердых тел / А.И. Голованов, Д.В. Бережной. – Казань: ДАС, 2001. – 301 с.
7. Голованов, А.И. Современные конечно-элементные модели и методы исследования тонкостенных конструкций / А.И. Голованов, А.В. Песошин, О.Н. Тюленева. – Казань: Казанский государственный университет, 2005. – 442 с.
8. Беляев, Н.М. Сопротивление материалов / Н.М. Беляев. – М.: Наука, 1975. – 631 с.

УДК 620.171.2: 635.657

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ СОПРОТИВЛЕНИЯ  
МАТЕРИАЛОВ К ИССЛЕДОВАНИЮ ПРОЧНОСТИ  
БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

**RESISTANCE MATERIALS METHODS USING IN SOLID  
BIOLOGICAL OBJECTS RESEARCHING**

**И.А. Ляпкосова, кандидат сельскохозяйственных наук**

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**I.A. Lyapkosova**

*Volgograd state agricultural academy*

Представлены методика и результаты определения основных механических характеристик прочности биологического материала на примере семян культуры нута.

The article dwells upon methodic and results of basic mechanical characteristics in biological material solidness based on chic-pea.

**Ключевые слова:** сопротивление материалов, прочность, физико-механические свойства, семя.

**Key words:** resistance materials, substantiality and physical-mechanical properties.

Необходимость изучения физико-механических свойств растений неоднократно подчеркивал основоположник науки «Земледельческая механика» академик Горячкин В.П. Особенностью создания средств механизации сельскохозяйственного производства является то, что рабочий орган машины взаимодействует с биологическим организмом – растением, и поэтому проектирование технологических процессов в сельскохозяйственных машинах и их расчет должны основываться на знании основных механических характеристик прочности и пластиично-

сти биологического материала растений, которые определяют его способность сопротивляться деформированию и разрушению.

Многообразие растительных биологических материалов и конструкций обусловлено многообразием биологических объектов и различием уровней организации (клетка, ткань, орган и т. д.).

В работе исследуется естественная механическая прочность семян на примере культуры нута с определением основных физико-механических характеристик методами сопротивления материалов.

Семя нута представляет собой сложную биологическую систему, морфологическая структура которой состоит из отдельных частей (оболочки, семядоли, зародышевый корешок, почечка) с разным химическим составом и физическими характеристиками. Семя нута содержит повышенное количество белка. Ткани семядоли состоят из крупных толстостенных клеток, заполненных зернами крахмала, зернистыми белковыми образованиями (алейроновыми зернами) и белковой матрицей. Между клетками семядоли образуются межклетники. Для семени характерно крайне неравномерное распределение неорганических химических веществ и биологических соединений, его составные части имеют разное физическое состояние (крахмал и белок – твердые вещества; вода – жидкость; воздух, заполняющий поры, – смесь газов) и неоднородную микроструктуру. Установлено, что крахмал, так же как и клетчатка представляет собой вещество, имеющее кристаллическую структуру, а белковые соединения – аморфную.

Особенностью биологического материала – растительной ткани – является анизотропия, то есть различие свойств по направлениям, которая сильно проявляется при оценке механических характеристик семени. Семя нута относится к органическим телам и отличается весьма сложной конфигурацией.

Перечисленные особенности структуры семени нута значительно влияют на его механические свойства и поведение в процессе деформирования.

Для проведения статистических испытаний семян нута на сжатие была создана экспериментальная установка, принцип действия которой основан на методе тензометрирования с записью измеряемых величин (действующего усилия и деформации семени) посредством тензометрических звеньев на фотобумагу.

Установка состоит из пресса, регулирующих и регистрирующих приборов (регулирующий прибор питания «Агат», тензоусили-

тель «Топаз-3», выпрямитель ВСА-5К и магнитоэлектрический осциллограф К12-22). Рабочим элементом пресса является винтовая пара, через которую осуществляется одноосное сжатие семени. Деформация исследуемого объекта измеряется с помощью консольной балки равного сопротивления с наклеенными на нее проволочными тензорезисторами. Для измерения сжимающей силы используется месседоза, изготовленная в форме полого стального цилиндра с крышкой, на основании которого внутри размещены тензодатчики. Сигналы, поступающие с датчиков измерения величины сжимающего усилия и деформации семени, усиливаются с помощью тензоусилителя «Топаз-3» и регистрируются на фотобумаге магнитоэлектрического осциллографа К12-22.

По результатам статических испытаний после обработки полученных осцилограмм были построены нагрузочные диаграммы в координатах «напряжение – относительная деформация» ( $\sigma-\varepsilon$ ), как это принято в экспериментальной практике изучения механических свойств конструкционных материалов. Были определены основные механические характеристики биологического материала семени.

На рисунке представлена нагрузочная диаграмма при разной влажности для семени нута сорта Волгоградский 10 (1 – влажность 8,4 %; 2 – 10,2 %; 3 – 12,1 %; 4 – 13,6 %; 5 – 14,4 %; 6 – 15,8 %; 7 – 16,3 %). Первый участок диаграммы линейный, прямая пропорциональность сохраняется по мере возрастания упругих деформаций и достижения условного предела пропорциональности, который практически совпадает с пределом упругости. На этом участке деформация биологического материала семени подчиняется закону Гука. Характерной особенностью диаграммы является отсутствие площадки текучести. Следующий криволинейный участок диаграммы характеризует развитие пластических деформаций, в конце этого участка происходит разрушение семени в точке, соответствующей условному пределу прочности. Моментом разрушения считалось появление трещины (для сухого зерна  $W>12\%$ ) и потеря сферической формы (для влажного  $W>12\%$ ).

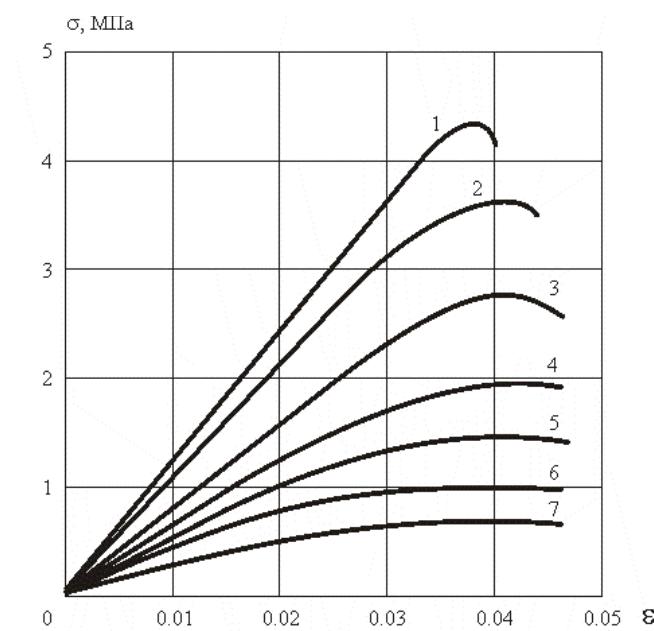


Рисунок 1

Характер кривой сжатия в значительной степени зависит от влажности семян. Для сухого – предел упругости близок к пределу прочности и зона пластических деформаций минимальна или вовсе отсутствует. Сухое семя разрушается как упругохрупкое тело, разрушение наступает после стадии микроповреждений в виде мельчайших трещин, пронизывающих зерновку на ту или иную глубину от его поверхности. С повышением влажности происходит снижение упругих свойств семени и нарастание пластических. Сокращается зона упругих деформаций и резко увеличиваются остаточные. Молекулы воды, проникая в пространство между макромолекулами высокополимеров, составляющих вещество семени, ослабляют силы взаимодействия между ними и снижают прочность зерновки.

С увеличением влажности нагрузочные кривые располагаются с меньшим углом наклона в оси абсцисс, что говорит о снижении величины предела упругости и разрушающего усилия. Зерно начинает подчиняться законам деформирования упруго-пластических тел.

В отличие от хрупкого сухого семени, которое разрушается при очень малых остаточных деформациях, у влажного разрушение происходит лишь после значительного пластического деформирования, после существенного изменения формы.

**Библиографический список**

1. Волков, А. Н. Сопротивление материалов / А.Н. Волков, – М.: КолосС, 2004. – 286 с.
2. Экспериментальная механика / Под ред. А. Кобаяси. – М.: Мир, 1990. – 616 с.
3. Проблемы прочности в биомеханике: учеб. пособие / И.Ф. Образцов, И.С. Адамович, А.С. Браер и др: под ред. И.Ф. Образцова. – М.: Высш. шк., 1988. – 311с.

**АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕННЫХ**  
**ALGORITHMIC MODELING OF PRODUCTIVITY OF GRAIN  
CROPS WITH USE OF LINGUISTIC VARIABLES**

**А.Ф. Рогачев, доктор технических наук, профессор,  
А.Г. Гагарин, кандидат экономических наук, доцент,  
Н.В. Тюрякова, аспирант**

*ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия*

**A.F. Rogachev, A.G. Gagarin, N.V. Tyuryakova**

*Volgograd state agricultural academy*

В статье рассмотрены проблемы моделирования урожайности зерновых культур, возделываемых в условиях засушливого климата. Предложен метод алгоритмического моделирования урожайности с учетом повторяемости фрагментов предпрогнозного периода в преобразованном ряду значений урожайности и частотного поправочного коэффициента.

In the article problems of modeling of yield of the grain crops cultivated in conditions of a droughty climate are considered. The method of algorithmic modeling of productivity is offered in view of repeatability of fragments of pre-forecast period in the transformed series of values of productivity and frequency correction factor.

**Ключевые слова:** алгоритмическое моделирование, урожайность, лингвистическая переменная, временной ряд.

**Key words:** algorithmic modeling, yield, linguistic variable, time series.

Проблема прогнозирования урожайности зерновых культур в острозасушливых условиях Нижнего Поволжья является актуальной при оценке рисков, связанных с планированием сельскохозяйственного производства. Высокое значение коэффициента вариации для временного ряда урожайностей основных зерновых культур, превосходящее 30 %, ограничивает применение трендовых линейных моделей и требует использования методов нелинейной динамики [1, 3] для построения более адекватных моделей.

Методы алгоритмического моделирования основаны на формализованном описании дискретных процессов функционирования ис-

следуемого объекта [4] и позволяют описывать нелинейные системы. Основная задача проведенного исследования – повышение достоверности прогнозирования путем учета закономерностей динамики изменения урожайности озимой пшеницы в предшествующие годы на основе использования алгоритмического моделирования процесса.

Прогнозирование урожайности озимой пшеницы, возделываемой в условиях засушливого климата, включающее многолетние ежегодные наблюдения за фактическими её значениями, осуществляют с помощью преобразования численных значений урожайности в ряд лингвистических значений «Высокая урожайность», «Средняя урожайность», «Низкая урожайность». После этого выделяют фрагменты предпрогнозного периода преобразованного ряда продолжительность 1, 2 и 3 года, а прогнозируемую урожайность на следующий год находят с учетом повторяемости фрагментов предпрогнозного периода в преобразованном ряду значений урожайности за все годы наблюдений и поправочного коэффициента, учитывающего относительную повторяемость фрагментов предпрогнозного периода, по формуле:

$$y = \sum_{i=1}^3 y_i k_i , \quad (1)$$

где  $i$  – номер фрагмента предпрогнозного периода,  $i = 1, 2, 3$ ;  $y_i$  – прогнозная урожайность на следующий год, определяемая с учетом повторяемости  $i$ -го фрагмента предпрогнозного периода в преобразованном ряду значений урожайности за все годы наблюдений;  $k_i$  – поправочный коэффициент, учитывающий относительную повторяемость  $i$ -го фрагмента предпрогнозного периода, определяемый по формуле:

$$k_i = \frac{\alpha_i \cdot 3^{m_i} \cdot D_i / (n - m_i)}{\sum_{j=1}^3 [\alpha_j \cdot 3^{m_j} \cdot D_j / (n - m_j)]} , \quad (2)$$

где  $i, j$  – номер фрагмента предпрогнозного периода,  $i, j = 1, 2, 3$ ;  $\alpha_i, \alpha_j$  – эмпирические коэффициенты, учитывающие влияние на прогнозную урожайность озимой пшеницы фрагмента (продолжительностью 1, 2 и 3 года соответственно) предпрогнозного периода преобразованного ряда урожайностей,  $\alpha_1 \in [0,9; 2,2]$ ;  $\alpha_2 \in [2,8; 5,1]$ ;  $\alpha_3 \in [2,3; 3,7]$ ;  $m_i, m_j$  – продолжительность фрагмента предпрогнозного периода преобразованного ряда урожайностей,  $m_i, m_j = 1, 2$  и 3 года;  $D_i, D_j$  – число вхождений фрагмента предпрогнозного периода преобразованного ряда урожайностей продолжительностью  $m_i, m_j$  лет соответственно;  $n$  – количество лет ежегодных наблюдений.

Особенности описанного алгоритма, в частности, поправочный коэффициент, учитывающий относительную повторяемость  $i$ -го фрагмента предпрогнозного периода по сравнению с возможным (исходя из максимального числа сочетаний), а также эмпирически полученные по-

правочные коэффициенты, учитывающие влияние на прогнозную урожайность озимой пшеницы фрагмента (продолжительностью 1, 2 и 3 года соответственно) предпрогнозного периода преобразованного ряда урожайностей, обеспечивают решение поставленных задач.

Для реализации описанного метода была разработана компьютерная программа [5], основное рабочее окно которой представлено на рис.1.

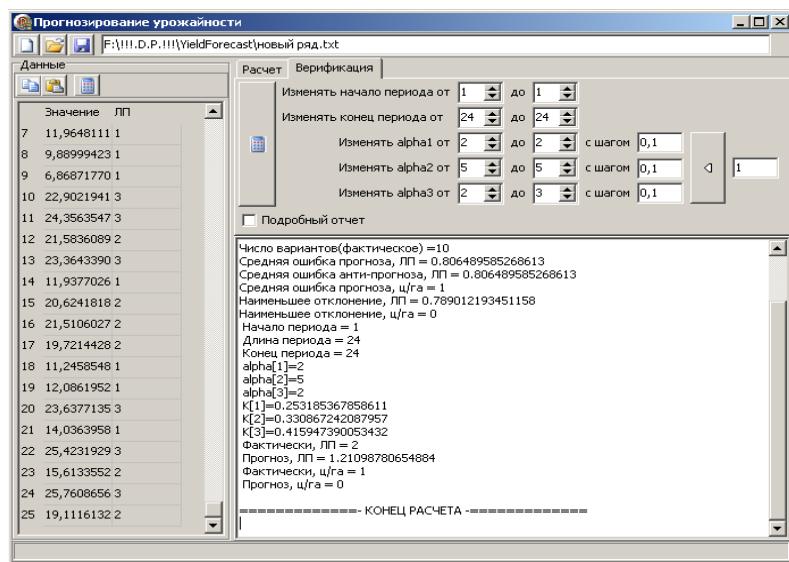


Рисунок 1 – Основное рабочее окно программы  
«Статистическое прогнозирование урожайности зерновых  
культур с использованием лингвистических переменных»

Программа предназначена для прогнозирования урожайности на основе многолетних ежегодных наблюдений за фактическими значениями урожайности и преобразования их к качественным величинам. Прогнозируемую урожайность на следующий год находят с учетом повторяемости фрагментов предпрогнозного периода в преобразованном ряду значений урожайности за все годы наблюдений и поправочного коэффициента, учитывающего относительную повторяемость фрагментов предпрогнозного периода.

Рассмотрим расчетные примеры реализации предлагаемого метода. В таблице 1 представлен временной ряд (36 лет) значений урожайности озимой пшеницы по Волгоградской области, отличающейся засушливым климатом. Перевод в лингвистические значения «высокая урожайность», «средняя урожайность», «низкая урожайность» выполняют по формуле:

$$ЛП = \begin{cases} \text{высокая, если } y \geq q_2 \\ \text{средняя, если } q_1 \leq y < q_2 \\ \text{низкая, если } y < q_1 \end{cases}, \quad (3)$$

где  $q_1 = \min y + d$  – нижняя граница интервала величин урожайности (ц/га) для значения лингвистической переменной «Средняя урожайность»;  $q_2 = \max y - d$  – нижняя граница интервала величин урожайности (ц/га) для значения лингвистической переменной «Низкая урожайность»;  $d = (\max y - \min y)/3$  – размер интервала величин урожайности (ц/га) для значений лингвистической переменной, определяемый как треть от размаха вариации величин урожайности за все годы наблюдений;  $\min y$ ,  $\max y$  – наименьшее и наибольшее значение урожайности за все годы наблюдений соответственно.

Ряд лингвистических значений урожайности также представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Временные ряды абсолютных и лингвистических  
урожайности озимой пшеницы значений

Год	Урожайность, ц/га	Лингвистическое значение урожайности	Год	Урожайность, ц/га	Лингвистическое значение урожайности
1968	17,9	«средняя»	1986	18,4	«средняя»
1969	9,6	«низкая»	1987	15	«низкая»
1970	25,4	«высокая»	1988	29,5	«высокая»
1971	16	«средняя»	1989	26,5	«высокая»
1972	12,4	«низкая»	1990	30,1	«высокая»
1973	23,8	«высокая»	1991	24	«высокая»
1974	20	«средняя»	1992	22,2	«средняя»
1975	9,4	«низкая»	1993	26,6	«высокая»
1976	26,8	«высокая»	1994	14,7	«низкая»
1977	17	«средняя»	1995	8,8	«низкая»
1978	26,7	«высокая»	1996	13,7	«низкая»
1979	11,3	«низкая»	1997	18,8	«средняя»
1980	18,7	«средняя»	1998	10,3	«низкая»
1981	15	«низкая»	1999	9,9	«низкая»
1982	13,3	«низкая»	2000	18,4	«средняя»
1983	25,1	«высокая»	2001	28,2	«высокая»
1984	9,6	«низкая»	2002	24,3	«высокая»
1985	19,4	«средняя»	2003	16,7	«средняя»

Далее выделяют фрагменты предпрогнозного периода преобразованного ряда продолжительность 1,2 и 3 года (выделено заливкой в таблице 1).

После этого определяют количество появлений фрагментов предпрогнозного периода, предшествующих соответствующему лингвистическому значению «высокая», «средняя», «низкая» (таблица 2).

Прогнозную урожайность на следующий год (без учета поправочного коэффициента  $k_i$ ) определяют по формуле:

$$y_i = \min y + \frac{(\max y - \min y)}{2} \cdot \left( \frac{p_i^{\text{низкая}} + 2p_i^{\text{средняя}} + 3p_i^{\text{высокая}}}{p_i^{\text{низкая}} + p_i^{\text{средняя}} + p_i^{\text{высокая}}} - 1 \right), \quad (4)$$

где  $p_i^{\text{низкая}}$ ,  $p_i^{\text{средняя}}$ ,  $p_i^{\text{высокая}}$  – количество появлений фрагментов предпрогнозного периода, предшествующих лингвистическому значению «низкая», «средняя», «высокая» соответственно.

Таблица 2 – Фрагменты предпрогнозного периода преобразованного ряда продолжительностью 1, 2 и 3 года

Продолжительность фрагмента, $i$ лет	Фрагмент предпрогнозного периода	Количество появлений фрагментов предпрогнозного периода, предшествующих лингвистическому значению			Прогнозная урожайность на следующий год, $y_i$ , ц/га
		«низкая», $p_i^{\text{низкая}}$	«средняя», $p_i^{\text{средняя}}$	«высокая», $p_i^{\text{высокая}}$	
1	«низкая»	3	2	5	21,58
2	«низкая», «низкая»	1	0	1	19,45
3	«низкая», «низкая», «низкая»	0	0	0	0

Например, для составления прогноза на 1997 год фрагменты предпрогнозного периода, количество появлений фрагментов предпрогнозного периода, предшествующих лингвистическому значению и прогнозная урожайность на следующий год представлены в таблице 2. В этом случае для прогнозирования используется  $n=29$  лет (число лет с 1968 г. по 1996 г.). В частности, количество появлений фрагментов предпрогнозного периода

«высокая», «средняя», предшествующих лингвистическому значению «высокая»,  $p_1^{\text{средняя}} = 2$  (соответствующие сочетания выделены в таблицах 1 и 2 жирной рамкой). В используемом для прогнозирования ряду не встречаются фрагменты предпрогнозного периода продолжительность 3 года.

Приведенные в формуле изобретения диапазоны значений эмпирических коэффициентов  $\alpha_1 \in [0,9; 2,2]$ ;  $\alpha_2 \in [2,8; 5,1]$ ;  $\alpha_3 \in [2,3; 3,7]$  получены для многолетних рядов урожайности озимой пшеницы, возделываемой в условиях засушливого климата, в результате обобщения результатов расчета на ЭВМ по критерию минимума среднеквадратического отклонения прогнозного значения от фактического. В расчетах приняты значения  $\alpha_1 = 1$ ;  $\alpha_2 = 5$ ;  $\alpha_3 = 3$ , принадлежащие рекомендуемым диапазонам.

Значение поправочного коэффициента  $k_i$ , учитывающего относительную повторяемость  $i$ -го фрагмента предпрогнозного периода, определяют по формуле (2).

Таблица 3 – Исходные данные для расчета поправочных коэффициентов  $k_i$

$i, j$	$\alpha_i, \alpha_j$	$m_i, m_j$	$D_i, D_j$	$n$	$k_i$
1	1	1	10	29	0,243
2	5	2	2	29	0,757
3	3	3	0	29	0

Численный расчет поправочных коэффициентов  $k_i$  для  $i=1,2,3$  по формуле (2) приведен ниже:

$$k_1 = \frac{1 \cdot 3^1 \cdot 10 / (29 - 1)}{1 \cdot 3^1 \cdot 10 / (29 - 1) + 5 \cdot 3^2 \cdot 2 / (29 - 2) + 3 \cdot 3^3 \cdot 0 / (29 - 3)} = 0,243;$$

$$k_2 = \frac{5 \cdot 3^2 \cdot 2 / (29 - 2)}{1 \cdot 3^1 \cdot 10 / (29 - 1) + 5 \cdot 3^2 \cdot 2 / (29 - 2) + 3 \cdot 3^3 \cdot 0 / (29 - 3)} = 0,757;$$

$$k_3 = \frac{3 \cdot 3^3 \cdot 0 / (29 - 3)}{1 \cdot 3^1 \cdot 10 / (29 - 1) + 5 \cdot 3^2 \cdot 2 / (29 - 2) + 3 \cdot 3^3 \cdot 0 / (29 - 3)} = 0.$$

После этого рассчитывают прогнозируемую урожайность на следующий год (с учетом повторяемости фрагментов предпрогнозного периода в преобразованном ряду значений урожайности за все годы наблюдений и поправочного коэффициента, учитывающего относительную повторяемость фрагментов предпрогнозного периода) по формуле (1), ц/га:

$$y = 21,58 \cdot 0,243 + 19,45 \cdot 0,757 + 0 \cdot 0 = 19,968.$$

По сравнению с фактической урожайностью за 1997 г. (18,8 ц/га) относительная погрешность прогноза составит 6,21 %.

В качестве второго примера рассмотрим прогнозирование урожайности на 2004 г.

Для составления прогноза на 2004 год фрагменты предпрогнозного периода количество появлений фрагментов предпрогнозного периода, предшествующих лингвистическому значению и прогнозная урожайность на следующий год представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Фрагменты предпрогнозного периода преобразованного ряда продолжительность 1, 2 и 3 года

Продолжи- тельность фрагмента, $i$ лет	Фрагмент предпрогно- зного пери- ода	Количество появлений фрагментов предпрогноз- ного периода, предшеству- ющих лингвистическому значению			Прогнозн ая урожай- ность на следу- ющий год, $y_i$ , ц/га
		«низ- кая», $p_i^{\text{низкая}}$	«средня я», $p_i^{\text{средняя}}$	«высо- кая», $p_i^{\text{высокая}}$	
1	«средняя»	6	1	3	16,255
2	«высокая», «средняя»	2	0	2	19,45
3	«высокая», «высокая», «средняя»	0	0	1	30,1

В этом случае для прогнозирования используется уже  $n=36$  лет (число лет с 1968 г. по 2003 г.). Также, в отличие от примера 1, в используемом для прогнозирования ряду встречается 1 раз фрагмент предпрогнозного периода продолжительность 3 года (выделено жирной рамкой в таблице 4).

Значение поправочного коэффициента  $k_i$ , учитывающего относи-  
тельную повторяемость  $i$ -го фрагмента предпрогнозного периода, опре-  
деляют по формуле (2).

Таблица 5 – Исходные данные для расчета поправочных коэффициентов  $k_i$

$i, j$	$\alpha_i, \alpha_j$	$m_i, m_j$	$D_i, D_j$	$n$	$k_i$
1	1	1	10	36	0,099
2	5	2	4	36	0,615
3	3	3	1	36	0,286

После этого рассчитывают прогнозируемую урожайность на следующий год (с учетом повторяемости фрагментов предпрогнозного периода в преобразованном ряду значений урожайности за все годы наблюдений и поправочного коэффициента, учитывающего относительную повторяемость фрагментов предпрогнозного периода) по формуле (1):

$$y = 16,255 \cdot 0,099 + 19,45 \cdot 0,615 + 30,1 \cdot 0,286 = 22,18.$$

По сравнению с фактической урожайностью за 2004 г. (19,3 ц/га) относительная погрешность прогноза составит 14,92 %.

Предложенный метод прогнозирования урожайности зерновых культур позволяет учесть динамику изменения урожайности за предшествующие годы и повысить достоверность прогнозирования урожайности за счет учета относительной повторяемости фрагментов предпрогнозного периода по сравнению с максимально возможным.

#### Библиографический список

1. Винтизенко, И.Г. Детерминированное прогнозирование в экономических системах / И.Г. Винтизенко // Труды III междунар. конф. «Новые технологии в управлении, бизнесе и праве». – Невинномысск: Изд-во ИУБП. – С. 30-37.
2. Перепелица, В.А. Математическое моделирование экономических и социальных рисков / В.А. Перепелица, Е.В. Попова. – Ростов н/Д.: Изд-во Рост. ун-та. – 2001. – 126 с.
3. Ильченко, А.Н. Экономико-математические методы / А.Н. Ильченко – М.: Финансы и статистика, 2006. – 288 с.
4. Варфоломеев, В.И. Алгоритмическое моделирование элементов экономических систем: практикум / В.И. Варфоломеев, С.В. Назаров. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 206 с.
5. Технологии программирования: Учебник для вузов / В.А. Камаев, В.В. Костерин. – М.: Высшая школа, 2005. – 359 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

## АГРОНОМИЯ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<b>Овчинников А.С., Якубов В.В., Марисов Д.Б.</b> Использование минерального природного адсорбента Волгоградской области для доочистки животноводческих стоков.....	3
<b>Григоров С.М., Ахмедов А.Д., Коновалова Г.В.</b> Режим орошения и водопотребления кукурузы на зерно в условиях Волго-Донского междуречья.....	11
<b>Пындак В.И., Новиков А.Е.</b> Особенности возделывания кукурузо-бобовых смесей на зелёный корм в условиях капельного орошения.....	16
<b>Якубов В.В.</b> Адсорбционные фильтровальные свойства фильтрующих загрузок водоочистных фильтров.....	24
<b>Дронова Т.Н., Бурцева Н.И., Невежин С.Ю., Болдырев В.В., Молоканцева Е.И.</b> Основные принципы формирования высокопродуктивных смешанных агрофитоценозов многолетних трав.....	30
<b>Дронова Т.Н., Бурцева Н.И., Невежин С.Ю., Болдырев В.В., Молоканцева Е.И.</b> Нетрадиционные многолетние бобовые травы при орошении.....	40
<b>Петров Н.Ю., Петрова Н.А., Голубь С.В.</b> Влияние приемов агротехники на урожайность ярового ячменя в условиях Волгоградской области.....	49
<b>Куприянов А.В., Сторожев Д.Н.</b> Эффективность применения физиологически активных веществ на урожайность и посевные качества семян при возделывании сортов ярового ячменя на светло-каштановых почвах Волгоградской области.....	51
<b>Сторожев Д.Н., Куприянов А.В.</b> Эффективность последействия пласта многолетних бобовых трав и его влияние на урожайность яровой пшеницы в подзоне светло-каштановых почв Волгоградской области.....	55
<b>Гузенко Е.Ю.</b> Накопление корневой массы эспарцета в зависимости от режима орошения.....	58

## ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

<b>Дундукова Е.Н., Коханов М.А., Игнатов А.В.</b> Влияние раздоя и живой массы первотелок на продуктивное долголетие коров.....	62
<b>Дундукова Е.Н., Коханов М.А.</b> Продуктивное долголетие голштинских коров в условиях Нижнего Поволжья.....	68
<b>Плотников В.П.</b> Использование биологического-технологических факторов при производстве молока в хозяйствах Волгоградской области.....	74
<b>Злекин А.Ф., Злекин В.А., Злекин Д.А., Манжосова Л.В.</b> Влияние кормовых зерносмесей со жмыхами масличных культур на химический состав мяса подопытных бычков.....	79
<b>Толстопятов М.В.</b> О проблемах развития молочного животноводства и их решении.....	83
<b>Коханов М.А., Журавлев Н.В., Дундукова Е.Н., Игнатов А.В.</b> Использование генетического потенциала коров-долгожительниц.....	86

## АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

<b>Цепляев А.Н., Павленко В.Н.</b> Теоретическое определение предельных усилий, действующих на зерновку бобовых культур.....	94
<b>Ряднов А.И., Федорова О.А., Захаров А.В.</b> Результаты оценки эффективности технического обслуживания зерноуборочных комбайнов.....	99
<b>Пындак В.И., Кривельская Н.В., Ляпкосова И.А.</b> Электрогидравлическая система управления погрузочными манипуляторами.....	106
<b>Сучок Г.Г.</b> Безопасность эксплуатации грузоподъёмных кранов.....	111
<b>Мелихова Е.В.</b> Математическое моделирование и оптимизация режима орошения корнеплодов на светло-каштановых почвах Волгоградской области .....	114
<b>Николаев А.П., Ключков Ю.В., Джабраилов А.Ш.</b> Применение векторного способа аппроксимации перемещений в криволинейных системах координат при расчете тонкостенных конструкций на основе МКЭ .....	126

<b>Ляпкосова И.А.</b> Применение методов сопротивления материалов к исследованию прочности биологических объектов.....	132
<b>Рогачев А.Ф., Гагарин А.Г., Тюрякова Н.В.</b> Алгоритмическое моделирование урожайности зерновых культур с использованием лингвистических переменных.....	136

**ABSTRACTS**

<b>Ovchinnikov A.S., Yakubov V.V., Marisov D.B.</b> .....	3
<b>Grigorow S.M., Akhmedow A.D., Konowalowa G.W.</b> Irrigating regime and water consumption of grain corn under conditions of Volga-Don interriver .....	11
<b>Pyndak V.I., Novikov A.E.</b> Features of cultivation of corn-bean mixes on the green forage in conditions of the drop irrigation .....	16
<b>Yakubov V.V.</b> Adsorption - filtering properties of filtering loadings of water-purifying filters.....	24
<b>Dronova T.N., Burtseva N.I., Nevezhin S.Y., Boldyrev V.V., Molokantseva E.I.</b> Basic principles of perennial herds high productivity mixed agrophytocenoses forming.....	30
<b>Dronova T.N., Burtseva N.I., Nevezhin S.Y., Boldyrev V.V., Molokantseva E.I.</b> Nontraditional perennial legumes herbs under irrigation.....	40
<b>Petrova N.Y., Petrov N.A., Golub S.N.</b> Agratechnics methods influence on barley harvest in Volgograd region conditions.....	49
<b>Kupriyanov A.V., Storozhev D.N.</b> The effective physiological active substances application on yield's productivity and seed's sowing qualities at bailey sorts cultivation on light-brown soils of Volgograd region.....	51
<b>Storozhev D.N., Kupriyanov A.V.</b> Perennial legumes herbs layer efficiency consequences and its influence on spring wheat yield in light brown soil sub area of Volgograd region .....	55
<b>Guzenko E. U.</b> Accumulation of the root mass onobrychis depending on mode of the irrigation.....	58
<b>Dundukova E.N., Kohanov M.A., Ignatov A.V.</b> The impact of milking and body weight of first calvers on productive longevity of cows.....	62
<b>Dundukova E.N., Kohanov M.A.</b> Productive longevity of golshtinskiy cows in condition of the bottom Volga Region.....	68
<b>Plotnikov V.P.</b> Use biological-technology factors by manufacture of milk in facilities of the Volgograd area.....	74
<b>Zlepin A.F., Zlepin V.A., Zlepin D.A., Manzhosova L.V.</b> Influence of fodder grain mixes with oil cakes of olive cultures on a chemical compound of meat of experimental bull-calves.....	79
<b>Tolstopjatov M.V.</b> About problems of development milks animal industries and their decision	83
<b>Kohanov M.A., Juravliv N.V., Dundukova E.N., Ignatov A.V.</b> The usage of genetic potential of long-living cows.....	86
<b>Tseplyaev A.N., Pavlenko V.N.</b> Theoretical definition of maximum exertion, made on beans culture seeds.....	94
<b>Ryadnov A.I., Fedorova O.A., Zakharov A.V.</b> Grain-harvester combines technical service efficiency value results.....	99
<b>Pyndak V.I., Kriveliskaya N.V., Lyapkosova I.A.</b> Elektrogidravlicheskaya managerial system loading manipulator.....	106
<b>Sutchok G.G.</b> Safety to usages tap for ascent cargo.....	111
<b>Melihova E.V.</b> Mathematical modeling and water-saving up mode of an irrigation of red beet on light-brown grounds the Volgograd area.....	114
<b>Nikolaev A.P., Klochkov J.V., Dzhabrailov A.SH.</b> Application of the vectorial method approximation travel in curvilinear systems, at the calculation thin-walled construction on base method of finite elements .....	126
<b>Lypkosova I.A.</b> Resistance materials methods using in solid biological objects researching....	132
<b>Rogachev A.F., Gagarin A.G., Turyakova N.V.</b> Algorithmic modeling of productivity of grain crops with use of linguistic variables.....	136

## ТРЕБОВАНИЯ К АВТОРАМ

В научном журнале публикуются результаты оригинальных исследований по следующим направлениям:

- агрономия и лесное хозяйство;
- зоотехнические и ветеринарные специальности;
- инженерно-агропромышленные специальности.

Статья представляется в издательство в печатном виде (на листах формата А4) с приложением электронной версии (в формате Word Windows). Times New Roman, размер шрифта 14. Поля: верхнее – 2,4 см; нижнее – 2,4 см; левое – 2,8 см; правое – 2,8 см. Межстрочный интервал для текста – полуторный, для таблиц – одинарный. Количество строк на одной странице – 29±3, знаков в строке – 65±3. Абзацный отступ 1,25 см.

В начале статьи (на русском и английском языках) помещаются: инициалы и фамилия автора (авторов), ученая степень, звание автора(ов), название статьи, краткая аннотация (250-300 печатных знаков); ключевые слова.

В конце статьи дается библиографический список, ставятся дата и подпись автора (авторов); сведения об авторе (авторах): место работы, факультет, кафедра, (отдел, научное подразделение) ученое звание, направление исследования, контактный телефоны, почтовый и электронный адрес.

К статье обязательно прилагаются: выписка из протокола заседания кафедры (отдела, научного подразделения), по месту работы автора с рекомендацией о возможности публикации научной статьи; рецензия на статью с визой членов экспертного совета академии и заключением о возможности ее публикации; рецензия специалиста сторонней организации на статью, в которой должны быть отмечены особенности представляемого материала, с точки зрения его новизны, практические результаты и т. д. а также в рецензии должны быть отражены критические замечания и пожелания.

За содержание статей редакция ответственности не несет.

Рукописи возврату не подлежат.

**Плата за публикацию статей аспирантов очного и заочного отделений не взимается** (при наличии заверенной копии удостоверения).

\* \* \*

Выпускающий редактор Т.В. Черкашина

Редактор О.В. Сорокина

Компьютерная верстка, макет А.М. Соловьевой

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС9-2014 выдано 06 июня 2007 г. Нижневолжским управлением Федеральной службы по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Издается с 2006 г. Выходит 4 раза в год.

Подписной индекс 31945

Адрес редакции: 400002, Волгоград, Университетский пр-т, 26

Электронная почта vgsxa @ avtlg. ru

Подписано в печать 20.03.2009. Заказ 171.

Усл. печ. л. 18,5. Тираж 1000 (первый завод 100).

Издательско-полиграфический комплекс ВГСХА «Нива»

**\*\*\*\*\* ИЗВЕСТИЯ \*\*\*\*\*  
НИЖНЕВОЛЖСКОГО АГРОУНИВЕРСИТЕТСКОГО КОМПЛЕКСА**

**№ 1 (13), 2009**

400002, Волгоград, Университетский пр-т, 26